

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
MEDICINSKI FAKULTET

Nikola Matejčić

UČINCI PRIMJENE NOVOG FARMAKOLOŠKOG  
PROTOKOLA ARTROSKOPIJE RAMENOG ZGLOBA  
BOLESNIKA U SJEDÉĆEM POLOŽAJU

Doktorski rad

Rijeka, 2025.

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
MEDICINSKI FAKULTET

Nikola Matejčić

UČINCI PRIMJENE NOVOG FARMAKOLOŠKOG  
PROTOKOLA ARTROSKOPIJE RAMENOG ZGLOBA  
BOLESNIKA U SJEDÉĆEM POLOŽAJU

Doktorski rad

Mentori:

nasl. doc. dr. sc. Nikola Gržalja

prof. dr. sc. Lana Ružić Švegl

Rijeka, 2025.

UNIVERSITY OF RIJEKA  
FACULTY OF MEDICINE

Nikola Matejčić

EFFECTS OF THE APPLICATION OF A NEW  
PHARMACOLOGICAL PROTOCOL FOR SHOULDER  
ARTHROSCOPY IN THE BEACH CHAIR POSITION

Doctoral thesis

Supervisors:

Associate Professor Nikola Gržalja, PhD

Professor Lana Ružić Švegl, PhD

Rijeka, 2025.

Mentor rada: nasl. doc. dr. sc. Nikola Gržalja, dr. med.

Komentorica rada: prof. dr. sc. Lana Ružić Švegl, dr. med.

Doktorski rad obranjen je dana \_\_\_\_\_ u/na \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ pred povjerenstvom u sastavu:

1. \_\_\_\_\_ (titula, ime i prezime)
2. \_\_\_\_\_ (titula, ime i prezime)
3. \_\_\_\_\_ (titula, ime i prezime)
4. \_\_\_\_\_ (titula, ime i prezime)
5. \_\_\_\_\_ (titula, ime i prezime)

Rad ima \_\_\_\_\_ listova.

UDK: \_\_\_\_\_

## PREDGOVOR

Ovaj rad posvećujem svojoj obitelji.

Zahvaljujem svojim mentorima prof. dr. sc. Antonu Tudoru, dr. med., kojeg je zbog odlaska u mirovinu zamijenio nasl. doc. dr. sc. Nikola Gržalja, dr. med., te prof. dr. sc. Lani Ružić, dr. med. na iznimnom vodstvu, podršci i povjerenju tijekom cijelog procesa izrade doktorskog rada.

Također zahvaljujem sljedećim suradnicama i suradnicima, abecednim redom, na stručnom i znanstvenom doprinosu, pomoći i podršci:

Dragana Antončić, mag. med. biochem.  
prof. dr. sc. Robert Domitrović, univ. mag. med. biochem.  
izv. prof. dr. sc. Andrica Lekić, prof. matematike i fizike  
Andrija Orlić, dr. med.  
doc. dr. sc. Darko Pastorčić, dipl. ing. stroj.  
prof. dr. sc. Branko Šestan, dr. med.  
Filip Štefanac, dr. med.  
dr. sc. Karlo Tudor, dr. med.  
prof. dr. sc. Srećko Valić, prof. fizike i kemije  
prof. dr. sc. Toni Valković, dr. med.  
prof. dr. sc. Oskar Zupanc, dr. med.  
Marko Živković, mag. ing. aedif.

Posebnu zahvalnost upućujem svim djelatnicama i djelatnicima Klinike za ortopediju i traumatologiju Lovran Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci i Zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci na suradnji, stručnosti i logističkoj podršci tijekom provedbe istraživanja.

## SAŽETAK

**Cilj istraživanja:** Istražiti učinak primjene traneksamične kiseline (TXA) na kvalitetu vidljivosti tijekom artroskopije ramena bolesnika u sjedećem položaju kao i perioperacijski gubitak krvi; istražiti podudarnost između subjektivne i objektivne jasnoće slike kao i povezanost s izmjerenom koncentracijom hemoglobina (Hb) u irigacijskoj tekućini; ispitati utjecaj TXA na rani poslijeoperacijski oporavak.

**Ispitanici i metode:** Ovo prospektivno, randomizirano, dvostruko slijepo kliničko istraživanje provedeno je u Klinici za ortopediju i traumatologiju Lovran od 24. svibnja 2021. do 13. srpnja 2022. godine. Nakon uključivanja 121 bolesnika, ukupno 84 ih je randomizirano i raspoređeno u eksperimentalnu (n=43) i kontrolnu (n=41) skupinu. Eksperimentalna skupina dobiva prije zahvata intravenski 1 g TXA, dok kontrolna skupina dobiva placebo. Operater je tijekom artroskopije ramena svakih 15 minuta ocjenjivao vidljivost na vizualnoj analognoj skali (VAS), istovremeno se fotografirao ekran monitora i te slike su naknadno ocjenjivala 3 neovisna procjenitelja – eksperta. Ostale ispitivane varijable: prijeoperacijske i poslijeoperacijske vrijednosti Hb, hematokrita i eritrocita u krvi, koncentracija Hb određena spektrofotometrijski u otpadnoj irigacijskoj fiziološkoj otopini (FO), volumen utrošene i otpadne irigacijske FO, broj impulsnih povišenja tlaka irigacijske FO za 20 mmHg putem artroskopske pumpe, intraoperacijski i poslijeoperacijski srednji arterijski tlak te kroz dva poslijeoperacijska dana bolnost ramena na VAS skali, količina analgetika, opseg ramena u tri točke i broj dana hospitalizacije.

**Rezultati:** poslijoperacijski skriveni gubitak krvi značajno je veći od intraoperacijskog u obje skupine ( $p < 0,001$ ) te čini preko 92% gubitka, bez statistički značajne razlike između skupina ( $p=0,875$ ), kao i kod intraoperacijskog ( $p=0,154$ ) i ukupnog gubitka ( $p=0,950$ ). Koncentracija Hb u otpadnoj irigacijskoj FO je također bez značajne razlike između skupina ( $p=0,415$ ). Vidljivost je značajno bolja u eksperimentalnoj skupini ( $p=0,034$ ) uz visoki stupanj korelacije između ocjenitelja (Cronbach alfa=0,89). U ispitivanju utjecaja TXA na rani poslijeoperacijski tijek opseg ramena je u mjernoj točki A značajno manji prvog dana ( $p=0,028$ ) u eksperimentalnoj skupini, dok je razlika između ostalih varijabli bez značajne razlike.

**Zaključak:** primjena TXA u artroskopiji ramena u sjedećem položaju može poboljšati vidljivost i smanjiti oticanje ramena u ranom poslijeoperacijskom razdoblju.

**Ključne riječi:** Artroskopija; Krvarenje; Rame; Sjedeći položaj; Traneksamična kiselina

## SUMMARY

**Objectives:** To investigate the effect of tranexamic acid (TXA) on visualization quality and on perioperative blood loss following shoulder arthroscopy in the beach chair position; to evaluate the correlation between subjective and objective visual clarity and its association with hemoglobin (Hb) concentration in irrigation fluid; to assess the impact of TXA on early postoperative recovery.

**Patients and methods:** This prospective, randomized, double-blind clinical trial was conducted at the Clinic for Orthopedics and Traumatology Lovran from 24<sup>th</sup> May 2021, to 13<sup>th</sup> July 2022. Following the enrollment of 121 patients, a total of 84 were randomized and allocated into an experimental group (n=43) and a control group (n=41). The experimental group received 1 g of intravenous TXA preoperatively, while the control group received a placebo. During shoulder arthroscopy, the operating surgeon assessed intra-articular visibility every 15 minutes using a visual analog scale (VAS). Simultaneously, images of the monitor screen were captured and later independently evaluated by three blinded expert assessors. The following variables were analyzed: preoperative and postoperative Hb, hematocrit, and erythrocyte counts; Hb concentration in waste irrigation saline measured spectrophotometrically; volume of used and waste irrigation fluid; number of 20 mmHg pressure increases in the irrigation fluid delivered by the arthroscopic pump; intraoperative and postoperative mean arterial pressure and over the course of two postoperative days, shoulder pain assessed using the VAS scale, analgesic consumption, shoulder circumference measured at three points, and number of hospital days.

**Results:** Postoperative hidden blood loss was significantly greater than intraoperative loss in both groups ( $p < 0.001$ ), comprising over 92% of total blood loss, with no statistically significant differences between groups in hidden ( $p=0.875$ ), intraoperative ( $p=0.154$ ), or total blood loss ( $p=0.950$ ). The Hb concentration in waste irrigation saline also showed no significant difference between groups ( $p=0.415$ ). However, intra-articular visibility was significantly better in the experimental group ( $p=0.034$ ), with a high degree of inter-rater reliability (Cronbach's  $\alpha=0.89$ ). Regarding the impact of TXA on early postoperative outcomes, shoulder circumference at measurement point A was significantly smaller on the first postoperative day in the experimental group ( $p=0.028$ ), while other postoperative variables showed no significant differences between groups.

**Conclusion:** The use of TXA in shoulder arthroscopy in the sitting position may improve visualization and reduce shoulder swelling during the early postoperative period.

**Key words:** Arthroscopy; Hemorrhage; Shoulder; Sitting position; Tranexamic acid

## SADRŽAJ:

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. UVOD I PREGLED PODRUČJA ISTRAŽIVANJA .....                                                | 1  |
| 1.1. Povijest i razvoj endoskopske kirurgije.....                                            | 1  |
| 1.2. Povijest i razvoj artroskopske kirurgije .....                                          | 3  |
| 1.3. Artroskopija danas .....                                                                | 6  |
| 1.4. Artroskopija ramena.....                                                                | 9  |
| 1.4.1. Povijesni razvoj artroskopije ramena.....                                             | 10 |
| 1.4.2. Artroskopija ramena danas .....                                                       | 11 |
| 1.4.3. Funkcionalna anatomija i biomehanika ramena .....                                     | 11 |
| 1.4.4. Indikacije za provođenje i vrste artroskopskih zahvata u području ramenog obruča      | 14 |
| 1.4.4.1. Indikacije i vrste artroskopskih zahvata područja glenohumeralnog zgloba .....      | 14 |
| 1.4.4.2. Indikacije i vrste artroskopskih zahvata područja akromioklavikularnog zgloba ..... | 18 |
| 1.4.4.3. Indikacije i vrste artroskopskih zahvata područja sternoklavikularnog zgloba .....  | 19 |
| 1.4.4.4. Indikacije i vrste artroskopskih zahvata područja skapulotorakalnog zgloba.....     | 19 |
| 1.4.4.5. Neurovaskularne indikacije .....                                                    | 19 |
| 1.4.5. Položaji bolesnika na operacijskom stolu tijekom artroskopije ramena.....             | 20 |
| 1.4.5.1. Ležeći položaj bolesnika na boku.....                                               | 20 |
| 1.4.5.2. Sjedeći položaj bolesnika .....                                                     | 21 |
| 1.4.6. Kontrola krvarenja i vidljivost tijekom artroskopije ramena .....                     | 24 |
| 1.4.6.1. Hipotenzivna anestezija .....                                                       | 25 |
| 1.4.6.2. Tlak irigacijske tekućine .....                                                     | 26 |
| 1.4.6.3. Hemostaza.....                                                                      | 27 |
| 1.4.6.4. Kontrola turbulencije irigacijske otopine u operacijskom području .....             | 28 |
| 1.4.6.5. Perioperacijska primjena lijekova .....                                             | 29 |
| 1.4.6.5.1. Adrenalin.....                                                                    | 29 |
| 1.4.6.5.2. Traneksamična kiselina .....                                                      | 31 |
| 2. CILJ ISTRAŽIVANJA .....                                                                   | 37 |
| 3. ISPITANICI I METODE .....                                                                 | 39 |
| 3.1. Ispitanici.....                                                                         | 39 |

|                                                                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1.1. Randomizacija .....                                                                                                            | 41  |
| 3.2. Etički aspekti istraživanja .....                                                                                                | 42  |
| 3.3. Kirurška tehnika i rana poslijeoperacijska skrb.....                                                                             | 42  |
| 3.4. Prikupljanje podataka za procjenu intraoperacijske vidljivosti, gubitka krvi i ranog poslijeoperacijskog oporavka bolesnika..... | 45  |
| 3.5. Istraživanje .....                                                                                                               | 50  |
| 3.5.1. Varijable vezane uz procjenu intraoperacijske vidljivosti.....                                                                 | 50  |
| 3.5.2. Varijable vezane uz procjenu gubitka krvi.....                                                                                 | 51  |
| 3.5.3. Varijable vezane uz kliničku procjenu ranog poslijeoperacijskog razdoblja.....                                                 | 51  |
| 3.6. Statistička obrada podataka .....                                                                                                | 51  |
| 4. REZULTATI.....                                                                                                                     | 53  |
| 4.1. Testiranje usporedivosti dviju skupina bolesnika .....                                                                           | 53  |
| 4.1.1. Demografske varijable .....                                                                                                    | 53  |
| 4.1.2. Složenost zahvata i opseg dodatnih procedura.....                                                                              | 54  |
| 4.1.3. Srednji arterijski tlak.....                                                                                                   | 58  |
| 4.2. Trajanje operativnih zahvata .....                                                                                               | 60  |
| 4.3. Utrošak i tlak irigacijske tekućine .....                                                                                        | 62  |
| 4.4. Razlike u ocjenama vidljivosti na vizalnoj analognoj skali vidljivosti (VAS–V).....                                              | 62  |
| 4.5. Razlike u hematološkim pokazateljima i gubitku krvi.....                                                                         | 68  |
| 4.6. Promjene u pokazateljima opsega ramena prije i poslije operacije.....                                                            | 74  |
| 4.7. Promjene u pokazateljima na vizualnoj analognoj skali boli (VAS – B).....                                                        | 77  |
| 4.8. Upotreba lijekova i boravak u bolnici.....                                                                                       | 78  |
| 5. RASPRAVA .....                                                                                                                     | 83  |
| 6. ZAKLJUČAK.....                                                                                                                     | 92  |
| 7. LITERATURA .....                                                                                                                   | 94  |
| POPIS SLIKA .....                                                                                                                     | 124 |
| POPIS TABLICA.....                                                                                                                    | 126 |
| POPIS POKRATA.....                                                                                                                    | 127 |
| PRIVITCI .....                                                                                                                        | 130 |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| ŽIVOTOPIS ..... | 133 |
|-----------------|-----|

## 1. UVOD I PREGLED PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

Endoskopski minimalno invazivni kirurški zahvati u stalnom su trendu rasta popularnosti među liječnicima i bolesnicima. Razlozi leže u mogućnosti preciznijeg provođenja operacijskih zahvata na ciljnom tkivu uz manje oštećenje okolnih struktura, bržem oporavku, rjeđim komplikacijama te većoj estetskoj prihvatljivosti. Razvojem tehnologije, dostupnošću edukacije te rastom iskustva i kirurške vještine terapijske mogućnosti endoskopske kirurgije sve su veće, indikacije sve šire, te takvi zahvati danas praktički nemaju alternativu. Paralelno se razvija i artroskopska kirurgija koja je postala nezamjenjiva i uobičajena kirurška metoda liječenja ozljeda, degenerativnih oštećenja i bolesti lokomotornog sustava, primarno zglobova, pa tako i područja ramenog obruča. Uz ugradnju umjetnih zglobova i unutarnju fiksaciju prijeloma smatra se najvažnijom inovacijom i dostignućem na polju ortopedske kirurgije [1].

### 1.1. Povijest i razvoj endoskopske kirurgije

Termini endoskopija i artroskopija potiču od grčkih riječi *endo* (unutar) odnosno *arthros* (zglob) i *scopein* (pogledati), a predstavljaju medicinsku intervenciju pomoću koje se putem instrumenta, obično opskrbljenog izvorom svjetla, može vizualno pregledati tjelesna šupljina odnosno organ, a u slučaju lokomotorornog sustava, zglob.

Već su stare civilizacije imale relativno dobro razvijenu medicinsku, pa i kiruršku praksu i znanstvene discipline. Prvi dokazi o korištenju instrumenata za pregled prirodnih tjelesnih otvora jesu zapisi i artefakti spekuluma i cijevi nađenih na području današnjega Iraka, a datiraju iz doba Mezopotamskog carstva (3100. – 539. pr. Kr.). Slični su nađeni na tlu nekadašnje Egipatske, Indijske i Antičkih civilizacija te kasnije i Arapskog svijeta. Tako su, na primjer, arheološka iskopavanja Pompeja otkrila spekuluma i ogledala od drva i metala za unutarnju inspekciju rektuma i urogenitalnog trakta [2].

Međutim, da bi se izvršio pregled zatvorene tjelesne šupljine neophodno je bilo osigurati njeno osvjetljenje i prijenos slike do liječnikovog oka, a po mogućnosti i iznaći rješenje za provođenje terapijskih procedura, a ne samo inspekcije. Navedeno je postalo moguće tek tehnološkim napretkom, za koji su trebala proći stoljeća.

Prvim endoskopom smatra se *Lichtleiter* iz 1806. godine izumitelja Philippa Bozzinia (1773. – 1809.), njemačkog liječnika iz Mainza. Riječ je bila o primitivnom instrumentu koji se služio svijećom za osvjetljenje usne i nosne šupljine, rektuma i mokraćnog mjehura u žena. Izum je

1806. godine prezentiran Akademiji medicinskih znanosti u Beču, međutim nije najbolje prihvaćen, i u praksi nije zaživio [3].

Sljedeći korak učinio je Antoine Jean Desormeaux (1815. – 1882.), francuski liječnik iz Pariza koji je 1853. godine predstavio *Gazogene cystoscope* koji je koristio mješavinu benzina i terpentina za osvjetljenje te sustav ogledala za vizualizaciju mokraćnog mjehura. Smatra se da njegovom kliničkom primjenom počinje era endoskopske kirurgije.

Njemački stomatolog Julius Bruck (1840. – 1902.) iz Breslaua, danas Wrocław, Poljska, za osvjetljivanje u endoskopiji je počeo koristiti strujom užarene platinske žice koje su pregled činile vrlo bolnim, a u dužem pregledu i opasnim radi stvaranja opekline (*ulcus cystoscopicum*). Problem je riješio smještanjem žica unutar kugle koju su činila dva sloja stakla između kojih je cirkulirala voda. Hlađenje je bilo efikasno ali na račun glomaznosti, pa je upotreba bila limitirana samo na velike šupljine. Stoga je počeo raditi pregled mokraćnog mjehura u potrazi za konkrementima transiluminacijom uz pomoć svjetla (*Diaphanoscope*) smještenim u vaginu ili rektum.

Njemački urolog iz Berlina Maximilian Nitze (1848. – 1906.) u suradnji sa bečkim optičarom Benecheom i drezdenskim instrumentarom Dieckeom 1877. godine predstavlja složeni cistoskop *Blasenleuchter* kod kojeg se i dalje kao izvor svjetla koriste užarene platinske žice ali uz dodatak sistema hlađenja, a krasio ga je i sustav optičkih leća i prizmi kojima se postizalo povećanje slike. Navedeni cistoskop se 1888. godine u suradnji Nitzea sa Josefom Leiterom, proizvođačem instrumenata iz Beča, nadograđuje novim izumom, Edisonovom zatvorenom žaruljom sa žarnom niti, čime postaje prvi potpuno funkcionalan endoskop, te odmah postaje široko prihvaćen od urološke zajednice, a Nitze slavljen kao otac urologije.

Švedski liječnik iz Stockholma Hans Christian Jacobaeus (1879. – 1937.) dizajnira 1910. godine endoskop za dijagnostičku upotrebu u abdomenu koji se počinje primjenjivati i za liječenje pleuralnih adhezija uzrokovanih tuberkulozom, te se naziva *Laparo – thoracoscope*.

Za sigurno i prihvatljivo provođenje navedenih zahvata koji ne koriste više samo prirodne otvore, već i one kirurški otvorene, neophodan je bio razvoj anesteziologije i antiseptice sredinom 19. stoljeća.

Daljnji napredak endoskopije omogućili su izumi engleskog fizičara Harolda Horacea Hopkinsa (1918. – 1994.) koji 1954. godine predstavlja princip upotrebe staklenih vlakana za provođenje svjetlosti od jakog vanjskog izvora do operacijskog polja bez zagrijavanja (hladno svjetlo), a

1960. godine i sustav štapićastih leća u metalnoj cijevi te antirefleksni premaz radi sprječavanja rasipanja svjetlosti čime endoskopi postaju kompaktniji i manjeg promjera uz šire vidno polje i jasniju sliku. Svi moderni endoskopi današnjice baziraju se na navedenim Hopkinsovim inovacijama. Od začetaka tehnike, endoskopije su se radile u bliskom kontaktu operaterovog oka sa lećom endoskopa uz izraženu mogućnost kontaminacije instrumenta, a podjelu operaterovog iskustva omogućilo je jedino fotografiranje. Tako je prvu fotografiju unutrašnjosti mokraćnog mjehura napravio Maximilian Nitze 1890. godine.

Konačni iskorak prema endoskopima današnjice donio je razvoj televizijske (TV) tehnologije u prvoj polovici 20. stoljeća. Dok je bila bazirana na krupnim katodnim cijevima (CRT) TV tehnologija nije bila podesna za praktičnu upotrebu u endoskopiji, ali do promjene dolazi 1980-ih godina izumom malenih CCD (*charged couple device*) senzora i digitalne video tehnologije. Ona je bazirana na istraživanjima канаđанина Willarda Boyla i американца Georgea E. Smitha iz 1960-ih godina na temelju čega su 2009. godine dobili Nobelovu nagradu za fiziku. Malena i lagana CCD kamera mogla se lako priključiti na okular endoskopa i u kombinaciji sa spojenim monitorom omogućiti kvalitetan video prikaz operacijskog polja u realnom vremenu i boji. To je bilo presudno za mogućnost provođenja terapijskih, a ne samo dijagnostičkih endoskopija, aktivno asistiranje i edukaciju.

Endoskopski zahvati danas se rutinski provode u urologiji, ginekologiji, digestivnoj kirurgiji, gastroenterologiji, pulmologiji, torakalnoj kirurgiji, otorinolaringologiji, neurokirurgiji, maksilofacijalnoj, plastičnoj, spinalnoj i ortopedskoj kirurgiji.

## **1.2. Povijest i razvoj artroskopske kirurgije**

Za prvi ulaz endoskopom u zglobov i kovanje termina artroskopija zaslužan je danski kirurg iz Aarhusa Severin Nordentoft (1866 – 1922.). On je na 41. Kongresu njemačkog udruženja kirurga 1912. godine u Berlinu, kojem je prisustvovalo 1200 kirurga iz cijele Europe prezentirao svoj rad „Endoskopija zatvorenih šupljina pomoću mog troakar – endoskopa“. U njemu je opisao *Trocart – endoscope*, instrument koji je sam konstruirao po uzoru na Jacobaeusov *Laparo – thoracoscope*. Endoskop je imao 5 mm širok troakar pomoću kojeg je, kako je opisao u svom radu, uvodio instrument i radio suprapubičnu cistoskopiju, laparoskopiju i artroskopiju koljena. Njegov članak bio je na Kongresu jedini o endoskopiji i prvi zapis u kojem je upotrebljen termin artroskopija. No, njegov rad bio je ispred vremena koje je bilo opterećeno letalnim medicinskim problemima kao što su bile sepsa, frakture i tuberkuloza i kao takav je ostao bez većeg odjeka, ali i zabilježen u *Zborniku radova njemačkog udruženja kirurga*.

Endoskop kojim se služio, u skladu s tehničkim mogućnostima doba u kojem je nastao, imao je slabu optiku, samo 10% od osvjetljenja modernog endoskopa i radi glomaznosti ograničenu mogućnost kretanja u uskom zglobu (za razliku od šupljine mokraćnog mjehura i abdomena). Međutim, usprkos tome Nordentoft je odabrao i u svom radu opisao upotrebu fiziološke otopine (FO) kao optičkog medija u zglobu, te savjetovao upotrebu endoskopije za ranu dijagnozu meniscealnih lezija. Razočaran nedovoljnim interesom u kirurškim krugovima, okrenuo se radiologiji. Zanimljivo je da je njegova uloga ostala dugo vremena skrivena, te se u literaturi koja opisuje povijest medicine spominje tek odnedavno [4].

Za razliku od Nordentofta, uloga Kenjija Takagija (1888. – 1963.), japanskog ortopedskog kirurga iz Tokija, u razvoju artroskopije od početka je bila opće prepoznata od strane medicinske zajednice. On je 1918. godine urološkim endoskopom širokim 7,3 mm započeo eksperimentalno raditi artroskopije koljena na kadaverima motiviran tuberkulozom koljena koja je u to vrijeme bila vrlo raširen problem u Japanu. Vjerovao je da rana dijagnoza može utjecati na uspješnije liječenje i prevenciju nastupa ankiloze, uobičajene dugoročne komplikacije sa značajnim socijalnim implikacijama u toj azijskoj kulturi. Nezadovoljan karakteristikama urološkog endoskopa, 1920. godine je napravio prototip prvog prilagođenog artroskopa, tada također promjera 7,3 mm. Kroz vrijeme ga je neprestano poboljšavao, te 1931. godine prezentira artroskop klinički značajno funkcionalnijeg promjera od 3,5 mm, potom 1937. i prvi artroskop promjenjivog fokusa koji je prezentiran iste godine na Svjetskom sajmu u Parizu. Ukupno ih je konstruirao 12, s različitim karakteristikama, promjerima i kutevima gledanja, koji su redom postali pravi prototipovi modernih rješenja. Već 1932. godine fotografira kroz artroskop, a 1933. snima i 16 mm film u boji. Osim artroskopa osmislio je i razne artroskopske instrumente, prigrio korištenje FO za distenziju zgloba i poboljšanje vizualizacije te opisao portale (artroskopske ulaze – incizije) za izvođenje artroskopija koljena, ramena, gležnja i kuka koji se koriste i dandanas. Može se reći da je Kenji Takagi bio prvi istinski inovator i začetnik artroskopije.

Eugen Bircher (1882. – 1956.) švicarski liječnik, časnik i političar, voditelj kirurškog odjela Kantonalne bolnice Aarau, u svom članku prezentira iskustvo s 18 dijagnostičkih artroskopija koljena koje je proveo već 1921. godine. Pri tome je koristio laparo – torakoskop Hansa Christiana Jacobaeusa koji je potpuno neprilagođen zglobnoj endoskopiji. Ukupno ih je do 1930. godine napravio 60, i to sve rjeđe, te se naposljetku gotovo potpuno okreće artrografiji dvostrukim kontrastom.

Philip Heinrich Kreuzer (1883. – 1943.) kirurg iz Sjedinjenih američkih država (SAD), kao specijalizant svjedočio je Nordentoftovom predavanju na Kongresu u Berlinu 1912. godine te

je prepoznao potencijal artroskopije. Godine 1925. objavljuje članak „Bolest polumjesečastog hrskavičnog meniska — zagovor za rano prepoznavanje pomoću artroskopa“. Nije detaljno opisao svoj artroskop ali se smatra da je također koristio zglobovima neprilagođen laparo – torakoskop Hansa Christiana Jacobaeusa. Kao prvi artroskopičar u SAD, napravio je do 30 artroskopija koljena i na kraju se poput Birchera okrenuo artrografiji.

Michael Burman (1896. – 1974.) ortoped iz New Yorka, SAD, počeo je raditi artroskopije u anatomskom institutu izvornim 4 mm širokim endoskopom koji je za njega konstruirao Reinhold Wappler (1870. – 1932.) dizajner elektrokirurških instrumenata. Kao rezultat istraživanja 1931. godine Burman objavljuje članak „Artroskopija ili direktna vizualizacija zglobova. Eksperimentalna kadaverična studija“. Iste godine odlazi u Europu gdje nastavlja raditi artroskopije na kadaverima u Dresdenu. Po povratku u SAD okreće se klinici te s kolegama objavljuje nekoliko članaka o artroskopiji koljenog zgloba kao i akvarele artroskopskih prikaza raznih zglobova koje je oslikala gđa Frieda Erfurt, umjetnica iz Dresdenskog instituta za patologiju. Usprkos ambiciji i sakupljenom materijalu, tijekom 1950-ih godina ne uspijeva objaviti artroskopski atlas radi manjka interesa od strane izdavača.

Ernst Vaubel (1902. – 1989.) bio je reumatolog iz Wiesbadena, Njemačka. U suradnji s kompanijom Georga Wolfa iz Berlina radi na modifikaciji laparo – torakoskopa Hansa Christiana Jacobaeusa. Uobičajen kut gledanja od 90° mijenjaju u 45° čime postaje prilagođeniji artroskopiji, te ga nazivaju *Arthroskop nach Dr. E. Vaubel*. Zahvate počinje raditi 1936. godine u Leipzigu u lokalnoj anesteziji, koljena distendira plinom. Provodi isključivo dijagnostičke artroskopije s primarnim interesom analize promjena na sinovijalnoj ovojnici. Godine 1938. objavljuje prvu knjigu o artroskopiji *Die Arthroskopie*, monografiju na 64 stranica obogaćenu akvarelima zglobnih prikaza nastalih na temelju njegovih fotografija. Angažman u Drugom svjetskom ratu prekida kako njegovu tako i mladu artroskopsku aktivnost općenito, te 16 godina nije objavljen niti jedan rad o artroskopiji.

Nakon završetka rata naročito se ističe Masaki Watanabe (1911. – 1994.) ortopedski kirurg iz Nagana, Japan, student velikog učitelja Kenjija Takagija. Povratkom iz rata u kojem je služio kao obavještajni časnik Japanske carske vojske, nastavlja medicinsku karijeru u Tokiju. Odlučio je nastaviti stopama svoga profesora i mentora koji je u potrazi za idealnim instrumentom konstruirao 12 artroskopa koji su se i nazivali izumiteljevim imenom uz redni broj. Uz podršku japanske optičke i elektronske industrije nastavlja niz novim poboljšanjima i konceptima. Godine 1958., nakon dvije godine razvoja, prezentira *Watanabe 21*, prvi artroskop prikladan za rutinsku upotrebu, prvi koji postaje komercijalno dostupan i zadnji njegov dizajn s ugrađenom žaruljom na vrhu instrumenta. Već sljedeći *Watanabe 22* 1967. godine se bazira

na hladnom osvjetljenju u skladu sa tehnološkim spoznajama i napretkom, dok 1970. prezentira *Watanabe 25*, ultratanki artroskop promjera 2 mm. Prvi razvija koncept triangulacije s instrumentom uvedenim kroz poseban portal u odnosu na portal kroz koji se uveo artroskop i kroz koji se ciljna patologija gleda. Potom 1955. godine prvi snima operativnu proceduru učinjenu pod kontrolom artroskopa (odstranjenje gigantocelularnog tumora koljena), 1961. odstranjuje slobodno zglobovno tijelo i 1962. čini prvu artroskopsku parcijalnu meniscektomiju. Također izdaje dva artroskopska atlasa na engleskom jeziku, 1957. i 1969. godine. Redovito prima zainteresirane kolege iz cijelog svijeta te Japan time postaje epicentar širenja spoznaje o novoj operacijskoj tehnici. Suvremenici ga smatraju istinskim znanstvenikom i velikim učiteljem, a povijest medicine pravim ocem moderne artroskopije.

Iskorak prema terapijskoj artroskopiji bio je ključan za daljnji razvoj discipline uz tehnološki napredak. Uz nove operacijske tehnike razvijaju se i odgovarajući kirurški instrumenti. Uvođenje digitalne video tehnologije i monitora odigrao je značajnu ulogu u prihvaćanju i popularizaciji ove kirurške tehnike. Pioniri artroskopije u svojim sredinama i šire bili su Robert W Jackson iz Kanade, Jan Gillquist i Ejnar Eriksson iz Švedske, David J. Dandy iz Velike Britanije, Richard L. O'Connor i Lanny L. Johnson iz SAD, Hans – Rudolf Henche iz Njemačke, te mnogi drugi. U Republici Hrvatskoj prvu artroskopiju učinio je primarijus Zvonimir Gjurić artroskopom *Watanabe 21* na koljenom zglobov 1972. godine u Klinici za traumatologiju u Zagrebu [5–7].

### **1.3. Artroskopija danas**

Artroskopiju današnjice možemo smatrati najdinamičnijim dijelom ortopedske kirurgije. Praktički svaki zglob u ljudskom tijelu je dostupan artroskopiji, a naročiti izazov predstavlja vanzglobna (endo)artroskopija uz praktički bezgranične mogućnosti. S užim specijalizacijama ili osobnim opredjeljenjem kirurga prema određenim zglobovima, odnosno regijama lokomotornog sustava (čemu svakako postoji tendencija), indikacije za minimalno invazivnu artroskopsku kirurgiju sve su brojnije i šire.

Takvu dinamiku razvoja prati ali i omogućuje paralelan razvoj adekvatnih uređaja i kirurškog instrumentarija koji su prilagođeni određenim zglobovima i zahvatima.

Artroskopi danas slijede tehnološke principe Harolda Horacea Hopkinsa. Sastoje se od metalnog cilindra unutar kojeg se nalazi sustav štapićastih leća koje povećavaju sliku, priključka za fleksibilni svjetlovodni kabel sazdan od optičkih vlakana kojim se u zglob dovodi

hladno svjetlo te okulara na koji se priključuje video kamera. Ovisno o namjeni razlikuju se po kutu gledanja, promjeru i dužini.

Kut gledanja artroskopa u odnosu na osovinu artroskopa može biti 0°, 30° ili 70°. Kod oba potonja, rotacijom artroskopa usmjeravamo njegovo vidno polje u željenom smjeru pod navedenim kutem.

U većini regija i zglobova koriste se artroskopi s kutem gledanja od 30°, što ih čini standardnim. Artroskopi s kutem od 70° uobičajeno se koriste u artroskopiji kuka radi anatomskih karakteristika zgloba, ali mogu poslužiti i kod ostalih artroskopija ovisno o navikama i željama operatera. Endoskopi s kutem 0°, mada se nude i kao artroskopi, rijetko se koriste, dok su standardni kod endoskopija kojima se pregledavaju veće šupljine, npr. kod laparoskopija. Iznimka su jednokratni, ekstratanki nano – artroskopi koji objedinjuju kut 0° s ekstra širokim vidnim poljem od 120°. Zbog perkutane upotrebe i najmanje moguće invazivnosti primarno su namijenjeni za artroskopiju područja šake i stopala, ali se u odgovarajućoj dužini instrumenta mogu koristiti i za sve ostale zglobove i regije tijela.

Postoje razni promjeri artroskopa ovisno o namjeni, ali uvriježeno je koristiti, te možemo smatrati standardnima, promjere između 4 mm i 1,9 mm. Kod artroskopije koljena i ramena uobičajeno se koriste artroskopi promjera 4 mm, kuka 3,5 – 4 mm, lakta najčešće 4 mm ali kod djece i adolescenata primjerenije će biti upotrijebiti tanji artroskop širine npr. 2,4 – 2,7 mm. Potonji se standardno koriste u artroskopiji gležnja i ručnog zgloba. Kod šake i stopala koristimo promjer 1,9 mm.

Dužina artroskopa također je prilagođena mjestu primjene. Standardna srednja dužina iznosi oko 150 mm i prikladna je za većinu artroskopskih zahvata. Za artroskopiju kuka koriste se duži artroskopi, dok se za zahvate na ručnom zglobu, stopalu i šaci primjenjuju kraći modeli. Iako se u artroskopiji lakta i gležnja mogu koristiti i artroskopi standardne dužine, kraći su se pokazali praktičnijima.

Na okular artroskopa montira se mehanizam kamere digitalnog video sustava koju operater drži u ruci prilikom zahvata te preko nje ima mogućnost podešavanja osvjetljenja, izoštravanja i uvećanja slike te snimanja fotografija i video zapisa. Kamera je video sustavom spojena sa monitorom preko kojeg operater vrši operacijski zahvat. Digitalni video sustavi koji se danas koriste su *Full High Definition* (Full HD) ili *Ultra High Definition* (4K UHD) razlučivosti slike.

Artroskop se ulaže i zabavljuje, te koristi u njegovoj odgovarajućoj košuljici koja je nešto šira od artroskopa. Kroz prostor između košuljice i artroskopa cirkulira FO koja se u njega uvodi i izvodi preko dva ventila. Na jedan se postavlja cijev ulaza, na drugi cijev izlaza FO. Često se izlazni ventil na košuljici artroskopa tijekom artroskopije ne koristi da bi se izbjegao direktan protok vode između ventila već se za izljev FO koristi kanila postavljena kroz posebnu inciziju na udaljenom mjestu u zglobu.

U artroskopijama se distenzija zgloba odnosno kirurškog polja, kontrola krvarenja i ispiranje ostataka tkiva uobičajeno radi FO (značajno rjeđe Ringerovom otopinom) pod tlakom koji održava artroskopska pumpa sa ili bez protoka, te gravitacijski sustavi. Iz zgloba FO ističe slobodnim padom ili pomoću pumpe. Potreban tlak i protok FO ovise o zglobu odnosno području koje se operira te lokalnom krvarenju. Temeljna kontrola krvarenja tijekom većine artroskopija postiže se Esmarchovom povescim koja se postavlja proksimalno od zgloba koji se operira i kojom se zaustavlja cirkulacija i svako krvarenje distalno. Kod kuka i ramena to je nemoguće te se kontrola krvarenja postiže nizom drugih mjera.

Standardni instrumenti pomoću kojih se vrši artroskopski zahvat namijenjeni su upotrebi kroz male incizije, a mogu biti motorizirani, električni i ručni.

Motorizirani instrumenti su jednokratni i izmjenjivi brijači raznih karakteristika za rad i obradu mekih česti, hrskavice ili kosti. Oni se spajaju s drškom koja se može sterilizirati i povezana je kabelom sa svojom komandnom jedinicom koja se nalazi na artroskopskom stupu. Obrada tkiva provodi se mehaničkim putem i ne dovodi do zagrijavanja tkiva i FO. Međutim, pri intenzivnijoj upotrebi može doći do njihovog trošenja pri čemu u operacijskom polju zaostaje metalna prašina.

Električni instrumenti uključuju radiofrekventni ablator, električni kauter i laser, koji se koriste za rezanje ili koagulaciju, čime se provodi prepariranje i stabilizacija tkiva ili postiže hemostaza. Djelovanje instrumenta – rezanje ili koagulacija – ovisi o energiji koju prenosi na tkivo. Instrument može biti namijenjen jednokratnoj ili višekratnoj upotrebi, a električnim kabelom povezan je s komandnom jedinicom smještenom na artroskopskom stupu. Osnovni nedostatak ovih uređaja je zagrijavanje irigacijske tekućine i tkiva, osobito hrskavice, što može dovesti do njezina oštećenja [8].

Motorizirani i električni instrumenti imaju mogućnost upravljanja putem nožne komande (pedale) što je često praktičnije u odnosu na ručnu komandu koja se nalazi na dršci instrumenta.

Svi uređaji, odnosno aparati, smještaju se na police vertikalnog prijenosnog otvorenog ormara, tzv. artroskopskog stupa.

Ručnim artroskopskim instrumentima možemo nazvati ravne ili zakrivljene kirurške instrumente namijenjene pregledu, rezanju, hvatanju, osvježavanju površine tkiva, bušenju subhondralne kosti ili šivanju. Također postoje specijalni instrumenti namijenjeni određenoj specifičnoj namjeni, regiji ili ugradnji određenih implantata.

Artroskop i instrumenti uvode se u zglob, odnosno operacijsko područje, putem malih, oko 4 – 5 mm dugačkih kožnih incizija, tzv. artroskopskih portala. Svaka regija ima specifične i standardne portale kroz koje se radi točno određena artroskopska kirurška procedura. Portali se mogu osiguravati artroskopskim kanilama, prozirnim plastičnim cijevima s navojem, opskrbljenim ventilom i membranom. One se uvrnu u portal na određenu radnu dubinu te ga održavaju stalno otvorenim za instrumente, membrana sprječava istjecanje vode, tijesni kontakt s tkivom umanjuje razlijevanje irigacijske tekućine u okolna tkiva, a ventil može poslužiti za dovod FO ili odvodnju otpadne irigacijske tekućine.

Artroskopski zahvati se uobičajeno rade u općoj ili regionalnoj anesteziji ali moguće su operacije i u lokalnoj infiltrativnoj anesteziji, pogotovo one jednostavnije i kraćeg trajanja.

Mjesta provođenja artroskopija uglavnom su operacijske sale, ali moguće je u zadovoljavajućim uvjetima i neformalnije, ambulantno izvođenje, pogotovo manjih zahvata, što je olakšano razvojem nano artroskopske opreme. Pacijenti se na operacijskom stolu smještaju u određene položaje koji ovise o vrsti zahvata, regiji i preferencijama operatera. Operacijsko polje se dezinficira na klasičan način te potom prekriva uglavnom jednokratnim, sterilnim, često anatomske specifičnim prekrivačima namijenjenim određenoj regiji tijela [9].

U cijelom svijetu sve je češće provođenje artroskopija kao dnevne kirurgije bez hospitalizacije što zdravstvenim sustavima omogućuje znatne uštede i brži protok pacijenata [10–13].

#### **1.4. Artroskopija ramena**

Artroskopija ramena je zadnjih desetljeća značajno napredovala te je od prvenstveno dijagnostičke pretrage postala operacijski zahvat sa sve većim i složenijim terapijskim mogućnostima i širim indikacijama. Obzirom na navedeno kao i uz dobro poznate koristi

minimalno invazivnih u usporedbi sa tradicionalnim kirurškim metodama, u cijelom svijetu postoji jasno izraženi trend porasta incidencije artroskopije ramena. Analizom podataka britanske *Hospital Episode Statistics* ustanovljen je porast broja artroskopskih akromioplastika za 7,5 puta od 2000. do 2010. godine dok je u New Yorku, SAD, zabilježen 250% porast broja artroskopija ramena od 1996. do 2006. godine. Nacionalnom anketom o ambulantnoj kirurgiji u SAD utvrđeno je da je 2006. godine provedeno 272 148 artroskopskih popravaka rotatorne manžete i 257 541 ostalih artroskopija ramena koje isključuju popravak rotatorne manžete. Analizom istih nacionalnih anketa od 2006. do 2016. godine ustanovljeno je da je stopa izvršenih artroskopija ramena uključujući i popravak rotatorne manžete u raznim državama SAD od 64,96 do 623,6 na 100 000 stanovnika [14–19].

#### **1.4.1. Povijesni razvoj artroskopije ramena**

Prvi opisi artroskopije ramena datiraju u 1931. godinu kada američki kirurg Burman objavljuje 25 pregleda ramenog zgloba artroskopom na kadaverima [20]. Do kliničke primjene nove operativne metode trebalo je pričekati gotovo 50 godina. Prve artroskopije na bolesnicima prezentiraju канаđани Wiley i Older na sastanku Američkog ortopedskog društva za sportsku medicinu u Dallasu, Teksas, SAD, u veljači 1978. godine. Opisali su 11 artroskopija na bolesnicima s dijagnozom smrznutog ramena kojima su radili distenziju zgloba s FO kao nadogradnju na tada uobičajenu praksu distenzije zgloba uz artrografiju. Također rade 13 dijagnostičkih artroskopija na bolesnicima s, kako su opisali, unutrašnjim poremećajima ramena: suspektnom lezijom rotatorne manžete, duge glave *m. bicepsa brachii* (LHBB – *engl. Long Head of the Biceps Brachii*), nestabilnošću, slobodnim zglobnim tijelom, ubodnom ranom i traumatskim artritism [21]. Već 1983. godine Andrews objavljuje članak baziran na artroskopijama provedenim na 120 bolesnika s ramenom problematikom [22]. Prvi popravak intraartikularnog ramenog oštećenja opisuje Lanny Johnson 1980. godine nakon što je s kopčama kao implantatima učinio artroskopsku stabilizaciju ramena [23]. Ekstraartikularna artroskopija, tj. prvi iskorak iz unutarzglobnog prostora, prvi puta je objavljena javnosti od strane Harvarda Ellmana 1985. godine kroz seriju provedenih subakromijalnih (SA) dekompresija koje su potom praćene i klinički vrednovane [24,25]. Daljnji razvoj ramene artroskopije olakšan je i ubrzan uvođenjem elektrotermalne energije za artroskopsku sinoviektomiju (Aritomi 1972. godine), artroskopske pumpe (Gillquist 1977. godine), te sidra sa koncima (Goble 1985.godine) [26–28]. Početne artroskopije ramena provođene su u položaju pacijenta na boku. Motivirani opasnošću od istegnuća brahijalnog plexusa trakcijom u navedenom položaju, Skyhar, O' Brien i suradnici 1988. godine objelodanjuju *beach chair* tj. polusjedeći položaj bolesnika tijekom zahvata [29,30].

#### 1.4.2. Artroskopija ramena danas

Artroskopija ramena se danas rutinski radi u većim i razvijenijim centrima ortopedske kirurgije. Krivulja učenja je položena, zahvat za sve suradnike u radnom procesu zahtjevan. Specifičnost leži u tome što se operacija radi u dobro prokrvljenom području, te je neophodno potrebna stalna kontrola krvarenja. Anestezija je uglavnom opća uz dodatni interskalenski blok. Položaj pacijenta je polusjedeći ili ležeći na boku. Standardno se koristi kompletna artroskopska oprema uključujući artroskopsku pumpu za održavanje tlaka i protoka irigacijske tekućine, motorizirani instrument te radiofrekveni ablator. Artroskop je promjera 4 mm, standardne dužine od 152,5 mm, kut gledanja 30°. Od kirurških instrumenata koriste se standardni artroskopski uz dodatne instrumente za antegradno i retrogradno, direktno ili indirektno provlačenje konaca, pogurivač čvora, vodilicu za izmjenu portala, razne hvataljke za tkivo i konac te specifične instrumente za ugradnju točno određenih implantata. Artroskopski portali koji se standardno i uvijek koriste su stražnji i prednji. Dodatni portali redovito su potrebni, a ovise o vrsti operacije i anatomske specifičnosti. Otvaraju se još po potrebi anterolateralni, posterolateralni, lateralni, *5 o'clock*, *7 o'clock*, *port of Wilmington*, Neviaser i drugi [31–34]. Uspokos složenosti zahvata u cijelom svijetu se artroskopija ramena često provodi kao dnevna kirurgija [35].

#### 1.4.3. Funkcionalna anatomija i biomehanika ramena

Kada se govori o ramenu primarno se misli na glenohumeralni zglob (GH), tj. zglob koji čine glava nadlaktične kosti i glenoid skapule. Međutim on je samo jedan od međusobno povezanih dijelova cijeline koja se naziva rameni obruč i čini jedinstvenu, nerazdvojnu funkcionalnu jedinicu. Ostali dijelovi su akromioklavikularni (AC), sternoklavikularni (SC) i skapulotorakalni (STh) zglob. Osnovna karakteristika ramenog obruča je da se sinhroniziranim djelovanjem svih njegovih sastavnih jedinica postiže značajno veća pokretljivost nego ostalih dijelova lokomotornog sustava [36]. Kretnje GH zgloba nadopunjuju se kretnjama klizanja i rotacije u STh zglobovima dok su preko AC zgloba, ključne kosti i SC zgloba spojeni za sternum kao jedinom točkom dodira s aksijalnim skeletom. Omjer kretnji u GH i STh zglobovima (GH/STh) prilikom gibanja ramenog obruča varira ovisno o ravni kretnje tj. poziciji ruke u odnosu na skapulu. Zovemo ga skapulohumeralni ritam, a prosječno iznosi oko 2:1 (od 1,25 kod abdukcije do 3,2 kod antefleksije) [37].

Primarna funkcija ramenog obruča je, u koordinaciji sa kretanjama kralježnice i lakta, pozicioniranje šake u prostoru za efikasnije vršenje određene radnje.

Anatomske i biomehaničke osobitosti koje omogućuju kumuliranje i oslobađanje elastične energije iz ramena dovele su do jedinstvene sposobnosti bacanja objekata velikom brzinom i preciznošću. Takve sposobnosti prvi puta se pojavljuju zajedno prije oko 2 milijuna godina kod vrste *Homo erectus*. Uzimajući u obzir arheološke dokaze koji upućuju da u to vrijeme dolazi do intenziviranja lovne aktivnosti, možemo zaključiti da je selekcija prema sposobnosti bacanja predmeta i bavljenja lovom vjerojatno imala značajnu ulogu u evoluciji *koljena Homo* [38].

Osim sinhronizacijom sva 4 sastavna dijela ramenog obruča, jedinstvena pokretljivost ramena ostvarena je odsustvom koštane sapetosti u GH zglobu (samo 25 – 30% glave humerusa je u kontaktu sa glenoidom), te volumenom čahure GH zgloba koji je 2 puta veći od volumena glave nadlaktične kosti. Usprkos takvoj pokretljivosti, pri izvođenju kretnji pomak glave humerusa od centra glenoida je najviše 1 – 2 mm. Za to su zaslužni statički i dinamički stabilizatori GH zgloba koji svojim sinergističkim djelovanjem ostvaruju stabilizirajući konkavitet – kompresijski (*engl concavity – compression*) efekt usmjeren prema centru glenoida [39].

Statički stabilizatori GH zgloba su zglobne površine i kapsulo – labralno – ligamentozni kompleks dok su dinamički stabilizatori mišići ramenog obruča.

Od pasivnih stabilizatora valja izdvojiti:

- Koštanu orijentaciju zglobnih površina, 30° retroverzije glave humerusa odgovara 30 – 45° inklinacije skapula od frontalne ravnine; gotovo neutralnu orijentaciju glenoida (14° anteverzije – 12° retroverzije); 5° inklinacije glenoida prema proksimalno
- Konkavnu hrskavicu glenoida s debljim perifernim i tanjim centralnim dijelom
- Glenoidalni labrum koji povećava konkavitet glenoida za 50% te služi kao hvatište GH ligamenata
- Zglobnu čahuru sa stabilizirajućim efektom u različitim pozicijama ruke; Abdukciju ograničava donji dio čahure, vanjsku rotaciju njezin prednji dio, dok unutarnju rotaciju ograničava stražnji dio čahure GH zgloba
- Ligamente GH zgloba, naročito donji glenohumeralni ligamentarni (IGHL) kompleks koji zatvara aksilarni recesus te je primarni stabilizator GH zgloba u 90° abdukcije. Njegov zadebljali prednji dio (AIGHL) opire se prednjoj translaciji dok njegov stražnji dio (PIGHL) pruža otpor stražnjoj translaciji GH zgloba
- Korakohumeralni ligament (CHL) koji pruža otpor donjoj GH subluksaciji

- Negativni intraartikularni tlak
- Korakoakromijalni (CA) ligament i luk koji prevenira gornju migraciju humerusa

Dinamičke GH stabilizatore predstavlja gotovo 30 mišića koji djelovanjem na razne komponente ramenog obruča osiguravaju mobilnost i dinamičku stabilnost.

Mehanizam dinamičke stabilizacije:

- Pasivni tonus mišića
- Efekt barijere kontrahiranog mišića
- Mišićnom kontrakcijom nastaju kompresivne sile na artikulacijske površine
- Mobilizacija zgloba inducira zatezanje pasivnih stabilizatora
- Preusmjeravanjem zglobnih sila prema centru glenoida dolazi do centralizacije glave humerusa

Primarni dinamički stabilizatori ramena su mišići čije tetive zatvaraju rotatornu manžetu koja neposredno okružuje GH zglob: *mm. subscapularis* (SSC), *supraspinatus* (SSP); *infraspinatus* (ISP) i *teres minor* (TM). Oni svojom kontrakcijom stabiliziraju i centriraju glavu humerusa u glenoidu za efikasniju funkciju *m. deltoideusa*. Tetive međusobno interferiraju i ostavljaju samo prostor između SSC i SSP koji zovemo rotatorni interval. Kroz rotatorni interval iz ramenog zgloba izlazi LHBB na svom putu prema *sulcusu intartubercularisu* humerusa. Na tom prolazu stabiliziraju je tetivne niti SSC i SSP, medijalni tračak CHL te gornji glenohumeralni ligament (SGHL) [40,41].

Obzirom na manjak koštane sapetosti, sila producirana kontrakcijom jednog mišića (primarni agonist) zahtijeva kontrakciju antagonističkog mišića da ne dođe do dislokacije. Antagonistički mišić postiže ravnotežu ekcentričnom kontrakcijom ili neutralizirajućom silom jednake snage i suprotnog smjera djelovanja.

Odnos takva 2 mišića zove se par sila (*engl. force couple*). Pokret u zglobu nastaje kontroliranim disbalansom agonista i antagonista.

Dva temeljna para sila u GH zglobu su:

- Par sila u čeonj ravnini koji čine *m. deltoideus* i *m. SSP*. Oba jednako doprinose abdukciji nadlaktice. U toj kretnji rezultirajuća reakcijska sila zgloba (JRF – *engl. Joint Reaction Force*) usmjerena je prema glenoidu, pritišće glavu humereusa na glenoid te poboljšava stabilnost ramena u elevaciji

- Par sila u poprečnoj ravnini čine m. SSC sa prednje i mm. ISP i TM sa stražnje strane GH zgloba. To je dominantni mehanizam koji se opire kranijalizaciji glave humerusa kod lezije tetiva rotatorne manžete. Dok je održan njihov balans, GH zglob ostaje centriran.

Ukupne sile prilikom 90° elevacije ruke u ravnini lopatice jednake su silama ekvivalentnim 90% tjelesne težine, što čini rameni zglob jednim od najopterećenijih u tijelu [42].

#### **1.4.4. Indikacije za provođenje i vrste artroskopskih zahvata u području ramenog obruča**

Indikacija za artroskopsko liječenje tegobe područja ramenog obruča postavlja se na temelju anamneze, kliničkog pregleda i dijagnostičkih pretraga. Od dijagnostičkih pretraga radi se rendgenološka obrada (RTG), ultrazvuk (UZ), magnetna rezonanca (MR), MR artrografija, kompjutorizirana tomografija (CT), CT artrografija i po potrebi scintigrafija. Od RTG slike, osim temeljnih informacija o koštanoj strukturi i odnosima, očekujemo podatak o suficijenciji sustava dinamičke stabilizacije GH zgloba. UZ nam pruža mogućnost dinamičke, brze i osobne pretrage te je nezamjenjiv za analizu kalcifikata. MR nam uz ostale dominantne podatke o mekim čestim pruža informaciju o stupnju masne atrofije mišića [43,44]. CT pruža neprocjenjive informacije o koštanim defektima, a u slučaju potrebe može pružiti dobre podatke o mekim čestim. MR i CT artrografije napodpunjuju kvalitete bazičnih pretraga. Scintigrafiju tražimo kada nam je bitna informacija o metaboličkoj aktivnosti promjena. Prilikom odluke o načinu liječenja valja uzeti u obzir pacijentovu razinu aktivnosti, dob, prateće bolesti, lijekove, navike te motiviranost i spremnost na često dugotrajan oporavak. Neobično je važno u slučaju kroničnih oštećenja prethodno bolesnika započeti liječiti fizikalnom terapijom i rehabilitacijom u standardnom trajanju od tri do šest mjeseci.

Indikacije za izvođenje artroskopije ramena te vrste zahvata mogu se podijeliti po funkcionalnom dijelu ramenog obruča na kojem se provode.

##### **1.4.4.1. Indikacije i vrste artroskopskih zahvata područja glenohumeralnog zgloba**

###### **A. Nestabilnost**

Indikacija za artroskopsko liječenje se postavlja na temelju recidivirajućeg instabiliteta u jednom ili više smjerova koji je najčešće posljedica ranije traume i refrakteran je na konzervativno liječenje. Tipično instabilitet prate sljedeća karakteristična oštećenja:

- a.) Bankart lezija: odvajanje labroligamenarnog kompleksa s rupturom periosta s prednje i donje strane glenoida (tipično na poziciji od tri do šest sati) bez medijalizacije i distalizacije
- b.) ALPSA (*engl. Anterior Labral Periosteal Sleeve Avulsion*) lezija: medijalizacija i distalizacija Bankart lezije
- c.) Perthes lezija: Bankart lezija uz odvojen periost ali bez rupture
- d.) GLAD (*engl. Glenolabral Articular Disruption*) lezija: parcijalno oštećenje glenoidalnog labruma i priležeće hrskavice glenoida
- e.) HAGL (*engl. Humeral Avulsion of the inferior Glenohumeral Ligament*) lezija: odvajanje IGHL sa strane humerusa, a ne glenoida
- f.) Koštana Bankart lezija: Bankart lezija koja uključuje i avulziju koštanog ruba glenoida
- g.) Hill – Sachs lezija: impakcijski prijelom posterolateralnog dijela glave nadlaktične kosti

U slučaju stražnje nestabilnosti nalazimo slična oštećenja na suprotnim stranama: obrnutu Bankart, HAGL i Hill – Sachs leziju te POLPSA (*engl. Posterior Labrum Periosteal Sleeve Avulsion*) leziju.

Kojoj vrsti zahvata ćemo se prikloniti uglavnom ovisi o razmjerama koštanih defekata i kvaliteti mekih česti, ali i razini aktivnosti rukom na koju se pacijent želi vratiti. Cilj je postići stabilno i pokretno rame uz minimaliziranje mogućnosti recidiviranja. Ukoliko nema izraženijih koštanih defekata na strani glenoida (0 – 10%) i glave humerusa, a kvaliteta tkiva je dobra, možemo se odlučiti za mekotkivnu stabilizaciju po Bankartu koja uključuje nabiranje kapsule i labroligamentarnih struktura te njihovu lateralizaciju i kranijalizaciju putem artroskopskih sidara sa koncima. Ona se može dodatno pojačati posteroinferiornom plikacijom tj. zatvaranjem aksilarnog recesusa preko dodatnog sidra. Ukoliko uz Bankart imamo i angažiranu Hill Sachs leziju neophodno je potrebno dodatno učiniti *Hill Sachs remplissage* tj. punjenje lezije stražnjom kapsulom i tetivom ISP preko jednog do dva sidra [45]. U slučaju HAGL lezije nabiranje AIGHL se vrši preko sidra postavljenog na humeralnoj strani [46]. Ako na strani glenoida imamo koštani defekt veći od 20% zglobne površine (uz kontakti sport i >15%) neophodno je učiniti koštanu stabilizaciju transferom korakoidnog nastavka sa *conjoint* tetivama (Latarjet – Bristow procedura) ili postavljanjem autolognog / homolognog koštanog transplantata (Eden – Hybinette procedura). U oba slučaja koštani transplantat se za kost glenoida pričvršćuje artroskopski vijcima ili kortikalnom dugmadi spojenom jakim neresorptivnim koncima ili trakama [47–50].

U slučaju subkritičnog gubitka kosti od 10 – 15% zglobne površine glenoida, uz Bankart rade se dodatne mekotkivne stabilizacije: dinamička prednja stabilizacija (*engl. Dynamic Anterior*

*Stabilisation – DAS*), ekstrakapsularni šavi između GH ligamenata i SSC (*engl. Extracapsular Suture Between the Glenohumeral Ligaments and Subscapularis Tendon – BLS*) ili artroskopsko pojačanje SSC (*engl. Arthroscopic Subscapularis Augmentation – ASA*) uz koje se u slučaju angažirane Hill Sachs lezije može dodati i *Hill Sachs remplissage* [51–58].

## **B. Oštećenje tetiva rotatorne manžete**

Artroskopski popravak tetiva nema alternative jer se samo pod kontrolom kamere može adresirati sva problematika i točno determinirati uzorak lezije što je presudno za reparabilnost. Prilikom popravka oštećenih tetiva rotatorne manžete temeljni cilj je vratiti ih na njihovo anatomsko mjesto na velikom odnosno malom tuberkulu gornjeg okrajka nadlaktične kosti u što površinom većem kontaktu i uz što manju napetost tkiva. Također zahvatom i implantatima se mora osigurati mir između kosti i tetive, a da se pri tome ne ugrozi opskrba tetive krvlju. Ovisno o tome radi se artroskopski poravak s jednim ili u dva reda sidara. Također postoje jednokratni ili višekratni instrumenti koji omogućuju bušenje kosti tuberkula i provlačenje konaca za transosealno šivanje tetive u dva reda, a bez sidara. Šivanje u 2 reda omogućuje bolji međusobni kontakt tkiva ali je moguće i ima smisla samo u slučaju ako je tetiva reponibilna bez pretjerane napetosti [59–64]. Ukoliko postoji horizontalno raslojavanje s tipično više retrahiranim dubljim dijelom, slojeve u popravku valja izjednačiti. U slučaju loše kvalitete tetiva ili njihove nereparabilnosti radi se parcijalni popravak, artroskopska augmentacija tetiva ili rekonstrukcija gornje čahure autolognom tetivom LHBB, širokom fascijom bedra ili tetivama hamstringsa (*mm. semitendinosus i gracilis*), a koriste se i homologni kadaverični, te industrijski sintetski kao i pripravci životinjskog porijekla [65–73].

Iz istog razloga ali i u slučaju atrofije mišića manžete radi se mišićno tetivni artroskopski asistirani ili potpuno artroskopski transfer *mm. latissimus dorsi, teres maior, pectoralis maior ili trapezius*. U svim navedenim slučajevima nereparabilnosti ili insuficijencije, primarni cilj mora biti ostvariti balans mišićnih sila oko ramenog zgloba, odnosno ponovno uspostaviti sustav dinamičke stabilizacije GH zgloba [74–76].

U slučaju neuspjeha konzervativnog liječenja artroskopski se odstranjuju kalcifikati iz tetiva rotatorne manžete te se tetiva potom po potrebi popravljaju. U sklopu artroskopija radi popravka rotatorne manžete uobičajeno se rade dodatne procedure kao LHBB tenodeza ili tenotomija, SA burzektomija i akromioplastika (zajedno čine SA dekompresiju), subkorakoidna (SCOR) burzektomija i korakoplastika (zajedno čine SCOR dekompresiju), tuberoplastika, mikrofrakture (MFX), bušenje tetive radi poticanja cijeljenja, kapsulotomija i sinoviektomija. Akromioplastiku, tj. poravnanje donje površine akromiona, danas se čini znatno rjeđe nego

prije, no svakako bi je trebalo učiniti u slučaju postojanja koštanih izdanaka anterolateralnog akromiona (akromion Bigliani tip 2 i 3) [77,78].

### **C. Artroza**

Kod artroze mlađih ljudi možemo se odlučiti za artroskopski debridman u smislu hondroplastike sa ili bez MFX, odstranjenja slobodnih zglobnih tijela, osteoplastike uz odstranjenje osteofita, prednje, stražnje i donje kapsulotomije, neurolize aksilarnog živca, SA dekompresije i tenodeze LHBB [79].

### **D. Problematika duge glave *m. biceps brachii***

Tetiva LHBB na svom dugom, složenom i vulnerabilnom putu od glenoida do dijafize humerusa podložna je ozljedama i bolestima.

- a. Na polazištu LHBB sa glenoida nalazimo SLAP (*engl. Superior Labrum Anterior to Posterior*) leziju. Uobičajeno se vrši toaleta ili popravak labruma sidrima, dok se polazište LHBB može popraviti, učiniti tenodeza ili tenotomija [80].
- b. Na izlazu LHBB iz ramena i ulazu u *sulcus intartubercularis* humerusa može doći do oštećenja stabilizirajućeg (*engl. pulley*) sustava tetive LHBB koji čine tetive SSC, SSP, CHL i SGHL te se u tom slučaju čini tenodeza ili tenotomija LHBB [40,81].
- c. U prolasku kroz *sulcus intertubercularis* tetiva LHBB je podložna degenerativnim bolestima i upalama te se u tom slučaju radi tenodeza ili tenotomija [82].

Tenodeza se uobičajeno radi ispod mjesta patologije sidrima sa koncima ili interferentnim vijkom. Moguća mjesta su artroskopska intrartikularna i suprapektoralna tenodeza ili minimalno – invazivna artroskopski asistirana subpektoralna tenodeza [83–87].

### **E. Oštećenje labruma / paralabralne ciste**

Glenoidalni labrum može biti oštećen traumom ili degenerativnim promjenama. Ukoliko oštećeno tkivo formira nepovratni ventil, mogu nastati paralabralne ciste koje se tipično protiskuju u spinoglenoidalni prostor gdje dolaze u kontakt sa supraskapularnim živcem uz posljedičnu neuropatiju. Artroskopski se radi eksploracija i odstranjenje ciste uz dekompresiju neurovaskularnog snopa, uništenje ventilnog mehanizma te popravak glenoidalnog labruma sidrima [88,89].

## **F. Trauma**

U slučaju prijeloma glenoida te malog ili velikog tuberkula gornjeg okrajka nadlaktične kosti radi se artroskopska repozicija i stabilizacija ulomaka uz pomoć sidara s koncima ili kanuliranih vijaka [90–95].

## **G. Smrznuto rame**

Kod smrznutog ramena koje je refrakerno na dovoljno dugo (minimalno jednu godinu) i kvalitetno konzervativno liječenje možemo se odlučiti za artroskopsku kapsulotomiju, SA i SCOR dekompresiju uz otvaranje rotatornog intervala.

## **H. Sinovitis**

U slučaju sinovitisa refrakternog na konzervativno liječenje, a najčešće u sklopu reumatoloških bolesti, možemo se odlučiti za artroskopsku sinoviektomiju uz uzimanje uzoraka na patohistološku i mikrobiološku analizu. Najčešće se u sklopu zahvata učini SA i SCOR dekompresija uz otvaranje rotatornog intervala. Artroskopski zahvat nema alternative jer se otvorenom operacijom ne može učiniti adekvatna sinoviektomija.

## **I. Slobodna hrskavično – koštana zglobova tijela**

Možemo se odlučiti za njihovo artroskopsko odstranjenje u slučaju postraumatskih simptomatskih slobodnih zglobova tijela ili u slučaju sinovijalne (osteo) hondromatoze. U potonjem slučaju radi se i sinoviektomija, uzorci tkiva šalju se na patohistološku i mikrobiološku analizu.

## **J. Piogeni artritis**

U slučaju razvoja primarnog ili sekundarnog piogenog artritisa ili opravdane sumnje na artritis možemo se odlučiti za artroskopski debridement uz uzimanje uzoraka tkiva za mikrobiološku i patohistološku analizu. Obzirom na anatomske karakteristike ramena, artroskopski zahvat nema alternative.

### **1.4.4.2. Indikacije i vrste artroskopskih zahvata područja akromioklavikularnog zgloba**

U području AC zgloba artroskopija se radi zbog:

- A. Traumatske akutne luksacije AC zgloba stupnja 3B, 4 i 5 po Rockwood klasifikaciji ili prijeloma lateralnog okrajka ključne kosti stupnja Neer 2B uz disrupciju *ligg. conoideum*

*i trapezoideum*. Artroskopski se, u tim slučajevima, radi repozicija te vertikalna korakoklavikularna (CC) stabilizacija suspenzijskom tehnikom jednim ili dva para titanskih pločica i sintetskih traka. Horizontalna AC stabilizacija može se raditi artroskopski ili otvoreno minimalno invazivno [96–102].

- B. Kronične AC vertikalne i / ili horizontalne nestabilnosti. U tim slučajevima radi se anatomska ili neanatomska artroskopska rekonstrukcija i stabilizacija. Anatomska rekonstrukcija CC i AC ligamenata radi se autolognom tetivom hamstringsa (*m. gracilis* ili *m. semitendinosus*) uz implantate za suspenzijsku stabilizaciju [103,104]. Neanatomska rekonstrukcija radi se artroskopskom modifikacijom metode Weaver Dunn transferom *lig coracoacromiale* na ključnu kost [105,106].
- C. Simptomatske artroze; radi se artroskopska toaleta odnosno resekcijaska artroplastika AC zgloba [107].

#### **1.4.4.3. Indikacije i vrste artroskopskih zahvata područja sternoklavikularnog zgloba**

Temeljne indikacije za artroskopiju SC zgloba su posttraumatska lezija intraartikularnog diska, slobodna zglobna tijela te primarna ili sekundarna artroza. Radi se artroskopska discektomija, odstranjenje slobodnih zglobnih tijela, debridman zgloba i resekcijaska artropastika [108–111].

#### **1.4.4.4. Indikacije i vrste artroskopskih zahvata područja skapulotorakalnog zgloba**

Sindrom krepitirajuće skapule (*engl. snapping scapula syndrome*) refrakteran na konzervativno liječenje indikacija je za artroskopiju STh zgloba. Na zahvatu radi se burzektomija i parcijalna superomedijalna skapulektomija [112,113].

#### **1.4.4.5. Neurovaskularne indikacije**

Neuropatija supraskapularnog živca je najčešća indikacija za artroskopsku dekompresiju koja se, ovisno o mjestu kompresije, može raditi u spinoglenoidalnom ili supraglenoidalnom prostoru tj. u području *incisura scapulae*. Postoji stav da supraglenoidalnu dekompresiju treba rutinski raditi i u sklopu popravka masivnih retrahiranih lezija rotatorne manžete [114–116].

Neuroliza aksilarnog živca provodi se radi kliničkih simptoma neuropatije uzrokovane osteofitima, tumorima, traumom, hipertrofijom muskulature ili fibroznim tračkom u sklopu sindroma kvadrangularnog prostora [117,118].

U slučaju sindroma gornjeg torakalnog otvora moguća je endoskopska dekompresija neurovaskularnih struktura uz neurolizu brahijalnog plexusa [119–121].

Također opisana je endoskopska resekcija Schwannoma infraklavikularnog dijela brahijalnog plexusa [122].

#### **1.4.5. Položaji bolesnika na operacijskom stolu tijekom artroskopije ramena**

Pravilno i pažljivo namještanje bolesnika na operacijski stol je ključni dio priprema za provođenje artroskopije ramena jer se njime zahvat može znatno olakšati i prevenira se nastup ozbiljnih komplikacija. Tijekom artroskopije ramena bolesnik se na operacijskom stolu može namjestiti u 2 osnovna položaja: sjedeći (*engl. beach chair*) i ležeći na boku, svaki sa svojim posebnostima, prednostima i manama.

##### **1.4.5.1. Ležeći položaj bolesnika na boku**

Prve artroskopije ramena počele su se raditi upravo u položaju bolesnika na boku. Za namještanje u bočni položaj dovoljan je klasični, ravni operacijski stol. Bolesnik se u položaju zadržava postavljenjem u rigidni držač, ili što je danas češće, u držač koji se u željeni oblik formira i u njemu zadržava isisavanjem zraka vakuum pumpom. Pri tome se bolesnika namješta da ravnina glenoida bude horizontalna radi lakše intraoperacijske orijentacije, tj. nagne se oko 30° – 40° prema leđima. Područja pritiska na koštane izbočine i peronealne živce pažljivo se zaštite, u pazuh se stavlja složena manja plahta radi rasterećenja brahijalnog plexusa. Ruka koja se operira se nakon pranja i sterilnog pokrivanja postavlja u sterilnu navlaku preko koje se dvjema sajlama zakači na poseban držač – toranj preko kojeg se ruka postavlja u željeni položaj i vrši trakcija pomoću utega da se dobije distrakcija ramenog zgloba. Težinu utega tj. trakciju valja pažljivo dozirati radi mogućnosti trakcijske ozljede živaca ruke. Asistent je obično potreban i njegova glavna uloga tijekom zahvata je rotacija humerusa. Temeljna prednost i razlog zbog kojeg se neki operateri odlučuju za bočni položaj je bolja intraartikularna i SA distrakcija i vizualizacija radi mogućnosti jače i efikasnije trakcije. Navedena pogodnost naročito dolazi do izražaja tijekom mekotkivne stabilizacije ramena gdje je važna vizualizacija i pristup instrumentima do AIGHL i PIGHL tj. aksilarnog recesususa.

Također mjehurići koji nastaju upotrebom radiofrekventnog ablatora se ne skupljaju u operacijskom polju već sami iz njega odlaze u stranu. Značajna prednost ležećeg položaja bolesnika na boku jest bolja cerebralna perfuzija i manja mogućnost hipotenzijsko bradikardnih i ishemijskih incidenata. Osnovne mane su operiranje u neanatomskom položaju i orijentaciji, otežan pregled i manipulacija pacijenta u anesteziji te otežan pristup prednjim portalima. Nadalje, u slučaju potrebe za konverzijom artroskopskog u otvoreni zahvat, bolesnik se iz ležećeg mora postaviti u sjedeći položaj pri čemu treba ponoviti postupak pranja operacijskog polja i sterilnog pokrivanja. Bolesnici obično moraju biti i u općoj anesteziji jer se samo regionalna interskalenska anestezija loše podnosi u bočnom položaju te su bolesnici često nemirni. U tom slučaju naknadno uvođenje u opću anesteziju je složeno radi otežanog pristupa dišnom putu. U slučaju dužeg trajanja operacije, naročito izvan zgloba te rada pod povećanim tlakom artroskopske pumpe, može uslijed retencije irigacijske tekućine i gravitacije do njenog nakupljanja i ugrožavanja dišnog puta. Tijekom operacije u ležećem položaju bolesnika na boku može doći do nesrazmjera ventilacije i perfuzije, pri čemu se perfuzija donjeg, ovisnog plućnog krila povećava, a ventilacija smanjuje, dok se u gornjem, neovisnom plućnom krilu događa suprotno. Ovaj proces može potencijalno dovesti do hipoksemije i valja ga uzeti u obzir prilikom operacijskog zahvata u bočnom položaju bolesnika sa smanjenom plućnom rezervom [123]. U bočnom položaju trakcijska ozljeda neuralnih struktura relativno je česta te se javlja u 0,2 – 10% slučajeva. Pri tome najčešće su zahvaćeni *plexus brachialis*, *nn. musculocutaneus*, *axillaris* i *ulnaris* uz kliničku manifestaciju neurapraksijom. Pitman i sur. koristili su somatosenzorne evocirane potencijale za procjenu nastanka neurapraksije tijekom artroskopije ramena u položaju na boku te su ustanovili 100% incidenciju abnormalnosti za *n. musculocutaneus* i 50% za *nn. medianus*, *ulnaris* i *radialis*, uglavnom na subkliničkoj razini osim kod 2 pacijenta [124]. Također postoji povećana mogućnost ozljede za *nn. axillaris* i *musculocutaneus* prilikom otvaranja anteroinferiornog (5 o'clock) portala. Mada je mogućnost duboke venske tromboze kod artroskopije ramena rijetka (0,01 – 0,31%), češće se javlja u položaju bolesnika na boku [125–127].

#### 1.4.5.2. Sjedeći položaj bolesnika

Prvi podatak o uspješno izvedenih 50 artroskopija ramena u novom, sjedećem položaju bolesnika objavio je Skyhar 1988. godine, a naziva se još i polusjedećim odnosno *beach chair* položajem [29]. Za promjenu položaja motivirao ih je visok postotak trakcijskih neurapraksija povezanih s do tada standardnim ležećim položajem na boku bolesnika. Da bi se pacijent sigurno postavio u sjedeći položaj potreban je operacijski stol koji se može presaviti u željeni položaj ili se na klasični stol postave razni komercijalno dostupni dodaci koji to omogućuju.

Rame mora biti dovoljno preko ruba stola da je omogućen prilaz stražnjim portalima i rad artroskopom, a to obično zahtijeva vidljiv medijalni rub *spine scapule*. Pritom je od znatne pomoći ukoliko se manji dio stola iza ramena može odstraniti, a da je istovremeno kralježnica čvrsto oslonjena na stol. U takvom položaju glava se postavlja u kacigu čiji se položaj može podešavati. Pritom valja održavati neutralni položaj glave da se ne kompromitira cirkulacija *a. vertebralis* ili *v. jugularis interna*. Koštane izbočine se oblože s posebnom pažnjom prema lateralnom peronealnom i ulnarnom živcu koji se čuvaju od mogućih pritisaka. Da se rastereti *n. ischiadicus* flektiraju se kukovi 45° – 60° i koljena oko 30°. Pacijent sjedi pod kutem 30° – 80° od horizontalne ravnine. Ruka koja se ne operira počiva na posebnom bočnom držaču i preko nje se kontrolira krvni tlak i intravenski (IV) se apliciraju infuzije i potrebni lijekovi. Ruka koja se operira ostaje slobodna prilikom sterilnog pokrivanja, posebno se omata čime je omogućena njezina manipulacija i postavljanje u željene položaje tijekom operacije. Slobodni pad ruke omogućava blažu distrakciju, pogotovo SA, a potrebnu manipulaciju može raditi asistent. Postoje i posebni držači za ruku, hidraulični i mehanički, koji ruku mogu držati u potrebnom položaju i u određenom stupnju trakcije.

Osnovne prednosti zbog koje se operateri odlučuju za sjedeći položaj su anatomska pozicija ramenog zgloba i samog bolesnika, lakša orijentacija i manipulacija ukoliko je potrebna, jednostavnija konverzija u otvoreni operacijski zahvat te lakše intraoperacijsko prilagođavanje različitim patologijama što ga čini univerzalnijim i danas češćim. Slabija temeljna distrakcija ramenog zgloba može se pojačati uz pomoć asistenta, držača za ruku ili dodatnog jastuka čime postaje usporediva s onom bočnog položaja. Sjedeći položaj omogućuje provođenje operacijskog zahvata i u samoj regionalnoj anesteziji što bolesnici značajno bolje podnose nego u ležećem položaju ali i bolju kontrolu dišnog puta tijekom operacije. Trakcijske ozljede živaca značajno su rjeđe u usporedbi s položajem na boku. Mogući nedostaci provođenja artroskopije ramena u sjedećem položaju uključuju češću mogućnost magljenja kamere obzirom na uobičajen položaj artroskopa i slijevanje irigacijske tekućine, ponekad otežan pristup stražnjim i gornjim portalima ovisno o anatomskim karakteristikama te nakupljanje mjehurića koji nastaju radom radiofrekventnog ablatora, zadržavaju se u operativnom polju i mogu ometati vidljivost, pogotovo prilikom rada u SA prostoru.

Najveći potencijalni nedostatak sjedećeg položaja predstavlja povećana mogućnost nastanka hipoperfuzije mozga, kao ozbiljne komplikacije. Cerebralni protok krvi uobičajeno se održava konstantnim unutar određenog raspona arterijskog krvnog tlaka zahvaljujući fiziološkim autoregulacijskim mehanizmima koji osiguravaju stalan dotok krvi. Fiziološke kardiovaskularne promjene na uspravni položaj uključuju aktiviranje simpatičkog živčanog sustava što rezultira povećanjem sistemskog vaskularnog otpora i promjenama srčane frekvencije u svrhu

održavanja srednjeg arterijskog tlaka (MAP – *engl. mean arterial pressure*). U općoj anesteziji odgovor autonomnog živčanog sustava je oslabljen zbog vazodilatacijskog učinka anestetika što dovodi do smanjenog srčanog minutnog volumena i sniženog MAP što može dovesti do cerebralne hipoperfuzije [128]. Hipotenzija je u određenoj i kontroliranoj mjeri u artroskopiji ramena važna radi manjeg krvarenja i time bolje vidljivosti, no prilikom procjene valja uzeti u obzir da povišenje glave za 2,5 cm u odnosu na mjerno mjesto krvnog tlaka uvjetuje 2 mmHg niži cerebralni perfuzijski tlak od onoga izmjerenoga na ekstremitetu [129]. Prenizak krvni tlak može dovesti do hipoperfuzije i desaturacije moždanih stanica. Desaturacijom mozga smatra se  $\geq 20\%$  smanjenje saturacije u odnosu na bazične vrijednosti. Klinički se može očitovati postoperativnom mučninom i povraćanjem te neurokognitivnim poremećajima, a češće se javlja kod pacijenata s povećanim indeksom tjelesne mase (ITM). Potencijalni rizik predstavljaju *diabetes mellitus*, opstruktivna apneja u snu, hipertenzija, stariji pacijenti s više komorbiditeta i cerebrovaskularni incident u anamnezi. [126,130,131]. Tijekom provođenja hipotenzivne opće anestezije u sjedećem položaju bolesnika može se provoditi monitoring cerebralne oksimetrije, najčešće spektroskopijom (NIRS – *engl. near-infrared spectroscopy*) za procjenu perfuzije mozga [132]. Nadzor oksimetrije nije standardan i obavezan dio artroskopije ramena u sjedećem položaju, ali svakako pruža dodatnu sigurnost, pogotovo kod praćenja rizičnijih pacijenata. Epizode desaturacije značajno su rjeđe, a rezultati na postoperativnim neurokognitivnim testovima bolji kada se zahvat izvodi isključivo u regionalnoj anesteziji uz dodatnu sedaciju, u usporedbi s općom anestezijom [133,134]. Za prevenciju desaturacije bi od izrazite važnosti bilo bolesnika namjestiti u polusjedeći položaj sa što manjom elevacijom torza i glave, npr.  $30^\circ - 45^\circ$  od horizontalne ravnine [135]. Mogućnost intraoperacijskih cerebrovaskularnih incidenata je rijetka. Motivirani zabrinutošću da bi sjedeći položaj mogao predstavljati povećani rizik za razvoj intraoperacijskog cerebrovaskularnog incidenta Friedman i sur. u svojoj studiji objavili su incidenciju od 0,00291% pacijenata operiranih u svim položajima. Incidenti su se u njihovoj studiji uvijek desili u sjedećem položaju bolesnika, ali uzimajući u obzir da je sjedeći položaj znatno češći kao i ostale varijable, nisu zabilježili statistički značajnu razliku u stopi zabilježenih cerebrovaskularnih incidenata između različitih položaja [136]. Cerebrovaskularni incidenti zabilježeni su i u bočnom položaju bolesnika [137]. Također u sjedećem položaju bolesnika postoji povećan rizik od pojave epizoda hipotenzije i bradikardije. One su definirane kao smanjenje srčane frekvencije za najmanje 30 otkucaja u minuti unutar razdoblja od 5 minuta, bilo koja srčana frekvencija manja od 50 otkucaja u minuti i/ili smanjenje sistoličkog krvnog tlaka za više od 30 mmHg unutar 5 minuta, ili bilo koji sistolički tlak manji od 90 mmHg. Ove prolazne epizode javljaju se u oko 30% bolesnika kojima se provodi artroskopija ramena u sjedećem položaju uz interskalensku regionalnu anesteziju. Premda se radi o izoliranim slučajevima nejasne etiologije koji uglavnom ne dovode do značajnije hipoperfuzije, učestali su i imaju potencijal za razvoj

ozbiljne komplikacije. Najčešće predlagani mehanizam nastanka epizoda hipotenzije i bradikardije jest Bezold – Jarisch refleks kao kombinacija venskog zastoja u nogama uzrokovanog sjedećim položajem i paradoksalno povećanog vagusnog tonusa koja rezultira naglom, izraženom bradikardijom i hipotenzijom koju može biti teško brzo korigirati. Najčešći simptomi su poslijeoperacijska vrtoglavica i mučnina bez jasne povezanosti s izraženijom hipoperfuzijom mozga, ali zabilježen je i jedan slučaj kardijalnog aresta u asistoliji. Stoga je važna preventiva koja se sastoji od nadoknade tekućina i gubitka krvi, preveniranja nastanka venskog zastoja u nogama, izbjegavanja korištenja adrenalina (ADR) te intraoperacijske upotrebe beta adrenergičkih blokatora [125,126,138–140]. Također opisane su i tri epizode subkutanog emfizema, pneumomediastinuma i tenzijskog pneumotoraksa tijekom ili neposredno nakon artroskopske SA dekompresije u sjedećem položaju koje se pripisuju negativnom tlaku u SA prostoru uzrokovanom radom motoriziranog instrumenta sa sukcijom [141].

Operacijske položaje možemo razlikovati i po brzini namještanja pacijenta i cijeni koštanja. Glazier i sur. ustanovili su da je ležeći položaj na boku jeftiniji i da je pacijenta u njemu brže namjestiti i pripremiti za operaciju [142].

Za koji će se položaj operater trajno opredijeliti u krajnjem slučaju ovisi o osobnim preferencama, iskustvu i edukaciji jer su uz elementarnu pažnju i timski rad oba prilično sigurna. Obzirom da se, generalno uzevši, ležeći položaj na boku smatra boljim za artroskopsku stabilizaciju, a sjedeći za popravak rotatorne manžete, neki operateri mijenjaju položaj ovisno o indikaciji.

#### **1.4.6. Kontrola krvarenja i vidljivost tijekom artroskopije ramena**

Povećana učestalost artroskopskih zahvata na ramenu povećala je svijest i potrebu za sigurnim i učinkovitim kirurškim tehnikama koje omogućuju optimalne kliničke rezultate uz ublažavanje rizika od komplikacija. Temeljni preduvjet za sigurnu kirurgiju, preciznost i kraće trajanje zahvata je kvaliteta vizualizacije, koja se očituje kroz jasnoću prikaza na leći artroskopa. Vizualna jasnoća izravno ovisi o količini krvi u irigacijskoj otopini koja se koristi tijekom zahvata, što čini kontrolu krvarenja ključnom [143]. Naročito se to odnosi na ekstraartikularne dijelove zahvata tijekom provođenja artroskopije ramena, kao što je na primjer rad u SA ili SCOR prostoru tijekom popravka rotatorne manžete [144]. Potreba za kontrolom krvarenja je bila osnova postavljanja problema u ovom istraživanju. Postavljanje Esmarchove poveske na ramenu nije moguće te se kontrola krvarenja postiže različitim

mjerama koje uključuju hipotenzivnu anesteziju, tamponadu kapilara tlakom irigacijske tekućine, kontrolu turbulencije irigacijske otopine u operacijskom području, provođenje striktno hemostaze tijekom operacije te perioperacijsku primjenu lijekova.

#### **1.4.6.1. Hipotenzivna anestezija**

Istraživanje koje su proveli Morrison i sur. dokazalo je da je za zaustavljanje krvarenja u SA prostoru i adekvatnu vizualizaciju potrebno postići da razlika između sistoličkog tlaka i tlaka SA prostora prosječno bude 49 mmHg [145]. Taj cilj se može ostvariti snižavanjem MAP ili povišenjem tlaka irigacijske tekućine u SA prostoru, obično uz pomoć artroskopske pumpe. Obzirom da pretjerani tlak irigacijske tekućine dovodi do njene povećane ekstravazacije u tkivne prostore i mogućih značajnih komplikacija, pribjegava se provođenju kombinacije umjerene hipotenzivne anestezije i umjerenog povećanja tlaka FO. Kontrolirana hipotenzivna anestezija omogućuje smanjenje intraoperacijskog gubitka krvi, niži potreban tlak irigacijske tekućine i kraće trajanje zahvata, čime se minimalizira potencijalno štetna retencija FO u okolna meka tkiva. Međutim, tijekom zahvata MAP ne bi smio pasti više od 20 – 30% ispod uobičajenog MAP bolesnika kako bi se spriječila cerebralna hipoperfuzija i moguće ishemijske komplikacije. Cerebralni perfuzijski tlak definira se kao razlika MAP i intrakranijalnog tlaka koji najčešće odgovara tlaku likvora. Idealni perfuzijski tlak individualno varira pa tako i kritični cerebralni perfuzijski tlak kao donja granica mogućnosti autoregulacije ispod koje će cerebralni protok krvi biti ugrožen. Procjena MAP mora se vršiti na razini glave jer se autoregulacija zbiva na intrakranijalnim arteriolama i kapilarama i pri tome se mora voditi računa o hidrostatskom gradijentu između mozga i mjernog mjesta krvnog tlaka. Hidrostatski gradijent iznosi 2 mmHg za koliko je tlak u mozgu manji od izmjerenog za svakih 2,5 cm povišenja položaja glave u odnosu na mjerno mjesto. U sjedećem položaju bolesnika i mjerenjem na suprotnoj nadlaktici tlak je uobičajno niži za 20 – 25 mmHg od izmjerenog, a ukoliko se mjeri na potkoljenici može biti još značajno niži [129]. Standardno se za artroskopiju ramena od njenih početaka provodi opća anestezija radi mogućnosti kontrolirane hipotenzije. Regionalna anestezija je vremenom sve šire prihvaćena te se provodi samostalno ili u kombinaciji sa općom. Najčešće se radi interskalenski blok brahijalnog pleksusa pod kontrolom UZ. Za kraće zahvate dovoljna je jednokratna instilacija lokalnih anestetika dok se upotreba perineuralnog katetera i kontinuirane infuzije anestetika preporuča za duže zahvate (artroskopski popravak manžete, ugradnja endoproteze) ili pak u potrebi za intenzivnijom poslijeoperacijskom rehabilitacijom kao nakon kapsulotomije radi smrznutog ramena. Alternativa interskalenskom bloku jesu supraklavikularni blok brahijalnog pleksusa koji se smatra idealnijim, te supraskapularni u kombinaciji s aksilarnim blokom. Prednosti samostalne regionalne anestezije su manja

mogućnost epizoda desaturacije mozga, brži oporavak, primjena manjih koncentracija anestetika i analgetika, manja vjerojatnost postoperativne mučnine i povraćanja te kraće vrijeme boravka u bolnici. Moguće mane jesu tek djelomična analgezija, neurapraksija brahijalnog pleksusa, izazivanje spinalne ili epiduralne anestezije, blokada susjednih neuralnih struktura kao što su *nn. phrenicus i laryngeus recurrens* te simpatički lanac, epileptički napadaj i srčani zastoj. U zadnje vrijeme sve je više članaka koji ističu prednost regionalne anestezije uz uvjet spontanog disanja pacijenta u odnosu na opću anesteziju i u smanjenju intraoperacijskog krvarenja što se smatralo najvećom prednošću opće anestezije. Naime u općoj anesteziji radi povećanog intratorakalnog tlaka uzrokovano pozitivnim tlakom ventilatora dolazi do kompresije gornje šuplje vene s posljedicom slabije venske drenaže cefaličkom i aksilarnom venom te kongestije područja ramena. Kongestija dovodi do pojačanog intraoperacijskog krvarenja i posljedično slabije vidljivosti na leći artroskopa. Do kongestije ne dolazi u spontanom disanju uz negativni intratorakalni tlak [146–148]. Pri odabiru vrste anestezije neophodno je potreban individualni pristup, timski rad i komunikacija.

#### **1.4.6.2. Tlak irigacijske tekućine**

Artroskopija ramena radi se u mediju FO koja bi u operacijskom području morala biti pod tlakom 49 mmHg manjim od sistoličkog tlaka da izazove tamponadu kapilara i zaustavi krvarenje [145]. Korištenjem irigacijske otopine redovito dolazi do njene ekstravazacije u okolna tkiva, a ona primarno ovisi o tlaku FO i trajanju operacije, a jače je izražena prilikom ekstrartikularne (endo)artroskopije. Retencija može imati značajne posljedice te je stoga neophodno potrebno voditi računa da se operacijski zahvat radi pod najnižim potrebnim tlakom FO. Uobičajeno se intraartikularni tlak irigacijske tekućine nastoji držati na 50 mmHg. U slučaju jačeg krvarenja tlak se privremeno može povećati da dodatno tamponira krvareće područje, poboljša vidljivost i omogući adekvatnu i preciznu hemostazu. Tlak FO u operacijskom polju može se održavati gravitacijskim sustavima ili automatiziranim artroskopskim pumpama koje, ovisno o modelu, osim tlaka mogu održavati i protok u skladu sa odabranim vrijednostima. Gravitacijski sustavi su jednostavni, jeftini i sigurni. Temelje se na sili gravitacije i oslanjaju na hidrostatski tlak, a podrazumijevaju da se jedna do dvije vreće FO podignu na određenu visinu iznad razine ramena. Tlačni gradijent i protok u tim sustavima nastaju isključivo zbog razlike u visini između vreća FO i zgloba. Smatra se da njihovom upotrebom intraartikularni tlakovi ne dosežu ekscitabilne razine što se može dogoditi upotrebom artroskopske pumpe te da ih prati najmanja ekstravazacija FO u tkiva [149]. Nedostatak je nemogućnost postizanja i održavanja većeg tlaka u slučaju potrebe te njegova nekonstantnost što se naročito zbiva u slučaju povećanog odljeva irigacijske tekućine npr. radom motoriziranog brijanja sa sukcijom ili većih

kožnih incizija kroz koje se gubi FO. Automatizirane artroskopske pumpe mogu tlak održavati višim i konstantnijim nego što je to slučaj kod gravitacijskih sustava, a imaju i mogućnost osiguravanja željenog protoka irigacijske tekućine kroz zglob. Obje pogodnosti naročito dolaze do izražaja kod lošije vidljivosti, odnosno jačeg krvarenja u operacijskom polju, te su automatizirane artroskopske pumpe s mogućnošću održavanja protoka danas dio standardne opreme za provođenje naprednije artroskopije ramena. U odnosu na modele s regulacijom tlaka, modeli s regulacijom tlaka i protoka irigacijske otopine omogućuju bolju vizualizaciju, manju ekstravazaciju FO i kraće trajanje zahvata [150–152]. Mjerenjem intraartikularnog tlaka posebnom sondom ustanovljeno je da postoji mogućnost znatno većeg tlaka u zglobu od onog na koji su određene automatske artroskopske pumpe podešene, što zahtijeva posebnu pažnju [153]. Faktori rizika za ekstravazaciju irigacijske otopine u okolne meke česti su veći intraartikularni tlak FO kao i njen ukupni upotrebljeni volumen, duže trajanje zahvata, ležeći položaj bolesnika na boku, pretilost, starija dob, rahlije meke česti, ekstraartikularna (endo)artroskopija u SA ili SCOR prostoru, jatrogeno oštećenje fascije deltoidnog mišića, kapsulotomija tijekom unutarzglobne artroskopije te neiskustvo kirurga koji koristi veće tlakove uz duže trajanje zahvata [154]. U smanjenju ekstravazacije pomaže upotreba artroskopskih kanila [155]. Retencija može iznositi 0,2 – 29% volumena upotrijebljene irigacijske otopine, a opisane su ekstravazacije i od preko 7 l tekućine [144,149,155–159]. Veća ekstravazacija dovodi do oticanja ramenog obruča i ruke koja se operira, prsnog koša, vrata i lica. Može doći do preopterećenja kardiovaskularnog sustava tekućinom, pleuralnog izljeva, kompresije dišnog puta i respiratornog distresa, kompresije vratnih krvnih žila, rabdomiolize i razvoja kompartment sindroma. Liječenje je simptomatsko te može uključivati primjenu diuretika, dijalizu i produženu endotrahealnu intubaciju. Ekstravazirana tekućina vremenom se spontano resorbira, dok se vidljiv otok značajno smanjuje tijekom prvih 24 sata. Laboratorijski nalazi nakon artroskopije ramena tipično pokazuju značajniji pad hemoglobina (Hb) što se uz krvarenje može objasniti hemodilucijom, ali dinamika resorpcije FO iz mekih česti svakako još nije dovoljno istražena [154,157]. Opisan je i smrtni slučaj uzrokovan hipervolemijom i edemom mozga kada je kao irigacijska tekućina korištena 1,5% otopina glicina koja je ušla u cirkulaciju [160]. Radi mogućeg poremećaja elektrolita, Ringerova otopina se rijetko koristi kao irigacijska tekućina. Zbog mogućih letalnih komplikacija irigacijske sustave, pogotovo automatizirane, valja koristiti racionalno.

#### **1.4.6.3. Hemostaza**

Tijekom artroskopije ramena hemostaza ali i rezanje i prepariranje tkiva mogu se vršiti električnim kirurškim instrumentima kao što su elektrokauter, radiofrekventni ablator i laser koji

stvaraju toplinu i u vodenom mediju je predaju tkivu čime se postiže željeni efekt. Uvriježeno se koriste radiofrekventni ablatori koji mogu biti monopolarni i bipolarni. Kod monopolarnih uređaja izmjenična struja se prenosi između elektrode i uzemljujućeg jastučića, dok bipolarni uređaji imaju zasebnu pozitivnu i negativnu elektrodu sa manjim poljem djelovanja između njih što ih čini preciznijim. Stoga postoji jasno izražen trend korištenja bipolarnih radiofrekventnih ablatora. Njihovom upotrebom u odnosu na monopolarne operacije traju kraće uz manje troškove i signifikantno manju kolateralnu štetu [161]. U zadnje vrijeme koriste se plazma radiofrekventni ablatori koji upotrebljavaju plazma ionizirajuću energiju za predaju topline uz minimalizaciju neželjene štete na mekim čestimima u okolini djelovanja [162–164]. Osnovni neželjeni učinak korištenja električkih kirurških instrumenata je termalna ozljeda u zglobu i izvan njega. Njihovim radom nastaju temperature koje mogu biti visoke čak do 1200 °C uz značajno zagrijavanje irigacijske tekućine. To je posebno izraženo ako nema protoka tekućine u zglobu. U tom slučaju za 2 minute rada radiofrekventnog uređaja temperatura otopine u zglobu postaje veća od 80 °C [165]. Prilikom rada radiofrekventnim ablatorom u SA prostoru uz korištenje artroskopske pumpe sa protokom temperatura irigacijske tekućine u SA prostoru će prosječno narasti za 10 °C dok je temperatura tekućine koja izlazi iz oduška radiofrekventnog ablatora prosječno veća od 70 °C [166]. Važno je napomenuti da oštećenje mekih česti nastaje već pri temperaturama 43 – 55 °C, hrskavice od 50 °C, kože 44 °C i živaca od 43 °C [167]. Zabilježene posljedice takvog zagrijavanja su hondroliza, adhezivni kaspulitis i opekotine kože područja ramena [165,168–170]. Direktni kontakt radiofrekventnog ablatora može oštetiti sintetski šivaći materijal kao implantat kojim se tipično popravljaju oštećenja tkiva prilikom artroskopije ramena. Sigurnom se smatra distanca između konca i ablatora veća od 1 mm [171]. Da bi se izbjegla termalna oštećenja mora biti osiguran adekvatan protok irigacijske tekućine kroz operacijsko polje, rad radiofrekventnog ablatora valja svesti na najmanju moguću mjeru uz izbjegavanje duljeg neprekinutog rada i treba povećati udaljenost između tkiva i ablatora pri radu [8,172].

#### **1.4.6.4. Kontrola turbulencije irigacijske otopine u operacijskom području**

Turbulencija tekućine u operacijskom polju koja nastaje brzim tijekom irigacijske otopine prema otvorenom kožnom portalu kroz koji istječe, Bernoullijevim efektom izaziva isisavanje krvi iz okolnih kapilara što dovodi do pojačanog krvarenja i slabije vidljivosti. Prekidanjem istjecanja FO, primjerice stavljanjem prsta na portal, prekida se turbulentni tok kao i Bernoullijev efekt čime se zaustavlja krvarenje i značajno poboljšava vidljivost. Kako bi se spriječio nastanak ovog fenomena preporuča se uporaba artroskopskih kanila sa membranom koja onemogućava istjecanje irigacijske otopine [173].

#### **1.4.6.5. Perioperacijska primjena lijekova**

Ranije navedene mjere za kontrolu krvarenja i bolju vidljivost neophodno su potrebne za sigurno provođenje artroskopije ramena. Da bi se umanjila ovisnost o hipotenziji i korištenju većih tlakova irigacijske otopine počelo se pribjegavati i korištenju medikamenata.

##### **1.4.6.5.1. Adrenalin**

Adrenalin je simpatikomimetički lijek sa djelovanjem na alfa i beta adrenergičke receptore. Ukoliko se pridoda irigacijskoj otopini za provođenje artroskopije ili se aplicira infiltracijom u operacijsko područje, stimulira alfa adrenergičke receptore glatkih mišića krvnih žila i izaziva lokalnu vazokonstrikciju čime reducira krvarenje i poboljšava vidljivost na leći artroskopa. To naročito dolazi do izražaja kod artroskopija gdje nije moguća primjena Esmarchove poveske kao što je rameni zglobov ili ukoliko se njegova primjena želi izbjeći. U početku temeljen isključivo na kliničkom opažanju, pozitivni učinak ADR na vidljivost tijekom artroskopija ramena potvrđen je kasnije i kliničkim studijama. Osim povoljnog utjecaja na kvalitetu vizualizacije, studija Jensen i suradnici dokazala je povezanost smanjenja intraoperacijskog krvarenja i bolje vidljivosti, dok je studija Van Montfoort i suradnici ukazala na kraće trajanje operacije i manju potrošnju FO uz primjenu ADR u irigacijskoj otopini [143,174]. Studija Avery i suradnici također je dokazala bolju vidljivost dodavanjem ADR irigacijskoj otopini, međutim bez signifikantno pozitivnog kliničkog učinka na trajanje operacije i potrošnju otopine. Stoga su zaključili da nema potrebe za korištenjem ADR od strane iskusnih kirurga [175]. Do sličnih spoznaja su došli Kuo i suradnici u svojem sustavnom pregledu i meta analizi u koju su uvrstili tri ranije navedene studije, te su zaključili da primjena ADR ipak može pomoći u slučaju da anesteziološki tim nije dovoljno iskusan [176]. U sve tri navedene studije eksperimentalna grupa dobivala je u irigacijskoj otopini istu dozu od 0,33 mg/L ADR te se navedena doza uvriježila u kliničkoj praksi. Jensen i suradnici u svojoj su studiji prvi primijenili 2001. godine i dokazali da primjenom navedene doze nema signifikantne razlike u serumskoj koncentraciji ADR između eksperimentalne i kontrolne skupine bolesnika, a nisu zabilježili niti popratne neželjene reakcije. U literaturi je opisana i primjena doze od 1 mg/L koju su u svojoj studiji Olszewski i suradnici davali bolesnicima eksperimentalne skupine i pri tome dokazali statistički značajno manju potrebu za Esmarchovom poveskom u artroskopiji koljena [177]. Istu dozu od 1 mg/L primijenili su i Veado i suradnici 2012. godine te su dokazali pozitivan učinak ADR na vidljivost u artroskopiji ramena [178]. Obje studije u kojima je opisano korištenje veće doze ADR nisu zabilježile negativnih popratnih reakcija. Stetson i suradnici obradili su i financijsku stranu artroskopije ramena te su u svojoj studiji ustanovili da im je prestanak korištenja ADR

koji je značajno poskupio, te posljedično obraćanje veće pažnje na ostale elemente koji doprinose boljoj vidljivosti, donio uštedu od 900 USD po operaciji [179].

Tijekom primjene ADR postoji stalna zabrinutost članova tima oko mogućnosti sistemskih i popratnih učinaka. Njegova adrenergička aktivnost može izazvati neželjene vaskularne i kardijalne komplikacije, pogotovo u slučajevima pojačane absorpcije u sistemsku cirkulaciju. Cho i suradnici opisali su kod dva pacijenta pojavu paroksizmalne supraventrikularne tahikardije koja se u oba slučaja zakomplicirala ventrikularnom tahikardijom. Aritmija se pojavila 5 minuta nakon početka primjene ADR. Kod oba pacijenta moralo se prekinuti zahvat i započeti s reanimacijskim postupcima. Autori su postavili hipotezu da je aritmije uzrokovalo neadekvatno miješanje ADR i irigacijske tekućine sa posljedičnim naglim ulaskom u zglob veće koncentracije ADR [180]. Opisani su slučajevi refrakterne hipertenzije, tahikardije, edema pluća, ventrikularne fibrilacije s potrebom za reanimacijom uključujući defibrilaciju te fatalne kardiomiopatije koja se završila kardiogenim šokom, diseminiranom intravaskularnom koagulacijom, multiorganskim zatajenjem i smrću pacijenta jedan dan nakon zahvata. Također ADR je jedan od faktora koji je povezan s nastupom hipotenzija – bradikardija epizoda u sjedećem položaju bolesnika. Nemani i suradnici opisali su slučaj ozljede poplitealne vene prilikom rekonstrukcije stražnjeg ukriženog ligamenta koljena koja je pogodovala ulasku ADR u cirkulaciju i posljedičnim kardijalnim arestom [181]. Kao mogući dodatni razlozi neželjenih efekata ADR navode se njegov povećan ulazak u sistemsku cirkulaciju kod bušenja koštanih tunela ili vršenjem osteohondroplastike, kod preosjetljivosti, primjene prevelikih doza ADR i kod rada pod većim tlakom artroskopske pumpe [182].

Obzirom na moguće sistemske i neželjene posljedice primjene ADR u irigacijskoj otopini Gamboa i suradnici u svojoj studiji analizirali su efekt prijeoperacijske lokalne infiltracije ADR i FO u ukupno manjoj dozi (0,3 mg) i dokazali pozitivan učinak na intraoperacijsku vidljivost kod artroskopije ramena [183]. Lokalna infiltracija ADR uz njegovu istovremenu primjenu u irigacijskoj tekućini nije značajnije poboljšala vidljivost [184]. Grupa talijanskih autora u studiji Chierichini i suradnika zaključila je da je upotreba noradrenalina u irigacijskoj otopini u dozi 0,66 mg/L tijekom artroskopije ramena u sjedećem položaju jednako efikasna u poboljšanju vidljivosti kao uobičajena doza od 0,33 mg/L ADR, a da istovremeno smanjuje mogućnost nastupa hipotenzija – bradikardija epizoda [185]. Osim neželjenih efekata na kardiovaskularnom sustavu, opisana je i hondrotoksičnost ADR u laboratorijskim uvjetima u koncentracijama u kojima se tipično primjenjuje u irigacijskoj otopini tijekom artroskopija [186,187].

#### 1.4.6.5.2. Traneksamična kiselina

Obzirom na izražene rizike primjene i pogotovo pretjeranog oslanjanja na gotovo svaku pojedinu etabliranu metodu kontrole krvarenja radi poboljšanja vidljivosti u artroskopiji ramena, zadnjih nekoliko godina počeo se razvijati sve veći interes za lijek traneksamičnu kiselinu (TXA).

Traneksamična kiselina je sintetski analog amininokiseline lizin koji su izumili japanski istraživači Shosuke i Utako Ukamoto 1962. godine. Poput lizina djeluje kao antifibrinolitik tj. inhibira proces fibrinolize kojim se fiziološki razgrađuju krvni ugrušci. Mehanizam djelovanja lijeka je reverzibilno vezanje na receptore za lizin na plazminogenu što onemogućava da se na njih veže fibrin te posljedičnu konverziju plazminogena u plazmin i degradaciju fibrina. Na taj način stabilizira krvne ugruške, djeluje hemostatski i prevenira veći gubitak krvi. Osim toga direktno inhibira aktivnost plazmina i blokira aktivno mjesto urokinaznog aktivatora plazminogena. Sposobnost TXA da se veže za plazminogen su oko 6 – 10 puta jača od njezinog starijeg analoga epsilon-aminokaproične kiseline s kojim dijeli mehanizam djelovanja. Supresija fibrinolize putem TXA dovodi do pada koncentracije D dimera u krvi, ali lijek ne utječe na vrijednosti koagulograma. Tromboprofilaksa niskomolekularnim heparinom nema utjecaja na TXA. Nakon IV primjene eliminacija lijeka je trieksponencijalna, poluvijek eliminacije 2 – 3 h, a izlučuje se iz organizma nepromijenjena preko bubrega i to 90% unutar 24 h. Nakon peroralne (PO) primjene, bioraspoloživost je 30 – 50% uzetog lijeka i na nju ne utječe uzimanje hrane. Maksimalna koncentracija lijeka u plazmi nakon PO primjene dostiže se unutar 3 h, a unutar 24 h bubrezima se izluči samo 39% PO uzete doze. Terapijska koncentracija TXA u plazmi je 5 – 10 mg/L ( $\mu\text{g/mL}$ ) i pritom je slabo (3%) vezana za proteine plazme, uglavnom plazminogen. Lijek prelazi hematoencefalnu barijeru, te u cerebrospinalnom likvoru i očnoj vodici postiže 10% koncentracije iz plazme. Vrlo brzo difundira u zglobnu tekućinu i sinovijalnu membranu kao i placentu, te je koncentracija lijeka u pupkovini jednaka onoj iz majčine krvi. Ekskrecija u majčinom mlijeku je minimalna. Lijek se uglavnom dobro podnosi ali, ovisno o dozi, može izazvati mučninu, povraćanje, proljev, glavobolju, ortostatske reakcije, zamagljeni vid i vrtoglavicu. Nespecifična antagonizacija GABAA (*engl. gamma – Aminobutyric Acid type A*) receptora od strane TXA može biti povezana s razvojem konvulzija i pojačane neurološke podražljivosti što se češće događa kod neadekvatne, odnosno prebrze IV, primjene lijeka i zahtijeva poseban oprez kod bolesnika sa anamnezom epileptičkih napada. Obzirom na antifibrinolitičko djelovanje TXA naročito su pod povećalom njeni teoretski mogući tromboembolijski učinci. Međutim niz primarnih studija, sustavnih pregleda i meta analiza nisu dokazale statistički značajnu razliku u pojavnosti ozbiljnijih tromboembolijskih incidenata između primjene TXA i placeba bez obzira na način primjene. To ga svakako čini sigurnim

lijekom. Usprkos tome većina kliničara i istraživača isključuje pacijente koji se smatraju rizičnima kao što su oni sa anamnezom kardiovaskularnih bolesti, tromboembolijskih incidenata i renalnom insuficijencijom.

Kontraindikacije za primjenu TXA jesu preosjetljivost, akutna venska ili arterijska tromboza, fibrinolitička stanja nakon diseminirane intravaskularne koagulacije osim onih praćenih teškim krvarenjem, teška renalna insuficijencija i konvulzije.

TXA se već desetljećima uspješno primjenjuje u prevenciji i terapiji hemoragija nastalih radi opće ili lokalne fibrinolize kod odraslih i djece starije od jedne godine. Primijenjena značajno smanjuje gubitak krvi i potrebe za transfuzijama alogenih krvnih pripravaka. TXA se iz tog razloga redovito koristi u kardiorakalnoj, digestivnoj i spinalnoj kirurgiji, neurokirurgiji, ortopediji i traumatologiji, za kontrolu krvarenja u ginekologiji i opstetriciji, gastroenterologiji, urologiji, oralnoj i kirurgiji uha, grla i nosa. Također primjenjuje se u stanjima kao što su hemofilija, von Willebrandova bolest, trombocitopenija, hereditarni angioneurotski edem i za liječenje krvarenja uzrokovanim korištenjem fibrinolitičkih lijekova [188,189]. Primjena TXA smanjuje za 29 – 54% gubitak krvi u kardijalnoj kirurgiji uz upotrebu kardiopulmonarne premosnice kao i primjenu alogene krvi za 43 – 60% [190,191]. Politraumatizirane pacijente može pratiti traumom inducirana koagulopatija koja može ići u smjeru hipo ili hiperfibrinolize. Do dolaska viskoelastičnih koagulacijskih testova, unutar 3 sata od ozljede, a optimalno unutar prvog sata, davanje TXA smanjuje mortalitet tijekom prvih 30 dana. [192–196]. U gastroenterologiji primjena TXA umanjuje smrtnost od akutnog krvarenja iz gornjeg gastrointestinalnog trakta za 5 – 54% dok meta analiza ukazuje na 40% smanjenje mortaliteta [197–199]. Upotreba TXA smanjuje gubitak krvi kod metroragije za 34 – 57,9% te 71% kod konizacije cerviksa uterusa. Statistički značajno smanjuje intraoperacijski i totalni gubitak krvi u spinalnoj kirurgiji [200]. U prevenciji krvarenja prije stomatoloških intervencija pacijenata s hemofilijom provodi se ispiranje usta otopinom TXA pri čemu se hemoragijske komplikacije s uobičajenih 13,3 – 40% smanjuju na 0 – 6,7% [188].

TXA se uobičajeno primjenjuje PO ili putem spore IV injekcije ili infuzije. U kardijalnoj kirurgiji, perioperativno se najčešće primjenjuje početna IV doza od 10 mg/kg, nakon čega slijedi kontinuirana IV infuzija od 1 mg/kg/sat. Ciljana koncentracija TXA u plazmi iznosi 20 – 100 µg/mL, ovisno o željenom stupnju inhibicije fibrinolize. U liječenju politraume, TXA se primjenjuje unutar prva tri sata od ozljede u obliku doze zasićenja od 1 g IV tijekom 10 minuta, a zatim slijedi održavajuća infuzija od 1 g tijekom četiri do osam sati, sve do dobivanja rezultata viskoelastičnog koagulacijskog testa. U slučaju hipofibrinolize, daljnje davanje TXA se obustavlja. U spinalnoj kirurgiji primjenjuje se 10 mg/kg IV 20 minuta prije zahvata, a zatim

se nastavlja infuzijom od 2 mg/kg do završetka operacije. U terapiji lokalne fibrinolize, standardna doza iznosi 0,5 – 1 g TXA u obliku spore IV injekcije (1 mL/100 mg/min), dva do tri puta dnevno. Ako se TXA primjenjuje per os, uobičajena doza je dvije do tri tablete od 500 mg, dva do tri puta dnevno. Kod metroragije, primjenjuje se 1 – 1,5 g PO, tri do četiri puta dnevno, tijekom tri do četiri dana. Nakon prostatektomije i operacija mokraćnog mjehura, TXA se inicijalno daje IV, a zatim 1 g PO, tri do četiri puta dnevno, do prestanka makrohemorije. Nakon konizacije, preporučuje se 1,5 g PO, tri puta dnevno, tijekom 12 do 14 dana postoperativno. Kod vađenja zuba u bolesnika s poremećajima koagulacije, nakon početne IV doze, nastavlja se oralna primjena u dozi od 25 mg/kg, tri do četiri puta dnevno, tijekom šest do osam dana. U liječenju generalizirane fibrinolize, preporučuje se 1 g TXA u sporu IV injekciji (1 mL/100 mg/min) svakih šest do osam sati, što odgovara približno 15 mg/kg tjelesne mase. U bolesnika s blagim do umjerenim oštećenjem bubrežne funkcije, postoji rizik od akumulacije lijeka, pa je dozu potrebno prilagoditi prema razini serumskog kreatinina, dok je kod težih oštećenja bubrega primjena TXA kontraindicirana.

Ortopedija i ortopedska traumatologija su grane kirurgije koje tipično prati povećan gubitak krvi uz izražene potrebe za alogenim transfuzijama. Stoga je neophodno potrebno promišljanje oko pristupa očekivanim gubicima krvi koji uključuju i primjenu TXA. Željena koncentracija TXA u krvi u ortopedskoj kirurgiji je  $\geq 10 \mu\text{g/mL}$ . Svi načini primjene TXA, IV, PO i topički tj. intraartikularno (IA), pokazali su se učinkoviti u smanjenju gubitka krvi i potrebe za transfuzijom u usporedbi s placeboom. Pritom se lijek daje neposredno prije operacije i to najčešće IV 10 – 20 mg/kg jednokratno ili podijeljeno u više doza ili 1 – 3 g u topičkoj upotrebi. U praksi se davanje najčešće pojednostavljuje davanjem 1 g IV 10 – 15 min prije operacije uz ponavljanje doze za 3 sata ukoliko se procijeni da je potrebno. Nije zabilježen povećan rizik od venskih ili arterijskih tromboembolijskih događaja pri uporabi TXA [195,201]. Važno je napomenuti da postoji niz znanstvenih radova koji dokazuju *in vitro* i *in vivo* citoksičnost TXA prilikom topičke tj. IA primjene, koja ovisi o dozi (20 mg/mL se smatra sigurnom) ali i o trajanju kontakta lijeka i periartikularnih tkiva, naročito hrskavice. Već se kontakt TXA s hondrocitima u trajanju od jednog sata smatra potencijalno opasnim za nastup stanične smrti [202–207].

Retrospektivna studija koja je analizirala profilaktičku upotrebu TXA u nekardiološkim kirurgijama kod kojih postoji pojačana potreba za alogenim pripravcima krvi ustanovila je da je upotreba TXA najzastupljenija upravo u ortopedskoj kirurgiji i to prosječno kod 41% pacijenata, dok je u operacijama zdjelice (68%) i kuka (67%) posebno učestala [195]. U nekim centrima TXA se daje kod čak 95% pacijenata koji pristupaju elektivnim zahvatima ugradnje endoproteza [208]. Niz kliničkih studija, sustavnih pregleda i meta analiza dokazao je pozitivan učinak TXA u smislu signifikantno manjeg gubitka krvi i manje potrebe za transfuzijama

alogene krvi kod ugradnje elektivnih primarnih i revizijskih endoproteza kuka, koljena, ramena i lakta bez signifikantno većeg rizika od razvoja tromboembolijskih incidenata [209–223]. Sličan pozitivan efekt istaknut je i često korišten u ortopedskoj traumatologiji, naročito donjih ekstremiteta [224,225]. Osim efekta na ukupni, „vanjski“, gubitak, analizirao se i učinak na tzv. „skriveni“ gubitak krvi kojim se smatra razlika između totalnog gubitka sa jedne strane i intraoperativnog gubitka te onog izgubljenog drenovima (ukoliko se dren stavlja), sa druge strane. Većina radova dokazuje da korištenje TXA umanjuje i skriveni gubitak krvi kod endoprotetike kuka, koljena i osteosinteze gornjeg okrajka bedrene kosti, dok studija Good i suradnika ukazuje na smanjenje totalnog te gubitka krvi na drenove ali ne i skrivenog gubitka krvi kod ugradnje totalne endoproteze koljena [218,226–228]. I kod „manjih“ ortopedskih zahvata kod kojih se ne očekuje potreba za alogenom nadoknadom krvi, opisan je pozitivan hemostatski učinak i značajno manji totalni gubitak krvi uz upotrebu TXA, kao što su npr. otvorena prednja stabilizacija ramena metodom Latarjet i operacijski zahvati na stopalu i gležnju [229,230]. Osim gubitka krvi i potrebe za alogenom nadoknadom, u studijama se analizirao pozitivan učinak TXA na kliničke efekte smanjenog krvarenja kao što je značajno manji otok, bol, potrošnja analgetika i brži oporavak nakon ugradnje endoproteze koljena, ramena, otvorene prednje stabilizacije metodom Latarjet, artroskopije koljena te artroskopske rekonstrukcije prednje ukrižene sveze [221,229,231–235].

Obzirom na nesavršenost svake pojedine etablirane metode kontrole intraoperacijskog krvarenja radi bolje vidljivosti tijekom provođenja endo / artroskopija, u fokusu kliničara i istraživača našla se i TXA. Njenim perioperacijskim davanjem pokušala su se iskoristiti i analizirati njezina hemostatska svojstva i potencijalno pozitivan učinak na intraoperacijsku vidljivost na leći endoskopa. To je naročito potencijalno značajno kod endo / artroskopija kod kojih nije moguća upotreba Esmarchove poveske kao što su područje glave i vrata, kralježnica, kuk i zglobovi ramenog obruča. Znanstveni radovi koji su analizirali primjenu TXA kod endoskopija sinusa i uha većinom upućuju da postoji umjerena razina sigurnosti dokaza koji podupiru korisnu vrijednost topičke ili IV primjene TXA tijekom endoskopske kirurgije sinusa i uha u pogledu smanjenja krvarenja i vidljivosti u kirurškom polju [236–241]. Yu i suradnici također su ustanovili korisnost topičke primjene TXA na kratkoročno obuzdavanje krvarenja i bolju vidljivost kod endoskopske discektomije vratne kralježnice [242]. Međutim kliničke studije koje su ispitivale učinke IV aplicirane TXA tijekom artroskopije kuka nisu dokazale pozitivan učinak na vidljivost već na poslijeoperacijsku bolnost i funkciju u odnosu na placebo [243–245].

U zadnje vrijeme postoji izrazit interes za analizu mogućnosti primjene TXA za bolju kontrolu krvarenja i kvantitativnu vidljivost tijekom artroskopije ramena. Prva klinička studija koja se bavila

navedenom temom je ona autora Liu i suradnika iz 2020. godine [246]. Riječ je o prospektivnom, randomiziranom, dvostruko slijepom kliničkom istraživanju koje je analiziralo učinak IV primjene 1 g TXA prije operacije, usporedbom niza varijabli između eksperimentalne i kontrolne skupine bolesnika kojima je, u bočnom položaju, učinjen artroskopski popravak tetiva rotatorne manžete. Varijable koje su uspoređivali su: koncentracija Hb u otpadnoj irigacijskoj tekućini, vrijednosti Hb prije zahvata i prvi dan nakon operacije, ocjene vidljivosti na leći artroskopa subjektivnom procjenom operatera svakih 15 min tijekom operacije, trajanje zahvata, broj povećanja tlaka artroskopske pumpe, ocjena bolnosti vizualnom analognom skalom (VAS) prvog poslijeoperacijskog dana, opseg ramena u dvije točke prije zahvata i prvog poslijeoperacijskog dana, potrošnja analgetika i broj dana hospitalizacije. Statističkom obradom podataka zaključili su da upotreba TXA značajno poboljšava vidljivost na leći artroskopa te smanjuje bolnost i potrošnju analgetika prvog poslijeoperacijskog dana bez povećanog rizika od tromboembolijskih incidenata. Usporedbom ostalih varijabli nisu dobili statistički značajne razlike između skupina. Mjerenjem koncentracije Hb u irigacijskoj otopini donekle su objektivizirali intraoperacijski učinak TXA ali su propustili izmjeriti količinu izgubljene krvi tijekom zahvata kao i udio poslijeoperacijski izgubljene krvi u totalnom gubitku za koji su zaključili da je iznenađujuće velik u obje grupe, tj. bez obzira na primjenjenu TXA. Također, pošto su zahvati provedeni u bočnom položaju, u potpunosti su se ogradili od primjenjivosti rezultata na sjedeći položaj bolesnika tijekom operacija. Koliko je tema zanimljiva pokazuje niz kliničkih studija koje su od tada analizirale utjecaj TXA na kvalitetu vizualizacije na leći artroskopa [247–256]. U navedenim studijama ispitanici su operirani u oba položaja bolesnika, TXA je primjenjena na sva tri poznata načina (IV, IA i PO), ali svima je zajednička karakteristika potpuna nedosljednost zaključaka koji su donošeni isključivo na temelju subjektivne procjene vidljivosti bez uporišta u količini intraoperacijskog krvarenja. Osim utjecaja TXA na kvalitetu vidljivosti, u nekoliko studija je analiziran njezin utjecaj na totalni gubitak krvi i poslijeoperacijski klinički tijek [257–259]. Obzirom na klinički interes i različitost rezultata i donesenih zaključaka kliničkih studija vezano za učinke TXA, u istom periodu objavljen je i niz sustavnih pregleda i meta analiza [260–267]. Alzobi i suradnici su 2024. godine donijeli zaključak o neuvjerljivosti utjecaja TXA na kvalitetu vidljivosti na leći artroskopa tijekom artroskopije ramena te ukazali na potrebu provođenja studija koje će uključiti objektivno mjerljive parametre da se isključi subjektivna pristranost [261].

Iz svega navedenog jasno je da u području primjene TXA u artroskopiji ramena još uvijek postoje brojni nerazriješeni znanstveni izazovi. Upravo te nedoumice, zajedno s kliničkim iskustvom, potaknule su znanstveni interes za ovo istraživanje. Dosadašnje analize zasnovane na subjektivnoj procjeni operatera zahtijevaju daljnja istraživanja u objektivizaciji ocjene kvalitete slike.

Jedan od ključnih problema koji zahtijeva razjašnjenje jest dokazivanje učinka TXA na količinu intraoperacijskog, poslijeoperacijskog i ukupnog gubitka krvi, pri čemu se osobita pažnja posvećuje potencijalno manje škodljivoj IV primjeni tijekom šire primjenjivih artroskopija ramena u sjedećem položaju bolesnika. Točno mjerenje intraoperacijskog krvarenja omogućilo bi uvođenje objektivnosti u procjenu vidljivosti tijekom zahvata, koja se inače temelji isključivo na subjektivnom dojmu operatera. Tu bi dodatnu vrijednost donijela i neovisna ocjena kvalitete slike od strane dodatnih neovisnih procjenitelja. Nadalje, preciznim izračunom udjela poslijeoperacijskog krvarenja u ukupnom gubitku krvi moglo bi se jasnije i objektivnije sagledati djelovanje TXA na rani postoperacijski klinički tijek. U skladu s navedenim, formulirani su ciljevi i hipoteze ovoga istraživanja.

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Glavni cilj ovog istraživanja je ispitati učinak primjene TXA na kvalitetu intraoperacijske vidljivosti na ekranu endoskopa tijekom provođenja artroskopije ramena u sjedećem položaju bolesnika kao i na perioperacijski gubitak krvi.

Vidljivost tijekom endoskopskih zahvata od ključne je važnosti za preciznost i sigurnost provođenja operacije, a prisutnost krvi u kirurškom polju može značajno smanjiti jasnoću slike, otežavajući izvođenje zahvata. Pored toga ovim aspektom istraživanja nastojati će se objektivno utvrditi koliko TXA doprinosi smanjenju krvarenja tijekom operacije te može li njegova primjena dovesti do boljih poslijeoperacijskih ishoda, uključujući potencijalno brži oporavak pacijenata.

Ovo istraživanje ima i nekoliko specifičnih ciljeva. Prvi je istražiti odnos između subjektivne i objektivne ocjene jasnoće slike te ispitati nekoliko ključnih čimbenika koji mogu utjecati na ishod kirurških zahvata. Ovaj aspekt istraživanja bavit će se procjenom podudarnosti između subjektivne ocjene jasnoće slike od strane operatera i ocjena koje daju tri neovisna procjenitelja. Takva analiza omogućit će uvid u to koliko se ocjene operatera poklapaju s ocjenama drugih promatrača te koliko su subjektivne procjene dosljedne među različitim ocjenjivačima. Osim toga, ispitat će se koliko su ocjene jasnoće slike usklađene među samim neovisnim promatračima kako bi se utvrdila pouzdanost njihovih procjena (*engl. interobserver reliability*). Time će se dobiti bolji uvid u to koliko su ocjene konzistentne i može li se na temelju njih donijeti objektivni zaključak o kvaliteti slike.

Drugi specifični cilj je istražiti povezanost jasnoće slike s izmjerenom koncentracijom Hb u irigacijskoj tekućini. Tijekom operacijskih zahvata, prisutnost krvi u irigacijskoj tekućini može utjecati na vidljivost kirurškog polja, što može otežati preciznost zahvata. Stoga će ovo istraživanje ispitati postoji li značajna povezanost između koncentracije Hb odnosno količine krvi u tekućini koja se koristi za izvođenje zahvata i subjektivne ocjene jasnoće slike. Ako se utvrdi jasna povezanost, to bi moglo pomoći u definiranju objektivnih parametara za ocjenjivanje vidljivosti tijekom operacije.

Treći specifični cilj je ispitati utjecaj primjene TXA na perioperacijski gubitak krvi. TXA se često koristi za smanjenje krvarenja tijekom operacija, no važno je raščlaniti njen učinak na temelju konkretnih pokazatelja. Na temelju dobivenih podataka precizno će se odrediti količina intraoperacijski i poslijeoperacijski izgubljene krvi kao i ukupni gubitak. Ovi podaci omogućit će

bolje razumijevanje koristi TXA u smanjenju gubitka krvi i potencijalne prednosti njegove primjene.

Na kraju, kao četvrti specifični cilj, istražiti će se potencijalni utjecaj primjene TXA na poslijeoperacijski oporavak pacijenata. Oporavak će se procjenjivati kroz nekoliko kriterijskih varijabli, uključujući poslijeoperacijsku oteklinu, razinu boli, potrošnju analgetika i trajanje hospitalizacije. Ove informacije pomoći će u razumijevanju šireg učinka TXA ne samo u kontekstu smanjenja krvarenja, već i u poboljšanju poslijeoperacijskih ishoda. Ako se pokaže da TXA doprinosi bržem oporavku i manjoj potrebi za analgeticima, to bi moglo dodatno podržati njegovu kliničku primjenu u kirurškim zahvatima.

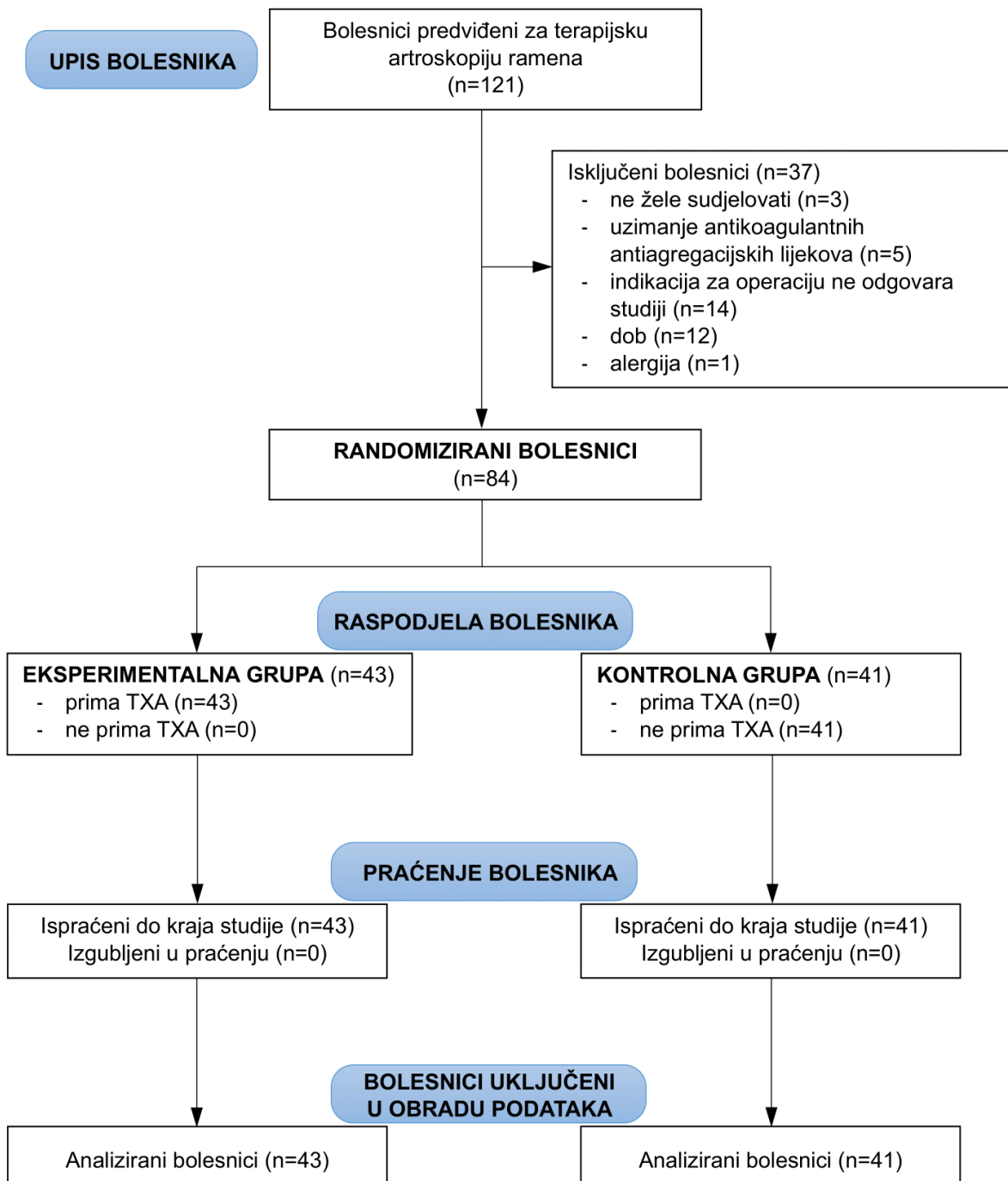
Slijedom navedenih ciljeva, postavljamo hipoteze da će IV primjena TXA prije artroskopije ramena bolesnika u sjedećem položaju smanjiti intraoperacijsko krvarenje, poboljšati vidljivost na ekranu endoskopa tijekom zahvata te ubrzati poslijeoperacijski oporavak bolesnika podvrgnutog operacijskom zahvatu artroskopije ramenog zgloba u sjedećem položaju.

Ovim istraživanjem nastojat će se odgovoriti na važna pitanja o povezanosti jasnoće slike s prisutnošću krvi u operacijskom polju, pouzdanosti subjektivne procjene jasnoće slike te učinku TXA na gubitak krvi i poslijeoperacijski oporavak. Rezultati će pomoći u donošenju boljih kliničkih odluka te potencijalno poboljšati ishode za pacijente koji prolaze kroz kirurške zahvate.

### 3. ISPITANICI I METODE

#### 3.1. Ispitanici

Ova prospektivna, dvostruko slijepa, randomizirana i kontrolirana klinička studija provedena je u Klinici za ortopediju i traumatologiju Lovran Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci u razdoblju od 24. svibnja 2021. do 13. srpnja 2022. godine. Trajanje studije se produžilo 49 dana od predviđenog jednogodišnjeg radi pandemijskih uvjeta. Minimalno potreban broj ispitanika izračunao se pomoću G\*Power 3.0.10 Heinrich Heine University, Düsseldorf, Njemačka, programa za snagu istraživanja od 0,80 ( $\alpha=0,05$ ), pri očekivanom čimbeniku učinka (*engl. effect size*) od 0,78. Izračunom je dobiveno da je potreban minimalno 21 ispitanik po skupini, odnosno ukupno 42. Obzirom da će se analizirati i varijable s većim standardnim devijacijama, poput koncentracije Hb, te mogućeg isključivanja ispitanika, početni minimalno potreban broj je povećan na 48. U početku je za sudjelovanje u studiji bio kontaktiran 121 bolesnik predviđen za operacijski zahvat terapijske artroskopije ramena. Međutim, nakon primjene unaprijed definiranih uključnih i isključnih kriterija, kao i zbog osobnog odbijanja sudjelovanja, iz daljnjeg istraživanja isključeno je ukupno 37 bolesnika. Tako je konačni uzorak obuhvatio 84 bolesnika koji su nakon razvrstavanja u 6 podskupina po dobi i spolu (muškarci od 18 – 35; 36 – 50; 51 – 65 godina te žene od 18 – 35; 36 – 50; 51 – 65 godina) zatim randomizirani u dvije skupine. Eksperimentalna skupina, koja je uključivala 43 bolesnika, primila je IV dozu TXA neposredno prije operacijskog zahvata, dok je kontrolna skupina, koja je uključivala 41 bolesnika, primila samo fiziološku otopinu. Dvostruko slijepi dizajn studije osigurao je objektivnost u procjeni rezultata, budući da ni pacijenti ni medicinsko osoblje nisu znali kojoj skupini pripada pojedini ispitanik. Randomizirani pristup omogućio je ravnomjernu raspodjelu bolesnika u skupine, smanjujući potencijalne pristranosti i osiguravajući usporedivost rezultata između skupina. Ovakav dizajn istraživanja omogućuje preciznu procjenu učinka TXA na vidljivost u operacijskom polju te na kontrolu perioperacijskog gubitka krvi. Slika 1.



**Slika 1.** Dijagram protoka bolesnika kroz kliničku studiju

Uključni kriterij bila je dob bolesnika od 18 do 65 godina starosti s oštećenjem jedne ili više tetiva rotatorne manžete. U prijavi teme planirali su se uključiti bolesnici u dobi od 40 do 70 godina starosti obzirom da se radi o populaciji koja je najčešće pogođena bolestima zglobova. Međutim, tijekom provedbe istraživanja navedeno je potaklo etičke nedoumice u ispravnost

pristupa vezano uz dobrobit svih pacijenata jer i mlađa populacija ima često sličnu patologiju te su se stoga uz povećanje broja ispitanika proširili i dobni kriteriji uključivanja kako bismo obuhvatili širu radno aktivnu populaciju, definiranu kao osobe u dobi od 18 do 65 godina. Ova izmjena donesena je kako bi se u istraživanju bolje odrazila klinička praksa u stvarnom svijetu te omogućio sveobuhvatniji uvid u problem i kod funkcionalno aktivnijih bolesnika.

Indikacije su postavljene na temelju anamneze, kliničkog pregleda, RTG i UZ obrade te MR (koji je učinjen svim bolesnicima) od strane glavnog istraživača. Indikacije su potvrđene i po potrebi dopunjene vizualnim pregledom ramena pod kontrolom video kamere na samom operacijskom zahvatu od strane operatera – glavnog istraživača. Isključni kriteriji bili su alergija na TXA, paracetamol, ketoprofen, tramadol i metamizol Na, dokumentirana i liječena duboka venska tromboza, kongenitalna trombofilija, koagulacijske abnormalnosti, tromboembolijska događanja u posljednjih 12 mjeseci, moždani udar ili akutni koronarni sindrom tri mjeseca prije ortopedске operacije, bubrežno zatajenje, ciroza jetre, stečeni vaskularni poremećaj vida, kronično liječenje antikoagulantnom i antiagregacijskom terapijom te neregulirana hipertenzija (sistolički krvni tlak > 180 mmHg).

### **3.1.1. Randomizacija**

Studija je randomizirana po principu sličnih parova kako bi se izbjegle inicijalne razlike u demografiji i patologijama. Bolesnici su slučajnim odabirom podijeljeni u 2 skupine: eksperimentalnu koja je prije operacije dobila intravenski 1 g TXA te kontrolnu koja je dobila sterilnu fiziološku otopinu. Proces randomizacije uključivao je prethodno razvrstavanje sudionika po dobi i spolu, nakon čega je provedena jednostavna randomizacija. Iz evidencije upisanih bolesnika za studiju izdvojeno je 84 sudionika koji su potom razvrstani u 6 podskupina prema dobi i spolu (muškarci od 18 – 35; 36 – 50; 51 – 65 godina te žene od 18 – 35; 36 – 50; 51 – 65 godina) kako bi se što više smanjile moguće razlike u karakteristikama skupina koje bi mogle dogoditi kada bi se upotrijebila isključivo jednostavna randomizacija. Taj dio procesa nije vršio operater, nego istraživač suradnik, kako operater ne bi bio upoznat s alokacijom. Nakon razvrstavanja bolesnika, procesom jednostavne randomizacije generiranja neparnih (eksperimentalna) i parnih brojeva (kontrolna) uz pomoć dostupnog programa odredilo se koji će bolesnik u pojedinoj podskupini biti alociran u eksperimentalnu, a koji u kontrolnu skupinu. U koju skupinu će biti razvrstani, tj. hoće li dobiti TXA ili samo FO nisu znali ni sami bolesnici. Kontrolu nad navedenim alokacijama bolesnika i praćenje primjene TXA bolesnika eksperimentalne skupine tijekom razdoblja istraživanja vršio je isključivo istraživač suradnik.

### **3.2. Etički aspekti istraživanja**

Tijekom provođenja ovog prospektivnog, dvostruko slijepog, randomiziranog i kontroliranog istraživanja osigurano je poštivanje četiriju temeljnih bioetičkih principa, kao i onih iz njih izvedenih, a u skladu s Nürnberškim kodeksom, najnovijom revizijom Helsinške deklaracije te ostalim mjerodavnim dokumentima. Podaci su prikupljeni u skladu sa bioetičkim standardima, osigurala se privatnost ispitanika kao i zaštita tajnosti podataka. Svoj pristanak na sudjelovanje u istraživanju ispitanici su, nakon čitanja i opsežnog objašnjenja, potvrdili potpisivanjem „Informiranog pristanka“ i „Obavijesti za ispitanika“. Provođenje kliničke studije je odobrilo Etičko povjernstvo Klinike za ortopediju i traumatologiju Lovran Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci 11. svibnja 2021. godine; Br: 02-341/2021 i Etičko povjerenstvo za biomedicinska istraživanja Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci 31. kolovoza 2021. godine; KLASA: 003-08/21-01/48; URBROJ: 2170-24-04-3-21-8. Studija je prijavljena na internet portal za prijavu kliničkih studija ClinicalTrials.gov pod brojem NCT05397652.

### **3.3. Kirurška tehnika i rana poslijeoperacijska skrb**

Svi bolesnici operirani su u Klinici za ortopediju i traumatologiju Lovran Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci. Neposredno prije zahvata bolesnici su dobili UZ vođenu regionalnu infiltrativnu anesteziju (interskalenski blok brahijalnog pleksusa) te opću hipotenzivnu anesteziju od strane anesteziološkog tima. Dišni put štitio se endotrahealnim tubusom ili laringealnom maskom. Bolesnici eksperimentalne skupine 10 min prije početka zahvata dobili su od strane anesteziološkog tehničara, a nakon dogovora sa zaduženim specijalizantom, 1 g TXA u 100 mL FO IV dok su bolesnici kontrolne skupine dobili istu količinu FO iz jednake, nespecifične ambalaže. Operater nije znao za odluku niti je pogledom na ambalažu mogao zaključiti da li je bolesnik dobio TXA ili nije. Tijekom zahvata krvni tlak je mjeran svakih 5 minuta na suprotnoj ruci automatskim mjerачem tlaka sa manžetom, kao takav je bilježen u memoriji anesteziološkog aparata, te po potrebi korigiran od strane anesteziologa. Tijekom zahvata kao i perioperacijski, po odluci anesteziologa, bolesnici dobivaju infuzije kristaloidnih (FO i Ringerova) te koloidnih otopina (6% HES 130/0,4). Položaj pacijenata na operacijskom stolu tijekom zahvata bio je sjedeći s glavom u zaštitnoj kacigi te rukom u prednjoj trakciji od 2,5 kg. Sve pacijente operirao je isti operater, ujedno i glavni istraživač, uz asistiranje istraživača – suradnika, istom opremom i na isti način. Operacije su se radile pod kontrolom artroskopske leće širine 4 mm pod kutem 30° u mediju FO pod bazičnim tlakom od 50 mmHg koji se održavao protočnom artroskopskom pumpom. U slučaju krvarenja i loše vidljivosti tlak irigacijske FO mogao se impulsno povećati za 20 mmHg kroz 2 minute. U irigacijsku otopinu

nije se stavljao ADR ili TXA. Krvarenje se zaustavljalo radiofrekventnim ablatorom, tkiva su se obrađivala motoriziranim brijačem. Medicinski *Liquid Crystal Display* (LCD) monitor na kojem je operater gledao što radi bio je dijagonale 24 inča / 61 cm, *Full HD* rezolucije *Widescreen Ultra Extended Graphics Array* (WUXGA) 1920 x 1200. Slika 2.



**Slika 2.** Artroskopski stup s uređajima uz pomoć kojih su se vršile artroskopije ramena tijekom cijele kliničke studije. Odozgo prema dole: medicinski LCD monitor, artroskopski brijač, video procesor kamere, endoskopski izvor svjetla, radiofrekventni ablator, artroskopska pumpa, pedale za upravljanje aparatima

Artroskopske kanile se nisu koristile. Za popravak tkiva koristili su se standardni implantati: neresorptivni konci koji izlaze iz sidara od titana ili sintetskih materijala koji se implantiraju duboko u kost glenoida ili gornjeg okrajka nadlaktične kosti. Tipovi implantata korištenih u studiji: 5,5 mm titanska sidra (*Corkscrew FTII i FTIII; Arthrex Inc., Naples, FL, SAD*), 5,5 mm

biokompozitna bezčvorna sidra (*SwiveLock; Arthrex Inc., Naples, FL, SAD*), te 1,5 mm i 2,9 mm potpuno končana sidra (*JuggerKnot; Biomet Sports Medicine, Warsaw, IN, SAD*). Broj implantata ovisio je o razmjerama oštećenja. Konci su se kroz tkiva provlačili uobičajenim antegradnim i retrogradnim instrumentima, potonji sa mogućnošću direktnog ili indirektnog provlačenja. Tetive SSP i ISP popravljale su se tehnikom s jednim ili dva reda sidara što je ovisilo o retrakciji tetiva, napetosti i kvaliteti tkiva kao i dužini lezije na tetivnom hvatištu. U slučaju horizontalnog raslojavanja, različit stupanj retrakcije dviju slojeva tetive se pri popravku izjednačio. Za sužavanje lezije koristili su se po potrebi i pojedinačni neresorptivni konci (*FiberWire No 2; Arthrex Inc., Naples, FL, SAD*). Tetiva SSC, ovisno o veličini lezije, popravljala se sa jednim ili dva sidra [268]. U slučaju parcijalnih intraartikularnih ili burzalnih lezija tetiva do 50% debljine radilo se odstranjenje nestabilnih tetivnih dijelova (*debridement*), a površinom manje i potpuno plitke lezije nisu se dirale [269]. Nakon uvida u stupanj oštećenja i procjene o potrebi kao i opsegu operacijskog liječenja, svim bolesnicima u studiji učinjen je popravak barem jedne od tetiva rotatorne manžete kao temeljna kirurška procedura. U slučaju potrebe radile su se i dodatne kirurške procedure. GH stabilizacija radila se nabiranjem zglobne čahure i GH ligamenata koncem preko sidara, a istim implantatima popravljala su se i sva labralna oštećenja. U slučaju SLAP lezije, oštećenja tetiva SSC i SSP ili njihovih kombinacija, radila se tenodeza LHBB također koncima preko sidra. U slučaju jačeg oštećenja ili upale, umjesto tenodeze, radila se tenotomija LHBB. AC repozicija i vertikalna CC stabilizacija vršila se suspenzijskom tehnikom parom titanskih pločica i sintetskih traka (*Dog Bone, FiberTape loop i TigerTape loop; Arthrex Inc., Naples, FL, SAD*). Također u slučaju potrebe radile su se SA burzektomija i oslobađanje mekih česti (SA – BSTR), SCOR burzektomija i oslobađanje mekih česti (SCOR – BSTR), akromioplastika, tuberoplastika, resekcija AC zgloba, kapsulotomija, sinovektomija, MFX, evakuacija paralabralnih cisti, bušenje tetive, odstranjenje kalcifikata, odstranjenje implantata, uzimanje tkiva za patohistološku analizu (biopsija), uzimanje tkiva i implantata za mikrobiološku analizu. Dren se nije stavljao. Nakon operacije ruka se imobilizirala ortozom. Nakon povratka na odjel, istu večer počinje obavezna tromboprofilaksa niskomolekularnim heparinom (nadroparin kalcij 3800 IJ 1x1 subkutano) te analgetska terapija po potrebi. Za analgeziju pacijenti nakon detaljnog naputka samostalno uzimaju primarno tablete paracetamola (500 mg) te potom ketoprofena (100 mg) PO do dnevne doze. Na osobni zahtjev u slučaju bolova refrakternih na PO terapiju, dobili su dodatno tramadol (100 mg / 2 mL) i metamizol Na (2,5 g / 5 mL) IV u infuziji 500 mL FO, i to najčešće zajedno. Dan nakon operacije počinje se provoditi rehabilitacija po standardnom protokolu u smislu individualne kineziterapije uz pomoć fizioterapeuta do pune pacijentove samostalnosti. Uobičajeno se pacijenti otpuštaju drugog postoperativnog dana.

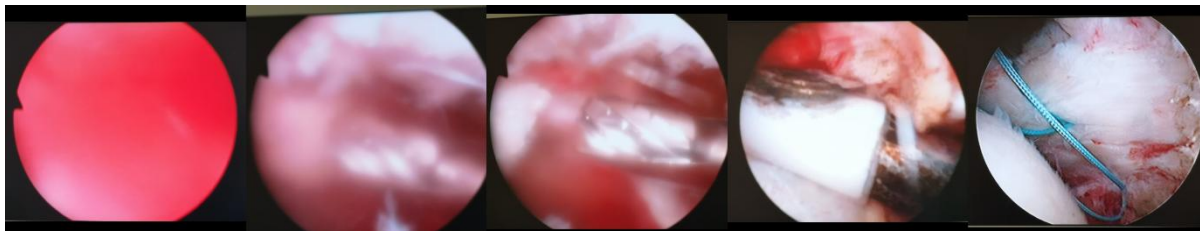
### 3.4. Prikupljanje podataka za procjenu intraoperacijske vidljivosti, gubitka krvi i ranog poslijeoperacijskog oporavka bolesnika

Na dan prijema u bolnicu, barem 24 h prije zahvata i prije početka obaveznog prijeoperacijskog posta, pacijentima je uzeta venska krv za analizu Hb, hematokrita (Hct), eritrocita (E), leukocita (L) i trombocita (T). Krv se analizirala u laboratoriju Klinike na hematološkom brojaču *Sysmex XN 550*. Također je po dolasku procijenjen koagulogram koji bolesnici donose iz vanjskog laboratorija, zabilježena tjelesna težina i visina te je izračunat ITM. Prije zahvata izmjerio se krojačkim metrom od strane fizioterapeuta i početni opseg ramena u cm u 3 stalne točke mjerenja: aksila – akromion (točka A), aksila – deltoideus (točka B) i 10 cm iznad olekranona (točka C). Slika 3. Opsezi su se zabilježili na formirani obrazac.



**Slika 3.** Mjesta mjerenja opsega ramena: aksila – akromion (točka A), aksila – deltoideus (točka B) i 10 cm iznad olekranona (točka C)

Tijekom operacije operater je na samom početku te svakih 15 min zahvata ocijenjivao kvalitetu vidljivosti na ekranu endoskopa vizualnom analognom skalom vidljivosti (VAS – V) ocjenama od 0 do 10 (0 predstavlja najlošiju, a 10 najbolju vidljivost), neznajući je li pacijent dobio TXA ili nije. Istovremeno se ekran fotografirao kamerom rezolucije 40 megapiksela. Ocjene su se zabilježile na formirani obrazac, a fotografije se pohranile. Slika 4.



**Slika 4.** Primjeri vidljivosti na leći artroskopa tijekom artroskopije ramena. Ovakvu vidljivost operater je u skladu sa VAS –V skalom raspona 0-10, ocijenio s lijeva na desno ocjenama: 1, 4, 7, 8 i 10

Na operacijskom zahvatu dobiveni su točni podaci o broju zahvaćenih tetiva, dužini oštećenja tetiva SSP / ISP na hvatištu u mm, stanju tetive SSC i prisutnosti sinovitisa. Zabilježeno je trajanje operacije, intraoperacijski MAP sa anesteziološkog aparata, broj impulsnog povećanja tlaka irigacijske otopine za 20 mmHg kroz 2 minute te ulazni i izlazni volumen irigacijske tekućine. Svaki zahvat je detaljno dokumentiran, uključujući sve kirurške procedure, broj i vrstu upotrebljenih implantata. Također zabilježene su eventualne intraoperacijske komplikacije kao što su magljenje kamere, zatajivanje i lom implantata ili instrumenata. Sve infuzijama na dan zahvata date kristaloidne i koloidne otopine su popisane. Tijekom zahvata pomno i pažljivo se prikupljala sva otpadna irigacijska tekućina, ista bi se dobro izmiješala i homogenizirala te bi se uzelo 20 mL uzorka. Slike 5. i 6.



**Slika 5.** Prikupljanje i homogenizacija otpadne irigacijske fiziološke otopine



**Slika 6.** Uzorak otpadne irigacijske fiziološke otopine koji se slao u laboratorij

Uzorci su se pripremali u laboratoriju Klinike za ortopediju Lovran na sljedeći način: u 20 mL uzorka irigacijske tekućine bi se dodalo 100  $\mu$ L 0,5%-tne otopine Triton X-100, promiješali bi se i inkubirali na sobnoj temperaturi 30 min. Potom bi se centrifugirali 10 min na 300 okr/min te bi se izdvojio supernatant za analizu [144]. Supernatant bi se potom poslao u Zavod za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci gdje

bi se spektrofotometrom (Varian Cary 100 Bio 190-900 nm, rezolucije  $\leq 0.189$  nm, točnosti valne duljine od  $\pm 0,02$  nm do  $\pm 0,04$  nm) metodom po Cripps-u odredila koncentracija Hb [270]. Prvo bi se izmjerila apsorbancija u supernatantu na 2 valne duljine (413 nm i 453 nm) te bi se potom koncentracija Hb izračunala prema jednadžbi:

$$\text{Hb (mg/100mL)} = (\text{Abs}_{413\text{nm}} \times 13.5) - (\text{Abs}_{453\text{nm}} \times 8.4)$$

Količina krvi izgubljena na samoj operaciji kao i pad Hb uzrokovan intraoperacijskim gubitkom izračunali su se iz sljedećih jednadžbi:

$$\text{Hb koncentracija u uzorku irigacijske tekućine (g/dL)} / \text{Hb koncentracija u krvi prije operacije (g/dL)} \times \text{volumen otpadne irigacijske tekućine (mL)} = \text{Intraoperacijski gubitak krvi (mL)}$$

$$[\text{intraoperacijski gubitak krvi (mL)} / \text{volumen krvi (mL)}] \times \text{Hb koncentracija u krvi prije operacije (g/dL)} = \text{Pad Hb (g/dL) uzrokovan intraoperacijskim gubitkom krvi}$$

Procijenjeni volumen krvi pojedinog bolesnika u mL računao se jednadžbom po Nadleru [271].

Prikupile su se i vagale sve upotrijebljene, s FO natopljene, sterilne i nesterilne kirurške obloge. Od njihove težine oduzimala se težina istih takvih ali suhih obloga. Zbog male razlike u težini između FO i vode, dobivena težina u kg računala se kao volumen FO u L.

Volumen u tijelu zadržane irigacijske tekućine dobivao se iz sljedeće jednadžbe:

$$\text{Volumen upotrijebljene FO (L)} - \text{volumen prikupljene otpadne FO (L)} - \text{volumen FO iz natopljenih kirurških obloga} = \text{Volumen zadržane FO (L)}$$

Nakon operacijskog zahvata i buđenja iz opće anestezije, a po pravilu istoga dana, bolesnici bi se vratili u svoju odjelnu sobu. Tijekom boravka u Klinici bolesnici su u slučaju bolova samostalno uzimali ponuđene PO analgetike (paracetamol i ketoprofen) te su svaku pojedinu uzetu tabletu upisivali u pripremljeni obrazac u skladu sa detaljnim nuputkom. Cijeli proces nadgledale su odjelne medicinske sestre.

Prvog poslijeoperacijskog dana izmjerio se i zabilježio od strane fizioterapeuta opseg ramena u tri definirane točke. Također bi se pacijentu nakon detaljnog objašnjenja uručio obrazac vizualne analogne skale bolnosti (VAS – B) s ocjenama od 0 do 10 (0 predstavlja potpunu bezbolnost, a 10 najjaču bolnost). Na navedenom obrascu pacijenti bi samostalno odredili

bolnost prvog dana nakon operacije. Pacijenti, kao ni fizioterapeuti, nisu znali jesu li dobili TXA ili nisu.

Drugog poslijeoperacijskog dana opet bi se od strane fizioterapeuta izmjerio opseg ramena u tri točke te su rezultate mjerenja zabilježili na odgovarajućem obrascu, dok su pacijenti opet samostalno odredili bolnost ramena obilježivši razinu boli na obrascu VAS – B. Bolesnicima se vadila venska krv za određivanje poslijeoperacijskih vrijednosti Hb, Hct, E, L i T.

Nakon rehabilitacije, previjanja i opsežnih konzultacija pacijenti bi se otpustili kući. Prikupili bi se obrasci i popisali sa temperaturne liste IV dati analgetici (tramadol i metamizol Na), kao i poslijeoperacijski krvni tlak.

U slučaju jače bolnosti, bolesnici bi se zadržali u bolnici radi nadzora i analgetske terapije. Dodatni dani boravka u bolnici bi se zabilježili, kao i eventualne komplikacije.

Ukupni gubitak krvi u mL odredio se na temelju prijeoperacijske i poslijeoperacijske vrijednosti Hct iz jednadžbe po Gross-u [272].

Ukupni pad Hb u g/dL izračunao se iz sljedeće jednadžbe:

Prijeoperacijska koncentracija Hb u krvi (g/dL) – Poslijeoperacijska koncentracija Hb u krvi (g/dL) = Ukupni pad Hb (g/dL).

Poslijeoperacijski gubitak krvi izračunao se iz jednadžbe:

Ukupni gubitak krvi (mL) – Intraoperacijski gubitak krvi (mL) = Poslijeoperacijski gubitak krvi (mL).

Poslijeoperacijskim krvarenjem uzrokovan pad koncentracije Hb izračunao se iz jednadžbe:

Ukupni pad koncentracije Hb (g/dL) – Intraoperacijski pad koncentracije Hb (g/dL) = Poslijeoperacijski pad koncentracije Hb (g/dL).

Poslijeoperacijski MAP se izračunao iz sljedeće jednadžbe:

Poslijeoperacijski MAP =  $\frac{1}{3} \times$  sistolički arterijski krvni tlak +  $\frac{2}{3} \times$  dijastolički arterijski krvni tlak.

Fotografije prikaza operacijskog polja na ekranu monitora snimljene svakih 15 minuta tijekom artroskopije ramena pojedinog pacijenta su uložene u Microsoft Windows 10 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, SAD) mape označene brojem koji odgovara tom pacijentu. Unutar mape fotografije su kronološki složene te označene brojčanom šifrom koja odgovara pacijentu i redosljedu pojavnosti. Šifrirane mape složene su u Microsoft Office Power Point 2016 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, SAD) prezentacije. Nakon završenih svih operacija kliničke studije u predavaonici Klinike za ortopediju Lovran Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci su fotografije kroz tri dana prikazivane trojici neovisnih procjenitelja – eksperata. Fotografije su projektorom rezolucije *Extended Graphic Array* (XGA) 1024 x 768 projicirane na platno sa dijagonalom slike od 202 cm. Zbog šifriranja neovisni procjenitelji nisu mogli zaključiti koji je pacijent dobio TXA a koji nije. Njihov je zadatak bio na formiranim obrascima uz iste šifre kao na pojedinim fotografijama upisati svoje ocjene vidljivosti na temelju VAS – V skale 0 – 10 kojom je vidljivost tijekom operacija ocjenjivao operater.

### **3.5. Istraživanje**

Pokazatelji koji su praćeni i analizirani u okviru ove studije sustavno su razvrstani u tri skupine, a njihova je analiza služila za potvrdu postavljene hipoteze te za ostvarenje glavnog i specifičnih ciljeva istraživanja. Svaka od skupina varijabli bila je usmjerena na jedno od ključnih područja interesa: intraoperacijsku vidljivost, izračun gubitka krvi te kliničko stanje bolesnika u ranom poslijeoperacijskom razdoblju.

#### **3.5.1. Varijable vezane uz procjenu intraoperacijske vidljivosti**

Vidljivost u operacijskom polju procjenjivala se višeparametarski. Subjektivnu procjenu vidljivosti vršio je operater dodjeljujući ocjenu svakih 15 minuta tijekom trajanja operacije. Tijekom ocjenjivanja je koristio VAS-V raspona od 0 do 10, pri čemu je 0 označavala potpunu nevidljivost, a 10 optimalnu preglednost. Uz operatera, procjenu su naknadno vršila i tri dodatna, neovisna procjenitelja također primjenom iste skale. Osim subjektivne procjene, analizirani su i objektivni pokazatelji koji bi mogli biti povezani sa kvalitetom vidljivosti na leći artroskopa: ukupno trajanje operacijskog zahvata izraženo u min, intraoperacijski MAP izražen u mmHg, broj zabilježenih impulsnih povećanja tlaka artroskopske pumpe za 20 mmHg u trajanju od dvije min, ukupni volumen potrošene irigacijske FO izražen u L, koncentracija Hb u sakupljenoj otpadnoj irigacijskoj tekućini izražena u mg/100 mL.

### **3.5.2. Varijable vezane uz procjenu gubitka krvi**

Procjena ukupnog gubitka krvi bazirala se na poslijeoperacijskom padu vrijednosti Hb u krvi u g/dL te na izračunu gubitka u mL po Gross-u. Procjena se temeljila na razlici u vrijednostima Hb u g/dL i Hct u litrama E na litru krvi (L/L) dan prije i dva dana nakon operacije. Intraoperacijski gubitak krvi u mL izračunao se preko prosječne koncentracije Hb u mg/100 mL u otpadnoj irigacijskoj otopini. Poslijeoperacijski skriveni gubitak krvi u mL izračunao se oduzimanjem intraoperacijskog od ukupnog gubitka krvi u mL.

### **3.5.3. Varijable vezane uz kliničku procjenu ranog poslijeoperacijskog razdoblja**

Za procjenu oporavka pacijenata u ranom poslijeoperacijskom tijeku pratili su se sljedeći pokazatelji: opseg nadlaktice mjereno u centimetrima (kao indirektni pokazatelj poslijeoperacijske otekline), razina boli procijenjena pomoću VAS – B raspona od 0 do 10, vrsta i ukupna količina primijenjenih analgetika u miligramima, te duljina hospitalizacije izražena u danima.

## **3.6. Statistička obrada podataka**

Svi prikupljeni podaci unosili su se kontinuirano u elektroničku bazu podataka izrađenu u programu Microsoft Office Excel 2016 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, SAD). Nakon završetka prikupljanja podataka, kompletna baza prenesena je u statistički program Statistica (TIBCO Software Inc., Palo Alto, Ca, SAD; licenca: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu), gdje je provedena statistička obrada podataka. Prvo su izračunate osnovne mjere deskriptivne statistike (aritmetička sredina, standardna devijacija, medijan, minimum i maksimum). Normalnost distribucije kvantitativnih varijabli ispitivana je Shapiro–Wilkovim testom. Hi kvadrat test je upotrijebljen kako bi se utvrdile inicijalne razlike u demografskim karakteristikama skupina te njihova usporedivost po spolu. U slučaju odstupanja od normalne distribucije, korištene su odgovarajuće neparametrijske statističke metode. Za usporedbu između dviju neovisnih skupina korišten je Studentov t – test za nezavisne uzorke, dok je za analizu promjena unutar skupina kroz više vremenskih točaka korištena ANOVA za ponovljena mjerenja. U slučajevima u kojima su postojale inicijalne razlike među skupinama, provedena je analiza kovarijance (ANCOVA) uz uključivanje početnih vrijednosti kao kovarijabli. Povezanosti između varijabli ispitivane su korištenjem Pearsonova koeficijenta korelacije za podatke normalne distribucije, odnosno Spearmanova koeficijenta za podatke koji nisu

pokazivali normalnu distribuciju. Za analizu interne konzistentnosti ocjenjivača korišten je Cronbach alfa. Statistička značajnost postavljena je na  $p < 0,05$ .

## 4. REZULTATI

U sklopu kliničke studije provedene između 24. svibnja 2021. i 13. srpnja 2022. godine nakon prvotnog upisa 121 bolesnika i isključivanja njih 37 na temelju postavljenih kriterija, randomizirano je, raspodijeljeno u grupe, operirano i uključeno u obradu podataka ukupno 84 bolesnika s oštećenjem rotatorne manžete, od toga 39 žena i 45 muškaraca. Tablica 1.

**Tablica 1.** Deskriptivna statistika ukupnog uzorka i demografski podaci

|                      | Aritmetička sredina | Minimum | Maksimum | Standardna devijacija |
|----------------------|---------------------|---------|----------|-----------------------|
| Dob (god)            | 51,76               | 18,00   | 65,00    | 10,29                 |
| Tjelesna težina (kg) | 82,69               | 53,00   | 135,00   | 15,11                 |
| Tjelesna visina (cm) | 172,74              | 152,00  | 195,00   | 9,93                  |
| ITM                  | 27,60               | 20,20   | 39,44    | 3,70                  |

Legenda: ITM=indeks tjelesne mase.

U eksperimentalnu grupu randomizacijom je raspoređeno 43 bolesnika koji su dobili TXA, a u kontrolnu 41 bolesnik koji je dobio FO.

### 4.1. Testiranje usporedivosti dviju skupina bolesnika

#### 4.1.1. Demografske varijable

Uspoređujući eksperimentalnu i kontrolnu grupu primarno se pristupilo provjeri eventualnih inicijalnih razlika u demografskim varijablama između skupina.

Student t – test za nezavisne uzorke je pokazao da nema statistički značajne razlike u dobi, indeksu tjelesne mase i volumenu krvi između ekperimentalne i kontrolne skupine što je bio preduvjet za nastavak istraživanja. Tablica 2.

**Tablica 2.** Usporedba demografskih varijabli između eksperimentalne i kontrolne skupine

|                   | Aritmetička sredina<br>EKSP | Aritmetička sredina<br>KONT | t-vrijednost | p-vrijednost | Standardna<br>devijacija<br>EKSP | Standardna<br>devijacija<br>KONT | F-omjer varijanci | p varijance |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------|
| Dob (god)         | 50,56                       | 53,02                       | -1,10        | 0,275        | 10,70                            | 9,81                             | 1,189             | 0,584       |
| ITM               | 27,70                       | 27,50                       | 0,25         | 0,802        | 4,15                             | 3,18                             | 1,696             | 0,096       |
| Volumen krvi (mL) | 4941                        | 5027                        | 0,436        | 0,664        | 961,51                           | 839,71                           | 1,311             | 0,391       |

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina; ITM=indeks tjelesne mase.

Hi kvadrat testom analizirali smo razlike između skupina prema spolu i operativnom zahvatu i zaključili da nema statistički značajne razlike u udjelu muškog i ženskog spola kao i u vrsti provedene operacije. Tablica 3.

**Tablica 3.** Usporedba skupina po spolu

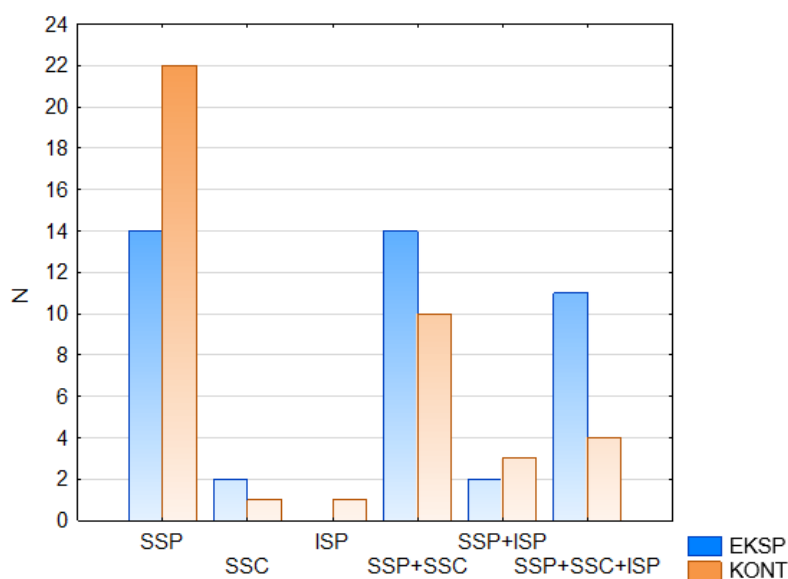
|      | Eksperimentalna skupina<br>(EKSP) | Kontrolna skupina<br>(KONT) | Hi kvadrat        |
|------|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Spol | 21 žena i 22 muškarca             | 18 žena i 23 muškarca       | Hi=0,205; p=0,650 |

#### 4.1.2. Složenost zahvata i opseg dodatnih procedura

Potom se pristupilo usporedbi eksperimentalne i kontrolne skupine prema složenosti zahvata i opsegu dodatnih procedura.

Budući da je primarna indikacija za artroskopiju bilo oštećenje tetiva rotatorne manžete od posebnog interesa bilo je usporediti eksperimentalnu i kontrolnu skupinu u odnosu na učestalost i opseg oštećenja tetiva, kao i prema broju zahvaćenih tetiva.

Na histogramu u nastavku je vidljivo koliko je bolesnika u pojedinoj skupini imalo zahvaćeno određenu vrstu tetive tj. tetiva u slučaju višestrukih oštećenja. Slika 7.



**Slika 7.** Zahvaćenost tetiva prema skupinama

Legenda: SSP=supraspinatus; SSC=subscapularis; ISP=infraspinatus.

Također smo analizirali postoje li razlike u broju zahvaćenih tetiva, upotrijebljenih implantata i intraoperacijski izmjerenoj dužini lezije SSP/ISP u mm između skupina. Tablica 4.

**Tablica 4.** Rezultati Studentovog t – testa za nezavisne uzorke između eksperimentalne i kontrolne skupine

|                                                | Aritmetička sredina<br>EKSP | Aritmetička sredina<br>KONT | t-vrijednost | p-vrijednost | Standardna<br>devijacija<br>EKSP | Standardna<br>devijacija<br>KONT | F-omjer varijanci | p varijance |
|------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------|
| Broj zahvaćenih tetiva                         | 1,88                        | 1,51                        | 2,306        | 0,024        | 0,793                            | 0,675                            | 1,379             | 0,309       |
| Dužina oštećenja SSP /<br>ISP na hvatištu (mm) | 19,54                       | 17,93                       | 1,002        | 0,319        | 7,339                            | 7,134                            | 1,058             | 0,861       |
| Ukupni broj sidara                             | 3,77                        | 3,30                        | 1,341        | 0,184        | 1,674                            | 1,488                            | 1,264             | 0,461       |

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina; SSP=supraspinatus; ISP=infraspinatus.

Iako su inicijalno utvrđene statistički značajne razlike između ispitivanih skupina prema broju zahvaćenih tetiva, u praktičnom smislu te razlike nisu bile velike ( $1,8 \pm 0,8$  vs.  $1,5 \pm 0,7$  zahvaćenih tetiva). Ova manja razlika može biti jedan od mogućih čimbenika koji objašnjava nešto duže (ali ne statistički značajno) trajanje artroskopije u eksperimentalnoj skupini. Iako je

to vrijeme bilo duže, u analizi vidnog polja za vrijeme operacije promatrane su identične vremenske točke u obje skupine kako bi se osigurala objektivnost podataka. Kod nešto dužih operacija zadnje vremenske točke nisu uzete u obzir u analizi vidnog polja, čime se smanjio potencijalni utjecaj trajanja operacije na konačne rezultate istraživanja. Analizirano je 10 vremenskih točaka do ukupnog trajanja operacije od 135 min. Time je osigurano da duljina zahvata ne narušava usporedivost podataka između skupina.

Dodatno, između skupina nije utvrđena značajna razlika u veličini oštećenja tetiva u milimetrima, što upućuje na sličnu težinu početne kliničke slike u obje skupine ispitanika. Također, nije bilo značajnih razlika u ukupnom broju upotrijebljenih sidara tijekom zahvata, što dodatno potvrđuje usporedivost kirurških postupaka između eksperimentalne i kontrolne skupine. Ovi nalazi sugeriraju da su ključni kirurški parametri bili ujednačeni, omogućujući objektivniju procjenu ostalih promatranih varijabli.

Kako se u opsežnim artroskopskim operacijama ramena često izvode dodatne procedure tj. zahvati, eksperimentalna i kontrolna skupina su uspoređene i po pojedinačnim vrstama provedenih kirurških procedura. Frekvencije pojedinih procedura su prikazane u Tablici 5 zajedno s rezultatima serija Hi kvadrat testova. U slučajevima kada je u pojedinoj skupini bilo manje od 5 pacijenata s navedenom procedurom Hi kvadrat nije pouzdan te je učinjen Fisherov egzaktni test.

**Tablica 5.** Frekvencije pojedinih procedura učinjenih tijekom artroskopija ramena obje skupine

|                                                | Eksperimentalna grupa<br>$N_E=43$ |    | Kontrolna grupa<br>$N_K=41$ |    | P vrijednost<br>(Hi kvadrat ili u slučaju $N \leq 5$ Fisher exact) |       |
|------------------------------------------------|-----------------------------------|----|-----------------------------|----|--------------------------------------------------------------------|-------|
|                                                | da                                | ne | da                          | ne | Hi kvadrat                                                         | p     |
| SSP / ISP lezija – popravak                    | 36                                | 7  | 33                          | 8  | 0,01                                                               | 0,919 |
| SSP/ISP parcijalna lezija – <i>debridement</i> | 5                                 | 38 | 5                           | 36 |                                                                    | 1,00  |
| SSP/ISP parcijalna lezija – ne dira se         | 1                                 | 42 | 1                           | 40 |                                                                    | 1,00  |
| SSC lezija – popravak                          | 20                                | 23 | 14                          | 27 | 0,87                                                               | 0,352 |
| SSC parcijalna lezija – <i>debridement</i>     | 4                                 | 39 | 1                           | 40 |                                                                    | 0,360 |
| SSC lezija – ne dira se                        | 3                                 | 40 | 0                           | 41 |                                                                    | 0,241 |
| GH stabilizacija                               | 6                                 | 37 | 3                           | 38 |                                                                    | 0,484 |
| Popravak labruma                               | 8                                 | 35 | 1                           | 40 |                                                                    | 0,030 |
| AC stabilizacija                               | 1                                 | 42 | 1                           | 40 |                                                                    | 1,00  |
| LHBB tenodeza                                  | 39                                | 4  | 37                          | 4  |                                                                    | 1,00  |
| LHBB tenotomija                                | 0                                 | 43 | 1                           | 40 |                                                                    | 0,488 |
| AC resekcija                                   | 15                                | 28 | 12                          | 29 | 0,1                                                                | 0,751 |
| Kapsulotomija                                  | 7                                 | 36 | 9                           | 32 | 0,15                                                               | 0,701 |

|                                                              |    |    |    |    |      |       |
|--------------------------------------------------------------|----|----|----|----|------|-------|
| MFX                                                          | 6  | 37 | 1  | 40 |      | 0,110 |
| Akromioplastika                                              | 13 | 30 | 14 | 27 | 0,02 | 0,881 |
| Tuberoplastika                                               | 0  | 43 | 2  | 39 |      | 0,235 |
| SA – BSTR                                                    | 41 | 2  | 40 | 1  |      | 1,00  |
| SCOR – BSTR                                                  | 37 | 6  | 38 | 3  |      | 0,484 |
| Bušenje tetive                                               | 3  | 40 | 5  | 36 |      | 0,478 |
| Odstranjenje kalcifikata                                     | 1  | 42 | 1  | 40 |      | 1,00  |
| Evakuacija paralabralne ciste                                | 3  | 40 | 0  | 41 |      | 0,241 |
| Odstranjenje implantata                                      | 3  | 40 | 1  | 40 |      | 0,616 |
| Biopsija                                                     | 0  | 43 | 2  | 39 |      | 0,235 |
| Uzimanje uzoraka tkiva i implantata za mikrobiološku analizu | 2  | 41 | 0  | 41 |      | 0,494 |
| Parcijalna sinovektomija                                     | 9  | 34 | 14 | 27 | 1,24 | 0,266 |

Legenda: SSP=supraspinatus; SSC=subscapularis; ISP=infraspinatus; GH=glenohumeralna; AC=akromioklavikularna; LHBB=tetiva duge glave m. bicepsa brachii (*engl. long head of biceps brachii*); MFX=mikrofrakture; SA – BSTR=subakromijalna burzektomija i oslobađanje mekih česti (*engl. subacromial bursectomy and soft tissue release*); SCOR – BSTR=subkorakoidna burzektomija i oslobađanje mekih česti (*engl. subcoracoid bursectomy and soft tissue release*).

Između eksperimentalne i kontrolne skupine statistički značajna razlika je nađena samo u frekvenciji popravka labruma. U eksperimentalnoj skupini labrum je morao biti popravljen kod 18,6% bolesnika, a u kontrolnoj grupi kod njih 2,4% ( $p=0,030$ ). Navedeni podatak ne držimo značajnim za naše istraživanje jer se kod popravka labruma (intraartikularna procedura) gubi vrlo malo krvi, te je mogao utjecati samo na dodatno trajanje zahvata u eksperimentalnoj skupini.

Sve artroskopije uključivale su intrartikularne i ekstraartikularne procedure, od kojih potonje značajno više krvare [144].

U eksperimentalnoj skupini je tijekom artroskopija učinjeno prosječno 6,02 kirurške procedure po bolesniku, a u kontrolnoj 5,73. Studentov t – test ne pokazuje statistički značajne razlike između skupina ( $t=1,08$ ;  $p=0,294$ ).

Sinovitis kao potencijalno krvareću promjenu na unutarnjoj ovojnici ramenog zgloba je imalo 30,2% bolesnika u eksperimentalnoj te 48,8% bolesnika u kontrolnoj skupini. Razlika nije statistički značajna (Hi kvadrat;  $p=0,129$ ).

#### 4.1.3. Srednji arterijski tlak

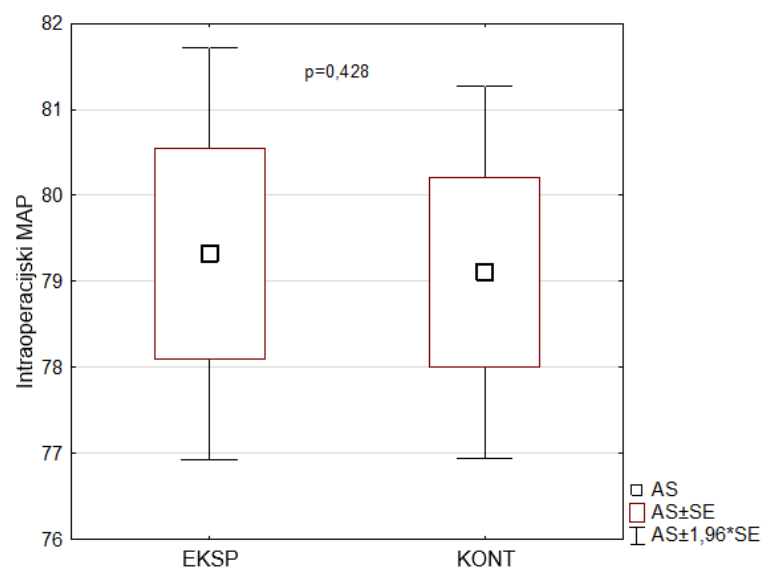
Radi potencijalnog utjecaja na krvarenje u ispitivanim skupinama bolesnika uspođene su vrijednosti intraoperacijskog i poslijeoperacijskog MAP.

Primjenom Student t – testa nije se našlo statistički značajne razlike u MAP između dviju grupa bolesnika, kako intraoperacijski, tako i tijekom dva postoperativna dana. Tablica 6.; Slika 8.; Slika 9.

**Tablica 6.** Usporedba vrijednosti MAP

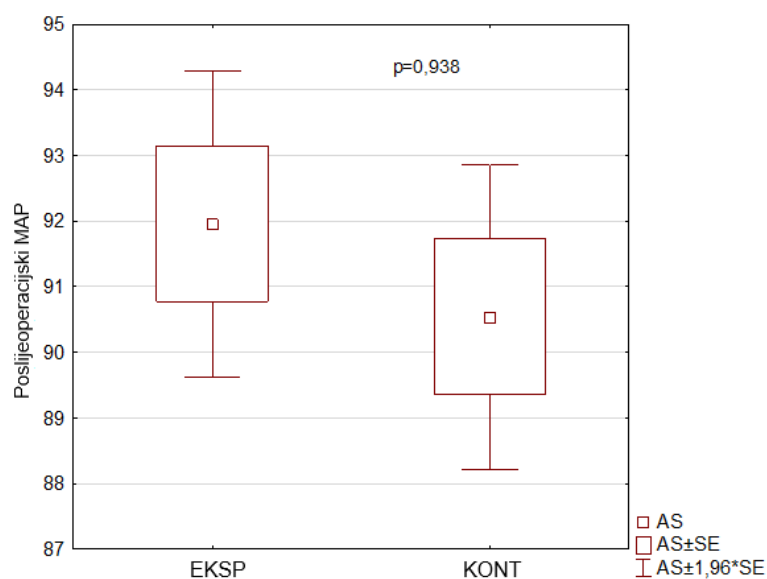
|                        | Aritmetička sredina<br>EKSP | Aritmetička sredina<br>KONT | t-vrijednost | p-vrijednost | Standardna devijacija<br>EKSP | Standardna devijacija<br>KONT | F-omjer varijanci | p varijance |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------|
| MAP intraoperacijski   | 79,323                      | 79,106                      | 0,131        | 0,896        | 8,021                         | 7,08                          | 1,29              | 0,428       |
| MAP poslijeoperacijski | 91,96                       | 90,534                      | 0,846        | 0,400        | 7,70                          | 7,60                          | 1,025             | 0,938       |

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina; MAP=srednji arterijski tlak (*engl. mean arterial pressure*).



**Slika 8.** Intraoperacijski MAP

Legenda: MAP=srednji arterijski tlak (*engl. mean arterial pressure*); AS=aritmetička sredina; EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina



**Slika 9.** Poslijeoperacijski MAP

Legenda: MAP=srednji arterijski tlak (*engl. mean arterial pressure*); AS=aritmetička sredina; EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina

#### 4.2. Trajanje operativnih zahvata

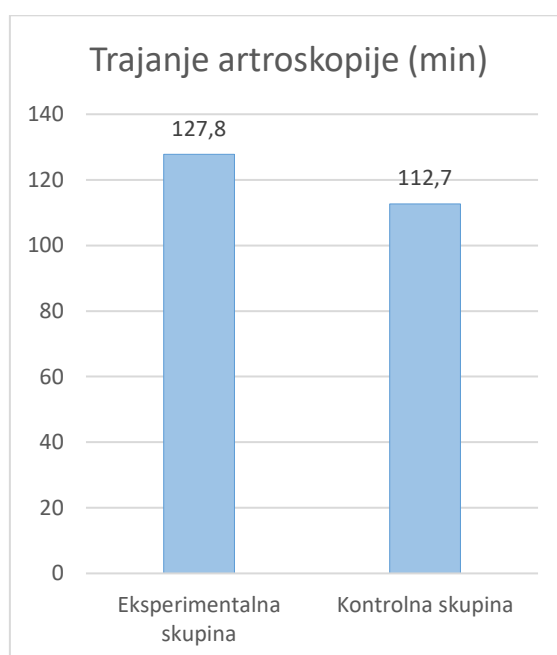
Rezultati Studentovog t – testa za nezavisne uzorke ne ukazuju na statistički značajne razlike u vremenima tijekom provođenja operacijskih zahvata između dviju skupina. Tablica 7.

**Tablica 7.** Usporedba trajanja operacija

|                                | Aritmetička sredina<br>EKSP | Aritmetička sredina<br>KONT | t-vrijednost | p-vrijednost | Važeći broj<br>EKSP | Važeći broj<br>KONT | Standardna devijacija<br>EKSP | Standardna devijacija<br>KONT |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Trajanje artroskopije<br>(min) | 127,8                       | 112,7                       | 1,696        | 0,0936       | 43,0                | 41,0                | 41,461                        | 40,092                        |

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina.

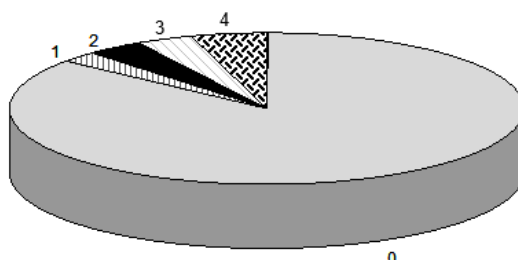
Grafikon pokazuje operativna vremena za eksperimentalnu i kontrolnu skupinu. Slika 10.



**Slika 10.** Usporedba vremena trajanja artroskopija između dviju skupina bolesnika

Operacije su u eksperimentalnoj grupi trajale 13,4% duže, ali ne i statistički značajno. U obradi su se analizirale samo zajedničke vremenske točke do trajanja operacije od 135 min.

Na ukupnom uzorku postojala i je i statistički značajna pozitivna korelacija (Spearmanov neparametrijski koeficijent korelacije  $r=0.317$ ) između broja tehničkih komplikacija i ukupnog trajanja operacije u min. Grafikon pokazuje razmjere komplikacija tijekom provođenja operacija ukupnog uzorka bolesnika. Slika 11.



**Slika 11.** Tehničke komplikacije tijekom provođenja operativnih zahvata

Legenda: 0=bez komplikacija; 1=magljenje leće; 2=zatajenje implantata; 3=kvar instrumenta; 4=više od jedne navedene komplikacije.

U obje grupe je po 6 ispitanika doživjelo tehničke komplikacije i nije bilo statistički značajne razlike u udjelu komplikacija između grupa. Tablica 8.

**Tablica 8.** Rezultati Mann – Whitney U testa usporedbe skupina po broju intraoperacijskih tehničkih komplikacija

|                                          | Zbroj rangova<br>EKSP | Zbroj rangova<br>KONT | U   | Z     | p-vrijednost | Z prilagođeno | p-vrijednost | Važeći broj<br>KONT | Važeći broj<br>EKSP | Dvostruka jednostrana<br>točna p-vrijednost |
|------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----|-------|--------------|---------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------------------------------|
| Tehničke komplikacije<br>tijekom zahvata | 1832                  | 1738                  | 877 | 0,036 | 0,971        | 0,059         | 0,953        | 43                  | 41                  | 0,972                                       |

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina.

#### 4.3. Utrošak i tlak irigacijske tekućine

Rezultati Studentovog t – testa za nezavisne uzorke ne ukazuju na statistički značajne razlike između dviju grupa u pokazateljima vezanima uz upotrebu irigacijske otopine tijekom provođenja artroskopija. Tablica 9.

**Tablica 9.** Usporedba grupa u volumenu utrošene irigacijske tekućine i broju impulsnih povišenja tlaka irigacijske tekućine za 20 mmHg kroz dvije min

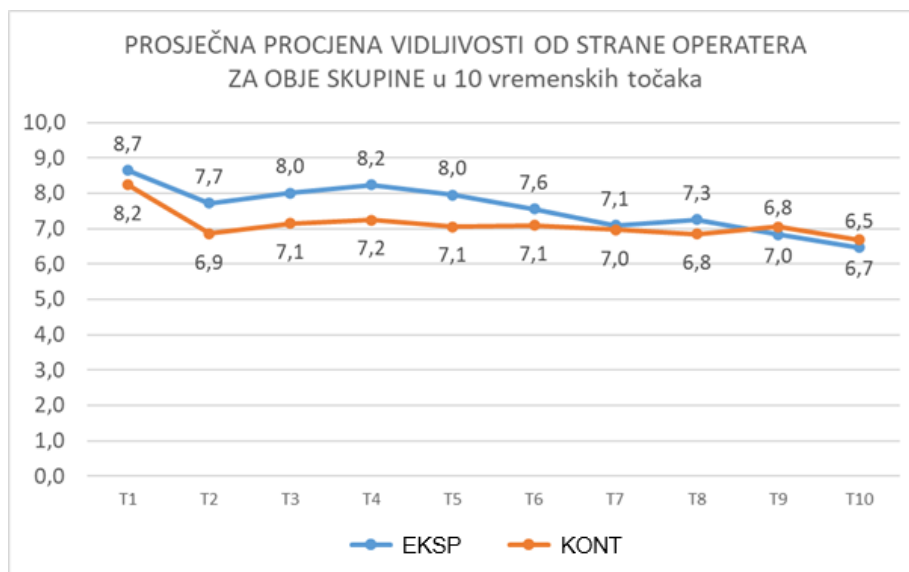
|                                                     | Aritmetička sredina<br>EKSP | Aritmetička sredina<br>KONT | t-vrijednost | p-vrijednost | Standardna devijacija<br>EKSP | Standardna devijacija<br>KONT | F-omjer varijanci | p varijance |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------|
| Broj impulsnih povišenja tlaka irigacijske tekućine | 23,40                       | 18,83                       | 1,726        | 0,088        | 13,65                         | 10,27                         | 1,767             | 0,073       |
| Volumen utrošene irigacijske tekućine (l)           | 34,71                       | 28,94                       | 1,869        | 0,065        | 14,98                         | 13,21                         | 1,286             | 0,426       |
| Retencija irigacijske tekućine (l)                  | 2,65                        | 2,51                        | 0,704        | 0,483        | 0,84                          | 0,94                          | 1,241             | 0,489       |
| Stopa retencije irigacijske tekućine %              | 8,36                        | 10,25                       | -2,045       | 0,044        | 2,83                          | 5,33                          | 3,538             | 0,001       |
| Kristaloidi (l)                                     | 3,17                        | 3,02                        | 1,138        | 0,258        | 0,63                          | 0,58                          | 1,162             | 0,635       |

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina.

U eksperimentalnoj skupini 46,51%, a u kontrolnoj 51,22% bolesnika dobilo je infuzijom koloidnu otopinu 6% HES 130/0,4 (p=0,667).

#### 4.4. Razlike u ocjenama vidljivosti na vizalnoj analognoj skali vidljivosti (VAS–V)

Za vrijeme operacije operater je svakih 15 minuta određivao vidljivost na leći artroskopa u skladu sa definiranom VAS – V skalom. Na slici 12 su prikazane prosječne vidljivosti za prvih 10 vremenskih točaka. Samo je neznatan broj operacija trajao duže te radi premalog uzorka nisu prikazane vremenske točke 11 do 13.



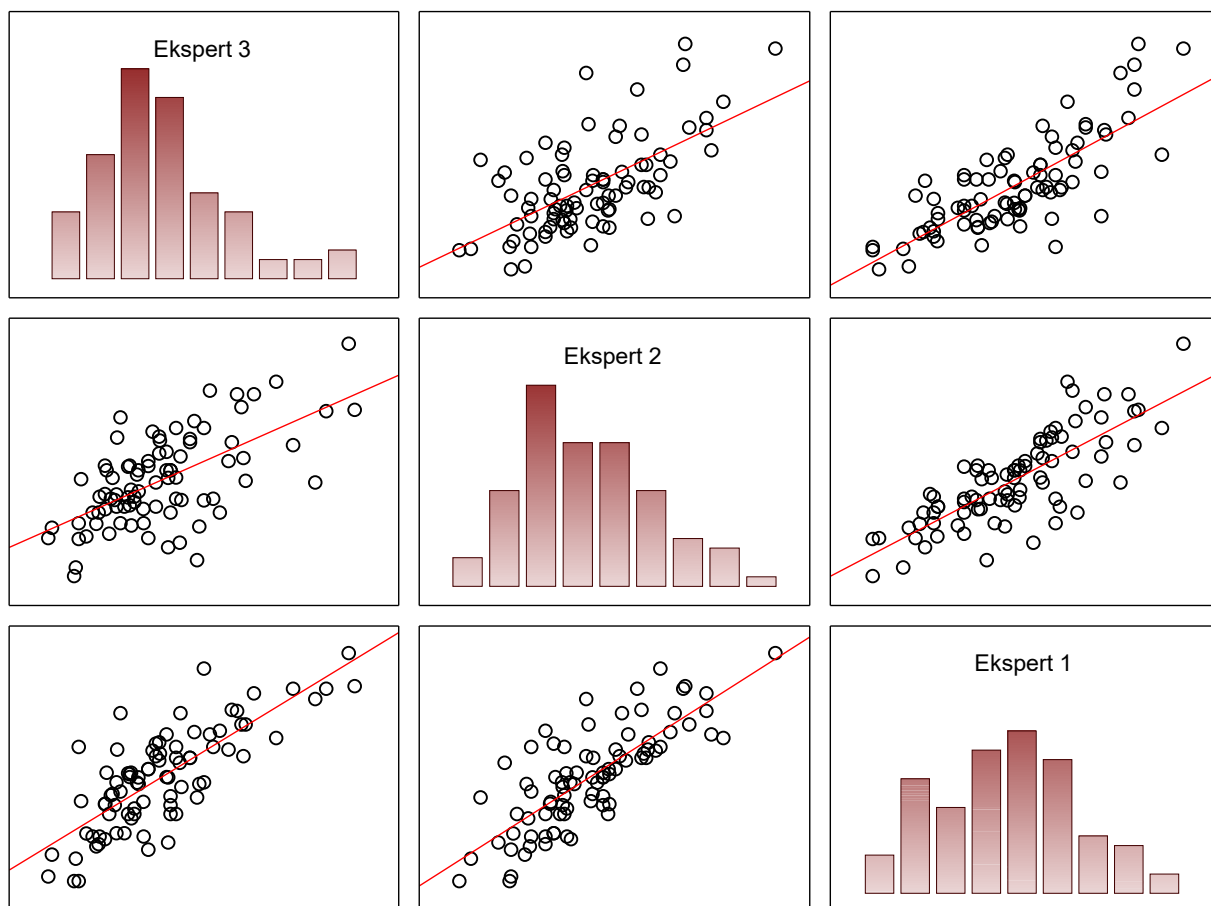
**Slika 12.** Prosječna ocjena vidljivosti na VAS – V skali od strane operatera

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina.

Nakon završenih svih operacija neovisni su procjenitelji s fotografija ocjenjivali vidljivost. U sljedećoj tablici je prikazana korelacija ocjenjivanja između tri eksperta. Navedena je bila prilično visoka i izračunata vrijednost Cronbach alfa je iznosila 0,89. Navedeno je prikazano u tablici 10 i na slici 13.

**Tablica 10.** Korelacija ocjenjivanja vidljivosti između tri eksperta

|           |                                                                                                                                                      |       |                       |                   |       |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------|-------------------|-------|
|           | Sažetak za mjerilo: AS=18,82; Std.Dev.=3,04<br>Cronbachova alfa: 0,890<br>Prosječna međupredmetna korelacija: 0,7384<br>Standardizirana alpha: 0,890 |       |                       |                   |       |
|           | Srednja vrijednost                                                                                                                                   | Var.  | Standardna devijacija | Ukupna korelacija | Alpha |
| Ekspert 1 | 12,59                                                                                                                                                | 4,264 | 2,065                 | 0,746             | 0,879 |
| Ekspert 2 | 13,05                                                                                                                                                | 4,564 | 2,136                 | 0,746             | 0,877 |
| Ekspert 3 | 12,00                                                                                                                                                | 4,001 | 2,000                 | 0,869             | 0,768 |

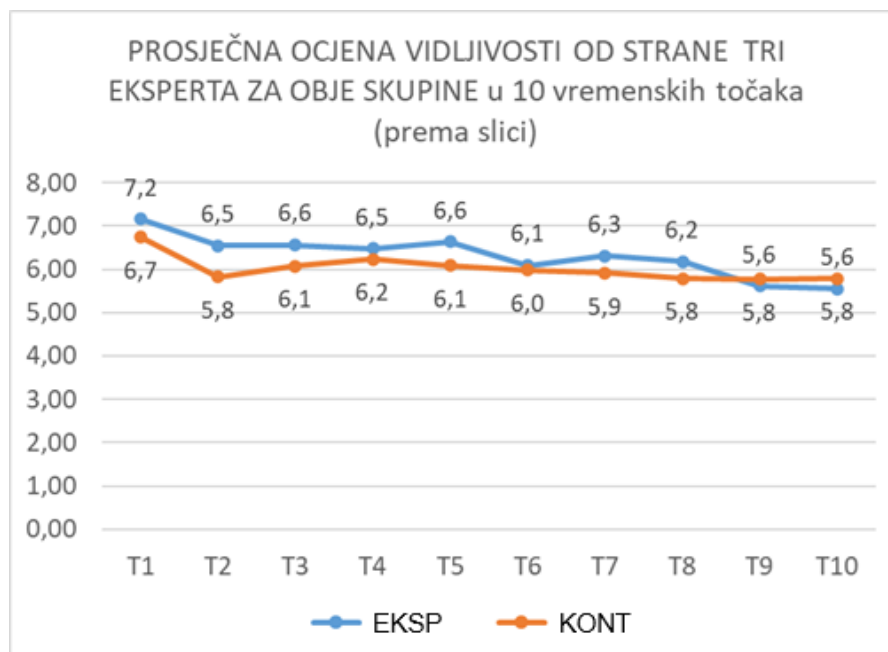


**Slika 13.** Grafički prikaz podudarnosti ocjena na VAS – V skali između eksperata

Iako su neovisni stručnjaci u svojim ocjenama imali visoku korelaciju i vrijednost Cronbach alfa od 0,89 njihove su ocjene bile prosječno niže nego od strane operatera. Navedena razlika je bila konzistentna u svim vremenskim točkama i to se vjerojatno može pripisati činjenici da su oni određivali sa fotografija.

Nakon toga je izračunata i prosječna ocjena od strane tri eksperta za pojedine vremenske točke tijekom operativnog zahvata te je na Slici 14 prikazana njihova procjena vidljivosti prema skupinama u prvih 10 vremenskih točaka.

Iako je na grafičkim prikazima jasno vidljivo da je tijekom operacija vidljivost u eksperimentalnoj skupini gotovo neprestano bila bolja (temeljeno na pojedinačnim procjenama operatera i tri nezavisna stručnjaka), izračunata je i ukupna prosječna vidljivost koja je također analizirana u svih 10 vremenskih točaka.



**Slika 14.** Prosječna ocjena vidljivosti na VAS – V skali od strane tri eksperata

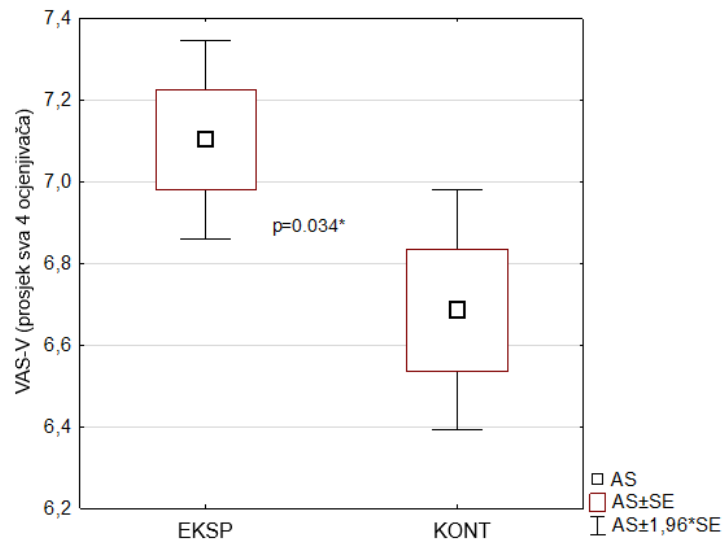
Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina.

Usporedba prosječnih ocjena vidljivosti tijekom operacijskog zahvata između eksperimentalne i kontrolne skupine za sva 4 ocjenjivača pokazuje statistički značajno bolju vidljivost u eksperimentalnoj skupini ( $p=0,034$ ). Tablica 11 i Slika 15.

**Tablica 11.** Usporedba prosječnih ocjena vidljivosti za sva četiri ocjenjivača

|                                           | Aritmetička sredina<br>EKSP | Aritmetička sredina<br>KONT | t-vrijednost | p-vrijednost | Standardna devijacija<br>EKSP | Standardna devijacija<br>KONT | F-omjer varijanci | p varijance |
|-------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------|
| Prosječna VAS – V<br>za sva 4 ocjenjivača | 7,10                        | 6,68                        | 2,161        | 0,034        | 0,809                         | 0,960                         | 1,408             | 0,275       |

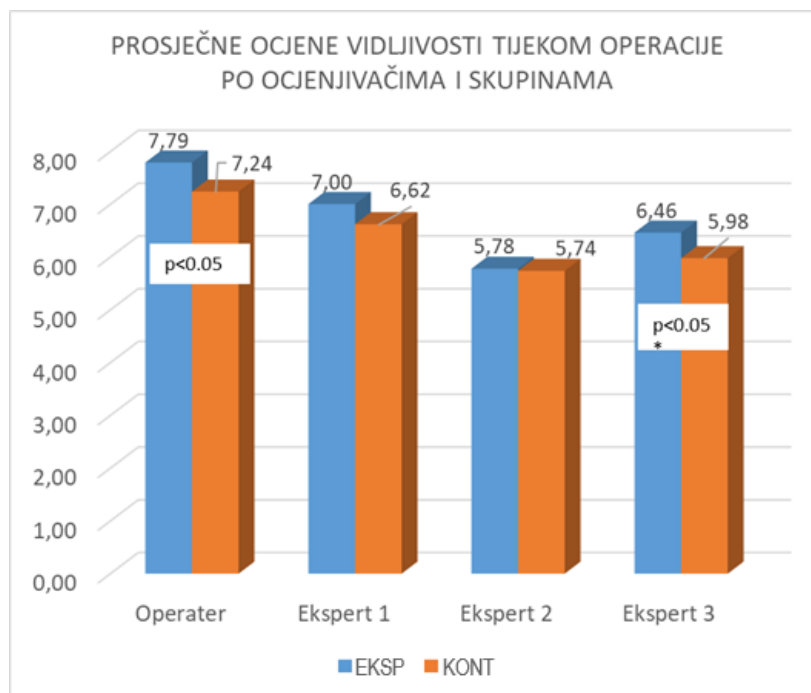
Legenda: VAS – V=vizualna analogna skala vidljivosti; EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina.



**Slika 15.** Prosjek ocjena sva četiri ocjenjivača ukazuje na statistički značajno bolju vidljivost u eksperimentalnoj skupini bolesnika ( $p=0,034$ )

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina; VAS – V=vizualna analogna skala vidljivosti.

Kao što je prikazano, kada su se promatrali prosjeci za sva 4 ocjenjivača, postoji statistički značajna razlika između eksperimentalne i kontrolne skupine u ukupnoj vidljivosti tijekom operativnog zahvata. Ipak analizom pojedinih ocjenjivača pokazuje se da iako je ocijenjena vidljivost bila kod svih viša za eksperimentalnu skupinu, razlika je bila statistički značajna kod operatera (koji nije gledao snimke nego je ocjenjivao na samom zahvatu) kao i kod stručnog eksperta br 3. Slika 16.



**Slika 16.** Prosječne ocjene vidljivosti tijekom operacije po ocjenjivačima i skupinama

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina.

Utvrđena je statistički značajna negativna korelacija između dobi ispitanika i intraoperacijske vidljivosti, što znači da je vidljivost bila lošija kod starijih ispitanika.

S druge strane ITM nije bio uopće koreliran s vidljivosti. Kod pretilih kao i kod normalno uhranjenih bolesnika, vidljivost je bila slična. Tablica 12.

**Tablica 12.** Korelacija vidljivosti sa dobi i ITM

|                                | Označena korelacija je značajna za $p < 0,050$ ; $N=84$ |                       |           |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------|-----------|
|                                | Srednja vrijednost                                      | Standardna devijacija | Dob (god) |
| Vidljivost operator + eksperti | 6,90                                                    | 0,91                  | -0,341*   |
| ITM                            | 27,50                                                   | 3,184                 | 0,045     |

Legenda: ITM=indeks tjelesne mase; \*=statistički značajna korelacija

#### 4.5. Razlike u hematološkim pokazateljima i gubitku krvi

Razlika između hematoloških pokazatelja, koncentracije Hb u irigacijskoj tekućini, te izračuna perioperacijskog gubitka krvi između dviju ispitivanih grupa testirala se Student t – testom. Po niti jednom parametru nije utvrđena statistički značajna razlika između grupe koja je dobila TXA i FO. Tablica 13.

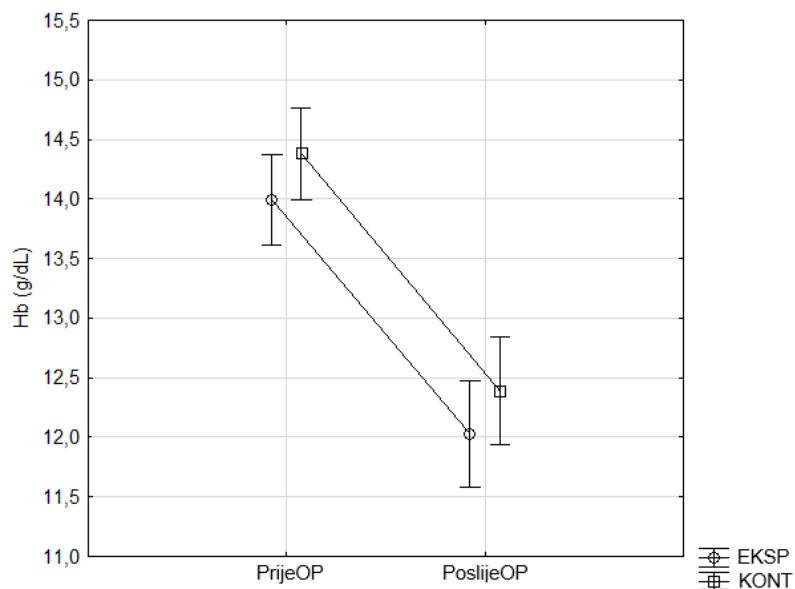
**Tablica 13.** Rezultati Studentovog t – testa u pokazateljima procjene gubitka krvi između skupina

|                                                                       | Aritmetička sredina<br>EKSP | Aritmetička sredina<br>KONT | t-vrijednost | p-vrijednost | Standardna devijacija<br>EKSP | Standardna devijacija<br>KONT | F-omjer varijanci | p varijance |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------|
| Koncentracija Hb u irigacijskoj tekućini (mg/100 mL)                  | 19,30                       | 20,27                       | -0,819       | 0,415        | 5,690                         | 5,090                         | 1,251             | 0,479       |
| Intraoperacijski gubitak krvi (mL)                                    | 40,79                       | 33,48                       | 1,439        | 0,154        | 25,14                         | 21,18                         | 1,409             | 0,279       |
| Intraoperacijski gubitak krvi (mL/min)                                | 0,311                       | 0,277                       | 1,243        | 0,217        | 0,138                         | 0,112                         | 1,51              | 0,191       |
| Intraoperacijski gubitak krvi (%)                                     | 7,35                        | 5,24                        | 1,494        | 0,139        | 7,84                          | 4,60                          | 2,901             | 0,001       |
| Poslijeoperacijski gubitak krvi (mL)                                  | 722,78                      | 734,96                      | -0,157       | 0,875        | 405,39                        | 291,64                        | 1,932             | 0,039       |
| Poslijeoperacijski gubitak krvi (%)                                   | 92,65                       | 94,76                       | -1,494       | 0,139        | 7,84                          | 4,60                          | 2,900             | 0,001       |
| Ukupni gubitak krvi (mL)                                              | 763,57                      | 768,44                      | -0,063       | 0,950        | 407,57                        | 293,87                        | 1,923             | 0,040       |
| % volumena ukupnog gubitka krvi u odnosu na ukupni volumen krvi       | 15,66                       | 15,77                       | -0,074       | 0,941        | 7,86                          | 6,69                          | 1,378             | 0,310       |
| % volumena intraop. izgubljene krvi u odnosu na ukupni volumen krvi   | 0,88                        | 0,70                        | 1,476        | 0,144        | 0,62                          | 0,48                          | 1,697             | 0,096       |
| % volumena poslijeop. izgubljene krvi u odnosu na ukupni volumen krvi | 14,78                       | 15,08                       | -0,190       | 0,850        | 7,71                          | 6,54                          | 1,387             | 0,301       |

|                                  |       |       |        |       |      |      |       |       |
|----------------------------------|-------|-------|--------|-------|------|------|-------|-------|
| Intraoperacijski pad Hb (g/dL)   | 0,12  | 0,10  | 1,279  | 0,204 | 0,08 | 0,07 | 1,346 | 0,347 |
| Intraoperacijski pad Hb (%)      | 7,86  | 5,81  | 1,409  | 0,162 | 7,94 | 4,93 | 2,582 | 0,003 |
| Poslijeoperacijski pad Hb (g/dL) | 1,85  | 1,89  | -0,243 | 0,808 | 0,89 | 0,72 | 1,519 | 0,186 |
| Poslijeoperacijski pad Hb (%)    | 92,13 | 94,18 | -1,409 | 0,162 | 7,94 | 4,94 | 2,582 | 0,003 |
| Ukupni pad Hb (g/dL)             | 1,97  | 1,99  | -0,127 | 0,899 | 0,90 | 0,74 | 1,486 | 0,211 |

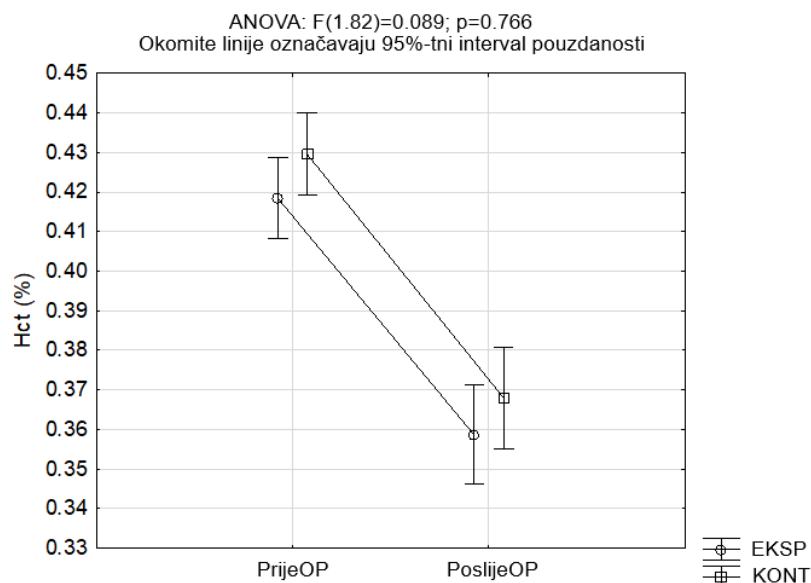
Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina; Hb=hemoglobin.

Grafički se prikazu najvažniji rezultati. Slike 17 – 24.



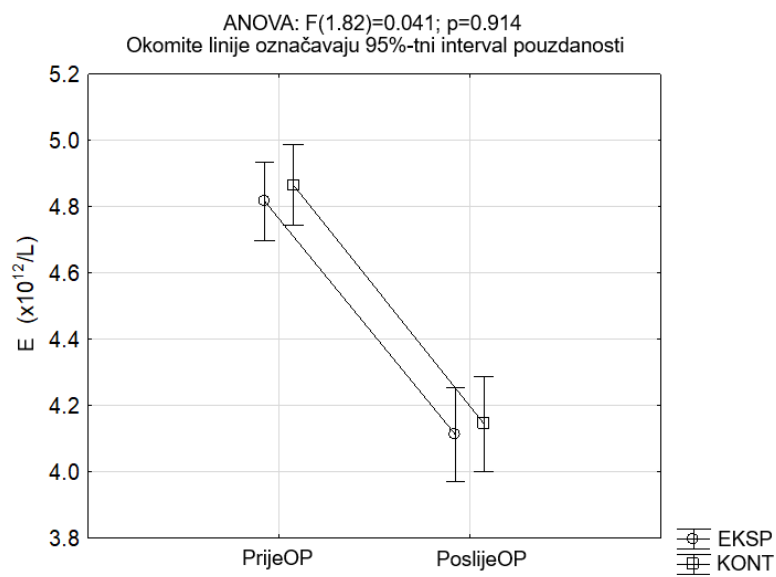
**Slika 17.** Promjene u koncentraciji Hb u krvi

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina; Hb=hemoglobin.



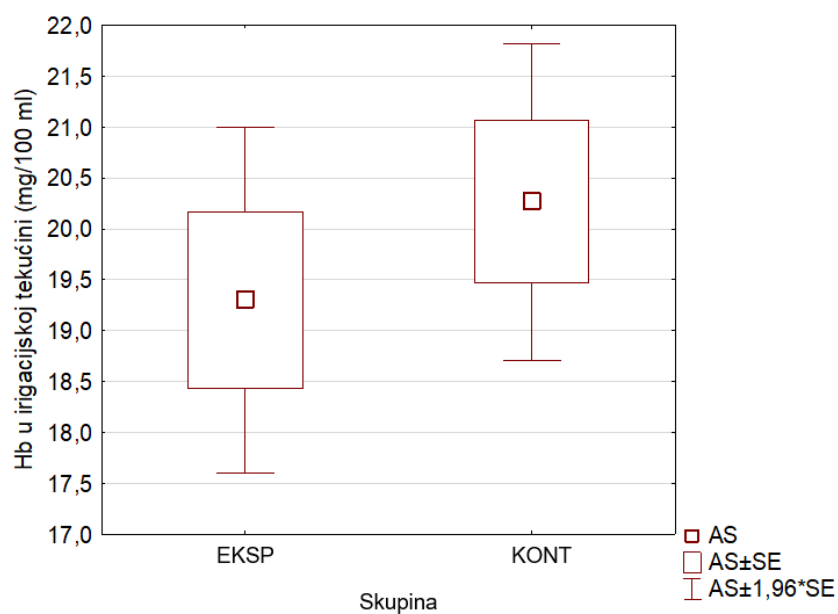
**Slika 18.** Promjene u koncentraciji Hct u krvi

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina; Hct=hematokrit.



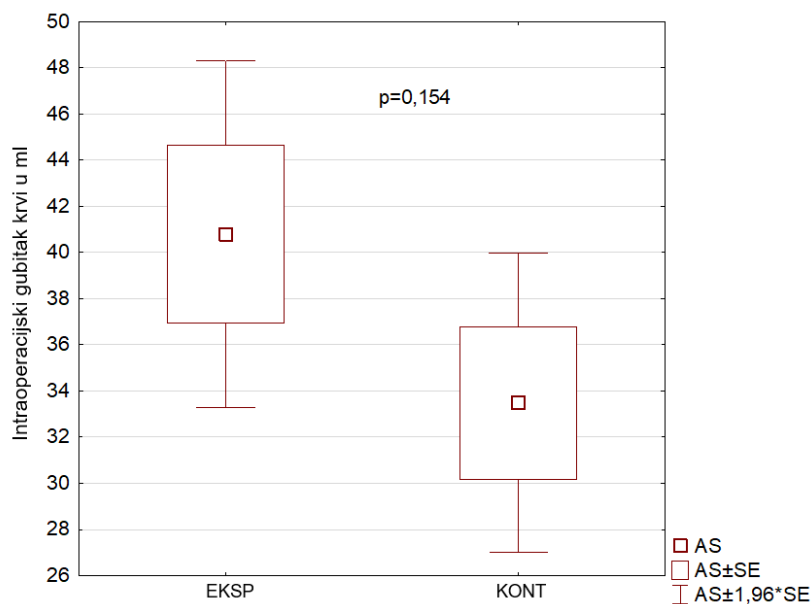
**Slika 19.** Promjene u koncentraciji eritrocita u krvi

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina; E=eritrociti.



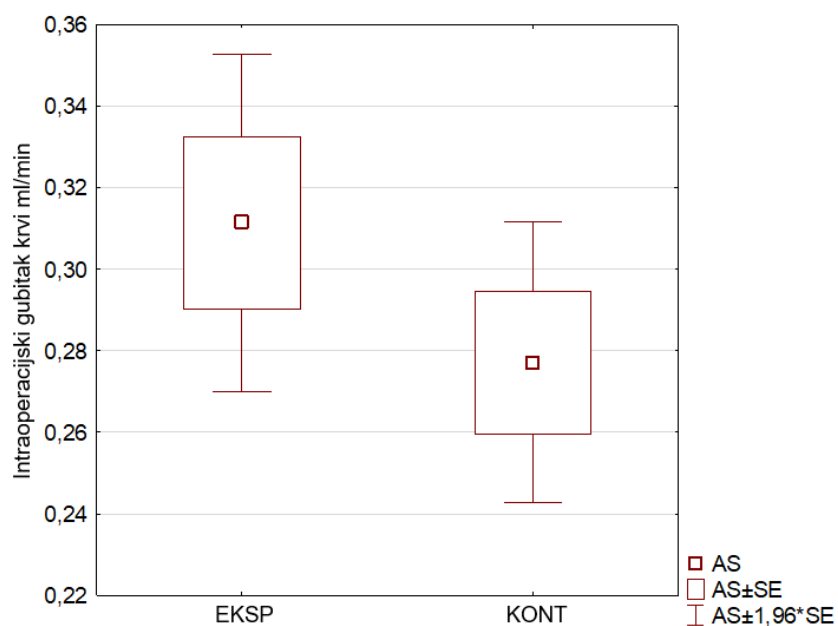
**Slika 20.** Vrijednosti Hb u irigacijskoj tekućini, nema statistički značajne razlike između skupina;  $p=0,415$

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina; Hb=hemoglobin.



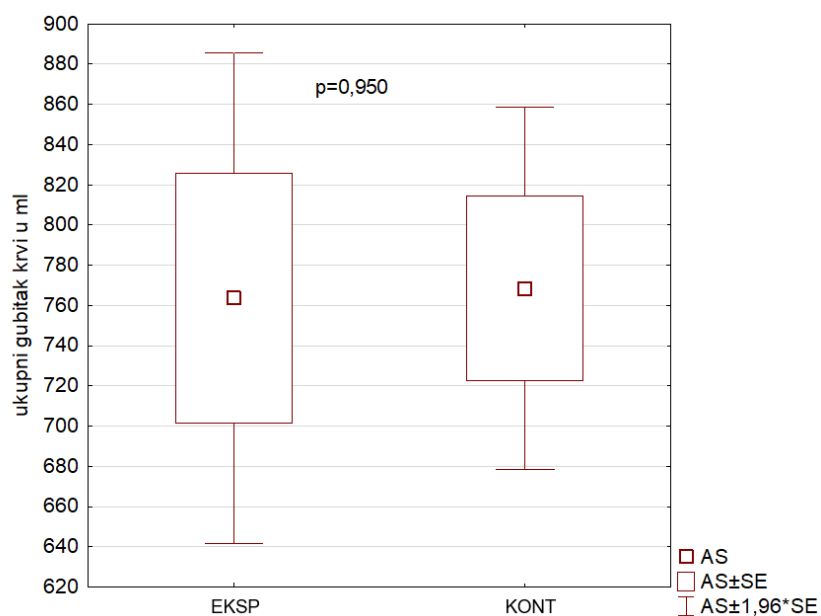
**Slika 21.** Intraoperacijski gubitak krvi u mL tijekom cijele operacije, Nema statistički značajne razlike između skupina;  $p=0,154$

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina.



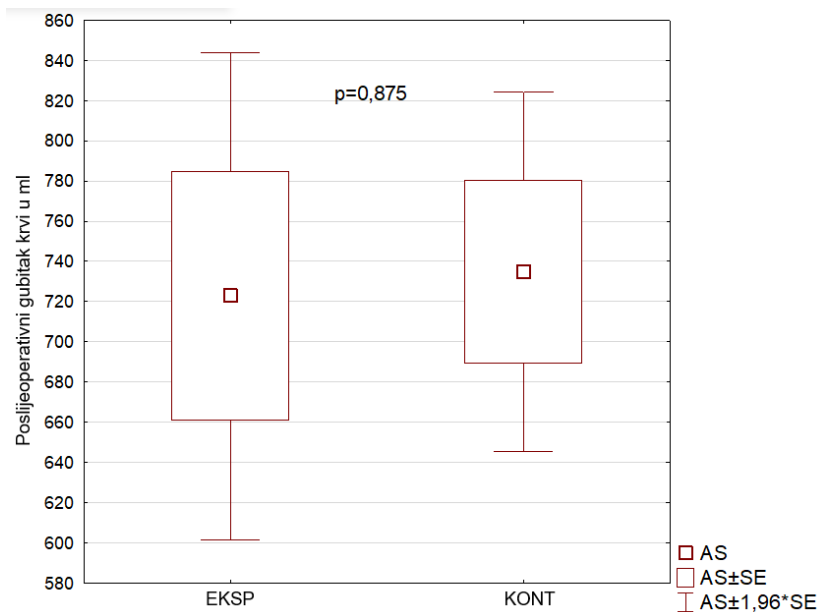
**Slika 22.** Intraoperacijski gubitak krvi u mL po min trajanja operacije. Nema statistički značajne razlike između skupina;  $p=0,217$

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina.



**Slika 23.** Ukupni gubitak krvi u mL, nema statistički značajne razlike između grupa;  $p=0,950$

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina.



**Slika 24.** Poslijeoperacijski gubitak krvi. Nema statistički značajne razlike između skupina;  $p=0,875$

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina.

Kako bi ispitali razlike posebno za eksperimentalnu odnosno kontrolnu skupinu između vrijednosti intraoperacijskog i poslijeoperacijskog gubitka krvi izraženog u mL upotrijebio se Studentov t – test za zavisne uzorke (metoda diferencije). Rezultati su navedeni u Tablici 14. U obje skupine bolesnika dokazan je statistički značajno veći poslijeoperacijski u odnosu na intraoperacijski gubitak krvi ( $p < 0,001$ ).

**Tablica 14.** Razlika u količini intraoperacijski i poslijeoperacijski izgubljene krvi u mL između eksperimentalne i kontrolne skupine bolesnika

|                                      | Aritmetička sredina | Standardna devijacija | N  | p       |
|--------------------------------------|---------------------|-----------------------|----|---------|
| <b>Eksperimentalna skupina</b>       |                     |                       |    |         |
| Intraoperacijski gubitak krvi (mL)   | 40,79               | 25,14                 | 43 | < 0,001 |
| Poslijeoperacijski gubitak krvi (mL) | 722,78              | 405,39                |    |         |
| <b>Kontrolna skupina</b>             |                     |                       |    |         |
| Intraoperacijski gubitak krvi (mL)   | 33,48               | 21,18                 | 41 | < 0,001 |
| Poslijeoperacijski gubitak krvi (mL) | 734,96              | 291,64                |    |         |

#### 4.6. Promjene u pokazateljima opsega ramena prije i poslije operacije

Opsezi ramena su se mjerili na tri mjesta (A, B i C) prijeoperacijski, te ponovno prvi i drugi dan poslijeoperacijski. Srednje vrijednosti su prikazane u Tablici 15.

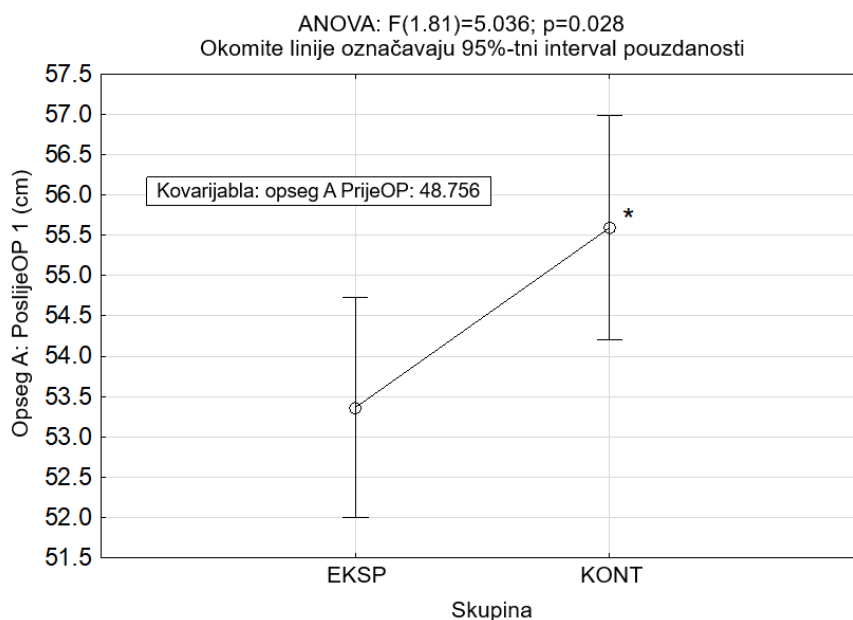
**Tablica 15.** Deskriptivni podaci vezani uz opsege ramena

|                                                    | Aritmetička sredina EKSP | Aritmetička sredina KONT | Standardna devijacija EKSP | Standardna devijacija KONT |
|----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Prijeoperacijski opseg ramena A (cm)               | 50,23                    | 47,21                    | 6,386                      | 4,734*                     |
| Poslijeoperacijski opseg ramena A prvog dana (cm)  | 54,65                    | 54,24                    | 7,122                      | 5,974                      |
| Poslijeoperacijski opseg ramena A drugog dana (cm) | 54,54                    | 54,11                    | 6,508                      | 5,857                      |
| Prijeoperacijski opseg ramena B (cm)               | 36,06                    | 34,82                    | 4,219                      | 2,987                      |
| Poslijeoperacijski opseg ramena B prvog dana (cm)  | 39,85                    | 38,85                    | 4,312                      | 3,792                      |
| Poslijeoperacijski opseg ramena B drugog dana (cm) | 38,93                    | 38,85                    | 4,621                      | 3,571                      |
| Prijeoperacijski opseg ramena C (cm)               | 30,33                    | 30,26                    | 2,866                      | 2,584                      |
| Poslijeoperacijski opseg ramena C prvog dana (cm)  | 32,87                    | 32,90                    | 3,257                      | 3,089                      |
| Poslijeoperacijski opseg ramena C drugog dana (cm) | 32,64                    | 33,12                    | 3,397                      | 3,370                      |

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina; \*=inicijalna razlika između skupina.

Kako su u nekim pokazateljima postojale inicijalne statistički značajne razlike, za analizu poslijeoperacijskih razlika upotrijebljena je ANCOVA pri kojoj su inicijalne vrijednosti i eventualne razlike između grupa prije operacije uzete kao kovarijable (tj. kontinuirane varijable ili tzv. neugodne varijable).

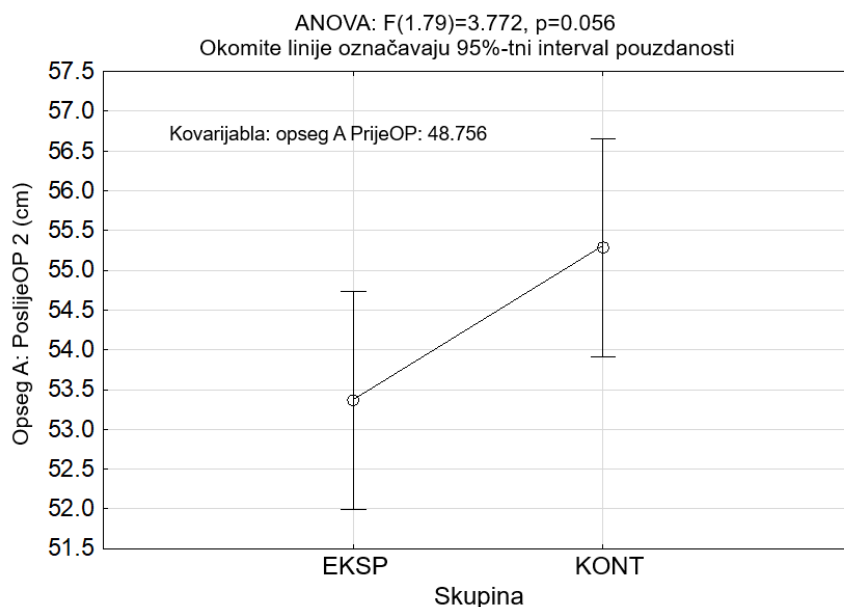
Analizom smo utvrdili statistički značajno veći opseg ramena na mjestu mjerenja A kontrolne u odnosu na eksperimentalnu skupinu bolesnika prvog postoperativna dana ( $p=0,028$ ), dok je drugoga dana na rubu statističke značajnosti ( $p=0,056$ ). Slike 25 i 26.



**Slika 25.** Poslijeoperacijske vrijednosti u opsegu ramena A prvi dan nakon operacije te statistički značajno veći opseg u kontrolnoj skupini.

NAPOMENA: vrijednosti aritmetičkih sredina na Slici 23 se razlikuju od vrijednosti u deskriptivnoj tablici iznad jer su korigirane za inicijalne razlike.

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina.



**Slika 26.** Poslijeoperacijske vrijednosti u opsegu ramena A drugi dan nakon operacije. Razlike još uvijek postoje i na rubu su statističke značajnosti.

NAPOMENA: vrijednosti aritmetičkih sredina na Slici 24 se razlikuju od vrijednosti u deskriptivnoj tablici iznad jer su korigirane za inicijalne razlike.

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina.

Što se tiče opsega ramena na pozicijama mjerenja B i C, njihova razlika između skupina nije pokazala statističku značajnost. Tablica 16.

**Tablica 16.** Rezultati ANCOVA statističke obrade nije pokazala statistički značajne razlike na pozicijama mjerenja opsega ramena B i C

| POKAZATELJ                                  | REZULTAT GLM ANCOVA                          |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Poslijeoperacijski opseg ramena A prvi dan  | Current effect: $F(1.81)=5.00$ ; $p=0.028$   |
| Poslijeoperacijski opseg ramena A drugi dan | Current effect: $F(1.79)=3.770$ ; $p=0.056$  |
| Poslijeoperacijski opseg ramena B prvi dan  | Current effect : $F(1.81)=0.007$ ; $p=0.929$ |
| Poslijeoperacijski opseg ramena B drugi dan | Current effect: $F(1.79)=0.608$ ; $p=0.437$  |
| Poslijeoperacijski opseg ramena C prvi dan  | Current effect: $F(1.81)=0.049$ ; $p=0.824$  |
| Poslijeoperacijski opseg ramena C drugi dan | Current effect: $F(1.79)=0.786$ ; $p=0.378$  |

Legenda: GLM ANCOVA=generalni linearni model analize kovarijance (*engl. general linear model, analysis of covariance*).

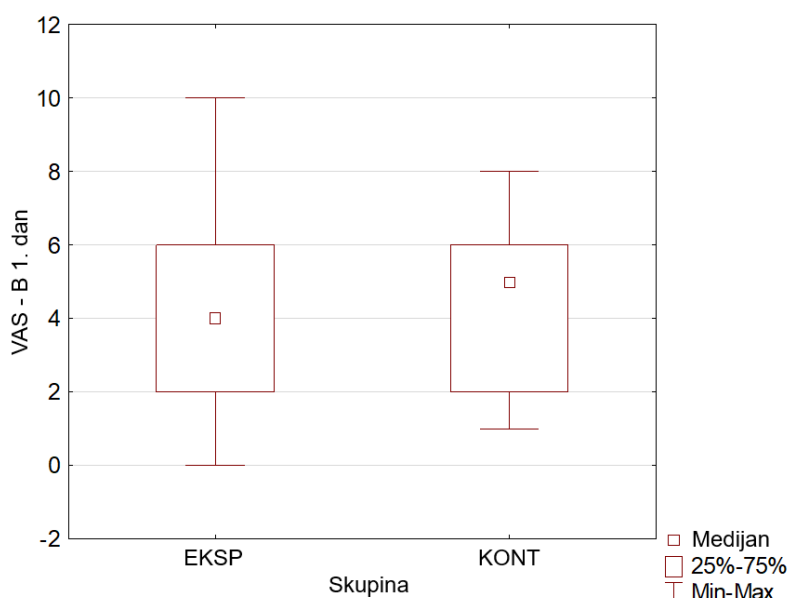
#### 4.7. Promjene u pokazateljima na vizualnoj analognoj skali boli (VAS – B)

Usporedba bolnosti ramena pomoću neparametrijskog Mann–Whitney U testa nije pokazala statistički značajne razlike između ispitivanih skupina u razini boli označenoj na VAS – B skali od strane bolesnika prvog i drugog dana nakon operacije. Tablica 17; Slike 27 i 28.

**Tablica 17.** Usporedba bolnosti prvog i drugog poslijeoperacijskog dana između ispitivanih skupina

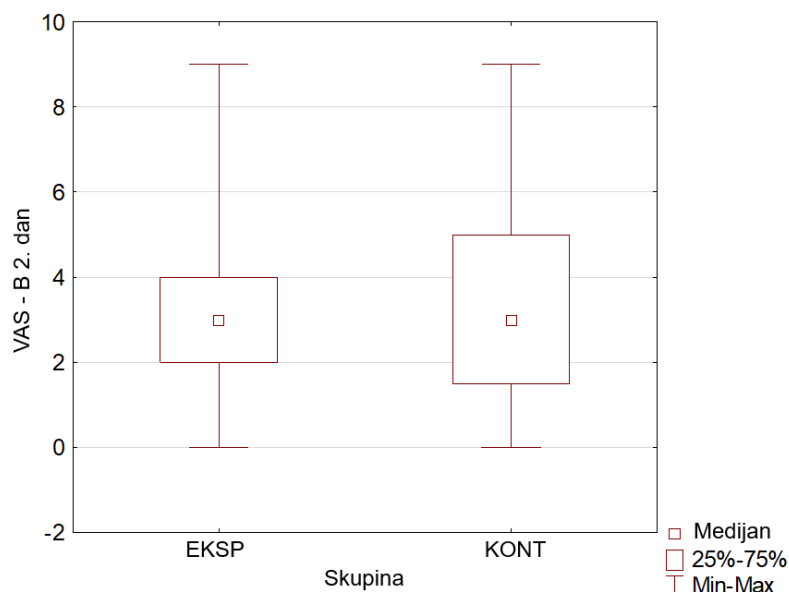
|                                    | Zbroj rangova<br>EKSP | Zbroj rangova<br>KONT | U     | Z     | p-vrijednost | Z prilagođeno | p-vrijednost | Dvostruka jednostrana<br>točna p-vrijednost |
|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|--------------|---------------|--------------|---------------------------------------------|
| Poslijeop.<br>VAS – B<br>prvi dan  | 1763,5                | 1806,5                | 817,5 | -0,57 | 0,57         | -0,57         | 0,57         | 0,57                                        |
| Poslijeop.<br>VAS – B<br>drugi dan | 1759                  | 1644                  | 824   | 0,14  | 0,89         | 0,15          | 0,88         | 0,89                                        |

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina; VAS – B=vizualna analogna skala boli.



**Slika 27.** Usporeda bolnosti prvog poslijeoperacijskog dana između skupina

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina; VAS – B=vizualna analogna skala boli (Mann – Whitney U test).



**Slika 28.** Usporeda bolnosti drugog poslijeoperacijskog dana između skupina

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina; VAS – B=vizualna analogna skala boli (Mann – Whitney U test).

#### 4.8. Upotreba lijekova i boravak u bolnici

Nakon operacijskog zahvata evidentirana je uporaba analgetskih lijekova kod svih pacijenata uključenih u istraživanje, osim jednog ispitanika. Primijenjeni analgetici pripadali su jednoj od četiri skupine: paracetamol, nesteroidni protuupalni lijek ketoprofen, opioid tramadol i metamizol natrij. Tramadol je u većini slučajeva bio kombiniran s metamizolom, čime se nastojala postići jača analgetska učinkovitost i bolja kontrola poslijeoperacijske boli.

Kod manjeg broja pacijenata primijenjena je dvostruka doza kombinacije tramadola i metamizola, što sugerira potrebu za intenzivnijom analgetskom terapijom u određenim slučajevima. Ova prilagodba terapije mogla je ovisiti o individualnim karakteristikama pacijenata, intenzitetu poslijeoperacijske boli te specifičnostima kirurškog zahvata.

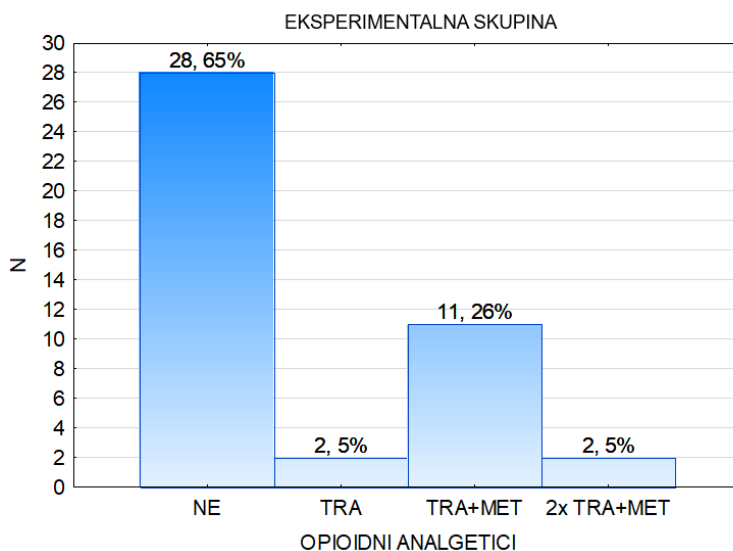
S obzirom na to da je većina ispitanika primala paracetamol i ketoprofen kao osnovu terapije, nije utvrđena statistički značajna razlika između eksperimentalne i kontrolne skupine u pogledu primijenjenih doza analgetika. Tablica 18. Ovi rezultati upućuju na standardiziranu praksu analgetskog zbrinjavanja bolesnika nakon operativnih zahvata te na ujednačenost terapijskih pristupa među promatranim skupinama.

**Tablica 18.** Rezultati Student t – testa u primjeni doze lijeka između skupina

|                   | Aritmetička sredina<br>EKSP | Aritmetička sredina<br>KONT | t-vrijednost | p-vrijednost | Standardna devijacija<br>EKSP | Standardna devijacija<br>KONT | F-omjer varijanci | p varijance |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------|
| Paracetamol (mg)  | 2400                        | 2189,2                      | 0,809        | 0,421        | 1032,8                        | 1249,2                        | 1,463             | 0,246       |
| Ketoprofen (mg)   | 257,5                       | 225                         | 1,239        | 0,219        | 119,6                         | 114,9                         | 1,083             | 0,804       |
| Tramadol (mg)     | 101                         | 88                          | 0,461        | 0,646        | 138                           | 127                           | 1,187             | 0,588       |
| Metamizol Na (mg) | 872                         | 732                         | 0,455        | 0,651        | 1431                          | 1397                          | 1,050             | 0,879       |

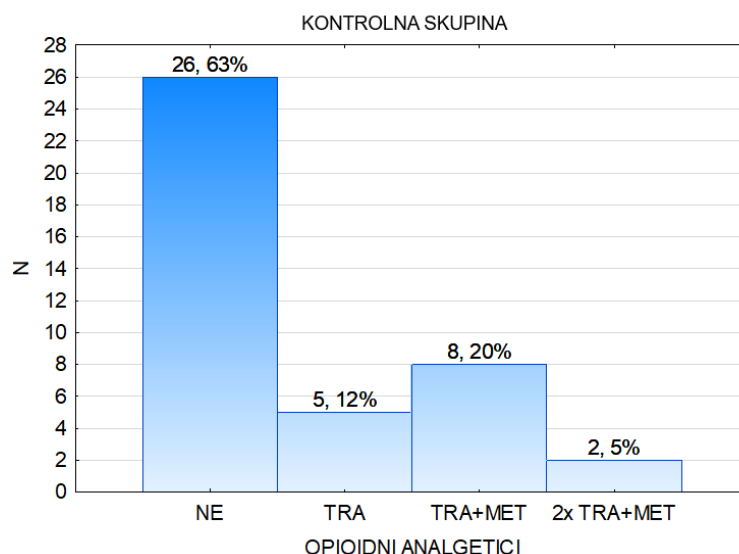
Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina.

Nadalje, primjenom neparametrijskog Fisherovog egzaktnog testa na kontingencijskim tablicama formata 2 x 4, također nije utvrđena statistički značajna razlika između skupina u primjeni opioidnih analgetika ( $p=0,633$ ), što ukazuje na jednaku raspodjelu uporabe ove skupine lijekova među ispitanicima u obje skupine. Slike 29 i 30.



**Slika 29.** Distribucija ispitanika koji su primali opioidne analgetike u eksperimentalnoj skupini

Legenda: NE=ne prima opioidne analgetike; TRA=tramadol; MET=metamizol Na.



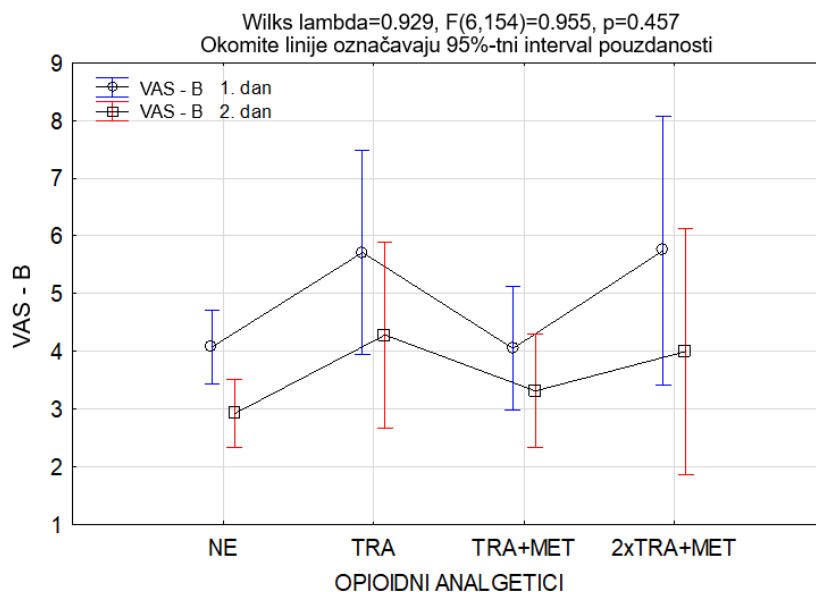
**Slika 30.** Distribucija ispitanika koji su primali opioidne analgetike u kontrolnoj skupini

Legenda: NE=ne prima opioidne analgetike; TRA=tramadol; MET=metamizol Na.

Također se nastojala utvrditi povezanost između subjektivno percipirane boli, ocijenjene na VAS – B skali, i primjene opioidnih analgetika. Analizirani su podaci za ukupni uzorak pacijenata, koji su zatim podijeljeni u četiri skupine prema korištenju opioidnih analgetika: skupina koja nije uzimala opioide, skupina koja je primala samo tramadol, skupina koja je primala tramadol i metamizol Na, te oni koji su primili dvostruku dozu tramadola i metamizol Na.

Na Slici 31 prikazani su rezultati jednosmjerne analize varijance (ANOVA) provedene s ciljem ispitivanja razlika u intenzitetu boli među pacijentima koji nisu koristili opioidne analgetike i onima koji su ih primali u različitim kombinacijama. Unatoč očekivanoj povezanosti jače boli i potrebe za primjenom opioidne analgezije, rezultati ANOVE nisu pokazali statistički značajnu razliku između skupina ( $p=0,457$ ). To sugerira da, iako su opiodi primjenjivani u svrhu ublažavanja boli, percipirana razina boli nije bila sustavno različita među skupinama ispitanika.

Unatoč razlikama u primjeni analgetika među skupinama, ANOVA nije potvrdila značajnu razliku u intenzitetu prijavljene boli između njih. Ovi rezultati mogu upućivati na individualne varijacije u percepciji boli, prilagodbu terapije na temelju kliničke procjene, ali i moguće dodatne faktore koji utječu na bol.



**Slika 31.** Rezultati ANOVE za percepciju boli prema skupinama podijeljenim ovisno o uzimanju opioidnih analgetika

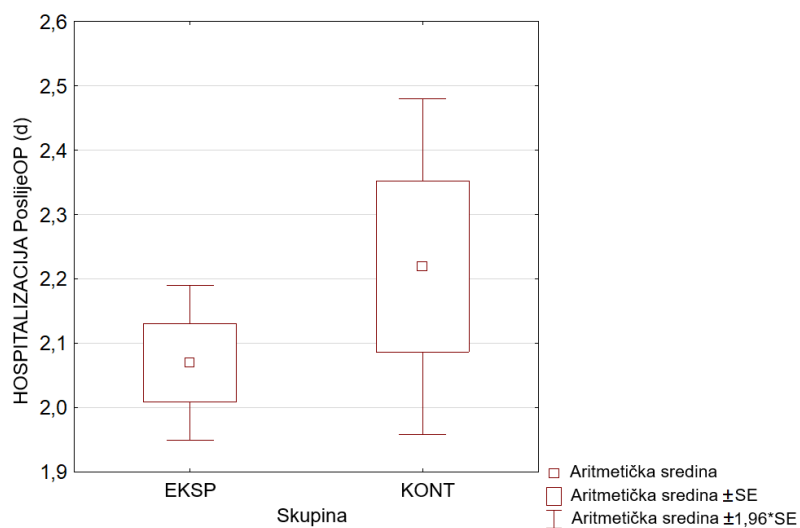
Legenda: VAS=vizualna analogna skala; NE=ne prima opioidne analgetike; TRA=ramadol; MET=metamizol Na.

Većina pacijenata zadržana je na bolničkom liječenju u trajanju od dva dana, što je standardno trajanje hospitalizacije nakon operativnog zahvata u skladu s poslijeoperacijskim protokolima i procjenom kliničkog stanja bolesnika. Međutim, kod manjeg broja pacijenata bolnički boravak bio je produljen zbog jače bolnosti i parenteralne analgetske terapije, potrebe za produljenom rehabilitacijom i mobilizacije implantata tj. tehničke komplikacije koja je uočena na postoperativnoj RTG slici te planirane revizije. Nije postojala statistički značajna razlika u duljini boravka između skupina ( $p=0,302$ ). Tablica 19; Slika 32. Tromboembolijske komplikacije tijekom ovog istraživanja nisu zabilježene.

**Tablica 19.** Rezultati Student t – testa u u trajanju poslijeoperacijskog boravka

|                                                  | Aritmetička sredina<br>EKSP | Aritmetička sredina<br>KONT | t-vrijednost | p-vrijednost | Standardna devijacija<br>EKSP | Standardna devijacija<br>KONT | F-omjer varijanci | p varijance |
|--------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------|
| Poslijeoperacijski<br>boravak u bolnici<br>(dan) | 2,069                       | 2,219                       | -1,038       | 0,302        | 0,402                         | 0,852                         | 4,487             | 0           |

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina.



**Slika 32.** Broj dana hospitalizacije nakon operativnog zahvata

Legenda: EKSP=eksperimentalna skupina; KONT=kontrolna skupina.

## 5. RASPRAVA

Iako su bolesnici pažljivo odabrani u skladu s jasno definiranim uključnim i isključnim kriterijima, te su ispitivane skupine bile u potpunosti usporedive prema svim demografskim i intraoperacijski prikupljenim parametrima, dva podatka dobivena tijekom samih artroskopija, a naknadno statistički obrađena, ukazuju na blagu razliku između eksperimentalne i kontrolne skupine. Naime u eksperimentalnoj skupini bolesnika našlo se prosječno 1,88 oštećenih tetiva rotatorne manžete u odnosu na 1,51 oštećenu tetivu u kontrolnoj skupini ( $p=0,024$ ), bez statistički značajne razlike u dužini lezije SSP/ISP u mm ( $p=0,319$ ) te broju implantiranih sidara ( $p=0,184$ ). Također od svih provedenih procedura našla se statistički značajna razlika jedino u popravku labruma, te se isti u eksperimentalnoj skupini morao učiniti kod 18,6% bolesnika, a u kontrolnoj kod njih 2,4% ( $p=0,030$ ). Prosječni broj kirurških procedura provedenih po bolesniku također je bez statistički značajne razlike između ispitivanih skupina ( $p=0,294$ ). To su mogući čimbenici kojima se može objasniti zašto su u eksperimentalnoj skupini bolesnika bez obzira na TXA operacije trajale 13,4% duže ali bez statističke značajnosti u odnosu na kontrolnu skupinu bolesnika ( $p=0,093$ ). To nije utjecalo na rezultate ispitivanja kvalitete vidljivosti, jer su u obje skupine analizirane isključivo iste vremenske točke tijekom operacijskih zahvata. Što se tiče potencijalnog utjecaja na količinu izgubljene krvi i vidljivost na leći artroskopa popravak labruma kao intraartikularna procedura tipično izrazito malo krvari dok je razlika u broju zahvaćenih tetiva vrlo mala i u praksi zanemariva [144]. Kirurške procedure koje su potrebne za popravak potpuno su iste, a broj implantata u skupinama bez statističke razlike. Tu razliku je u studiji bilo gotovo nemoguće izbjeći. Podudarnost između MR i intraoperacijskog nalaza tijekom artroskopije ramena nije apsolutna, stoga je, unatoč prijeoperacijskoj MR obradi kod svih pacijenata u studiji, moguće da razmjer oštećenja nije bio u potpunosti prepoznat. Dijagnostička točnost MR kod lezija tetiva rotatorne manžete pune debljine je visoka, uz specifičnost i osjetljivost veću od 90%. Kod parcijalnih lezija rotatorne manžete, specifičnost ostaje visoka (iznad 90%), ali je osjetljivost niža, te se kreće u rasponu od 67 do 83%. Nasuprot tome, kod labralnih i SLAP lezija, osjetljivost MR može pasti i do 15% [273,274]. Niža osjetljivost MR za parcijalne tetivne i labralne ozljede može objasniti mogućnost da određene lezije nisu bile prepoznate prijeoperacijski, već su postale vidljive tek tijekom artroskopskog vizualnog pregleda ramena.

Obzirom na neujednačenost podataka o utjecaju TXA tijekom artroskopije ramena i potrebe za objektivnim vrednovanjem njenog utjecaja na vidljivost, perioperacijsko krvarenje i rani klinički tijek, ova je studija sustavno pristupila analizi navedenih čimbenika. U sklopu istraživanja po prvi put je precizno procijenjen doprinos intraoperacijskog i poslijeoperacijskog krvarenja ukupnom perioperacijskom gubitku krvi, a te spoznaje su i objavljene kao znanstveni članak

[275]. Pokazalo se da je poslijeoperacijsko krvarenje statistički značajno izraženije od intraoperacijskog u obje promatrane skupine ( $p < 0,001$ ), čineći 92,65% ukupnog gubitka krvi u eksperimentalnoj i 94,76% u kontrolnoj skupini bolesnika. Bez obzira na pomnu hemostazu radiofrekventnim ablatorom na kraju operacijskog zahvata, kada se ugasi artroskopska pumpa i prestane tamponada irigacijskom FO pod tlakom, dolazi do glavnog krvarenja koje možemo nazvati i skrivenim. Ono je, kao i ukupno krvarenje, neznatno manje u eksperimentalnoj grupi tj. uz upotrebu TXA, ali bez statističke značajnosti (poslijeoperacijsko krvarenje  $p=0,875$ ; ukupno krvarenje  $p=0,950$ ).

Istraživanje utjecaja TXA na ukupno krvarenje vezano uz artroskopiju ramena provele su još tri studije. Prospektivna studija Liu i suradnika, slično kao i ovo istraživanje, nije utvrdila statistički značajnu razliku između eksperimentalne skupine koja je primila 1g TXA IV i kontrolne skupine koja je primila FO ( $p=0,310$ ) [246]. Retrospektivna studija Kawaguchi i suradnika analizirala je razliku u krvarenju između bolesnika koji su dobili 1 g TXA IV i kontrolne skupine. Kontrolnim vađenjem krvi prvog poslijeoperacijskog dana nisu našli statističke razlike u ukupnom krvarenju između skupina ( $p=0,326$ ), ali ponovnim vađenjem sedmog dana uočili su statistički značajnu razliku u koncentraciji Hb ( $p=0,005$ ) [253]. Retrospektivna studija Zhu i suradnika ispitala je razliku u ukupnom krvarenju između skupine koja je dobila topički IA 10 mL (100 mg/mL) TXA i skupine koja je dobila FO te su jedini dobili statistički značajnu razliku u procijenjenoj količini izgubljene krvi ( $p=0,025$ ) [259].

Sve studije koje su analizirale ukupno krvarenje tijekom artroskopije ramena izvijestile su o iznenađujuće velikim gubicima krvi. Ovom studijom dokazano je da je takav nalaz u velikoj mjeri posljedica izraženijeg, skrivenog poslijeoperacijskog krvarenja koje nije odmah vidljivo tijekom zahvata.

Ukupni gubitak krvi u ovom istraživanju je iznosio 763,57 mL uz pad koncentracije Hb u krvi 1,97 g/dL za eksperimentalnu, te gubitak od 768,44 mL i pad Hb od 1,99 g/dL za kontrolnu skupinu bolesnika, bez statističke značajnosti u razlici ( $p=0,950$ ). Slične rezultate bilježe i druge studije koje su analizirale krvarenje tijekom artroskopije ramena, a koje navode iznenađujuće velike ukupne gubitke krvi – u rasponu od 322 do 542,5 mL – uz pad koncentracije hemoglobina od 0,6 do 1,5 g/dL, neovisno o primjeni TXA ili ADR [246,253,259,276–278].

Nekoliko je mogućih uzroka procjene većeg volumena izgubljene krvi u ovom istraživanju. Za izračune krv se vadila drugog poslijeoperacijskog dana kada se, nakon gubitka, očekuje najniža koncentracija Hb u krvi [279,280]. Ona, osim gubitkom krvi, može biti uzrokovana

efektom hemodilucije, odnosno tzv. „posklizom“ Hb [281]. Na hemodiluciju odnosno poskliz potencijalno utječe volumen primljenih tekućina kao što je u tkivima zadržana irigacijska tekućina te one primljene infuzijom, naročito koloida [154,156,157]. O dinamici resorpcije irigacijske tekućine iz tkiva u cirkulaciju malo se zna, a za orijentaciju može poslužiti brzina resorpcije subkutano datih infuzija FO u palijativnoj skrbi od 127 mL/h [282]. U ovoj studiji eksperimentalna skupina retinirala je prosječno 2,65 L, a kontrolna 2,51 L irigacijske FO ( $p=0,483$ ). Stopa zadržavanja u eksperimentalnoj skupini je 8,36%, a kontrolnoj 10,25% uz graničnu statističku značajnost razlike ( $p=0,044$ ). Na zadržavanje irigacijske tekućine u tkivima utječe trajanje operacije, volumen i tlak FO kao i ekstenzivnost zahvata u ekstraartikularnom prostoru [156,158]. S druge strane upotrijebljena koloidna otopina ostaje u cirkulaciji do dva dana tako da hipotetski i ona može doprinijeti hemodiluciji drugog dana [283]. U eksperimentalnoj skupini 46,51%, a u kontrolnoj 51,22% bolesnika primilo je infuzijom 500 mL koloidne otopine ( $p=0,667$ ). U navednim drugim studijama krv se vadila prvog, trećeg i sedmog poslijeoperacijskog dana, što potencijalno svakako utječe na usporedivost rezultata. U dvije studije krv se vadila prvog i sedmog dana te su obje zabilježile paradoksalno dodatni pad koncentracije Hb sedmog dana [253,277]. Na potencijalno povećan gubitak krvi u ovom istraživanju bi mogao utjecati značajno veći broj procedura po zahvatu nego u artroskopijama ramena opisanim u drugim studijama. U eksperimentalnoj skupini po bolesniku, odnosno zahvatu, provedene su 6,02 procedure, a u kontrolnoj 5,73 ( $p=0,294$ ). Također ovo istraživanje je jedino u kojem se poslijeoperacijski po protokolu ustanove davao niskomolekularni heparin (nadroparin – kalcij 3800 IJ SC jednom dnevno) te je svaki bolesnik uključen u istraživanje do kontrolnog vađenja krvi drugog dana dobio dvije doze [127,284,285]. Primjena tromboprolifakse može utjecati na pojačano poslijeoperacijsko krvarenje i nastanak hematoma [286]. Dodatno istraživanje koje je obuhvatilo proširenu kontrolnu skupinu ove kliničke studije nije uspjelo dokazati utjecaj ukupnog broja provednih niti pojedinih kirurških procedura, retencije irigacijske tekućine te infuzijama primljenih koloida i kristaloida na pad koncentracije Hb odnosno ukupni gubitak krvi. Starija životna dob ( $p=0,02$ ) i muški spol ( $p=0,025$ ) identificirani su kao statistički značajni prediktori pada koncentracije Hb, dok utjecaj tromboprolifakse tek preostaje istražiti [275].

Do sada su samo tri istraživanja mjerila koncentraciju Hb u otpadnoj irigacijskoj tekućini tijekom artroskopije ramena kao indikator intraartikularnog krvarenja. Klinička studija Jensen i suradnici analizirala je između eksperimentalne i kontrolne grupe raznih, nedefiniranih artroskopija ramena utjecaj ADR na vidljivost i gubitak krvi, te su ustanovili statistički značajan pozitivan učinak [143]. Griffiths i suradnici izračunali su iz koncentracije Hb mali intraoperacijski gubitak krvi na raznim definiranim intraartikularnim i ekstraartikularnim, ali uglavnom jednostavnijim artroskopijama ramena. Na temelju malog intraartikularnog gubitka,

zanemarujući u potpunosti ekstraartikularno krvarenje, zaključili su da se artroskopija ramena može provoditi kao jednodnevna kirurgija [144]. Studija Liu i suradnika usporedbom koncentracije Hb u irigacijskoj tekućini kao i vidljivosti na leći artroskopa, ispitala je utjecaj IV primjenjene TXA između eksperimentalne i kontrolne grupe bolesnika kojima se radio artroskopski poravak tetiva rotatorne manžete u ležećem položaju na boku. Nisu našli signifikantno značajne razlike u koncentraciji Hb u irigacijskoj tekućini ( $p=0,569$ ). Koncentracija Hb iznosila je prosječno  $16,7 \mu\text{M}$  u eksperimentalnoj i  $19,8 \mu\text{M}$  u kontrolnoj skupini, dok su količinu intraoperacijskog krvarenja propustili odrediti.

Analiza podataka tijekom ovog istraživanja također nije ukazala da postoji statistički značajna razlika u koncentraciji Hb u irigacijskoj tekućini između ispitivanih skupina bolesnika ( $p=0,415$ ). Prosječna koncentracija Hb u eksperimentalnoj skupini iznosila je  $19,3 \text{ mg}/100 \text{ mL}$ , a u kontrolnoj  $20,27 \text{ mg}/100 \text{ mL}$ . Na temelju toga izračunata količina intraoperacijski izgubljene krvi prosječno je iznosila  $40,79 \text{ mL}$  za eksperimentalnu, odnosno  $33,48 \text{ mL}$  za kontrolnu skupinu. Razlika između skupina nije bila statistički značajna ( $p=0,154$ ). Ako uzmemo u obzir trajanje zahvata gubitak krvi je prosječno  $0,311 \text{ mL}/\text{min}$  za eksperimentalnu i  $0,277 \text{ mL}/\text{min}$  za kontrolnu grupu ( $p=0,217$ ). Udio intraoperacijski izgubljene krvi u ukupnom gubitku iznosi  $7,35\%$  za eksperimentalnu i  $5,24\%$  za kontrolnu skupinu ( $p=0,139$ ). Kao kirurška procedura koja dovodi do signifikantno većeg intrartikularnog krvarenja, dodatnim istraživanjem u sklopu ove kliničke studije izdvaja se kaspulomija ( $p < 0,01$ ) [275]. Na temelju tih podataka može se reći da je ovim istraživanjem dokazano da IV primjena TXA kod bolesnika kojima je učinjena artroskopija ramena u sjedećem položaju ne dovodi do statistički značajno manjeg intraoperacijskog, poslijeoperacijskog i ukupnog krvarenja te koncentracije Hb u irigacijskoj otopini. Iako su samo djelomično usporedive obzirom da u njihovoj studiji nije izmjereno intraoperacijsko i poslijeoperacijsko krvarenje, navedeni rezultati poklapaju se s onima studije Liu i suradnici u kojoj su bolesnici operirani u položaju na boku [246]. Također se poklapaju sa zaključkom o ukupno izgubljenoj krvi studije Kawaguchi i suradnika koja je bolesnike operirala u sjedećem položaju [253]. Taj zaključak donijela je i meta – analiza Tan i suradnici [264]. Jedini znanstveni članak koji je dokazao statistički značajan utjecaj TXA na količinu izgubljene krvi je onaj Zhu i suradnika koji su nakon artroskopskog zahvata na boku, topički IA instilirali  $1 \text{ g TXA}$  u  $10 \text{ mL FO}$  [259].

U sklopu ovog istraživanja analizirano je i trajanje operacijskih zahvata, volumen utrošene irigacijske tekućine kao i broj impulsnih povećanja bazičnog tlaka FO od  $50 \text{ mmHg}$  za dodatnih  $20 \text{ mmHg}$  kroz  $2 \text{ min}$ . Naime, ti parametri predstavljaju objektivne pokazatelje koji mogu ukazati na kvalitetu intraoperacijske vidljivosti na leći artroskopa, a imaju i vrlo izražen klinički značaj. U ovom istraživanju sve tri spomenute varijable nisu pokazale statistički značajne

razlike između ispitivanih skupina. Artroskopije su trajale u eksperimentalnoj skupini prosječno 127,8 min, a u kontrolnoj 112,7 min ( $p=0,0936$ ). Volumen utrošene irigacijske tekućine iznosio je 34,71 L u eksperimentalnoj, te 28,9 L u kontrolnoj skupini bolesnika ( $p=0,065$ ). Broj impulsnih povećanja tlaka irigacijske tekućine iznosio je u eksperimentalnoj skupini 23,4, a u kontrolnoj 18,83 ( $p=0,088$ ). Ovi su rezultati u skladu s ostalim studijama. Nedavno objavljen sustavni pregled i meta – analiza Dagher i suradnika iz ožujka 2025. godine udružila je podatke 9 studija sa 716 bolesnika po pitanju utjecaja TXA na trajanje artroskopija ramena te zaključuje da primjena TXA ima malo ili uopće nema utjecaja na trajanje zahvata ako se uzme u obzir klinički značaj, tj. barem 20 min uštede na vremenu. Analizom podataka došli su do spoznaje da primjena TXA skraćuje operacije za samo 6 min [246–252,254,255,260]. Sustavni pregled i meta – analiza Malik i suradnika iz veljače 2024. godine ustanovila je da nema statistički značajne razlike u operacijskom vremenu, potrošnji irigacijske tekućine i broju pulsniha povišenja tlaka između eksperimentalnih skupina koje su primile TXA i kontrolnih koje su primile FO [246,249–251,255,262].

Glavni cilj ove kliničke studije bio je ispitati učinak TXA na kvalitetu vidljivosti na leći artroskopa uz ranije opisan utjecaj na perioperacijski gubitak krvi. Ovo istraživanje analizom ocjena operatera i triju neovisnih procjenitelja – eksperata na VAS – V skali dokazalo je da IV primjena TXA uoči artroskopije ramena bolesnika u sjedećem položaju statistički značajno poboljšava vidljivost na leći artroskopa ( $p=0,034$ ) uz visoki stupanj korelacije između eksperata (Cronbach alfa=0,89). Dob ispitanika pokazala se značajnim negativnim prediktorom kvalitete vidljivosti tijekom artroskopije ramena, dok ITM nije pokazao značajnu povezanost s vidljivošću.

Iako razlika u koncentraciji Hb u irigacijskoj otopini između ispitivanih skupina ne pokazuje statističke značajnosti ( $p=0,415$ ), ipak je prosječno bila nešto niža u eksperimentalnoj skupini (19,3 mg/100 mL) u odnosu na kontrolnu (20,27 mg/100 mL). Navedeno uz statistički značajno bolju vidljivost u eksperimentalnoj skupini može upućivati na kliničku značajnost i upotrebljivost VAS skale za procjenu koncentracije Hb u irigacijskoj otopini tj. jačinu intraartikularnog krvarenja [143].

Ostale kliničke studije koje su procjenjivale utjecaj TXA na vidljivost tijekom artroskopije ramena koristile su brojčanu VAS s rasponom 0 – 10 ili Likert skalu s tri ili pet opisnih stupnjeva. Zanimljiv je podatak iznesen u studiji Suter i suradnici da studije koje su koristile VAS skalu nisu ustanovile poboljšanje vidljivosti, za razliku od onih koje su koristile Likert skalu [255]. Navedena studija, potom, koristeći opisnu Likert skalu nije ustanovila ikakvo poboljšanje vidljivosti prilikom korištenja TXA u odnosu na ADR. Klinička studija Liu i suradnika koja je analizom objektivnih parametara najbliža ovom istraživanju, korištenjem Likert skale dokazala

je statistički značajno poboljšanje vidljivosti korištenjem TXA u položaju bolesnika na boku, doduše na samom rubu statističke značajnosti ( $p=0,048$ ), dok je razlika u koncentraciji Hb tek malo manja u eksperimentalnoj u odnosu na kontrolnu grupu (prosječno 16,7 vs. 19,8  $\mu\text{M}$ ) bez statističke značajnosti ( $p=0,569$ ). Niti jedna druga studija nije uključila tri neovisna dodatna procjenitelja kvalitete vidljivosti, što dodatno doprinosi metodološkoj snazi te povećava objektivnost i vjerodostojnost dobivenih rezultata ove studije. Po jednog dodatnog procjenitelja uključile su u istraživanje samo dvije studije [247,250].

Sustavni pregled i meta – analiza autora Dagher i suradnika udružila je 7 studija i 647 bolesnika po pitanju vidljivosti. Karakterizira ih statistička heterogenost, ali zaključuju da bi primjena TXA mogla utjecati na blago poboljšanje vidljivosti (standardizirana razlika sredina 0,64 uz 95% interval pouzdanosti; 0,05 – 1,24) [246–250,252,255,260].

Sustavni pregled i meta – analiza Alzobi i suradnika iz rujna 2024. uključila je ukupno 7 studija sa 510 randomiziranih bolesnika u analizu utjecaja TXA na artroskopski popravak tetiva rotatorne manžete od kojih je 5 studija istraživalo utjecaj TXA na vidljivost tijekom zahvata. Radi nekonzistentnih metoda i rezultata, kao i prevelikog utjecaja subjektivnih čimbenika, zaključili su da je utjecaj TXA na vidljivost nesiguran te da je neophodno potrebna standardizacija metoda uz uključivanje više objektivno mjerljivih parametara [246,247,249–251,261].

Utjecaj TXA na rani poslijeoperacijski klinički tijek, kao jedan od specifičnih ciljeva studije, ispitao se analizom razine bolnosti, potrošnje analgetika, brojem dana hospitalizacije i oticanjem područja ramena. Naime, povećano periartikularno krvarenje i nakupljanje krvi u zglobov potencijalno mogu dovesti do sinovitisa, oticanja, pojačane bolnosti, usporenja rehabilitacije, oštećenja hrskavice zgloba te povećanog rizika od infektivnih komplikacija [267].

Bolnost procijenjena od strane samih bolesnika odabirom na VAS – B skali niti prvog ( $p=0,570$ ) niti drugog dana ( $p=0,890$ ) nakon artroskopije ramena nije pokazala statistički značajne razlike između ispitivanih skupina bolesnika. U prilog tome ide i analiza potrošnje analgetika. Statistička analiza utrošenih PO analgetika koje su bolesnici sami uzimali po potrebi i po detaljnom napatku, nije pokazala statistički značajne razlike između ispitivanih skupina (paracetamol  $p=0,421$ ; ketoprofen  $p=0,219$ ). Jednako tako i analiza količine utrošenih parenteralnih analgetika primijenjenih u infuziji FO koju su davale odjelne medicinske sestre u slučaju refrakternosti bolova na PO analgeziju, nije dokazala razlike između ispitivanih skupina (tramadol  $p=0,646$ ; metamizol Na  $p=0,651$ ). Ovi rezultati upućuju na standardiziranu praksu analgetskog zbrinjavanja bolesnika nakon operativnih zahvata te na ujednačenost terapijskih

pristupa među promatranim skupinama. Također statističkom analizom nije utvrđena razlika između ispitivanih skupina bolesnika u primjeni parenteralnih opioidnih analgetika (Fisher egzaktni test;  $p=0,633$ ), kao ni u povezanosti jače boli s njihovom (ANOVA;  $p=0,457$ ).

Velika većina pacijenata zadržana je na bolničkom liječenju u trajanju od dva dana, što je uvriježen boravak u Klinici za ortopediju i traumatologiju Lovran nakon artroskopije ramena. Taj period je u skladu s poslijeoperacijskim protokolima i potrebom procjene ranog kliničkog stanja bolesnika. Kod manjeg broja ispitanika bolnički boravak bio je produljen zbog jače bolnosti i produljene analgetske terapije, potrebe za produljenom rehabilitacijom i komplikacija koje su zahtjevale reviziju. Nije postojala statistički značajna razlika u duljini boravka između dviju ispitivanih skupina ( $p=0,302$ ).

Sustavni pregled i meta – analiza Dagher i suradnika koja je udružila rezultate osam kliničkih studija sa 652 ispitanika koje su ispitivale utjecaj TXA na bolnost nakon artroskopije ramena, nije pokazala statistički značajne razlike u razini bolnosti između eksperimentalne i kontrolne skupine. Srednja razlika u smanjenju boli u eksperimentalnoj skupini bolesnika iznosila je 0,38 bodova na VAS skali bolnosti od 0 – 10 što znači da primjena TXA može dovesti od minimalne do nikakve razlike u bolnosti između dviju ispitivanih skupina tj. da nema nikakva kliničkog opravdanja u njenom korištenju u prevenciji bolnosti [246,249–252,255,258,260,287]. Istraživanje Mackenzie i suradnika koje je ispitivalo utjecaj TXA na poslijeoperacijsku bolnost, nije dokazalo utjecaj na bol, ali su u eksperimentalnoj skupini primjetili manju stopu kontraktura ramena šest mjeseci od zahvata [258]. Jedina studija s kojom se mogu usporediti rezultati ovog istraživanja po pitanju potrošnje analgetika i dana hospitalizacije je studija Liu i suradnika [246]. Analizom podataka ustanovili su da bolesnici eksperimentalne skupine imaju manju bolnost prvog poslijeoperacijskog dana ( $p=0,009$ ), kao i manju potrošnju analgetika ( $p=0,037$ ), dok je broj dana hospitalizacije jednak u obje ispitivane skupine ( $p=0,066$ ).

Osim bolnosti, potrošnje analgetika i dana hospitalizacije, oticanje područja operiranog ramena je značajan parametar koji može ukazati na smanjeno nakupljanje krvi u ranom poslijeoperacijskom razdoblju tj. pozitivan učinak TXA. Ovo istraživanje dokazalo je mjerenjem opsega ramena u tri mjerne točke statistički značajno manji otok u području mjerenog mjesta A prvog poslijeoperacijskog dana ( $p=0,028$ ), dok je drugog poslijeoperacijskog dana na rubu statističke značajnosti ( $p=0,056$ ). U mjernim točkama B i C nije bilo značajne razlike u opsegu.

Sustavni pregled i meta – analiza Alzobi i suradnika koja je udružila rezultate triju studija koje su istraživale utjecaj TXA na poslijeoperacijsko oticanje ramena nije ustanovila statistički značajne razlike između ispitivanih skupina [246,257,261,287]. Klinička studija koja je uz ovo

istraživanje jedina utvrdila pozitivan utjecaj TXA na smanjenje oticanja ramena je ona Gao i suradnika. U istraživanju su ispitivali utjecaj topičke IA I SA primjene 1g TXA razrijeđenog do 20 mL sa FO i ustanovili statistički značajno manji otok ramena prvog poslijeoperacijskog dana ( $p < 0,05$ ), dok sedmog dana razlike više nije bilo ( $p > 0,05$ ) [257].

Postavljene hipoteze da će IV primjena TXA smanjiti intraoperacijsko krvarenje, poboljšati oporavak bolesnika nakon artroskopije ramena u sjedećem položaju, ovim su istraživanjem samo djelomice dokazane boljom vidljivošću i umanjnim otokom ramena u jednoj mjernoj točki prvog poslijeoperacijskog dana.

Ovo istraživanje ima nekoliko prednosti. Temeljna prednost je primjena do sada nedostignute razine objektivnosti u analizi utjecaja TXA na vidljivost tijekom artroskopije ramena bolesnika u sjedećem položaju. Ta je razina objektivnosti postignuta preciznim mjerenjem koncentracije Hb u irigacijskoj otopini čime je subjektivnoj procjeni vidljivosti dodana objektivna podloga – pristup koji je dosad primijenjen samo u studiji Liu i suradnika koja je analizirala vidljivost tijekom artroskopija ramena u položaju na boku, pritom se ograđujući od zaključaka primjenjivih na sjedeći položaj bolesnika [246]. Također, prvi put je proveden precizan izračun količine intraoperacijskog i ukupnog krvarenja, što je omogućilo točnu procjenu količine i udjela poslijeoperacijskog, tzv. skrivenog krvarenja nakon artroskopije ramena. Ova analiza dosad nije bila provedena, a omogućila je realniju procjenu stvarnog učinka TXA na ukupno perioperacijsko krvarenje. Uvođenjem tri neovisna procjenitelja – eksperta u procjenu vidljivosti tijekom zahvata, subjektivna ocjena operatera dopunjena je značajnom dozom objektivnosti. Osim toga, istraživanje je uključilo i sveobuhvatnu analizu utjecaja TXA na rani poslijeoperacijski oporavak, čime je dodatno prošireno razumijevanje njezina kliničkog učinka u području artroskopske kirurgije ramena. Na kraju, treba istaknuti da je riječ o dvostruko slijepom, potpuno randomiziranom kliničkom ispitivanju, što ovom istraživanju daje visoku razinu metodološke vjerodostojnosti.

Ovo istraživanje ima i određena ograničenja. Prvo i najvažnije odnosi se na blagu razliku između eksperimentalne i kontrolne skupine bolesnika u broju zahvaćenih tetiva te prisutnosti oštećenja labruma koja su zahtijevala kiruršku intervenciju. Navedena razlika proizlazi iz nesklada između prijeoperacijskog nalaza MR, koja je služila za postavljanje indikacije i intraoperacijskog nalaza. To bi se u budućnosti moglo ublažiti dodatnom prijeoperacijskom dijagnostičkom obradom u vidu MR artrografije, koja pokazuje značajno višu osjetljivost (do 95%) u detekciji labralnih i parcijalnih lezija tetiva rotatorne manžete [288,289].

Nadalje, moguć je utjecaj kemijske tromboprofilakse niskomolekularnim heparinom na povećanje ukupnog i poslijeoperacijskog krvarenja, budući da se takav oblik profilakse ne spominje u drugim dostupnim studijama. Ovo bi trebalo dodatno istražiti u budućim analizama.

S druge strane, postoji mogućnost da je došlo do precijenjene količine krvarenja zbog potencijalne hemodilucije i tzv. Hb poskliza. Ova pojava je u ovoj studiji djelomično procijenjena analizom količine retinirane irigacijske otopine, kako je prethodno opisano.

## 6. ZAKLJUČAK

Artroskopija ramena je kirurška metoda koja, zbog nemogućnosti postavljanja Esmarchove poviske, u značajnoj mjeri ovisi o učinkovitoj kontroli intraoperacijskog krvarenja kao preduvjetu dobre vidljivosti, sigurnosti i preciznosti izvedbe zahvata. Kontrola krvarenja osigurava se nizom standardiziranih mjera: hipotenzivnom anestezijom uz održavanje MAP 20 – 30% nižim od bazalnog, održavanjem tlaka irigacijske tekućine u operacijskom području oko 50 mmHg putem artroskopske pumpe, uporabom radiofrekventnog ablatora za hemostazu te topičkom IA primjenom ADR u irigacijskoj otopini. Ipak, svaka od navedenih metoda ima svoja ograničenja i potencijalne rizike za nastanak ozbiljnih komplikacija. Upravo zbog navedenih ograničenja posljednjih godina raste interes za primjenom TXA radi poboljšanja vidljivosti tijekom operacije, ali i mogućnosti da hemostatskim učinkom povoljno utječe na oporavak bolesnika.

Ovim prospektivnim, randomiziranim, dvostruko slijepim istraživanjem analizirao se utjecaj TXA na artroskopiju ramena u sjedećem položaju bolesnika. Tijekom zahvata operater je svakih 15 min procjenjivao vidljivost na leći artroskopa, dok su fotografije istih nalaza prikazanih na ekranu dodatno ocjenjivala i tri neovisna procjenitelja, čime se ostvarila dodatna objektivnost. Rezultati su pokazali da TXA značajno poboljšava vidljivost na leći artroskopa ( $p=0,034$ ) uz visoki stupanj korelacije između ocjenjivača (Cronbach alfa=0,89). Time su ostvareni glavni i prvi specifični cilj istraživanja i potvrđena jedna od hipoteza. Starija dob bolesnika identificirana je kao prediktor slabije vidljivosti.

Za dodatnu objektivizaciju, spektrofotometrijski je određena koncentracija Hb u otpadnoj irigacijskoj otopini. Iako je koncentracija Hb bila nešto niža u eksperimentalnoj skupini, razlika nije bila statistički značajna ( $p=0,415$ ). Navedeno uz statistički značajno bolju vidljivost u eksperimentalnoj skupini ipak može upućivati na kliničku značajnost i upotrebljivost VAS skale za procjenu koncentracije Hb u irigacijskoj otopini tj. jačinu intraartikularnog krvarenja, čime je ostvaren drugi specifični cilj ovog istraživanja.

Ovim istraživanjem pomno se analiziralo i raščlanilo perioperacijsko krvarenje tijekom provođenja artroskopije ramena. Na temelju podatka o koncentraciji Hb u irigacijskoj otopini, kao i ostalih potrebnih parametara, dobila se količina intraoperacijski izgubljene krvi. Količine su male, te iznose u obje skupine oko 40 mL bez statističke značajnosti u njihovoj razlici ( $p=0,154$ ). Na temelju prijeoperacijske i poslijeoperacijske vrijednosti Hct izračunala se ukupna količina izgubljene krvi koja je značajno veća i iznosi u obje skupine oko 760 mL ( $p=0,950$ ) uz pad koncentracije Hb u krvi preko 1,9 g/dL što može biti klinički značajno. Na temelju izračuna

ukupno i intraoperacijski izgubljene krvi dobila se količina poslijeoperacijski izgubljene krvi čiji udio u ukupnom krvarenju iznosi preko 92% u obje skupine ( $p=0,875$ ). Razlika između skrivenog poslijeoperacijskog i intraoperacijskog krvarenja u obje skupine je statistički značajna ( $p < 0,001$ ). Slijedom navedenih podataka možemo reći da TXA nije pokazala značajan učinak niti na jednu komponentu perioperacijskog krvarenja čime je ostvaren treći specifični cilj ali nije potvrđena jedna od hipoteza. Dodatna klinička studija proizašla iz ovog istraživanja nije povezala ukupni niti poslijeoperacijski gubitak sa ekstenzivnošću operacija, pojedinim procedurama niti hemodilucijom. Kao predikivni faktori povećanog gubitka ističu se jedino starija dob i muški spol, dok uloga niskomolekularnog heparina koji su dobili svi bolesnici u studiji ostaje otvorena.

Statistička analiza intraoperacijskih parametara ukazuje da TXA ne utječe značajno na trajanje operacije ( $p=0,094$ ), volumen utrošene irigacijske tekućine ( $p=0,065$ ) niti na potreban tlak irigacijske tekućine ( $p=0,088$ ).

Utjecaj TXA na rani poslijeoperacijski tijek procjenjivao se bolnošću, potrošnjom analgetika, danima hospitalizacije te oticanjem ramena. Bolnost ocijenjena od samih bolesnika na VAS – B skali ne pokazuje statistički značajne razlike između skupina prvog ( $p=0,570$ ), niti drugog ( $p=0,890$ ) poslijeoperacijskog dana. Sukladno tome ni potrošnja analgetika, kako PO tako i parenteralno, ne pokazuje statistički značajnu razliku između skupina, niti se dokazala povezanost jače boli sa primjenom opioidnog analgetika ( $p=0,457$ ). Broj dana hospitalizacije također ne pokazuje značajne razlike ( $p=0,302$ ). Oticanje ramena mjerenjem opsega u mjernoj točki A ipak je statistički značajno manje prvog poslijeoperacijskog dana ( $p=0,028$ ) dok je drugog dana na rubu značajnosti ( $p=0,056$ ). Možemo reći da davanje TXA ograničeno utječe na rani poslijeoperacijski tijek manjim oticanjem ramena što može pozitivno utijecati na brzinu oporavka bolesnika što je dobar osnov za daljnja istraživanja. Navedenim je ostvaren četvrti specifični cilj i tek djelomice potvrđena hipoteza o bržem oporavku bolesnika uz primjenu TXA.

Zaključno se može reći da je ovo istraživanje svojim rezultatima ukazalo na to da je primjena TXA u artroskopiji ramena bolesnika u sjedećem položaju siguran i efikasan način za poboljšanje vidljivosti tijekom operacije kao i za smanjenje oticanja ramena u ranom poslijeoperacijskom razdoblju.

## 7. LITERATURA

1. Treuting R. Minimally invasive orthopedic surgery: arthroscopy. *Ochsner J.* 2000 Jul;2(3):158–63.
2. Hargest R. Five thousand years of minimal access surgery: 3000BC to 1850: early instruments for viewing body cavities. *J R Soc Med.* 2020 Dec;113(12):491–6.
3. Reuter M. [Philipp Bozzini (1773-1809): The endoscopic idealist]. *Urologe A.* 2006 Sep;45(9):1084–8, 1090–1.
4. Kieser CW, Jackson RW. Severin Nordentoft: The first arthroscopist. *Arthroscopy.* 2001 May;17(5):532–5.
5. Randelli P. *Arthroscopy: Basic to Advanced.* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin / Heidelberg; 2016. 1 p.
6. Jackson RW. A history of arthroscopy. *Arthroscopy.* 2010 Jan;26(1):91–103.
7. Solheim E, Grøntvedt T, Mølster A, Uppheim G, Gay C, Dimmen S. Milestones in the early history of arthroscopy. *Journal of Orthopaedic Reports.* 2022 Sep;1(3):100060.
8. van Eck CF, van Meel TAC, van den Bekerom MPJ, Zijl JAC, Kooistra B. Heat-Related Complications from Radiofrequency and Electrocautery Devices Used in Arthroscopic Surgery: A Systematic Review. *Arthrosc Sports Med Rehabil.* 2021 Apr;3(2):e605–13.
9. Strobel M. *Arthroskopische Chirurgie.* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin / Heidelberg; 2013. 1 p.
10. Kulkarni A, Brooks S, Pynsent PB. Is bilateral knee arthroscopy suitable as a day-case procedure? *Knee.* 2003 Sep;10(3):287–9.
11. Talwalkar S, Kambhampati S, De Villiers D, Booth R, Stevenson AL. Day case anterior cruciate ligament reconstruction: a study of 51 consecutive patients. *Acta Orthop Belg.* 2005 Jun;71(3):309–14.
12. Munn D, Burt J, Gee CW, McLaren CK, Clarke JV, Hall AJ. Moving orthopaedic procedures out of the operating theatre: Outpatient needle arthroscopy can reduce cost & waste, and increase inpatient capacity compared to conventional knee arthroscopy. *The Knee.* 2023 Jun;42:143–52.

13. Luksameesate P, Watcharopas R, Sangkum L, Saengpetch N, Taychakhoonavudh S. Ambulatory knee arthroscopic surgery yields cost savings and improved health outcomes. *Knee surg sports traumatol arthrosc*. 2024 Jun;32(6):1405–13.
14. Jain NB, Higgins LD, Losina E, Collins J, Blazar PE, Katz JN. Epidemiology of musculoskeletal upper extremity ambulatory surgery in the United States. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014 Dec;15(1):4.
15. Zhang AL, Montgomery SR, Ngo SS, Hame SL, Wang JC, Gamradt SC. Arthroscopic Versus Open Shoulder Stabilization: Current Practice Patterns in the United States. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2014 Apr;30(4):436–43.
16. Yu E, Cil A, Harmsen WS, Schleck C, Sperling JW, Cofield RH. Arthroscopy and the Dramatic Increase in Frequency of Anterior Acromioplasty From 1980 to 2005: An Epidemiologic Study. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2010 Sep;26(9):S142–7.
17. Jain NB, Peterson E, Ayers GD, Song A, Kuhn JE. US Geographical Variation in Rates of Shoulder and Knee Arthroscopy and Association With Orthopedist Density. *JAMA Netw Open*. 2019 Dec 11;2(12):e1917315.
18. Carr AJ, Price AJ, Glyn-Jones S, Rees JL. Advances in arthroscopy—indications and therapeutic applications. *Nat Rev Rheumatol*. 2015 Feb;11(2):77–85.
19. Judge A, Murphy RJ, Maxwell R, Arden NK, Carr AJ. Temporal trends and geographical variation in the use of subacromial decompression and rotator cuff repair of the shoulder in England. *The Bone & Joint Journal*. 2014 Jan;96-B(1):70–4.
20. Burman MS. Arthroscopy or the direct visualization of joints: an experimental cadaver study. 1931. *Clin Orthop Relat Res*. 2001 Sep;(390):5–9.
21. Wiley AM, Older MWJ. Shoulder arthroscopy: Investigations with a fiberoptic instrument. *Am J Sports Med*. 1980 Jan;8(1):31–8.
22. Andrews JR, Carson WG. Shoulder joint arthroscopy. *Orthopedics*. 1983 Sep 1;6(9):1157–62.
23. Johnson LL. Arthroscopy of the shoulder. *Orthop Clin North Am*. 1980 Apr;11(2):197–204.

24. Ellman H. Arthroscopic subacromial decompression: analysis of one- to three-year results. *Arthroscopy*. 1987;3(3):173–81.
25. Ellman H, Kay SP. Arthroscopic subacromial decompression for chronic impingement. Two- to five-year results. *J Bone Joint Surg Br*. 1991 May;73(3):395–8.
26. Aritomi H, Yamamoto M. A method of arthroscopic surgery. Clinical evaluation of synovectomy with the electric resectoscope and removal of loose bodies in the knee joint. *Orthop Clin North Am*. 1979 Jul;10(3):565–84.
27. Gillquist J, Hagberg G, Oretorp N. Arthroscopy in acute injuries of the knee joint. *Acta Orthop Scand*. 1977;48(2):190–6.
28. Goble EM, Somers WK, Clark R, Olsen RE. The development of suture anchors for use in soft tissue fixation to bone. *Am J Sports Med*. 1994;22(2):236–9.
29. Skyhar MJ, Altchek DW, Warren RF, Wickiewicz TL, O'Brien SJ. Shoulder arthroscopy with the patient in the beach-chair position. *Arthroscopy*. 1988;4(4):256–9.
30. Desai SS. History and evolution of shoulder arthroscopy. *JASSM*. 2020 Jul 15;1:11–5.
31. Davidson PA, Rivenburgh DW. The 7-o'clock posteroinferior portal for shoulder arthroscopy. *Am J Sports Med*. 2002;30(5):693–6.
32. Davidson PA, Tibone JE. Anterior-inferior (5 o'clock) portal for shoulder arthroscopy. *Arthroscopy*. 1995 Oct;11(5):519–25.
33. Woolf SK, Guttman D, Karch MM, Graham RD, Reid JB, Lubowitz JH. The superior-medial shoulder arthroscopy portal is safe. *Arthroscopy*. 2007 Mar;23(3):247–50.
34. Dilisio MF. Editorial Commentary: Our Mentors Were Right, New Is Not Always Better: The Posterolateral Shoulder Trans-Rotator Cuff Portal Is Safe for SLAP Repairs. *Arthroscopy*. 2018 Feb;34(2):396–7.
35. Buterbaugh KL, Liu SY, Krajewski A, Buterbaugh GA, Imbriglia JE. Safety of Outpatient Shoulder Surgery at a Freestanding Ambulatory Surgery Center in Patients Aged 65 Years and Older: A Review of 640 Cases. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*. 2018 Jan;2(1):e075.
36. Nordin M, Frankel VH, editors. *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*. 4th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2012. 454 p.

37. McClure PW, Michener LA, Sennett BJ, Karduna AR. Direct 3-dimensional measurement of scapular kinematics during dynamic movements in vivo. *J Shoulder Elbow Surg.* 2001;10(3):269–77.
38. Roach NT, Venkadesan M, Rainbow MJ, Lieberman DE. Elastic energy storage in the shoulder and the evolution of high-speed throwing in Homo. *Nature.* 2013 Jun 27;498(7455):483–6.
39. Lippitt SB, Vanderhooft JE, Harris SL, Sidles JA, Harryman DT, Matsen FA. Glenohumeral stability from concavity-compression: A quantitative analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* 1993 Jan;2(1):27–35.
40. Habermeyer P, Magosch P, Pritsch M, Scheibel MT, Lichtenberg S. Anterosuperior impingement of the shoulder as a result of pulley lesions: a prospective arthroscopic study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2004;13(1):5–12.
41. Nakata W, Katou S, Fujita A, Nakata M, Lefor AT, Sugimoto H. Biceps pulley: normal anatomy and associated lesions at MR arthrography. *Radiographics.* 2011;31(3):791–810.
42. Poppen NK, Walker PS. Forces at the glenohumeral joint in abduction. *Clin Orthop Relat Res.* 1978 Sep;(135):165–70.
43. Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res.* 1994 Jul;(304):78–83.
44. Fuchs B, Weishaupt D, Zanetti M, Hodler J, Gerber C. Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff: Assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 1999 Nov;8(6):599–605.
45. Purchase RJ, Wolf EM, Hobgood ER, Pollock ME, Smalley CC. Hill-sachs “remplissage”: an arthroscopic solution for the engaging hill-sachs lesion. *Arthroscopy.* 2008 Jun;24(6):723–6.
46. Page RS, Bhatia DN. Arthroscopic repair of humeral avulsion of glenohumeral ligament lesion: anterior and posterior techniques. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2009 Jun;13(2):98–103.

47. Lafosse L, Lejeune E, Bouchard A, Kakuda C, Gobezie R, Kochhar T. The Arthroscopic Latarjet Procedure for the Treatment of Anterior Shoulder Instability. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2007 Nov;23(11):1242.e1-1242.e5.
48. Boileau P, Saliken D, Gendre P, Seeto BL, d'Ollonne T, Gonzalez JF, et al. Arthroscopic Latarjet: Suture-Button Fixation Is a Safe and Reliable Alternative to Screw Fixation. *Arthroscopy*. 2019 Apr;35(4):1050–61.
49. Kraus N, Amphansap T, Gerhardt C, Scheibel M. Arthroscopic anatomic glenoid reconstruction using an autologous iliac crest bone grafting technique. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014 Nov;23(11):1700–8.
50. Valenti P, Martinez-Catalan N, Werthel JD, Kazum E. Full Arthroscopic Eden-Hybinette Procedure Using 2 Cortical Suture Buttons for the Reconstruction of Anteroinferior Glenoid Defects. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2021 Apr 23;26(1):26–31.
51. Shaha JS, Cook JB, Song DJ, Rowles DJ, Bottoni CR, Shaha SH, et al. Redefining “Critical” Bone Loss in Shoulder Instability: Functional Outcomes Worsen With “Subcritical” Bone Loss. *Am J Sports Med*. 2015 Jul;43(7):1719–25.
52. Collin P, Lädermann A. Dynamic Anterior Stabilization Using the Long Head of the Biceps for Anteroinferior Glenohumeral Instability. *Arthroscopy Techniques*. 2018 Jan;7(1):e39–44.
53. De Campos Azevedo C, Ângelo AC. Onlay Dynamic Anterior Stabilization With Biceps Transfer for the Treatment of Anterior Glenohumeral Instability Produces Good Clinical Outcomes and Successful Healing at a Minimum 1 Year of Follow-Up. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*. 2023 Apr;5(2):e445–57.
54. Milenin O, Toussaint B. Labral Repair Augmentation by Labroplasty and Simultaneous Trans-Subscapular Transposition of the Long Head of the Biceps. *Arthroscopy Techniques*. 2019 May;8(5):e507–12.
55. Brzoska R, Blasiak A, Hludaki W, Streit JJ, Toussaint B, Solecki W. Arthroscopic Bankart Repair Using Extracapsular Suture Between the Glenohumeral Ligaments and Subscapularis Tendon (BLS Technique): A Technical Note. *Techniques in Shoulder & Elbow Surgery*. 2012 Jun;13(2):86–9.
56. Maiotti M, Massoni C, Russo R, Schroter S, Zanini A, Bianchedi D. Arthroscopic Subscapularis Augmentation of Bankart Repair in Chronic Anterior Shoulder Instability

- With Bone Loss Less Than 25% and Capsular Deficiency: Clinical Multicenter Study. *Arthroscopy*. 2017 May;33(5):902–9.
57. Popescu IA, Neculau DC, Simion C, Popescu D. Modified Dynamic Anterior Stabilization (DAS) and Hill-Sachs Remplissage for the Treatment of Recurrent Anterior Shoulder Dislocation. *Arthroscopy Techniques*. 2022 Feb;11(2):e147–52.
  58. Brzóška R, Milano G, Randelli P, Kovačič L. 360° Around Shoulder Instability. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin / Heidelberg; 2020. 1 p.
  59. Park MC, Cadet ER, Levine WN, Bigliani LU, Ahmad CS. Tendon-to-Bone Pressure Distributions at a Repaired Rotator Cuff Footprint Using Transosseous Suture and Suture Anchor Fixation Techniques. *Am J Sports Med*. 2005 Aug;33(8):1154–9.
  60. Jost PW, Khair MM, Chen DX, Wright TM, Kelly AM, Rodeo SA. Suture Number Determines Strength of Rotator Cuff Repair. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2012 Jul 18;94(14):e100.
  61. Lapner PLC, Sabri E, Rakhra K, McRae S, Leiter J, Bell K, et al. A Multicenter Randomized Controlled Trial Comparing Single-Row with Double-Row Fixation in Arthroscopic Rotator Cuff Repair. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2012 Jul 18;94(14):1249–57.
  62. Roth KM, Warth RJ, Lee JT, Millett PJ, ElAttrache NS. Arthroscopic Single-Row Versus Double-Row Repair for Full-Thickness Posterosuperior Rotator Cuff Tears: A Critical Analysis Review. *JBJs Rev [Internet]*. 2014 Jul 22 [cited 2025 Mar 30];2(7). Available from: <https://journals.lww.com/01874474-201407000-00006>
  63. Koh KH, Lim TK, Park YE, Lee SW, Park WH, Yoo JC. Preoperative Factors Affecting Footprint Coverage in Rotator Cuff Repair. *Am J Sports Med*. 2014 Apr;42(4):869–76.
  64. Chillemi C, Castagna A, Osimani M. Arthroscopic Transosseous Rotator Cuff Repair: Tips and Tricks [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2018 [cited 2025 Mar 30]. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-76153-4>
  65. De Campos Azevedo CI, Ângelo ACLPG, Vinga S. Arthroscopic Superior Capsular Reconstruction With a Minimally Invasive Harvested Fascia Lata Autograft Produces Good Clinical Results. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2018 Nov 1;6(11):2325967118808242.

66. Iagulli ND, Field LD, Hobgood ER, Ramsey JR, Savoie FH. Comparison of Partial Versus Complete Arthroscopic Repair of Massive Rotator Cuff Tears. *Am J Sports Med.* 2012 May;40(5):1022–6.
67. Mihata T, McGarry MH, Pirollo JM, Kinoshita M, Lee TQ. Superior Capsule Reconstruction to Restore Superior Stability in Irreparable Rotator Cuff Tears: A Biomechanical Cadaveric Study. *Am J Sports Med.* 2012 Oct;40(10):2248–55.
68. Gupta AK, Hug K, Berkoff DJ, Boggess BR, Gavigan M, Malley PC, et al. Dermal Tissue Allograft for the Repair of Massive Irreparable Rotator Cuff Tears. *Am J Sports Med.* 2012 Jan;40(1):141–7.
69. Ezagüi Bentolila L. Surgical Technique for Arthroscopic Rotator Cuff Augmentation With Human Acellular Dermal Matrix. *Arthroscopy Techniques.* 2021 Apr;10(4):e1025–32.
70. Thangarajah T, Pendegrass CJ, Shahbazi S, Lambert S, Alexander S, Blunn GW. Augmentation of Rotator Cuff Repair With Soft Tissue Scaffolds. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine.* 2015 Jun 1;3(6):2325967115587495.
71. Ji JH, Shafi M, Jeong JJ, Park SE. Arthroscopic repair of large and massive rotator cuff tears using the biceps-incorporating technique: mid-term clinical and anatomical results. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2014 Dec;24(8):1367–74.
72. Veen EJD, Stevens M, Diercks RL. Biceps Autograft Augmentation for Rotator Cuff Repair: A Systematic Review. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 2018 Apr;34(4):1297–305.
73. Terra BB, Sassine TJ, Ejnisman B, De Castro Pochini A, Belangero PS. Arthroscopic partial Superior Capsular Reconstruction using the Long Head of the Biceps Tendon—Technique Description. *Arthroscopy Techniques.* 2021 Mar;10(3):e669–73.
74. Sampaio Gomes N, Kovačič L, Martetschläger F, Milano G, editors. Massive and Irreparable Rotator Cuff Tears: From Basic Science to Advanced Treatments [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2020 [cited 2025 Mar 30]. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-61162-3>
75. Gibon E, El Hajj F, Ouaknine M. Arthroscopic transfer of the pectoralis major for irreparable tear of the subscapularis: a preliminary report. *Arthrosc Tech.* 2014 Feb;3(1):e61-64.

76. Paribelli G. Latissimus Dorsi Transfer. Cham: Springer International Publishing AG; 2018. 1 p.
77. Haft M, Pearson ZC, Ahirakwe U, Nelson SY, Srikumaran U. Evaluating The Effect of Arthroscopic Rotator Cuff Repair with Concomitant Subacromial Decompression on 2, 4, and 6 Year Reoperation Rates. *J Am Acad Orthop Surg*. 2024 Aug 1;32(15):697–704.
78. Woodmass JM, Al Khatib L, McRae S, Lapner P, Mascarenhas R, Neogi D, et al. Arthroscopic Rotator Cuff Repair with and without Acromioplasty in the Treatment of Full-Thickness Rotator Cuff Tears: Long-Term Outcomes of a Multicenter, Randomized Controlled Trial. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2022 Dec 7;104(23):2101–7.
79. Millett PJ, Horan MP, Pennock AT, Rios D. Comprehensive Arthroscopic Management (CAM) Procedure: Clinical Results of a Joint-Preserving Arthroscopic Treatment for Young, Active Patients With Advanced Shoulder Osteoarthritis. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2013 Mar;29(3):440–8.
80. Fortier LM, Menendez ME, Kerzner B, Verma N, Verma NN. SLAP Tears: Treatment Algorithm. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2022 Dec;38(12):3103–5.
81. Martetschläger F, Zampeli F, Tauber M, Habermeyer P. Lesions of the biceps pulley: a prospective study and classification update. *JSES Int*. 2020 Jun;4(2):318–23.
82. Taylor SA, Fabricant PD, Bansal M, Khair MM, McLawhorn A, DiCarlo EF, et al. The anatomy and histology of the bicipital tunnel of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg*. 2015 Apr;24(4):511–9.
83. Poberaj B, Marjanovič B, Zupančič M, Nabergoj M, Cvetko E, Balažic M, et al. Biomechanical comparison of the three techniques for arthroscopic suprapectoral biceps tenodesis: implant-free intraosseous tendon fixation with Cobra Guide, interference screw and suture anchor. *Musculoskelet Surg*. 2020 Apr;104(1):49–57.
84. Patzer T, Rundic JM, Bobrowitsch E, Olender GD, Hurschler C, Schofer MD. Biomechanical comparison of arthroscopically performable techniques for suprapectoral biceps tenodesis. *Arthroscopy*. 2011 Aug;27(8):1036–47.
85. Mazzocca AD, Rios CG, Romeo AA, Arciero RA. Subpectoral Biceps Tenodesis With Interference Screw Fixation. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2005 Jul;21(7):896.e1-896.e7.

86. Green JM, Getelman MH, Snyder SJ, Burns JP. All-Arthroscopic Suprapectoral Versus Open Subpectoral Tenodesis of the Long Head of the Biceps Brachii Without the Use of Interference Screws. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2017 Jan;33(1):19–25.
87. Foad A, Faruqui S, Hanna CC. The Modified Norwegian Method of Biceps Tenodesis. *Arthroscopy Techniques*. 2014 Feb;3(1):e1–5.
88. Shon MS, Jung SW, Kim JW, Yoo JC. Arthroscopic all–intra–articular decompression and labral repair of paralabral cyst in the shoulder. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2015 Jan;24(1):e7–14.
89. Kim SJ, Choi YR, Jung M, Park JY, Chun YM. Outcomes of Arthroscopic Decompression of Spinoglenoid Cysts Through a Subacromial Approach. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2017 Jan;33(1):62–7.
90. Holt AM, Field LD. Arthroscopic Management of Displaced Greater Tuberosity Fractures. *Arthroscopy Techniques*. 2021 Apr;10(4):e1055–60.
91. Scheibel M, Martinek V, Imhoff AB. Arthroscopic reconstruction of an isolated avulsion fracture of the lesser tuberosity. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2005 Apr;21(4):487–94.
92. Taverna E, Sansone V, Battistella F. Arthroscopic treatment for greater tuberosity fractures: rationale and surgical technique. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2004 Jul;20(6):e53–7.
93. Yang H bo, Wang D, He X jing. Arthroscopic-Assisted Reduction and Percutaneous Cannulated Screw Fixation for Ideberg Type III Glenoid Fractures: A Minimum 2-Year Follow-up of 18 Cases. *Am J Sports Med*. 2011 Sep;39(9):1923–8.
94. Spiegl UJ, Smith SD, Todd JN, Coatney GA, Wijdicks CA, Millett PJ. Biomechanical Comparison of Arthroscopic Single- and Double-Row Repair Techniques for Acute Bony Bankart Lesions. *Am J Sports Med*. 2014 Aug;42(8):1939–46.
95. Avramidis G, Brilakis E, Deligeorgis A, Antonogiannakis E. All-Arthroscopic Treatment of Glenoid Rim Fractures. *Arthroscopy Techniques*. 2019 Oct;8(10):e1121–4.
96. Beitzel K, Mazzocca AD, Bak K, Itoi E, Kibler WB, Mirzayan R, et al. ISAKOS Upper Extremity Committee Consensus Statement on the Need for Diversification of the

Rockwood Classification for Acromioclavicular Joint Injuries. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2014 Feb;30(2):271–8.

97. Van Eecke E, Struelens B, Muermans S. Long-term clinical and radiographic outcomes of arthroscopic acromioclavicular stabilization for acute acromioclavicular joint dislocation. *Clin Shoulder Elb*. 2024 Jun 1;27(2):219–28.
98. Martetschläger F, Tauber M, Habermeyer P, Selim HA. Arthroscopic Coracoclavicular and Acromioclavicular Stabilization of Acute Acromioclavicular Joint Dislocation By Suspensory Fixation System. *Arthroscopy Techniques*. 2019 Jun;8(6):e611–5.
99. Barth J, Duparc F, Andrieu K, Duport M, Toussaint B, Bertiaux S, et al. Is coracoclavicular stabilisation alone sufficient for the endoscopic treatment of severe acromioclavicular joint dislocation (Rockwood types III, IV, and V)? *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2015 Dec;101(8):S297–303.
100. Takase K, Kono R, Yamamoto K. Arthroscopic stabilization for Neer type 2 fracture of the distal clavicle fracture. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2012 Mar;132(3):399–403.
101. Kuner E, Beeres FJP, Babst R, Schoeniger R. Which lateral clavicle fractures can be treated by an arthroscopic-assisted endobutton procedure? An analysis of risk factors. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2019 Mar;139(3):331–7.
102. Cho CH, Jung JH, Kim BS. Coracoclavicular stabilization using a suture button device for Neer type IIB lateral clavicle fractures. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017 May;26(5):804–8.
103. Tauber M, Valler D, Lichtenberg S, Magosch P, Moroder P, Habermeyer P. Arthroscopic Stabilization of Chronic Acromioclavicular Joint Dislocations: Triple- Versus Single-Bundle Reconstruction. *Am J Sports Med*. 2016 Feb;44(2):482–9.
104. Pühringer N, Agneskirchner J. Arthroscopic Technique for Stabilization of Chronic Acromioclavicular Joint Instability With Coracoclavicular and Acromioclavicular Ligament Reconstruction Using a Gracilis Tendon Graft. *Arthroscopy Techniques*. 2017 Feb;6(1):e175–81.
105. Boileau P, Old J, Gastaud O, Brassart N, Roussanne Y. All-arthroscopic Weaver-Dunn-Chuinard procedure with double-button fixation for chronic acromioclavicular joint dislocation. *Arthroscopy*. 2010 Feb;26(2):149–60.

106. Boileau P, Gastaud O, Wilson A, Trojani C, Bronsard N. All-Arthroscopic Reconstruction of Severe Chronic Acromioclavicular Joint Dislocations. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2019 May;35(5):1324–35.
107. Mall NA, Foley E, Chalmers PN, Cole BJ, Romeo AA, Bach BR. Degenerative Joint Disease of the Acromioclavicular Joint: A Review. *Am J Sports Med*. 2013 Nov;41(11):2684–92.
108. Tavakkolizadeh A, Hales PF, Janes GC. Arthroscopic excision of sternoclavicular joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2009 Apr;17(4):405–8.
109. Tytherleigh-Strong G. Arthroscopy of the Sternoclavicular Joint. *Arthroscopy Techniques*. 2013 May;2(2):e141–5.
110. Tytherleigh-Strong GM, Getgood AJ, Griffiths DE. Arthroscopic Intra-articular Disk Excision of the Sternoclavicular Joint. *Am J Sports Med*. 2012 May;40(5):1172–5.
111. Warth RJ, Lee JT, Campbell KJ, Millett PJ. Arthroscopic Sternoclavicular Joint Resection Arthroplasty: A Technical Note and Illustrated Case Report. *Arthroscopy Techniques*. 2014 Feb;3(1):e165–73.
112. Hanson JA, Liles JL, Dey Hazra RO, Dey Hazra ME, Foster MJ, Millett PJ. Arthroscopic Treatment of Snapping Scapula Syndrome With Scapulothoracic Bursectomy and Partial Scapulectomy. *Arthroscopy Techniques*. 2022 Jul;11(7):e1175–80.
113. Millett PJ, Gaskill TR, Horan MP, Van Der Meijden OA. Technique and Outcomes of Arthroscopic Scapulothoracic Bursectomy and Partial Scapulectomy. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2012 Dec;28(12):1776–83.
114. Lafosse L, Tomasi A, Corbett S, Baier G, Willems K, Gobezie R. Arthroscopic Release of Suprascapular Nerve Entrapment at the Suprascapular Notch: Technique and Preliminary Results. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2007 Jan;23(1):34–42.
115. Ghodadra N, Nho SJ, Verma NN, Reiff S, Piasecki DP, Provencher MT, et al. Arthroscopic Decompression of the Suprascapular Nerve at the Spinoglenoid Notch and Suprascapular Notch Through the Subacromial Space. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2009 Apr;25(4):439–45.

116. Collin P, Treseder T, Lädemann A, Benkalfate T, Mourtada R, Courage O, et al. Neuropathy of the suprascapular nerve and massive rotator cuff tears: a prospective electromyographic study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014 Jan;23(1):28–34.
117. Borrel F, Desmoineaux P, Delcourt T, Pujol N. Feasibility of arthroscopic decompression of the axillary nerve in the quadrilateral space: Cadaver study. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research.* 2021 Feb;107(1):102762.
118. Millett PJ, Gaskill TR. Arthroscopic Trans-capsular Axillary Nerve Decompression: Indication and Surgical Technique. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 2011 Oct;27(10):1444–8.
119. Lafosse T, Le Hanneur M, Lafosse L. All-Endoscopic Brachial Plexus Complete Neurolysis for Idiopathic Neurogenic Thoracic Outlet Syndrome: A Prospective Case Series. *Arthroscopy.* 2017 Aug;33(8):1449–57.
120. Kandil AW, Gawish HM. Three-Step Approach for the Decompression of Brachial Plexus Entrapment in Patients With Neurogenic Thoracic Outlet Syndrome. *Arthrosc Tech.* 2023 Nov;12(11):e1969–77.
121. Bader D, Lafosse T, Garcia JC. Endoscopic Release of the Brachial Plexus. *Arthroscopy Techniques.* 2020 Oct;9(10):e1565–9.
122. Lafosse T, Le Hanneur M, Popescu IA, Bihel T, Masmejean E, Lafosse L. All-Endoscopic Resection of an Infraclavicular Brachial Plexus Schwannoma: Surgical Technique. *Arthroscopy Techniques.* 2018 Aug;7(8):e869–73.
123. Larsson A, Malmkvist G, Werner O. VARIATIONS IN LUNG VOLUME AND COMPLIANCE DURING PULMONARY SURGERY. *British Journal of Anaesthesia.* 1987 May;59(5):585–91.
124. Pitman MI, Nainzadeh N, Ergas E, Springer S. The use of somatosensory evoked potentials for detection of neuropraxia during shoulder arthroscopy. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 1988 Jan;4(4):250–5.
125. Li X, Eichinger JK, Hartshorn T, Zhou H, Matzkin EG, Warner JP. A Comparison of the Lateral Decubitus and Beach-chair Positions for Shoulder Surgery: Advantages and Complications. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons.* 2015 Jan;23(1):18–28.

126. Rojas J, Familiari F, Bitzer A, Srikumaran U, Papalia R, McFarland EG. Patient Positioning in Shoulder Arthroscopy: Which is Best? *Joints*. 2019 Jun;07(02):046–55.
127. Budin JS, Ramos T, Segel K, Rumps MV, Mulcahey MK. Venous Thromboembolism Chemical Prophylaxis in Patients Undergoing Shoulder Arthroscopy. *JBJS Reviews* [Internet]. 2024 Mar [cited 2025 Apr 4];12(3). Available from: <https://journals.lww.com/10.2106/JBJS.RVW.23.00228>
128. Smelt WL, de Lange JJ, Booij LH. Cardiorespiratory effects of the sitting position in neurosurgery. *Acta Anaesthesiol Belg*. 1988;39(4):223–31.
129. Papadonikolakis A, Wiesler ER, Olympio MA, Poehling GG. Avoiding Catastrophic Complications of Stroke and Death Related to Shoulder Surgery in the Sitting Position. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2008 Apr;24(4):481–2.
130. Salazar D, Sears BW, Aghdasi B, Only A, Francois A, Tonino P, et al. Cerebral desaturation events during shoulder arthroscopy in the beach chair position: patient risk factors and neurocognitive effects. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2013 Sep;22(9):1228–35.
131. Laflam A, Joshi B, Brady K, Yenokyan G, Brown C, Everett A, et al. Shoulder Surgery in the Beach Chair Position Is Associated with Diminished Cerebral Autoregulation but No Differences in Postoperative Cognition or Brain Injury Biomarker Levels Compared with Supine Positioning: The Anesthesia Patient Safety Foundation Beach Chair Study. *Anesthesia & Analgesia*. 2015 Jan;120(1):176–85.
132. Murphy GS, Szokol JW, Marymont JH, Greenberg SB, Avram MJ, Vender JS, et al. Cerebral Oxygen Desaturation Events Assessed by Near-Infrared Spectroscopy During Shoulder Arthroscopy in the Beach Chair and Lateral Decubitus Positions. *Anesthesia & Analgesia*. 2010 Aug;111(2):496–505.
133. Aguirre J, Borgeat A, Trachsel T, Cobo Del Prado I, De Andrés J, Bühler P. Cerebral oxygenation in patients undergoing shoulder surgery in beach chair position: Comparing general to regional anesthesia and the impact on neurobehavioral outcome. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación*. 2014 Feb;61(2):64–72.
134. Koh JL, Levin SD, Chehab EL, Murphy GS. Neer Award 2012: Cerebral oxygenation in the beach chair position: a prospective study on the effect of general anesthesia compared with regional anesthesia and sedation. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2013 Oct;22(10):1325–31.

135. Songy CE, Siegel ER, Stevens M, Wilkinson JT, Ahmadi S. The effect of the beach-chair position angle on cerebral oxygenation during shoulder surgery. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2017 Sep;26(9):1670–5.
136. Friedman DJ, Parnes NZ, Zimmer Z, Higgins LD, Warner JJP. Prevalence of cerebrovascular events during shoulder surgery and association with patient position. *Orthopedics*. 2009 Apr;32(4):orthosupersite.com/view.asp?rID=38058.
137. Zeidan A, Bluwi M, Elshamaa K. Postoperative brain stroke after shoulder arthroscopy in the lateral decubitus position. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2014 Feb;23(2):384–6.
138. Rains DD, Rooke GA, Wahl CJ. Pathomechanisms and Complications Related to Patient Positioning and Anesthesia During Shoulder Arthroscopy. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2011 Apr;27(4):532–41.
139. Higgins JD, Frank RM, Hamamoto JT, Provencher MT, Romeo AA, Verma NN. Shoulder Arthroscopy in the Beach Chair Position. *Arthroscopy Techniques*. 2017 Aug;6(4):e1153–8.
140. Peruto CM, Ciccotti MG, Cohen SB. Shoulder Arthroscopy Positioning: Lateral Decubitus Versus Beach Chair. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2009 Aug;25(8):891–6.
141. Lee HC, Dewan N, Crosby L. Subcutaneous Emphysema, Pneumomediastinum, and Potentially Life-Threatening Tension Pneumothorax. *Chest*. 1992 May;101(5):1265–7.
142. T. Glazier, Do M, B. Schuette Do H, D. Sullivan, Do B, P. Wiseman, Do S, K. Long, Do N. Beach-Chair versus Lateral Decubitus Positioning: A Comparison of Set-Up Time and Cost for Arthroscopic Rotator Cuff Repair. *J Ortho Sports Med [Internet]*. 2024 [cited 2025 Apr 21];06(01). Available from: <https://www.fortunejournals.com/articles/beachchair-versus-lateral-decubitus-positioning-a-comparison-of-setup-time-and-cost-for-arthroscopic-rotator-cuff-repair.html>
143. Jensen KH, Werther K, Stryger V, Schultz K, Falkenberg B. Arthroscopic shoulder surgery with epinephrine saline irrigation. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2001 Jul;17(6):578–81.

144. Griffiths D, Jagiello J, Dheerendra S, McNamara C, Ahrens P. Blood Loss in Arthroscopic Shoulder Surgery: Is it Clinically Important? *Shoulder & Elbow*. 2013 Oct;5(4):231–4.
145. Morrison DS, Schaefer RK, Friedman RL. The relationship between subacromial space pressure, blood pressure, and visual clarity during arthroscopic subacromial decompression. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 1995 Oct;11(5):557–60.
146. Sripada R, Bowens C. Regional anesthesia procedures for shoulder and upper arm surgery upper extremity update--2005 to present. *Int Anesthesiol Clin*. 2012;50(1):26–46.
147. Gargano F, Migliorelli S, Strumia A, Carassiti M, Agrò FE. Evolution of Anesthetic Techniques for Shoulder Surgery: A Narrative Review. *Osteology*. 2022 Mar 6;2(1):52–61.
148. Nguyen P, Douiri H, Ellies E, De Fouchecour E, Raingeval X, Ciais G. Regional Anesthesia Should Be the Standard for All Arthroscopic Shoulder Surgeries. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2024 Nov;40(11):2640–1.
149. Çatal B, Azboy İ. Fluid retention after shoulder arthroscopy: gravity flow vs. automated pump—a prospective randomized study. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2019 Oct;28(10):1911–7.
150. Walker-Santiago R, Maldonado DR, Domb BG, Lall AC. Fundamentals of Arthroscopy Fluid Management and Strategies to Safely Improve Visualization. *J Am Acad Orthop Surg*. 2021 Oct 15;29(20):862–71.
151. Sieg R, Bear R, Machen MS, Owens BD. Comparison of Operative Times Between Pressure and Flow-Control Pump Versus Pressure-Control Pump for ACL Reconstruction. *Orthopedics*. 2009 Oct;32(10):727–30.
152. Ogilvie-Harris DJ, Weisleder L. Fluid pump systems for arthroscopy: A comparison of pressure control versus pressure and flow control. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 1995 Oct;11(5):591–5.
153. Taha ME, Schneider K, Smith MM, Cunningham G, Young AA, Cass B. Accuracy of arthroscopic fluid pump systems in shoulder surgery: a comparison of 3 different pump systems. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2020 Dec;29(12):2626–31.

154. Memon M, Kay J, Gholami A, Simunovic N, Ayeni OR. Fluid Extravasation in Shoulder Arthroscopic Surgery: A Systematic Review. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2018 May 1;6(5):2325967118771616.
155. Syed HM, Gillham SB, Jobe CM, Phipatanakul WP, Wongworawat MD. Fenestrated Cannulae with Outflow Reduces Fluid Gain in Shoulder Arthroscopy. *Clinical Orthopaedics & Related Research*. 2010 Jan;468(1):158–62.
156. Smith CD, Shah MM. Fluid gain during routine shoulder arthroscopy. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2008 May;17(3):415–7.
157. Gupta S, Manjuladevi M, Vasudeva Upadhyaya K, Kutappa A, Amaravathi R, Arpana J. Effects of irrigation fluid in shoulder arthroscopy. *Indian J Anaesth*. 2016;60(3):194.
158. Lo IKY, Burkhart SS. Immediate Postoperative Fluid Retention and Weight Gain After Shoulder Arthroscopy. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2005 May;21(5):605–10.
159. Zhuang C, Yang R, Xu Y, Song Y, Zhang Y, Liu J, et al. The Safety Assessment of Irrigation Fluid Management for Shoulder Arthroscopy and Its Effect on Postoperative Efficacy. *Orthopaedic Surgery*. 2023 Aug;15(8):2016–24.
160. Ichai C, Ciais JF, Roussel LJ, Levraut J, Candito M, Boileau P, et al. Intravascular Absorption of Glycine Irrigating Solution during Shoulder Arthroscopy: A Case Report and Follow-up Study. *Anesthesiology*. 1996 Dec 1;85(6):1481-1485.
161. Diab MA, Fernandez GN, Elsorafy K. Time and cost savings in arthroscopic subacromial decompression: the use of bipolar versus monopolar radiofrequency. *International Orthopaedics (SICO)*. 2009 Feb;33(1):175–9.
162. Vij N, Liu JN, Amin N. Radiofrequency in arthroscopic shoulder surgery: a systematic review. *Clin Shoulder Elb*. 2023 Dec 1;26(4):423–37.
163. Anderson SR, Faucett SC, Flanigan DC, Gmabardella RA, Amin NH. The history of radiofrequency energy and Coblation in arthroscopy: a current concepts review of its application in chondroplasty of the knee. *J EXP ORTOP*. 2019 Dec;6(1):1.
164. Taverna E, Battistella F, Sansone V, Perfetti C, Tasto JP. Radiofrequency-Based Plasma Microtenotomy Compared With Arthroscopic Subacromial Decompression

- Yields Equivalent Outcomes for Rotator Cuff Tendinosis. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2007 Oct;23(10):1042–51.
165. Kouk SN, Zoric B, Stetson WB. Complication of the Use of a Radiofrequency Device in Arthroscopic Shoulder Surgery: Second-Degree Burn of the Shoulder Girdle. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2011 Jan;27(1):136–41.
166. Barker SL, Johnstone AJ, Kumar K. In vivo temperature measurement in the subacromial bursa during arthroscopic subacromial decompression. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2012 Jun;21(6):804–7.
167. Derriks JHG, Hilgersom NFJ, Middelkoop E, Samuelsson K, Van Den Bekerom MPJ. Electrocautery in arthroscopic surgery: intra-articular fluid temperatures above 43 °C cause potential tissue damage. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020 Jul;28(7):2270–8.
168. Coobs BR, LaPrade RF. Severe chondrolysis of the glenohumeral joint after shoulder thermal capsulorrhaphy. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2009 Feb;38(2):E34-37.
169. Ryu JH, Savoie FH. Postarthroscopic Glenohumeral Chondrolysis of the Shoulder. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*. 2010 Sep;18(3):181–7.
170. Good CR, Shindle MK, Kelly BT, Wanich T, Warren RF. Glenohumeral Chondrolysis After Shoulder Arthroscopy With Thermal Capsulorrhaphy. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2007 Jul;23(7):797.e1-797.e5.
171. Valet S, Weisse B, Fischer B, Meyer DC. Mechanical Effects of Heat Exposure From a Bipolar Radiofrequency Probe on Suture Under Simulated Arthroscopic Conditions. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2016 Oct;32(10):1985–92.
172. Zoric BB, Horn N, Braun S, Millett PJ. Factors Influencing Intra-Articular Fluid Temperature Profiles with Radiofrequency Ablation: The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume. 2009 Oct;91(10):2448–54.
173. Burkhart SS, Danaceau SM, Athanasiou KA. Turbulence control as a factor in improving visualization during subacromial shoulder arthroscopy. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2001 Feb;17(2):209–12.
174. Van Montfoort DO, Van Kampen PM, Huijsmans PE. Epinephrine Diluted Saline—Irrigation Fluid in Arthroscopic Shoulder Surgery: A Significant Improvement of Clarity

- of Visual Field and Shortening of Total Operation Time. A Randomized Controlled Trial. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2016 Mar;32(3):436–44.
175. Avery DM, Gibson BW, Carolan GF. Surgeon-Rated Visualization in Shoulder Arthroscopy: A Randomized Blinded Controlled Trial Comparing Irrigation Fluid With and Without Epinephrine. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2015 Jan;31(1):12–8.
  176. Kuo LT, Chen CL, Yu PA, Hsu WH, Chi CC, Yoo JC. Epinephrine in irrigation fluid for visual clarity in arthroscopic shoulder surgery: a systematic review and meta-analysis. *International Orthopaedics (SICOT)*. 2018 Dec;42(12):2881–9.
  177. Olszewski AD, Jones R, Farrell R, Kaylor K. The Effects of Dilute Epinephrine Saline Irrigation on the Need for Tourniquet Use in Routine Arthroscopic Knee Surgery. *Am J Sports Med*. 1999 May;27(3):354–6.
  178. Veado MADC, Teixeira BDS, Castro NCD, Costa LA. Is it advantageous to add epinephrine to the arthroscopic infusion solution for the treatment of rotator cuff injury? *Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition)*. 2013 May;48(3):268–71.
  179. Stetson WB, Morgan SA, Polinsky S, Chung B, Hung NJ. Cost Effective Technique of Shoulder Arthroscopy Without the Use of Epinephrine in Irrigation Solution. *Arthroscopy Techniques*. 2021 Feb;10(2):e411–8.
  180. Cho SH, Yi JW, Kwack YH, Park SW, Kim MK, Rhee YG. Ventricular tachycardia during arthroscopic shoulder surgery: a report of two cases. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010 Mar;130(3):353–6.
  181. Nemani VM, Frank RM, Reinhardt KR, Pascual-Garrido C, Yanke AB, Drakos M, et al. Popliteal Venotomy During Posterior Cruciate Ligament Reconstruction in the Setting of a Popliteal Artery Bypass Graft. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2012 Feb;28(2):294–9.
  182. Abdelrahman T, Tulloch S, Lebedeva K, Degen RM. Scoping review of complications associated with epinephrine use in arthroscopy fluid. *The Physician and Sportsmedicine*. 2021 Jul 3;49(3):262–70.
  183. Bermudo Gamboa MD, Borrel F, Guetari C, Dudouet R, Gregory T. Evaluation of intraoperative bleeding in shoulder arthroscopy with preoperative injection of

- epinephrine saline: a retrospective comparative study. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2023 Aug;32(8):1695–700.
184. Feinstein S, Svetgoff RA, Harmon J, Siahaan J, Ngo DH, Fullick RK, et al. Effect of a Preoperative Subacromial Epinephrine Injection on Visualization During Shoulder Arthroscopic Surgery: A Randomized Controlled Trial. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2024 Oct;12(10):23259671241278247.
  185. Chierichini A, Frassanito L, Vergari A, Santoprete S, Chiarotti F, Saccomanno MF, et al. The Effect of Norepinephrine Versus Epinephrine in Irrigation Fluid on the Incidence of Hypotensive/Bradycardic Events During Arthroscopic Rotator Cuff Repair With Interscalene Block in the Sitting Position. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2015 May;31(5):800–6.
  186. Dang ABC, McCarthy MB, Dang ABC, Chowaniec DM, Mazzocca AD. Effects of Adding Epinephrine to Arthroscopic Irrigation Fluid on Cultured Chondrocyte Survival In Vitro. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2011 Aug;27(8):1118–22.
  187. Sukur E, Kucukdurmaz F. Comparison of Cytotoxic Effects of Intra-Articular Use of Tranexamic Acid versus Epinephrine on Rat Cartilage. *Med Sci Monit*. 2018 Feb 25;24:1166–70.
  188. Dunn CJ, Goa KL. Tranexamic Acid: A Review of its Use in Surgery and Other Indications. *Drugs*. 1999;57(6):1005–32.
  189. Lin ZX, Woolf SK. Safety, Efficacy, and Cost-effectiveness of Tranexamic Acid in Orthopedic Surgery. *Orthopedics*. 2016 Mar;39(2):119–30.
  190. Karski JM, Teasdale SJ, Norman P, Carroll J, VanKessel K, Wong P, et al. Prevention of bleeding after cardiopulmonary bypass with high-dose tranexamic acid. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 1995 Sep;110(3):835–42.
  191. Hardy JF, Bélisle S, Dupont C, Harel F, Robitaille D, Roy M, et al. Prophylactic Tranexamic Acid and ε-Aminocaproic Acid for Primary Myocardial Revascularization. *The Annals of Thoracic Surgery*. 1998 Feb;65(2):371–6.
  192. Effects of tranexamic acid on death, vascular occlusive events, and blood transfusion in trauma patients with significant haemorrhage (CRASH-2): a randomised, placebo-controlled trial. *The Lancet*. 2010 Jul;376(9734):23–32.

193. Karl V, Thorn S, Mathes T, Hess S, Maegele M. Association of Tranexamic Acid Administration With Mortality and Thromboembolic Events in Patients With Traumatic Injury: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2022 Mar 1;5(3):e220625.
194. Nutbeam T, Roberts I, Weekes L, Shakur-Still H, Brenner A, Ageron FX. Use of tranexamic acid in major trauma: a sex-disaggregated analysis of the Clinical Randomisation of an Antifibrinolytic in Significant Haemorrhage (CRASH-2 and CRASH-3) trials and UK trauma registry (Trauma and Audit Research Network) data. *British Journal of Anaesthesia*. 2022 Aug;129(2):191–9.
195. Patel PA, Wyrobek JA, Butwick AJ, Pivalizza EG, Hare GMT, Mazer CD, et al. Update on Applications and Limitations of Perioperative Tranexamic Acid. *Anesthesia & Analgesia*. 2022 Sep;135(3):460–73.
196. Barrett CD, Neal MD, Schoenecker JG, Medcalf RL, Myles PS. Tranexamic acid in trauma: After 3 hours from injury, when is it safe and effective to use again? *Transfusion* [Internet]. 2024 May [cited 2025 May 12];64(S2). Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/trf.17779>
197. Henry DA, O'Connell DL. Effects of fibrinolytic inhibitors on mortality from upper gastrointestinal haemorrhage. *BMJ*. 1989 Apr 29;298(6681):1142–6.
198. Von Holstein CC, Eriksson SB, Kallen R. Tranexamic acid as an aid to reducing blood transfusion requirements in gastric and duodenal bleeding. *BMJ*. 1987 Jan 3;294(6563):7–10.
199. Barer D, Ogilvie A, Henry D, Dronfield M, Coggon D, French S, et al. Cimetidine and Tranexamic Acid in the Treatment of Acute Upper-Gastrointestinal-Tract Bleeding. *N Engl J Med*. 1983 Jun 30;308(26):1571–5.
200. Colomina MJ, Koo M, Basora M, Pizones J, Mora L, Bagó J. Intraoperative tranexamic acid use in major spine surgery in adults: a multicentre, randomized, placebo-controlled trial. *British Journal of Anaesthesia*. 2017 Mar;118(3):380–90.
201. Fillingham YA, Ramkumar DB, Jevsevar DS, Yates AJ, Bini SA, Clarke HD, et al. Tranexamic acid in total joint arthroplasty: the endorsed clinical practice guides of the American Association of Hip and Knee Surgeons, American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, American Academy of Orthopaedic Surgeons, Hip

- Society, and Knee Society. *Regional Anesthesia & Pain Medicine*. 2019 Jan;44(1):7–11.
202. Bolam SM, O'Regan-Brown A, Paul Monk A, Musson DS, Cornish J, Munro JT. Toxicity of tranexamic acid (TXA) to intra-articular tissue in orthopaedic surgery: a scoping review. *Knee surg sports traumatol arthrosc*. 2021 Jun;29(6):1862–71.
  203. Bolam SM, O'Regan-Brown A, Konar S, Callon KE, Coleman B, Dalbeth N, et al. Cytotoxicity of tranexamic acid to tendon and bone in vitro: Is there a safe dosage? *J Orthop Surg Res*. 2022 Dec;17(1):273.
  204. Jacob B, Kloss N, Böhle S, Kirschberg J, Zippelius T, Heinecke M, et al. Tranexamic acid is toxic on human chondrocytes, in vitro. *Journal of Orthopaedics*. 2020 Jul;20:1–5.
  205. McLean M, McCall K, Smith IDM, Blyth M, Kitson SM, Crowe LAN, et al. Tranexamic acid toxicity in human periarticular tissues. *Bone & Joint Research*. 2019 Jan;8(1):11–8.
  206. Parker JD, Lim KS, Kieser DC, Woodfield TBF, Hooper GJ. Is tranexamic acid toxic to articular cartilage when administered topically?: what is the safe dose? *The Bone & Joint Journal*. 2018 Mar;100-B(3):404–12.
  207. Tuttle JR, Feltman PR, Ritterman SA, Ehrlich MG. Effects of Tranexamic Acid Cytotoxicity on In Vitro Chondrocytes. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2015 Dec;44(12):E497-502.
  208. Pavenski K, Ward SE, Hare GMT, Freedman J, Pulendrarajah R, Pirani RA, et al. A rationale for universal tranexamic acid in major joint arthroplasty: overall efficacy and impact of risk factors for transfusion. *Transfusion*. 2019 Jan;59(1):207–16.
  209. Walterscheid Z, O'Neill C, Carmouche J. Tranexamic acid in adult elective orthopaedic and complex spinal surgery: A review. *Surg Rehabil [Internet]*. 2017 [cited 2025 May 14];1(1). Available from: <http://oatext.com/Tranexamic-acid-in-adult-elective-orthopaedic-and-complex-spinal-surgery-A-review.php>
  210. Zufferey P, Merquiol F, Laporte S, Decousus H, Mismetti P, Auboyer C, et al. Do Antifibrinolytics Reduce Allogeneic Blood Transfusion in Orthopedic Surgery? *Anesthesiology*. 2006 Nov 1;105(5):1034–46.

211. Stowers MDJ, Aoina J, Vane A, Poutawera V, Hill AG, Munro JT. Tranexamic Acid in Knee Surgery Study—A Multicentered, Randomized, Controlled Trial. *The Journal of Arthroplasty*. 2017 Nov;32(11):3379–84.
212. Pecold J, Al-Jeabory M, Krupowies M, Manka E, Smereka A, Ladny JR, et al. Tranexamic Acid for Shoulder Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JCM*. 2021 Dec 23;11(1):48.
213. Kagoma YK, Crowther MA, Douketis J, Bhandari M, Eikelboom J, Lim W. Use of antifibrinolytic therapy to reduce transfusion in patients undergoing orthopedic surgery: A systematic review of randomized trials. *Thrombosis Research*. 2009 Mar;123(5):687–96.
214. Cvetanovich GL, Fillingham YA, O'Brien M, Forsythe B, Cole BJ, Verma NN, et al. Tranexamic acid reduces blood loss after primary shoulder arthroplasty: a double-blind, placebo-controlled, prospective, randomized controlled trial. *JSES Open Access*. 2018 Mar;2(1):23–7.
215. Donovan RL, Varma JR, Whitehouse MR, Blom AW, Kunutsor SK. Tranexamic acid use to decrease blood loss in primary shoulder and elbow replacement: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedics*. 2021 Mar;24:239–47.
216. Kirsch JM, Bedi A, Horner N, Wiater JM, Pauzenberger L, Koueiter DM, et al. Tranexamic Acid in Shoulder Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JBJS Rev*. 2017 Sep;5(9):e3–e3.
217. Kuo LT, Hsu WH, Chi CC, Yoo JC. Tranexamic acid in total shoulder arthroplasty and reverse shoulder arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018 Dec;19(1):60.
218. Good L, Peterson E, Lisander B. Tranexamic acid decreases external blood loss but not hidden blood loss in total knee replacement. *British Journal of Anaesthesia*. 2003 May;90(5):596–9.
219. Camarasa MA, Ollé G, Serra-Prat M, Martín A, Sánchez M, Ricós P, et al. Efficacy of aminocaproic, tranexamic acids in the control of bleeding during total knee replacement: a randomized clinical trial. *British Journal of Anaesthesia*. 2006 May;96(5):576–82.

220. Wei Z, Liu M. The effectiveness and safety of tranexamic acid in total hip or knee arthroplasty: a meta-analysis of 2720 cases. *Transfusion Medicine*. 2015 Jun;25(3):151–62.
221. Ishida K, Tsumura N, Kitagawa A, Hamamura S, Fukuda K, Dogaki Y, et al. Intra-articular injection of tranexamic acid reduces not only blood loss but also knee joint swelling after total knee arthroplasty. *International Orthopaedics (SICOT)*. 2011 Nov;35(11):1639–45.
222. Gillette BP, DeSimone LJ, Trousdale RT, Pagnano MW, Sierra RJ. Low Risk of Thromboembolic Complications With Tranexamic Acid After Primary Total Hip and Knee Arthroplasty. *Clinical Orthopaedics & Related Research*. 2013 Jan;471(1):150–4.
223. Ghorbani M, Sadrian SH, Ghaderpanah R, Neitzke CC, Chalmers BP, Esmaeilian S, et al. Tranexamic acid in total hip arthroplasty: An umbrella review on efficacy and safety. *Journal of Orthopaedics*. 2024 Aug;54:90–102.
224. Miangul S, Oluwaremi T, El Haddad J, Adra M, Pinnawala N, Nakanishi H, et al. Update on the efficacy and safety of intravenous tranexamic acid in hip fracture surgery: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2022 Sep 26;33(5):2179–90.
225. Gausden EB, Qudsi R, Boone MD, O’Gara B, Ruzbarsky JJ, Lorch DG. Tranexamic Acid in Orthopaedic Trauma Surgery: A Meta-Analysis. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2017 Oct;31(10):513–9.
226. Akti S, Zeybek H, Burak Bilekli A, Özgül Çelebi N, Erdem Y, Çankaya D. The effect of tranexamic acid on hidden blood loss in total hip arthroplasty. *Jt Dis Relat Surg*. 2022 Apr 1;33(1):102–8.
227. Turan S. Is tranexamic acid effective on hidden blood loss in patients during total knee arthroplasty? *Jt Dis Relat Surg*. 2020 Sep 23;31(3):488–93.
228. Lei J, Zhang B, Cong Y, Zhuang Y, Wei X, Fu Y, et al. Tranexamic acid reduces hidden blood loss in the treatment of intertrochanteric fractures with PFNA: a single-center randomized controlled trial. *J Orthop Surg Res*. 2017 Dec;12(1):124.
229. Hurley ET, Lim Fat D, Pauzenberger L, Mullett H. Tranexamic acid for the Latarjet procedure: a randomized controlled trial. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2020 May;29(5):882–5.

230. Salameh M, Attia AK, Hsu RY, Blankenhorn BD. The Efficacy and Safety of Tranexamic Acid in Foot and Ankle Surgery: A Systematic Review and Meta- Analysis. *Foot & Ankle Orthopaedics* [Internet]. 2022 Oct [cited 2025 May 17];7(4). Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2473011421S00916>
231. Pauzenberger L, Domej MA, Heuberer PR, Hexel M, Grieb A, Laky B, et al. The effect of intravenous tranexamic acid on blood loss and early post-operative pain in total shoulder arthroplasty. *The Bone & Joint Journal*. 2017 Aug;99-B(8):1073–9.
232. Nugent M, May JH, Parker JD, Kieser DC, Douglas M, Pereira R, et al. Does Tranexamic Acid Reduce Knee Swelling and Improve Early Function Following Arthroscopic Meniscectomy? A Double-Blind Randomized Controlled Trial. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2019 Aug 1;7(8):2325967119866122.
233. Karaaslan F, Karaoğlu S, Yurdakul E. Reducing Intra-articular Hemarthrosis After Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction by the Administration of Intravenous Tranexamic Acid: A Prospective, Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med*. 2015 Nov;43(11):2720–6.
234. Chiang ER, Chen KH, Wang ST, Ma HL, Chang MC, Liu CL, et al. Intra-articular Injection of Tranexamic Acid Reduced Postoperative Hemarthrosis in Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective Randomized Study. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2019 Jul;35(7):2127–32.
235. Felli L, Revello S, Burastero G, Gatto P, Carletti A, Formica M, et al. Single Intravenous Administration of Tranexamic Acid in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction to Reduce Postoperative Hemarthrosis and Increase Functional Outcomes in the Early Phase of Postoperative Rehabilitation: A Randomized Controlled Trial. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2019 Jan;35(1):149–57.
236. Lourijsen E, Avdeeva K, Gan KL, Pundir V, Fokkens W. Tranexamic acid for the reduction of bleeding during functional endoscopic sinus surgery. Cochrane ENT Group, editor. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 2023 Feb 21 [cited 2025 May 18];2023(2). Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD012843.pub2>
237. Achour I, Ben Rhaïem Z, Thabet W, Jdidi J, Mnejja M, Hammami B, et al. The Effect of Topical Tranexamic Acid in Endoscopic Sinus Surgery: A Triple Blind Randomized Clinical Trial. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2023 Mar;132(3):244–9.

238. Langille MA, Chiarella A, Côté DWJ, Mulholland G, Sowerby LJ, Dziegielewski PT, et al. Intravenous tranexamic acid and intraoperative visualization during functional endoscopic sinus surgery: a double-blind randomized controlled trial. *Int Forum Allergy Rhinol*. 2013 Apr;3(4):315–8.
239. Douglas ZH, Piccirillo JF, Schneider J, Roland LT, Farrell NF. Is Tranexamic Acid Effective for Hemostasis During Endoscopic Sinus Surgery? *The Laryngoscope*. 2023 Apr;133(4):716–8.
240. Yang W, Gou H, Li H, Liu Y, Wan Y, Wang C, et al. Intravenous Tranexamic Acid Improves the Intraoperative Visualization of Endoscopic Sinus Surgery for High-Grade Chronic Rhinosinusitis: A Randomized, Controlled, Double-Blinded Prospective Trial. *Front Surg*. 2021 Nov 16;8:771159.
241. Das A, Mitra S, Ghosh D, Kumar S, Sengupta A. Does tranexamic acid improve intra-operative visualisation in endoscopic ear surgery? A double-blind, randomised, controlled trial. *J Laryngol Otol*. 2019 Dec;133(12):1033–7.
242. Yu KX, K Bashyal S, Chu L, Chen L, Deng ZL, K Bashyal S, et al. Application of topical tranexamic acid for clarity of vision in percutaneous endoscopic cervical discectomy: a retrospective study. *Anaesth* [Internet]. 2017 [cited 2025 May 18];1(2). Available from: <https://www.oatext.com/application-of-topical-tranexamic-acid-for-clarity-of-vision-in-percutaneous-endoscopic-cervical-discectomy-a-retrospective-study.php>
243. Ochiai D. Editorial Commentary: Tranexamic Acid Does Not Improve Visualization During Hip Arthroscopy, But Other Techniques Do Help. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2025 Mar;S0749806325001471.
244. Kunze KN, Madjarova S, Olsen R, Smolarsky R, Menta S, Baldwin R, et al. Intravenous Tranexamic Acid Does Not Improve Visual Field Clarity During Hip Arthroscopy: A Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Trial. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2025 Jan;S074980632500012X.
245. Ayala S, Garcia JR, Berreta R, Khan Z, Chahla J. Poster 180: TXA Administration After Hip Arthroscopy: Preliminary Data of a Randomized Controlled Trial. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2024 Jul 1;12(7\_suppl2):2325967124S00149.
246. Liu YF, Hong CK, Hsu KL, Kuan FC, Chen Y, Yeh ML, et al. Intravenous Administration of Tranexamic Acid Significantly Improved Clarity of the Visual Field in Arthroscopic

- Shoulder Surgery. A Prospective, Double-Blind, and Randomized Controlled Trial. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2020 Mar;36(3):640–7.
247. Ersin M, Demirel M, Buget MI, Edipoglu IS, Atalar AC, Department of Orthopaedics and Traumatology, Istanbul University, Istanbul School of Medicine, Istanbul, Turkey, et al. The effect of intravenous tranexamic acid on visual clarity during arthroscopic rotator cuff repair: A randomized, double-blinded, placebo-controlled pilot study. *AOTT*. 2020 Dec 31;54(6):572–6.
  248. Bayram E, Yıldırım C, Ertürk AK, Yılmaz M, Atlıhan D. Comparison of the efficacy of irrigation with epinephrine or tranexamic acid on visual clarity during arthroscopic rotator cuff repair: A double-blind, randomized-controlled study. *Jt Dis Relat Surg*. 2021 Apr 1;32(1):115–21.
  249. Nicholson TA, Kirsch JM, Churchill R, Lazarus MD, Abboud JA, Namdari S. The effect of tranexamic acid for visualization on pump pressure and visualization during arthroscopic rotator cuff repair: an anonymized, randomized controlled trial. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2022 Nov;31(11):2211–6.
  250. Bildik C, Pehlivanoglu T. Arthroscopic rotator cuff repair performed with intra-articular tranexamic acid: could it provide improved visual clarity and less postoperative pain? A prospective, double-blind, randomized study of 63 patients. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2023 Feb;32(2):223–31.
  251. Takahashi R, Kajita Y, Iwahori Y, Harada Y. Tranexamic acid administration for arthroscopic rotator cuff repair: A prospective, double-blind, randomized controlled trial. *Journal of Orthopaedic Science*. 2023 Mar;28(2):328–32.
  252. Wang H, Ouyang Y, Chen Y, Zeng L. Clinical application of tranexamic acid in arthroscopic rotator cuff repair surgery: A randomized controlled trial. *Medicine*. 2024 Jun 28;103(26):e38515.
  253. Kawaguchi S, Fukuta S, Kano M, Saiyo K. Reduction of perioperative blood loss and operating time for arthroscopic rotator cuff repair by intravenous administration of tranexamic acid. *Asia-Pacific Journal of Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation and Technology*. 2023 Jan;31:6–10.
  254. Shin HJ, You HS, Lee K, Je LG, Kim SG, Yang KS, et al. Intravenous Tranexamic Acid Improves Visual Clarity During Synovectomy in Patients Undergoing Arthroscopic

- Rotator Cuff Repair: A Double-Blind, Randomized Controlled Study. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2024 May;40(5):1409–19.
255. Suter T, McRae S, Zhang Y, MacDonald PB, Woodmass JM, Mutter TC, et al. The effect of intravenous tranexamic acid on visual clarity in arthroscopic shoulder surgery compared to epinephrine and a placebo: a double-blinded, randomized controlled trial. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2024 Mar;33(3):628–39.
  256. López-Villiers A, Rojas Avilés JL, Valencia-Ramón E, González-Rizo I, Franco Del Río GR, Guevara-Álvarez A. Oral Tranexamic Acid Does Not Improve Arthroscopic Visibility During Rotator Cuff Repair. *SVOAOR*. 2024 Dec 6;4(6):167–74.
  257. Gao HL, Zhang JC, He Y, Zhai WT, Xiao LB, Shi Q. [Clinical study on the control of intra-articular hemorrhage by tranexamic acid after shoulder arthroscopy]. *Zhongguo Gu Shang*. 2020 Mar 25;33(3):238–41.
  258. Mackenzie SP, Spasojevic M, Smith M, Mattern O, Piggott RP, Patel SS, et al. The effect of single-dose, preoperative intravenous tranexamic acid on early postoperative pain scores after rotator cuff repair: a double-blind, randomized controlled trial. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2022 Jul;31(7):1399–408.
  259. Zhu R, Jiang H, Xu W, Shen L, Jin G. Impact of intra-articular injection with tranexamic acid on total blood loss and postoperative pain after arthroscopic rotator cuff repair surgery. *Front Surg*. 2023 Feb 23;10:1052039.
  260. Dagher D, Kashir I, Mahboob O, Al-Turki N, Khan M. Tranexamic Acid Has A Limited Role in Improving Visual Clarity and Pain in Arthroscopic Shoulder Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2025 Mar;S0749806325001641.
  261. Alzobi OZ, Derbas J, Toubasi A, Hantouly A, Abdullah A, Zikria B, et al. Tranexamic acid use in arthroscopic rotator cuff repair: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *JSES International*. 2024 Sep;8(5):995–1003.
  262. Malik SS, Tahir M, Jordan RW, Kwapisz A, D'Alessandro P, MacDonald PB, et al. The effect of tranexamic acid and epinephrine on visual clarity during arthroscopic shoulder surgery: A meta-analysis of RCTs. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2024 Sep;110(5):103844.

263. Han C, Liu M, Lian X, Sun T, Yan S, Bai X, et al. Tranexamic acid use in arthroscopic rotator cuff repair is an effective and safe adjunct to improve visualization: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2023 Nov;32(11):2389–99.
264. Tan TK, Tan P, Wang K, Hau R. Effect of tranexamic acid on shoulder surgery: an updated meta-analysis of randomized studies. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2024 Feb;33(2):e97–108.
265. Sun Y, Xiao D, Fu W, Cai W, Huang X, Li Q, et al. Efficacy and Safety of Tranexamic Acid in Shoulder Arthroscopic Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JCM*. 2022 Nov 22;11(23):6886.
266. Hartland AW, Teoh KH, Rashid MS. Clinical Effectiveness of Intraoperative Tranexamic Acid Use in Shoulder Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2021 Sep;49(11):3145–54.
267. Belk JW, McCarty EC, Houck DA, Dragoo JL, Savoie FH, Thon SG. Tranexamic Acid Use in Knee and Shoulder Arthroscopy Leads to Improved Outcomes and Fewer Hemarthrosis-Related Complications: A Systematic Review of Level I and II Studies. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2021 Apr;37(4):1323–33.
268. Lafosse L, Jost B, Reiland Y, Audebert S, Toussaint B, Gobezie R. Structural integrity and clinical outcomes after arthroscopic repair of isolated subscapularis tears. *J Bone Joint Surg Am*. 2007 Jun;89(6):1184–93.
269. Łukasiewicz P, McFarland EG, Weber SC. Partial rotator cuff tears: algorithmic approach to treatment. *Ann Joint*. 2023 Jul;8:21–21.
270. Cripps CM. Rapid method for the estimation of plasma haemoglobin levels. *J Clin Pathol*. 1968 Jan;21(1):110–2.
271. Nadler SB, Hidalgo JH, Bloch T. Prediction of blood volume in normal human adults. *Surgery*. 1962 Feb;51(2):224–32.
272. Gross JB. Estimating allowable blood loss: corrected for dilution. *Anesthesiology*. 1983 Mar;58(3):277–80.
273. Roy JS, Braën C, Leblond J, Desmeules F, Dionne CE, MacDermid JC, et al. Diagnostic accuracy of ultrasonography, MRI and MR arthrography in the characterisation of rotator

- cuff disorders: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2015 Oct;49(20):1316–28.
274. Bhatnagar A. Correlation between MRI and Arthroscopy in Diagnosis of Shoulder Pathology. *JCDR* [Internet]. 2016 [cited 2025 Jun 8]; Available from: [http://jcdr.net/article\\_fulltext.asp?issn=0973-709x&year=2016&volume=10&issue=2&page=RC18&issn=0973-709x&id=7309](http://jcdr.net/article_fulltext.asp?issn=0973-709x&year=2016&volume=10&issue=2&page=RC18&issn=0973-709x&id=7309)
  275. Matejcic N, Grzalja N, Tudor K, Lekic A, Stefanac F, Matejcic A, et al. Quantification and Predictors of Hemoglobin Drop, Hidden Blood Loss and Irrigation Fluid Retention in Shoulder Arthroscopy. *JCM*. 2025 May 30;14(11):3875.
  276. Guo D, Wang J. Analysis of risk factors for procedure-related hemorrhage in rotator cuff repair surgery under shoulder arthroscopy. *Medicine*. 2023 Sep 29;102(39):e35512.
  277. Lee W seung, Lee HD, Kim YB, Yoon TH, Koh YY, Lee Y. Longer Operative Time and the Use of Anticoagulants Are Associated With Increased Blood Loss in Elderly Patients Undergoing Arthroscopic Rotator Cuff Repair. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*. 2023 Aug;5(4):100743.
  278. Apivatgaroon A, Ratanacharatroj Y. Efficacy of postoperative drainage after arthroscopic rotator cuff repair: a randomized controlled trial. *JSES International*. 2021 May;5(3):463–8.
  279. Wadsworth GR. Recovery from acute haemorrhage in normal men and women. *The Journal of Physiology*. 1955 Sep 28;129(3):583–93.
  280. Tian S, Li H, Liu M, Zhang Y, Peng A. Dynamic Analysis of Perioperative Hidden Blood Loss in Intertrochanteric Fractures. *Clin Appl Thromb Hemost*. 2019 Jan 1;25:1076029618823279.
  281. Grant MC, Whitman GJ, Savage WJ, Ness PM, Frank SM. Clinical predictors of postoperative hemoglobin drift. *Transfusion*. 2014 Jun;54(6):1460–8.
  282. Danielsen MB, Jødal L, Riis J, Karmisholt JS, Valdórrsson Ó, Jørgensen MG, et al. Absorption rate of subcutaneously infused fluid in ill multimorbid older patients. Bayer A, editor. *PLoS ONE*. 2022 Oct 10;17(10):e0275783.

283. Yamakage M, Bepperling F, Wargenau M, Miyao H. Pharmacokinetics and safety of 6 % hydroxyethyl starch 130/0.4 in healthy male volunteers of Japanese ethnicity after single infusion of 500 ml solution. *J Anesth*. 2012 Dec;26(6):851–7.
284. Sager B, Ahn J, Tran J, Khazzam M. Timing and Risk Factors for Venous Thromboembolism After Rotator Cuff Repair in the 30-Day Perioperative Period. *Arthroscopy*. 2019 Nov;35(11):3011–8.
285. Brislin KJ, Field LD, Savoie FH. Complications After Arthroscopic Rotator Cuff Repair. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2007 Feb;23(2):124–8.
286. Leonardi MJ, McGory ML, Ko CY. The rate of bleeding complications after pharmacologic deep venous thrombosis prophylaxis: a systematic review of 33 randomized controlled trials. *Arch Surg*. 2006 Aug;141(8):790–7; discussion 797-799.
287. Takahashi R, Kajita Y, Iwahori Y, Harada Y. Tranexamic acid has no effect on postoperative pain control after arthroscopic rotator cuff repair: A prospective, double-blind, randomized controlled trial. *Asia-Pacific Journal of Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation and Technology*. 2023 Jul;33:32–5.

## POPIS SLIKA

- Slika 1. Dijagram protoka bolesnika kroz kliničku studiju
- Slika 2. Artroskopski stup sa uređajima uz pomoć kojih su se vršile artroskopije ramena tijekom cijele kliničke studije
- Slika 3. Mjesta mjerenja opsega ramena: aksila – akromion (točka A), aksila – deltoideus (točka B) i 10 cm iznad olekranona (točka C)
- Slika 4. Primjeri vidljivosti na leći artroskopa tijekom artroskopije ramena
- Slika 5. Prikupljanje i homogenizacija otpadne irigacijske fiziološke otopine
- Slika 6. Uzorak otpadne irigacijske fiziološke otopine koji se slao u laboratorij
- Slika 7. Zahvaćenost tetiva prema skupinama
- Slika 8. Intraoperacijski MAP
- Slika 9. Poslijeoperacijski MAP
- Slika 10. Usporedba vremena trajanja artroskopija između dviju skupina bolesnika
- Slika 11. Tehničke komplikacije tijekom provođenja operativnih zahvata
- Slika 12. Prosječna ocjena vidljivosti na VAS – V skali od strane operatera
- Slika 13. Grafički prikaz podudarnosti ocjena na VAS – V skali između eksperata
- Slika 14. Prosječna ocjena vidljivosti na VAS – V skali od strane tri eksperata
- Slika 15. Prosjek ocjena sva četiri ocjenjivača ukazuje na statistički značajno bolju vidljivost u eksperimentalnoj skupini bolesnika ( $p=0,034$ )
- Slika 16. Prosječne ocjene vidljivosti tijekom operacije po ocjenjivačima i skupinama
- Slika 17. Promjene u koncentraciji Hb u krvi
- Slika 18. Promjene u koncentraciji Hct u krvi
- Slika 19. Promjene u koncentraciji eritrocita u krvi
- Slika 20. Vrijednosti Hb u irigacijskoj tekućini
- Slika 21. Intraoperacijski gubitak krvi u mL tijekom cijele operacije
- Slika 22. Intraoperacijski gubitak krvi u mL po min trajanja operacije
- Slika 23. Ukupni gubitak krvi u mL
- Slika 24. Poslijeoperacijski gubitak krvi
- Slika 25. Poslijeoperacijske vrijednosti u opsegu ramena A prvi dan nakon operacije te statistički značajno veći opseg u kontrolnoj skupini
- Slika 26. Poslijeoperacijske vrijednosti u opsegu ramena A drugi dan nakon operacije
- Slika 27. Usporeda bolnosti prvog poslijeoperacijskog dana između skupina
- Slika 28. Usporeda bolnosti drugog poslijeoperacijskog dana između skupina
- Slika 29. Distribucija ispitanika koji su primali opioidne analgetike u eksperimentalnoj skupini
- Slika 30. Distribucija ispitanika koji su primali opioidne analgetike u kontrolnoj skupini

- Slika 31. Rezultati ANOVE za percepciju boli prema skupinama podijeljenim ovisno o uzimanju opioidnih analgetika
- Slika 32. Broj dana hospitalizacije nakon operativnog zahvata

## POPIS TABLICA

|             |                                                                                                                                       |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tablica 1.  | Deskriptivna statistika ukupnog uzorka i demografski podaci                                                                           |
| Tablica 2.  | Usporedba demografskih varijabli između eksperimentalne i kontrolne skupine                                                           |
| Tablica 3.  | Usporedba skupina po spolu                                                                                                            |
| Tablica 4.  | Rezultati Studentovog t – testa za nezavisne uzorke između eksperimentalne i kontrolne skupine                                        |
| Tablica 5.  | Frekvencije pojedinih procedura učinjenih tijekom artroskopija ramena obju skupina                                                    |
| Tablica 6.  | Usporedba vrijednosti MAP                                                                                                             |
| Tablica 7.  | Usporedba trajanja operacija                                                                                                          |
| Tablica 8.  | Rezultati Mann – Whitney U testa usporedbe skupina po broju intraoperacijskih tehničkih komplikacija                                  |
| Tablica 9.  | Usporedba grupa u volumenu utrošene irigacijske tekućine i broju impulsnih povišenja tlaka irigacijske tekućine za 20 mmHg kroz 2 min |
| Tablica 10. | Korelacija ocjenjivanja vidljivosti između tri eksperta                                                                               |
| Tablica 11. | Usporedba prosječnih ocjena vidljivosti za sva četiri ocjenjivača                                                                     |
| Tablica 12. | Korelacija vidljivosti sa dobi i ITM                                                                                                  |
| Tablica 13. | Rezultati Studentovog t – testa u pokazateljima procjene gubitka krvi između skupina                                                  |
| Tablica 14. | Razlika u količini intraoperacijski i poslijeoperacijski izgubljene krvi u mL između eksperimentalne i kontrolne skupine bolesnika    |
| Tablica 15. | Deskriptivni podaci vezani uz opsege ramena                                                                                           |
| Tablica 16. | Rezultati ANCOVA statističke obrade nije pokazala statistički značajne razlike na pozicijama mjerenja opsega ramena B i C             |
| Tablica 17. | Usporedba bolnosti prvog i drugog poslijeoperacijskog dana između ispitivanih skupina                                                 |
| Tablica 18. | Rezultati Student t – testa u primjeni doze lijeka između skupina                                                                     |
| Tablica 19. | Rezultati Student t – testa u u trajanju poslijeoperacijskog boravka                                                                  |

## POPIS POKRATA

|         |                                                                                                                                       |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4K UHD  | Ultra High Definition (ultra visoka razlučivost digitalne slike)                                                                      |
| AC      | akromioklavikularni zglob                                                                                                             |
| ADR     | adrenalin                                                                                                                             |
| AIGHL   | Anterior Inferior Glenohumeral Ligament (prednji donji glenohumeralni ligament)                                                       |
| ALPSA   | Anterior Labral Periosteal Sleeve Avulsion (prednja avulzija labroligamentarnog kompleksa i periosta) lezija                          |
| ASA     | Arthroscopic Subscapularis Augmentation (artroskopsko pojačanje subscapularisom)                                                      |
| BLS     | Extracapsular Suture Between the Glenohumeral Ligaments and Subscapularis Tendon (ekstrakapsularni šavi između GH ligamenata i SSC)   |
| CA      | lig. coracoacromiale                                                                                                                  |
| CC      | korakoklavikularna                                                                                                                    |
| CCD     | Charged Couple Device (uređaj s prijenosom naboja tj. elektronički senzor slike kod digitalnih kamera)                                |
| CHL     | lig. coracohumerale                                                                                                                   |
| CRT     | Cathode Ray Tube (katodna cijev)                                                                                                      |
| CT      | kompjutorizirana tomografija                                                                                                          |
| DAS     | Dynamic Anterior Stabilisation (dinamička prednja stabilizacija)                                                                      |
| E       | eritrociti                                                                                                                            |
| FO      | fiziološka otopina                                                                                                                    |
| Full HD | Full High Definition (potpuna visoka razlučivost digitalne slike)                                                                     |
| GABAA   | Gamma – Aminobutyric Acid type A (gama – aminomaslačna kiselina tip A)                                                                |
| GH      | glenohumeralni zglob                                                                                                                  |
| GLAD    | Glenolabral Articular Disruption (puknuće labruma i glenoidalne hrskavice) lezija                                                     |
| HAGL    | Humeral Avulsion of the inferior Glenohumeral Ligament (avulzija donjeg glenohumeralnog ligamenta na strani nadlaktične kosti) lezija |
| Hb      | hemoglobin                                                                                                                            |
| Hct     | hematokrit                                                                                                                            |
| HES     | Hydroxyethyl starch (hidroksietil škrob)                                                                                              |
| IA      | intraartikularna primjena lijeka                                                                                                      |
| IGHL    | Inferior Glenohumeral Ligament (donji glenohumeralni ligament)                                                                        |

|             |                                                                                                                |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ISP         | m. infraspinatus                                                                                               |
| ITM         | indeks tjelesne mase                                                                                           |
| IV          | intravenska primjena lijeka                                                                                    |
| JRF         | Joint Reaction Force (reakcijska sila zglobova)                                                                |
| L           | leukociti                                                                                                      |
| LASER       | Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (pojačanje svjetlosti stimuliranom emisijom zračenja)  |
| LCD         | Liquid Crystal Display (zaslon s tekućim kristalima)                                                           |
| LHBB        | Long Head of the Biceps Brachii (duga glava m. bicepsa brachii)                                                |
| MAP         | Mean Arterial Pressure (srednji arterijski tlak)                                                               |
| MXF         | mikrofrakture                                                                                                  |
| MR          | magnetna rezonanca                                                                                             |
| NIRS        | Near-infrared spectroscopy (gotovo infracrvena spektroskopija)                                                 |
| PIGHL       | Posterior Inferior Glenohumeral Ligament (stražnji donji glenohumeralni ligament)                              |
| PO          | peroralna primjena lijeka                                                                                      |
| POLPSA      | Posterior Labral Periosteal Sleeve Avulsion (stražnja avulzija labroligamentarnog kompleksa i periosta) lezija |
| RTG         | rendgenološka obrada                                                                                           |
| SA          | subakromijalna                                                                                                 |
| SA – BSTR   | Subacromial Bursectomy and Boft Tissue Release (subakromijalna burzektomija i oslobađanje mekih česti)         |
| SAD         | Sjedinjene američke države                                                                                     |
| SC          | sternoklavikularni zglob                                                                                       |
| SCOR        | subkorakoidna                                                                                                  |
| SCOR – BSTR | Subcoracoid Bursectomy and Soft Tissue Release (subkorakoidna burzektomija i oslobađanje mekih česti)          |
| SGHL        | Superior Glenohumeral Ligament (gornji glenohumeralni ligament)                                                |
| SLAP        | Superior Labrum Anterior to Posterior (gornji labrum od naprijed prema natrag) lezija                          |
| SSC         | m. subscapularis                                                                                               |
| SSP         | m. supraspinatus                                                                                               |
| STh         | skapulotorakalni zglob                                                                                         |
| T           | trombociti                                                                                                     |
| TM          | m. teres minor                                                                                                 |
| TV          | televizija                                                                                                     |
| TXA         | traneksamična kiselina                                                                                         |

|         |                                                                                            |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| USD     | United States Dollar (američki dolar)                                                      |
| UZ      | ultrazvuk                                                                                  |
| VAS     | vizualna analogna skala                                                                    |
| VAS – B | vizualna analogna skala bolnosti                                                           |
| VAS – V | vizualna analogna skala vidljivosti                                                        |
| WUXGA   | Widescreen Ultra Extended Graphics Array (širokozaslonski ultra prošireni grafički prikaz) |
| XGA     | Extended Graphic Array (prošireni grafički prikaz)                                         |

## **PRIVITCI**

Prilog 1.      Potrošnja analgetika nakon artroskopije ramena

Prilog 2.      VAS – B obrazac

KLINIKA ZA ORTOPEDIJU LOVRAN

Šetalište maršala Tita 1

51415 Lovran

**POTROŠNJA ANALGETIKA NAKON ARTROSKOPIJE RAMENA**

Molim Vas da stavite crticu za svaku pojedinu tabletu protiv bolova koju ste doista popili

**BIJELA TABLETA (PARACETAMOL 500 mg)**

**PLAVA TABLETA (KETONAL 100 mg)**

Ovaj papir prije odlaska kući, molim, predajte glavnoj sestri 2. Odjela

prim. Nikola Matejčić, dr. med.

KLINIKA ZA ORTOPEDIJU LOVRAN

Šetalište maršala Tita 1

51415 Lovran

### VAS – B OBRAZAC

Upitnik za ocjenu boli

Molim Vas zaokružite jačinu boli koju osjećate

|                                                                                    |                                                                                    |                                                                                    |                                                                                    |                                                                                      |                                                                                      |                                                                                      |                                                                                      |                                                                                      |                                                                                      |                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 0                                                                                  | 1                                                                                  | 2                                                                                  | 3                                                                                  | 4                                                                                    | 5                                                                                    | 6                                                                                    | 7                                                                                    | 8                                                                                    | 9                                                                                    | 10                                                                                   |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Nema boli</b>                                                                   | <b>Blaga,<br/>iritantna bol</b>                                                    | <b>Dosadna,<br/>neugodna,<br/>iritantna bol</b>                                    | <b>Uznemirujuća,<br/>mučna bol</b>                                                 | <b>Intenzivna,<br/>zastrašujuća<br/>bol</b>                                          | <b>Neizdrživa,<br/>nepodnošljiva<br/>mučna bol</b>                                   |                                                                                      |                                                                                      |                                                                                      |                                                                                      |                                                                                      |

## **ŽIVOTOPIS**

### **OSOBNİ PODACI**

Ime i prezime: Nikola Matejčić  
Titula: primarijus, doktor medicine, specijalist ortoped, uži specijalist traumatologije lokomotornog sustava  
Datum rođenja: 18.02.1968.  
Mjesto rođenja: Rijeka, Hrvatska  
Državljanstvo: Hrvatsko

### **RADNO ISKUSTVO**

- **Klinika za ortopediju i traumatologiju Lovran**

2023. – danas Voditelj ortopedskog i traumatološkog odjela II; uži specijalist iz traumatologije lokomotornog sustava

2010. – 2023. Specijalist ortoped, od rujna 2010. do prosinca 2023.

2011. Voditelj operacijskih sala Klinike

2005. – 2010. Specijalizant ortopedije

2004. – 2005. Doktor medicine – volonter

- **Ustanova za hitnu medicinsku pomoć Rijeka**

2003. – 2005. Doktor Medicine

- **Klinika za ortopediju i traumatologiju Lovran**

1995. – 1997. Doktor medicine pripravnik

### **ŠKOLOVANJE, STEČENI NAZIVI**

- 2021. – 2023. staž iz uže specijalizacije „Traumatologija lokomotornog sustava“; nakon ispita od 11. svibnja 2023. stječe naziv užeg specijalista iz traumatologije lokomotornog sustava
- 16.02.2022. izabran za naslovnog asistenta na Katedri za ortopediju i fizikalnu medicinu Medicinskog fakulteta u Rijeci
- 2021. stječe naziv primarijus
- 2005. – 2010. staž iz specijalizacije „Ortopedija“; nakon ispita od 21. svibnja 2010. stječe naziv: specijalist ortopedije
- ožujak – prosinac 2007. Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet, Specijalistički poslijediplomski studij iz ortopedije
- 1987. – 1995. Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet, Studij medicine; diplomirao 12. srpnja 1995.; naziv: doktor medicine

## ČLANSTVA U STRUČNIM DRUŠTVIMA

- ESA European Shoulder Associates
- ESSKA European Society for Sports Traumatology, Knee Surgery and Arthroscopy
- CSSTA Croatian Society for Sports Traumatology and Arthroscopy
- Hrvatsko ortopedsko društvo
- Hrvatska liječnička komora

## STUDIJSKI POSJETI

Oslo, Norveška; Lisabon, Portugal; Klaipeda, Litva; Ljubljana i Ankaran Slovenija; Rim, Italija; Naarden, Nizozemska; Bielsko Biala, Poljska; Munchen i Straubing, Njemačka.

## USAVRŠAVANJE:

60 stručnih i znanstvenih skupova u Francuskoj, Ujedinjenom Kraljevstvu, Portugalu, Poljskoj, Grčkoj, Italiji, Nizozemskoj, Njemačkoj, Austriji, Češkoj, Libanonu, Sloveniji, Srbiji, Crnoj Gori i Hrvatskoj.

## RADOVI:

1. **Matejčić N**, Grzalja N, Tudor K, Lekić A, Stefanac F, Matejčić A, et al. Quantification and Predictors of Hemoglobin Drop, Hidden Blood Loss and Irrigation Fluid Retention in Shoulder Arthroscopy. JCM. 2025 May 30;14(11):3875.
2. **Matejčić N**, Lekić A. Arthroscopic repair of subscapularis tendon tears. Medicina Fluminensis 2020, Vol. 56, No. 3, p. 298-306.
3. Barićić M, Santić V, Legović D, Jotanović Z, **Matejčić N**, Miletić Barković M. Carpal tunnel syndrome. Medicina Fluminensis 2019, Vol. 55, No. 1, p. 4-15.
4. **Matejčić N**, Vitezić M, Bukal K, Miletić Barković M, Papež Kinkela D, Srdoc N. Elbow arthroscopy. Medicina Fluminensis 2013, Vol. 49, No. 3, p. 285-291.
5. Rakovac I, Kovacic B, Rubinic D, Vukelic L, Baricic M, **Matejčić N**, Jotanovic Z. Subtalar arthroereisis in the therapeutic management of flexible flatfoot. Medicina Fluminensis 2013, Vol. 49, No. 3, p. 306-311.

6. Prpic T, Sestan B, Rubinic D, Tudor A, Spanja Prpic S, Rakovac I, **Matejcic N**. Minimally invasive compared with standard approach for total knee arthroplasty. *Medicina Fluminensis* 2013, Vol. 49, No. 3, p. 328-332.

#### **POGLAVLJA U KNJIGAMA**

1. **Matejčić N**, Poglavlje 20. Rameni obruč, rame, nadlaktica, str 386 – 425. Dijelovi poglavlja: Klinička anatomija i posebnosti u liječenju ramena, Klinički pregled ramena, Tendinitis i tendinoze, Kronične i akutne rupture rotatorne manžete, Ozljede labruma, Bolesti duge glave bicepsa, Infekcije u području ramena. U: Tudor A, Bergovec M, Ostojić Z (urednici). *Ortopedija i traumatologija*. Medicinska Naklada, Zagreb, 2023.
2. **Matejčić N**, Poglavlje 20: Endoprotetika zgloba kuka, str 279 – 308. U: Tudor A, Mađarević T (urednici). *Kuk*. Medicinska Naklada, Zagreb, 2018.
3. Šestan B, **Matejčić N**, Poglavlje 7. Kralježnica, str 65 – 76. U: Tudor A, Šestan B (urednici). *Dječja ortopedija*. Medicinska Naklada, Zagreb, 2012.

Nikola Matejčić dao je 10 priopćenja na međunarodnim skupovima, 11 priopćenja na nacionalnim skupovima sa međunarodnim sudjelovanjem te 1 priopćenje na nacionalnom skupu. Bio je pozvani predavač na ukupno 14 skupova u zemlji i inozemstvu.