

Marko D. Mladenović: Uloga hirurških procedura u prevenciji i lečenju osteoartroza kuka nastalih morfološkim promenama vrata butne kosti



UNIVERZITET U NIŠU
MEDICINSKI FAKULTET

Marko D. Mladenović

**ULOGA HIRURŠKIH PROCEDURA U
PREVENCIJI I LEČENJU OSTEOARTROZA
KUKA NASTALIH MORFOLOŠKIM
PROMENAMA VRATA BUTNE KOSTI**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor

Prof. dr Ivan Micić

NIŠ, 2017. god.

Marko D. Mladenović: Uloga hirurških procedura u prevenciji i lečenju osteoartroza kuka nastalih morfološkim promenama vrata butne kosti



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF MEDICINE

Marko D. Mladenović

**THE ROLE OF SURGICAL PROCEDURES IN
PREVENTION AND THERAPY OF HIP
OSTEOARTHRITIS CAUSED BY
MORPHOLOGICAL CHANGES OF THE
FEMORAL NECK**

DOCTORAL DISSERTATION

Mentor

Ph.D Ivan Micić

NIŠ, 2017. god.

Marko D. Mladenović: Uloga hirurških procedura u prevenciji i lečenju osteoartroza kuka nastalih morfološkim promenama vrata butne kosti

Mentor:

Prof. dr Ivan Micić, Univerzitet u Nišu, Medicinski fakultet

Članovi komisije:

Prof. dr Zoran Golubović, Univerzitet u Nišu, Medicinski fakultet, predsednik

Prof. dr Branko Ristić, Univerzitet u Kragujevcu, Medicinski fakultet, član

Doc. Dr Saša Milenković, Univerzitet u Nišu, Medicinski fakultet, član

Prof. dr Ivan Micić, Univerzitet u Nišu, Medicinski fakultet, član i mentor

Datum odbrane :

Marko D. Mladenović: Uloga hirurških procedura u prevenciji i lečenju osteoartroza kuka nastalih morfološkim promenama vrata butne kosti

*Ovaj doktorat posvećujem svojoj porodici
Sinovima Petru i Novaku, supruzi Aleksandri i roditeljima Ljiljani i Desimiru*

Klinički rad i dragoceni rezultati eksperimentalnog istraživanja poslužili su kao osnova za sagledavanje problema osteoartroze zgloba kuka i njegovog ranog rešavanja u domenu bioloških metoda lečenja.

Uveren da se ozbiljni poslovi lakše završavaju uz pomoć prijatelja i da je život sa prijateljima lepši, zahvaljujem se dr sci. med. Zoranu Anđelkoviću i dr Nikoli Zariću na pomoći i podršci u izradi doktorske disertacije.

Dr sci. med. Zoran Anđelković me uveo u problematiku femoroacetabularnog impingementa i ukazao na mogućnosti prevencije i lečenja ovog bolnog stanja kuka. Uz njega sam savladao metodologiju dijagnostike i operativnu tehniku u uklanjanju morfoloških promena na vratu femura.

Prof. dr Ivan Micić mi je bio stalna podrška i svojim savetima i idejama umnogome je doprineo oblikovanju ovog rada i mene kao hirurga.

Prof. dr Zoran Golubović koji me stalno bodrio i podsticao na rad, a imao je razumevanje za moje česte odlaske u centrima gde se problem FAI operativno rešavao.

Doc. dr Saša Milenković je bio moj stalni podstrekač u realizaciji disertacionog i hirurškog rada.

Prof. dr Branko Ristić je bio moj primer upornosti i istrajnosti u radu i pomogao je u izradi disertacije.

Moj prijatelj ikolega dr Nikola Zarić je reprezentativni primer uspešnog rada u Americi. Svojom nesebičnošću i velikim razumevanjem podsticao me je da istrajem na teškom putu, a materijalnom pomoći je doprineo krajnjoj realizaciji ovog projekta.

Veliku zahvalnost dugujem mom prijatelju i kumu Mast. inž. elektr. i računar. Aleksandru Stojanoviću na moralnoj i tehničkoj podršci u izradi doktorske disertacije.

Zahvaljujem se i Prof. dr Desimiru, mom ocu, na razvijanju ljubavi i sklonosti ka ortopediji, uvođenju u hirurški rad, davanju smernica i ideja za eksperimentalno istraživački rad u okviru ove doktorske disertacije.

Zahvaljujem se sinovima Petru i Novaku, supruzi Aleksandri i majci Ljiljani.

ULOGA HIRURŠKIH PROCEDURA U PREVENCIJI I LEČENJU OSTEOARTROZA KUKA NASTALIH MORFOLOŠKIM PROMENAMA VRATA BUTNE KOSTI

Kratak sadržaj

Uvod: Osteoartroza kuka je česta bolest, a može biti primarna i sekundarna. Sekundarna artroza kuka, često, može biti posledica morfoloških promena na vratu butne kosti, to su promene CAM tipa, ili koštani breg na spoju glave i vrata butne kosti, i on izaziva femoroacetabularni impingement. Patofiziologija impingementa se ogleda u prevremenom kontaktu spoja vrata i glave butne kosti sa prednjom ili prednje gornjom ivicom acetabuluma.

Cilj rada: Analizirati uticaj morfoloških promena femura po tipu koštanog brežuljka, CAM deformitet, na razvoj osteoartroze zgloba kuka i opravdanost hirurškog lečenja deformiteta kao preventivu njenog razvoja. Na eksperimentalnim životinjama, hirurškim putem, stvoriti morfološku promenu na vratu femura po tipu CAM deformiteta i utvrditi oblik i stepen razvoja osteoartroze zgloba kuka. Analizirati ispitanike kod kojih je urađena aloartroplastika kuka zbog osteoartroze izazvane CAM deformitetom, sa posebnim osvrtom na položaj glave butne kosti i veličinu, formu i položaj koštanog brega.

Metod rada: Istraživanjem su obuhvaćene dve grupe ispitanika i grupa eksperimentalnih životinja. Kod jedne grupe ispitanika, pratili smo kliničke i radiološke znake izazvane CAM deformitetom, i to pre i postoperativno. Drugu grupu čine ispitanici gde smo ugradili totalnu bezcementnu endoprotezu kuka, a zbog sekundarne osteoartroze kuka koja je izazvana CAM deformitetom koji nije hirurški lečen. Na eksperimentalnim životinjama, jatrogeno smo stvorili CAM deformitet, plasirajući metalni šraf na spoju vrata i glave butne kosti kunića, a potom smo histološki pratili razvoj sekundarne artroze na kuku – pratili smo njeno vreme nastanka i stepen oštećenja.

Rezultati rada: Oni su grupisani na demografske, kliničke, radiološke i histološke rezultate. Demografski rezultati govore o pojavi femoroacetabularnog impingementa kod mladih ljudi i o potrebi da se morfološki deformiteti vrata i glave femura klinički i radiološki rano otkriju i hirurški leče. Postoperativni klinički i radiološki parametri u ovoj grupi ispitanika govore o apsolutnoj potrebi i opravdanosti hirurškog lečenja. Ne lečeni morfološki deformiteti dovode do rane osteoartroze kuka koja se može rešiti ugradnjom endoproteze kuka, tj. zamena prirodnog zgloba kuka veštačkim. Nađene su značajne razlike između preoperativnih i postoperativnih vrednosti testiranih parametara, a to upućuje na potrebu ranog otkrivanja i hirurškog lečenja CAM deformiteta. Eksperimentalni rezultati potvrđuju uticaj CAM deformiteta na hrskavicu i labrum zgloba kuka u smislu razvoja osteoartroze.

Zaključak: Eksperimentalnim radom i dobijenim histološkim rezultatima, potvrdili smo uticaj, jatrogenog CAM deformiteta na vratu femura, na razvoj sekundarne osteoartroze kuka. Ona je po stepenu razvoja izraženija kod kunića koji su dugo bili izloženi uticaju ovakve morfološke promene vrata femura. Femoroacetabularni impingement treba rano otkriti, klinički i radiološki ga identifikovati, i što pre hirurški lečiti. Rezultat operativnog lečenja i vek zgloba kuka, zavisi od stepena oštećenja hrskavice u momentu hirurškog lečenja. Osteoartroza zgloba kuka nastala CAM deformitetom, javlja se kod mladih, posle 45

Marko D. Mladenović: Uloga hirurških procedura u prevenciji i lečenju osteoartroza kuka nastalih morfološkim promenama vrata butne kosti

– 55 godina života, i jedino rešenje jeste ugradnja bezcementne endoproteze kuka. Ona mora biti iz grupe proteza sa kratkim stemom kako bi poštedeli metafizu, a sačuvali dijafizu femura, za sekundarnu hiruršku intervenciju, tj. za reinterventnu operaciju. Kod ugradnje veštačkog zgloba kuka neophodno je kliničko i radiološko preoperativno planiranje.

Ključne reči: femoroacetabularni impingement, morfološke promene, operacija, eksperimentalna hirurgija, endoproteza kuka.

Naučna oblast: Klinička medicina

Uža naučna oblast: Ortopedija

UDK:

THE ROLE OF SURGICAL PROCEDURES IN PREVENTION AND THERAPY OF HIP OSTEOARTHRISIS CAUSED BY MORPHOLOGICAL CHANGES OF THE FEMORAL NECK

Short contents

Introduction: Hip osteoarthritis is a common disease, it can be primary or secondary. Secondary hip arthrosis can often be the consequence of morphological changes on the femoral neck bone, and it is the cause of femoroacetabular impingement. The pathophysiology of impingement is characterized by premature contact of femoral neck and head joint with frontal or upper frontal edge of acetabulum.

Aim of the paper: The analysis of the effect of femoral morphological changes, by the type of bone bump - CAM deformity, to the development of hip joint osteoarthritis and the justification of surgical treatment of the deformity as a means of prevention. On experimental animals surgically create a morphological change on the femoral neck, CAM deformity type, and determine the form and the degree of the hip joint osteoarthritis development. Analyze the test subjects who have undergone hip aloarthroplastics due to osteoarthritis caused by CAM deformity, with heightened focus on the femoral head bone position and size, form and position of the bone bump.

Method: This research includes two groups of human test subjects and a group of experimental animals. In one group of test subjects we have monitored clinical and radiological signs caused by CAM deformity, pre and post-operatively. The other group of test subjects includes patients who have been implanted total cementless hip endoprosthesis, due to the secondary hip osteoarthritis caused by CAM deformity that had not been treated surgically. We have induced iatrogenically a CAM deformity on experimental animals, by placing a metal screw in the femoral head and neck joint of a hare, and then we have histologically monitored the development of secondary arthrosis on the hip – we have monitored the time of its origin and the degree of damage.

Results: They have been grouped to demographic, clinical, radiological and histological results. Demographic results deal with the development of femoroacetabular impingement in young people and the need to detect clinically and radiologically morphological deformities of femoral head and neck early and treat them surgically. Postoperative clinical and radiological parameters in this group of test subjects suggest an absolute need and justify surgical treatment. Non-treated morphological deformities lead to an early osteoarthritis of the hip, which can be solved with an implantation of hip endoprosthesis, ie. the replacement of natural hip joint with an artificial one. Significant differences between preoperative and postoperative values of the tested parameters have been found, which suggests a need for an early detection and surgical treatment of CAM deformities. Experimental results confirm the influence of CAM deformities to cartilage and labrum of the hip joint regarding the development of osteoarthritis.

Conclusion: Through experimental work and collected histological results, we have confirmed the influence of iatrogenic CAM deformity on femoral neck, to the development of

secondary hip osteoarthritis. According to the stage of development, it is more present in hares which have long been exposed to the influence of this type of morphological change on the femoral neck. Femoroacetabular impingement needs to be detected early, clinically and radiologically identified, and surgically treated as soon as possible. The results of operative treatment and hip joint durability depend on the degree of cartilage damage at the moment of the surgical treatment. Hip joint osteoarthritis caused by CAM deformity develops in younger persons after 45 – 55 years of life, and the only solution is the implementation of cementless hip endoprosthesis. It needs to be a prosthesis from the group of short stemmed prostheses, in order to spare femoral metaphysis and save the diaphysis for secondary surgical intervention, ie. reintervention. Considering artificial hip joint implementation, clinical and radiological preoperative planning is necessary.

Keywords: femoroacetabular impingement, morphological changes, operation, experimental surgery, hip endoprosthesis.

Scientific field: Clinical medicine.

Narrow scientific field: Orthopedics.

UDC:

SADRŽAJ

1. UVOD	- 1 -
2. DOSADAŠNJA SAZNANJA O NAUČNOM PROBLEMU	- 3 -
2.1. ANATOMIJA KUKA	- 3 -
2.1.1. Labrum acetabuluma	- 5 -
2.1.1.1. Vaskularizacija i inervacija labruma acetabuluma	- 7 -
2.1.1.2. Funkcija labruma acetabuluma	- 7 -
2.1.2. Zglobna hrskavica, struktura i funkcija	- 7 -
2.1.2.1. Struktura zglobne hrskavice	- 8 -
2.1.2.2. Interakcija između hondrocita i matriksa	- 9 -
2.1.2.3. Regeneracija hrskavice	- 9 -
2.2. BIOFIZIOLOGIJA I BIOMEHANIKA ZGLOBA KUKA	- 10 -
2.2.1. Biomehanika zgloba kuka	- 11 -
2.2.1.1. Zone opterećenja	- 13 -
2.3. MORFOLOGIJA PROKSIMALNOG FEMURA	- 17 -
2.3.1. Odnos vrata i tela butne kosti	- 17 -
2.3.2. Odnos femoralne glave i vrata	- 19 -
2.4. OSTEOARTRITIS – OSTEOARTROZA	- 25 -
2.4.1. Katabolizam hondrocita i hrskavice	- 25 -
2.4.2. Subhondralna kost i njena uloga	- 26 -
2.5. OSTEOARTROZA KUKA, ETIOLOGIJA I PODELA	- 26 -
2.5.1. Biološka tumačenja nastanka koksartroza	- 26 -
2.5.2. Biomehaničko tumačenje nastanka koksartroze	- 27 -
2.5.3. Podela koksartroza	- 27 -
2.5.4. Femoroacetabularni impingement kao uzrok osteoartrita kuka	- 28 -
2.5.4.1. Cam forma FAI	- 29 -
2.5.4.2. Pincer forma FAI	- 30 -
2.5.4.3. Mešovita forma FAI	- 30 -
2.5.4.4. Patofiziologija CAM forme FAI	- 30 -
2.5.4.5. Patofiziologija pincer forme FAI	- 30 -
2.6. ALOPLASTIKA KUKA	- 31 -
2.6.1. Istorijski pregled razvoja aloplastike kuka	- 31 -
2.6.2. Totalna proteza zgloba kuka	- 32 -
2.6.2.1. Problem frikcije i lubrikacije endoproteze	- 33 -
2.6.2.2. Problem fiksacije endoproteze	- 34 -
3. NAUČNO – RADNA HIPOTEZA	- 37 -
4. CILJ RADA	- 37 -

5. MATERIJAL RADA	- 38 -
5.1. EKSPERIMENTALNI DEO MATERIJALA	- 38 -
5.1.1. Mesto i vreme istraživanja	- 38 -
5.1.2. Eksperimentalne životinje i ugradni materijal	- 38 -
5.2. KLINIČKI DEO MATERIJALA	- 41 -
5.2.1. Ispitanici sa cam formom fai	- 41 -
5.2.1.1. Kriterijumi za uključivanje ispitanika u grupu operisanih sa cam formom fai	- 41 -
5.2.2. Ispitanici sa aloartroplastikom kuka	- 42 -
5.2.2.1. Kriterijumi za uključivanje ispitanika u grupu aloartroplastike kuka	- 44 -
6. METOD RADA	- 45 -
6.1. KLINIČKI METOD	- 45 -
6.1.1. Određivanje pokreta u kuku sa cam morfotipom	- 45 -
6.1.2. Određivanje statusa osteoartrotičnog kuka	- 45 -
6.1.3. Impingement test	- 46 -
6.1.4. Womac scor	- 47 -
6.2. RADIOGRAFSKI METOD	- 47 -
6.2.1. Standardizovani anteroposteriorni snimak kukova	- 47 -
6.2.2. Lateralni radiografski snimak kukova	- 47 -
6.2.3. Notzli alfa ugao i osovina vrata femura	- 47 -
6.2.4. Ugao delta	- 50 -
6.2.5. Offset indeks vrata butne kosti	- 50 -
6.2.5.1. Izračunavanje offset indeksa kuka	- 51 -
6.2.6. Stepen artroze kuka	- 51 -
6.2.7. Preoperativno planiranje ugradnje endoproteze	- 51 -
6.2.8. Radiološka merenja na eksperimentalnim životinjama	- 52 -
6.3. OPERATIVNI ZAHVAT NA EKSPERIMENTALNIM ŽIVOTINJAMA	- 52 -
6.3.1. Priprema hirurškog zahvata	- 52 -
6.3.2. Anestezija eksperimentalnih životinja	- 53 -
6.3.3. Hirurški pristup	- 53 -
6.3.4. Postoperativna nega eksperimentalnih životinja	- 54 -
6.4. OPERATIVNI METOD NA ISPITANICIMA	- 55 -
6.4.1. Operativni metod kod ispitanika sa cam formom fai	- 55 -
6.4.2. Operativni metod kod ispitanika sa osteoartrozom kuka	- 58 -
6.5. HISTOLOŠKI METOD	- 58 -
6.5.1. Resekcija zgloba kunića	- 59 -
6.5.2. Histološko ispitivanje	- 60 -
6.6. STATISTIČKI METOD	- 61 -
7. REZULTATI RADA	- 62 -
7.1. REZULTATI NA EKSPERIMENTALNIM ŽIVOTINJAMA	- 62 -

7.1.1.	Rezultati merenja kod neoperisanih eksperimentalnih životinja	- 62 -
7.1.2.	Rezultati merenja kod operisanih eksperimentalnih životinja	- 63 -
7.1.3.	Rezultati makroskopskog i histološkog praćenja	- 63 -
7.2.	REZULTATI RADA NA KLINIČKOM MATERIJALU	- 67 -
7.2.1.	Demografski rezultati	- 67 -
7.2.2.	Klinički rezultati	- 70 -
7.2.3.	Rezultati testiranja radiografskih parametara	- 72 -
7.2.4.	Rezultati operativnog nalaza	- 74 -
8.	DISKUSIJA	- 75 -
9.	ZAKLJUČAK	- 83 -
10.	LITERATURA	- 84 -

LISTA SKRAĆENICA

CAM – koštani breg / na spoju glave i vrata butne kosti /

FAI – femoroacetabularni impingement

AOS – anteriorni offset

POS – posteriorni offset

SOS – superiorni offset

IOS – inferiorni offset

MS – Mankin scor

PINCER – uštinuće

VMA – Vojno Medicinska Akademija

SIAS – Spina Iliaca Anterior Superior

MM – medijalni malleolus

HO – heterotopične osifikacije

FADIR – Flexia-Adductia-Interna Rotatia

WOMAC – Western Ontario and Mc Masters University Osteoarthritis Index

POI – prednji offset indeks

LOI – lateralni offset indeks

AP – antero posterior

TT – telesna težina

ACFM – a. circumlexa femoris medialis

IET – totalna proteza kuka

X – aritmetička sredina

SD – standardna devijacija

“Lečenje je pitanje vremena, ali ponekad i pitanje povoljne prilike.”
Hipokrat

1. UVOD

Procesi degeneracije zglobova i kostiju su u neposrednoj vezi sa procesima starenja i javljaju se među prvima u čovečjem organizmu. Osteoartrit ili artroza je najčešće hronično oboljenje zglobova, sreće se u 60% populacije starije od 65 godina. Lokacija ovih oboljenja je najčešće na zglobu kuka i kolena. Zastupljenost osteoartrita kuka prema polu je nešto veća kod muškaraca. Kod osoba starosti do 55 godina učestalost je 8%, a kod osoba preko 55 godina od 5 – 7 %, i u tom dobu prevalenca je veća kod žena (1, 2, 3, 4).

Zglob kuka je jedan od najvećih zglobova u čovečjem organizmu, i predodređen je za najveća opterećenja. U dugom evolutivnom razvoju, u toku postupnog prelaska sa četvoronožnog na dvonožni hod, funkcija je prilagođavala formu u cilju prihvatanja tih opterećenja. Građa zgloba po tipu kugličnog zgloba, uz snažan kapsuloligamentarni aparat i jaku muskulaturu, omogućava maksimalnu pokretljivost u svim pravcima. No, u tom evolutivnom toku mnogo toga nije pratilo potrebe zgloba kuka, a to se pre svega odnosi na sledeće činjenice:

- vaskularizacija zgloba kuka nije pratila razvoj i potrebe kuka, insuficijentna je, pa se zato i javljaju mnoge bolesti (M. Perthes, epifizioliza, avaskularna nekroza glave butne kosti), one dovode do pojave osteoartrita;
- disproporcija glave femura i acetabuluma, nedovoljna sadržanost glave u acetabulumu, nepravilna orijentisanost acetabuluma;
- poremećeni kolodijafizarni ugao, ugao anteverzije, morfološke promene na vratu femura – CAM (brežuljak) deformitet, i sve ove činjenice izazivaju osteoartrit kuka.

Prema mehaničkoj teoriji, osteoartrit nije bolest već je fiziološka neravnoteža između mehaničkih opterećenja kojima je zglob kuka izložen i sposobnosti tkiva da se odupru tom stresu (5).

Na osnovu mogućnosti identifikovanja uzroka artroze kuka, izvršena je podela u dve grupe: primarne i sekundarne artroze kuka. Primarne artroze kuka su idiopatske ili esencijalne, a pravi razlog nastanka se ne zna. Sreću se od 8 do 35% slučajeva (6, 7).

Sekundarne artroze kuka imaju poznatu etiologiju, i mnogi faktori doprinose njihovom razvoju: različite anomalije kuka, statičke deformacije, traumatska oštećenja, reumatska oboljenja, infekcije, vaskularne smetnje, CAM deformitet vrata femura i dr.

Pre dvadeset godina, Ganz i saradnici su postavili teoriju uticaja malih koštanih promena na razvoj sekundarne artroze kuka mehanizmom femoroacetabularnog impingementa (FAI). Radi se o bolnom sudaru glave i vrata butne kosti o prednjoj ili prednje – gornjoj ivici acetabuluma (8, 9). Danas se ovom problemu pridaje sve veća pažnja, sve je veći broj objavljenih naučnih radova na ovu temu, a sa ciljem da se patološke promene otkriju što ranije i uradi hirurški zahvat kojim se koriguju nastale promene i tako prevenira ili uspori dalji razvoj artroze kuka. FAI je patomorfološki mehanizam čija etiologija do danas nije dovoljno jasna. On je rezultat postojanja malih morfoloških promena na proksimalnom femuru i acetabulumu. Između ovih anatomskih struktura smanjeno je rastojanje, pa pri fleksiji, unutrašnjoj rotaciji i addukciji natkolenice u kuku, nastaje udar vrata butne kosti o ivicu acetabuluma i posledično oštećenje hrskavice i labruma acetabuluma. Ovo izaziva oštar bol u kuku i potencijalni je prethodnik osteoartrita kuka (10, 11, 12, 13, 14, 15).

Kada su u pitanju degenerativna oboljenja kuka, biološke operativne tehnike – kada se primene u ranim fazama oboljenja – mogu temporerno, ili definitivno zaustaviti tok bolesti i olakšati život bolesnika. Kod bolesnika sa FAI, u ranoj fazi bolesti, može se primeniti biološka operacija kojom se sačuva integritet zgloba kuka uz poboljšanje pokretljivosti i oslobađanja pacijenata bola i patnji. Danas postoje dve hirurške metode u lečenju FAI. Jedna, otvorena hirurška dislokacija kuka, koju je prvi promovisao i objavio rane rezultate lečenja 2001. godine prof. Ganz (16), a druga metoda je artroskopija kuka (17, 18). Novijeg datuma je i tzv. minimalno invazivna hirurgija, koja predstavlja kombinaciju otvorene i artroskopske metode (19).

Iz ovog kratkog pregleda, lako je zaključiti da je kuk izložen različitim patološkim promenama. Navedena stanja i oboljenja, i kada se zaleče, doprinose bržem razvoju degenerativnih promena, sekundarnim artrozama. Ovome treba dodati i proces starenja, tj. degeneraciju anatomske normalne i zdrave kukove koja dovodi do razvoja primarne artroze. Svi ovi razlozi doprinose evoluciji degenerativnih oboljenja kuka, nastaje klinička slika koja se manifestuje vezivanjem bolesnika za krevet i invaliditetom, u relativno kratkom periodu (1 – 4 godine). U takvim slučajevima potrebno je hirurško lečenje, ishabani prirodni zglob treba zameniti veštačkim. Primena ovih aloplastičnih procedura predstavlja veliki napredak i olakšanje pacijentima jer se uklanja bol, deformitet i poboljšava motilitet.

Kod mladih pacijenata treba biti oprezan pri odlučivanju o ugradnji veštačkog zgloba. Kod njih treba uraditi rani skrining, ukloniti faktor rizika za nastanak sekundarnog osteoartrita i pružiti šansu da prirodni zglob kuka što duže funkcioniše. Prirodni zglob kuka je savršen biomehanički kompleks za funkciju koju vrši, te ga je nemoguće oponašati i stvoriti u potpunosti. I najidealniji veštački kuk 70 puta je slabiji sistem od prirodnog (20).

2. DOSADAŠNJA SAZNANJA O NAUČNOM PROBLEMU

Naučni problem ove disertacije tematski je vezan za zglob kuka pa se iz tih razloga nameće potreba da se u kratkim crtama prikaže njegova anatomska struktura.

2.1. ANATOMIJA KUKA

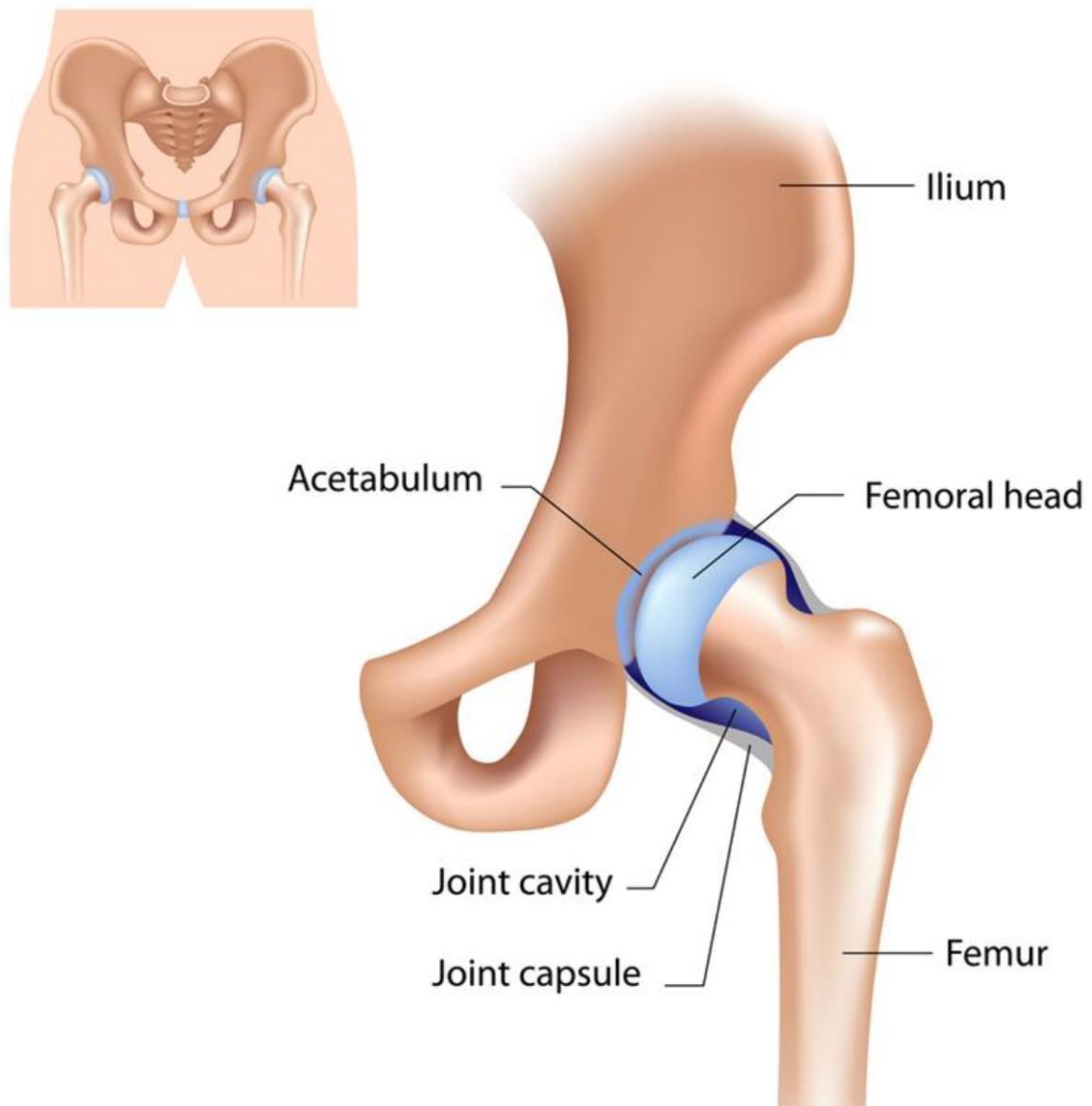
Osvrnućemo se na poznate činjenice vezane za koštano-ligamentarno-mišićni deo, a veću pažnju posvetiti strukturama zgloba: labrum acetabuluma i zglobna hrskavica. Ove strukture stradaju u procesu osteoartrita, a morfološke promene kosti u vidu cam deformiteta doprinose njihovom bržem propadanju.

Sferična glava butne kosti je sadržana u konkavni acetabulum karličnih kostiju i tako formira zglob kuka (21, 22, 23, 24, 25). Glava butne kosti je glatka, sferična i orijentisana unutra, naviše i napred u odnosu na osovinu butne kosti. Predstavljena je kao dve trećine lopte koja je simetrično postavljena na vrat i sa njim gradi kolo-kapitalnu osovinu. Ponekad može imati nagib put naviše i naniže i/ili put pozadi ili napred (26).

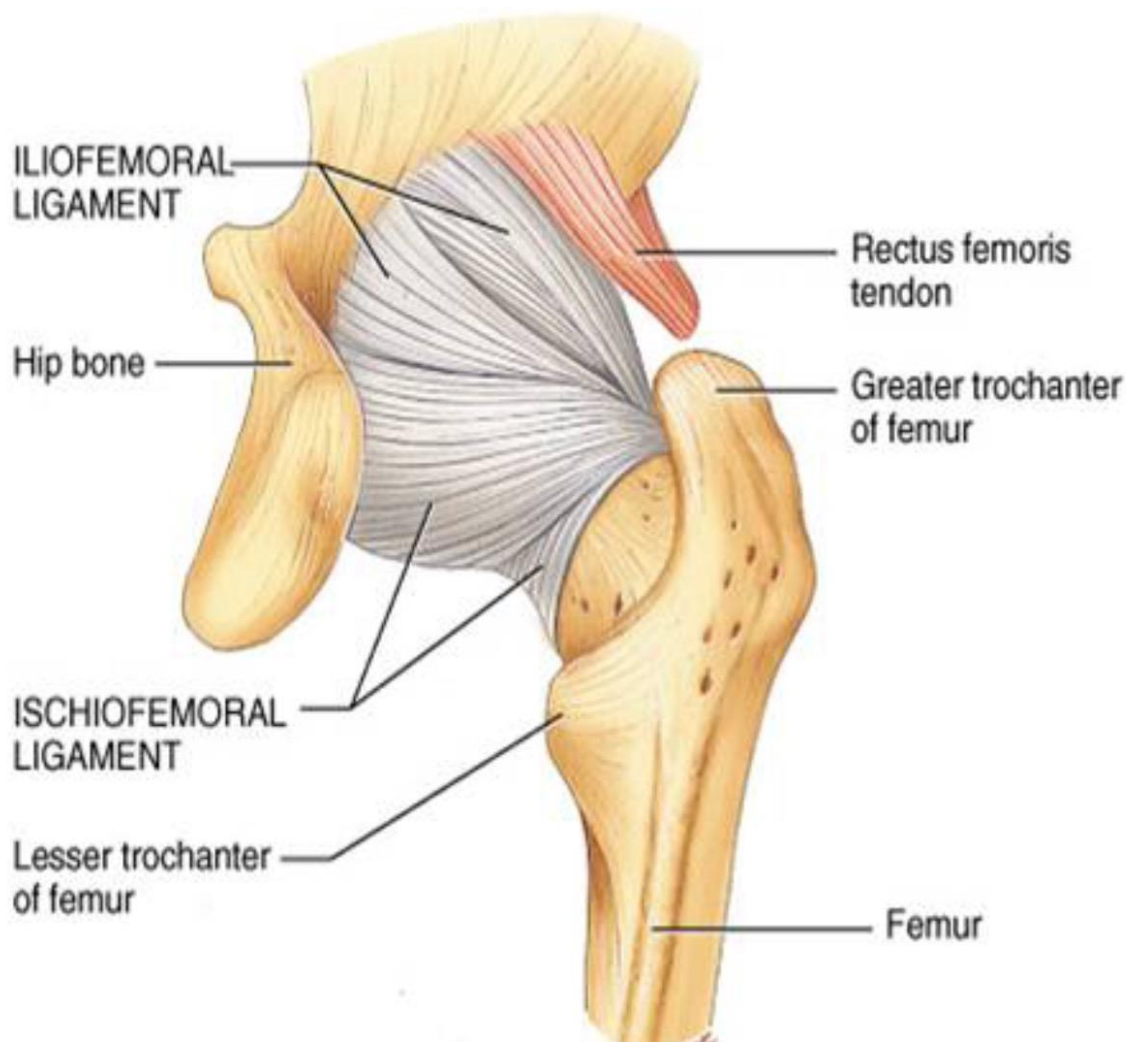
Vrat butne kosti je spljošten od napred ka nazad, u bazi je širi, a prema glavi se sužava. Ima prednju i zadnju stranu i gornju i donju ivicu. Gornja ivica vrata je široka, perforisana otvorima za prolaz krvnih sudova i znatno je kraća – skoro dva puta od donje ivice koja je dosta uža od gornje.

Morfološki oblik gornjeg okrajka butne kosti varira u dve ravni. U frontalnoj ravni glava i vrat butne kosti čine tup ugao koji nazivamo kolodijafizarni ugao, a normalne vrednosti ovog ugla iznose između 120° i 135° . Grade ga osovina dijafize butne kosti i osovina vrata. Dosad korišćena metoda određivanja osovine vrata butne kosti, ima svoje nedostatke koji prate rizik dobijanja nepreciznih vrednosti izmerenih parametara. Od skoro je predložena nova metoda merenja osovine vrata butne kosti pomoću dve paralelne linije koje pripadaju unutrašnjoj četvrtini vrata butne kosti (27). U horizontalnoj, ravni uzdužna osovina vrata butne kosti sa poprečnom osovinom kondila butne kosti gradi ugao torzije. Ovaj ugao nastaje usled uvijanja vrata unapred i to je anteverzija, iznosi 10 – 20, a najčešće 12° .

Zglob kuka je okružen snažnom i elastičnom zglobnom kapsulom koja omogućava širok obim pokreta ali i snažno stabilizuje zglob. Kapsula kuka je ojačana snažnim vezama koje vezuju femur sa kostima koje grade acetabulum, dodatno stabilizujući kuk (slika 1,2).



Slika 1. Koštane strukture zgloba kuka



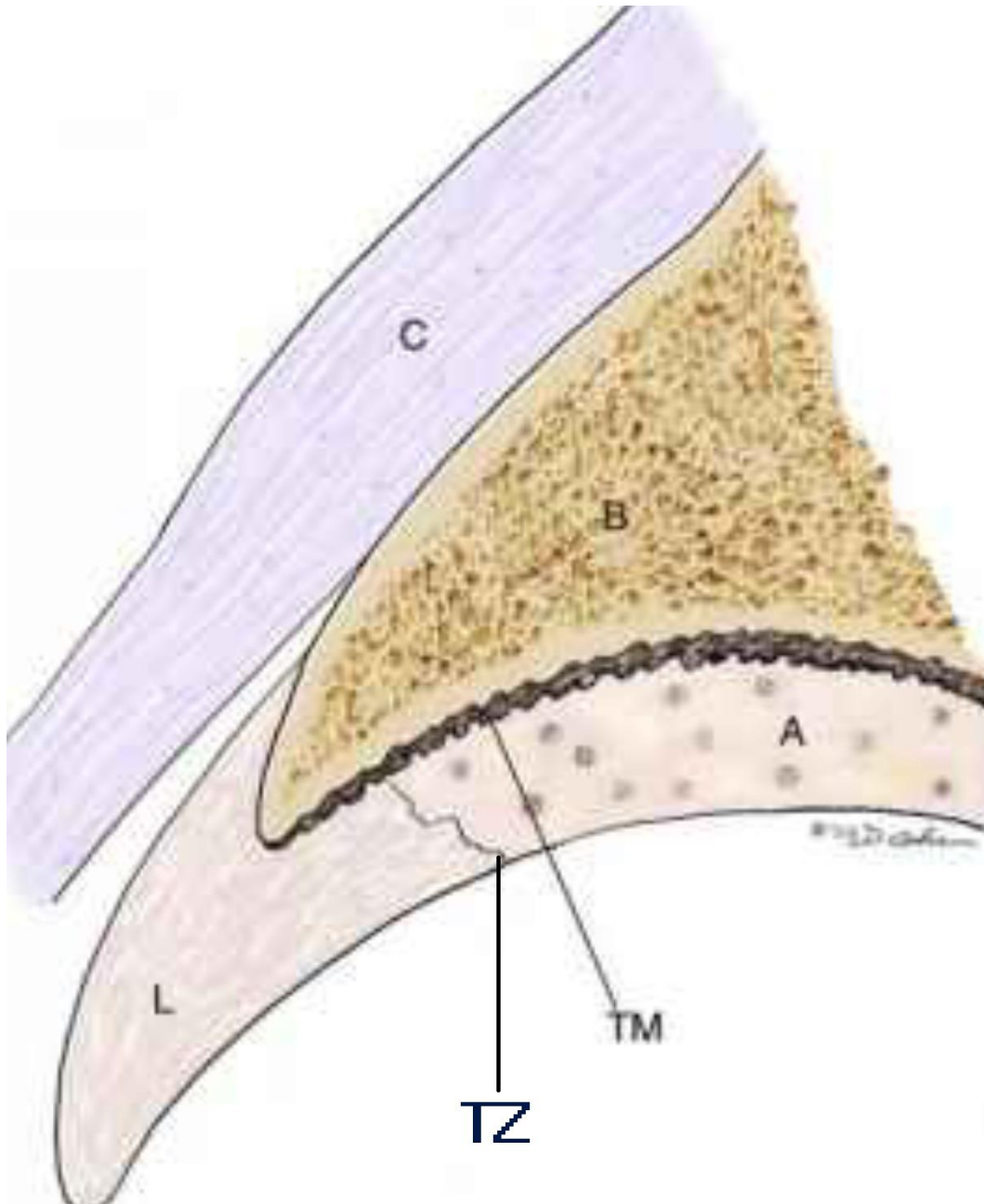
Slika 2. Kapsuloligamentarne strukture zgloba kuka

Zglob kuka formira primarnu vezu između kostiju noge i kostiju gornjeg dela tela. Zbog ove funkcije, tu su smešteni najveći i najsnažniji mišići tela. U čovečjem telu ima oko 696 pojedinačnih mišića i oni čine 40% telesne težine, a najsnažnije grupe su mišići natkolenice i glutealne regije – i oni su odgovorni za pokrete i stabilnost zgloba kuka (28, 29, 30).

2.1.1. Labrum acetabuluma

Labrum je fibrokartilaginozni prsten pripojen za ivicu acetabuluma sa tkivnom strukturom veoma sličnom meniskusu kolena. Labrum je svojom bazom pripojen za ivicu acetabuluma, a vrhom, koji je slobodan, leži na glavi butne kosti. Svojom konstrukcijom on produbljuje acetabulum, a u predelu acetabularnog useka nastavlja se u lig. transversum acetabuli, tako premoštava usek acetabuluma i formira kompletan prsten spajajući prednji i zadnji rog labruma (31, 32, 33).

Labrum acetabuluma se za acetabulum pripaja direktno i indirektno: direktno se pripaja na neartikularnu stranu tanke koštane ivice acetabuluma. Na zglobnoj strani, labrum se pripaja indirektno – preko zone kalcifikovane hrskavice putem tranzicione zone, debljine 1 – 2 mm, spaja se sa acetabularnom hijalinom hrskavicom. Ovaj spoj je locus minoris resistens, jer u mnogim patološkim procesima, ovde nastaje razdvajanje između labruma i hrskavice (slika 3).



Slika 3. Poprečni presek acetabularnog labruma: L-labrum, TZ-tranziciona zona, B-kost, TM-subhondralna kost, A-hrskavica, C-kapsula

2.1.1.1. Vaskularizacija i inervacija labruma acetabuluma

Kroz periferni deo labruma, krvni sudovi obezbeđuju vaskularizaciju samo za spoljnu trećinu labruma. Poreklo ovih penetrantnih krvnih sudova je iz a. obturatoria, a. glutea superior i a. glutea inferior (34).

Kim i Azuma (35) su pronašli brojne nervne završetke u labrumu acetabuluma. Pronašli su i senzorne nerve i korpuskule tipa: Pachioni telašca, Golgi-Mazzoni telašca, Ruffini telašca i zglobna telašca tipa Krausse. Sve ovo obezbeđuje senzaciju bola, pritiska i duboke senzacije, a to navodi na zaključak da oštećenje labruma može biti izvor bola u kuku. Zglobna hrskavica nema inervaciju, a to upućuje na zaključak da je čak i malo oštećenje labruma praćeno subjektivnim tegobama, dok i veliko oštećenje hrskavice ne daje nikakvu ili daje veoma oskudnu kliničku sliku, sve do trenutka dok i sam labrum ne bude oštećen.

2.1.1.2. Funkcija labruma acetabuluma

Labrum ima sledeće funkcije:

1. Labrum acetabuluma daje doprinos u stabilnosti kuka tako što:
 - a. povećava dubinu zgloba kuka – produbljuje acetabulum za približno 21%,
 - b. povećava zonu kontakta zgloba, prenoseći opterećenje, za približno 28%. Zato oštećenje labruma smanjuje površinu kontakta acetabuluma, a povećava se stres na zglobnu hrskavicu što izaziva njeno oštećenje.
2. Labrum acetabuluma je fibro hrskavičavi produžetak acetabuluma i tako povećava sadržanost femoralne glave i smanjuje kontakt stres, tako što:
 - a. obezbeđuje mehanizam zatvaranja zgloba kuka, a time sinovijalna tečnost preuzima deo opterećenja i obezbeđuje negativan intraartikularni pritisak u zglobu kuka,
 - b. vrši sabijanje sinovijalne tečnosti i prevenira direktan kontakt između hrskavice femoralne glave i acetabuluma. Oštećenja labruma mogu kompromitovati ovaj mehanizam zatvaranja zgloba, tad nastaje veće stres opterećenje, lošije prenošenje opterećenja sa acetabuluma na glavicu butne kosti, a to dovodi do remećenja funkcije zgloba (36, 37, 38).

Zbog potencijalnog učešća labruma u stabilnosti, fleksibilnosti i prenosu opterećenja zgloba kuka, labrum acetabuluma se smatra integralnom anatomo-funkcionalnom komponentom zgloba kuka. Patologija labruma može imati učešće u ranoj degeneraciji zgloba kuka zbog patoloških promena prenosa opterećenja i dodatnog stresa koji se odražava na slojeve hrskavice zgloba. Inicijalna lezija labruma, dovodi do gubitka normalne stabilnosti zgloba, ponovljenom traumom, ona se uvećava i tako predstavlja prekursor degenerativnih bolesti kuka kod osoba sa, naizgled, normalnom radiografskom morfologijom kukova (39, 40, 41, 42, 43, 44).

2.1.2. Zglobna hrskavica, struktura i funkcija

Zglobna hrskavica je specijalizovano vezivno tkivo koje pokriva artikularne koštane segmente u sinovijalnim zglobovima. Zahvaljujući svojim izvanrednim biomehaničkim kvalitetima, igra važnu ulogu pri lokomociji. Kao i druga konektivna tkiva, uključujući tetivu, ligament i meniskus, artikularna hrskavica je specijalizovano tkivo koje ima ćelije, matrikse vode i matrikse makromolekula. U ukupnom volumenu tkiva, postoji samo 1% ćelija (45, 46, 47).

U normalnoj zglobnoj hrskavici, postoji samo jedan tip ćelija: visoko specijalizovani hondrocit. U različitim zonama hrskavice, hondrociti imaju različitu veličinu, formu i metaboličku aktivnost, a poseduju organele neophodne za sintezu matriksa. Poseduju kratke cilije potopljene u matriksu, ali nema međusobnih kontakata. Kod mladih, hondrociti produkuju novo tkivo i remodeliraju artikularnu površinu, a kod osoba sa završenim rastom, nemogu da menjaju volumen tkiva, ali obnavljaju razgrađeni matriks makromolekula i remodeliraju artikularnu površinu.

Zglobna hrskavica nema nervne završetke, krvne i limfne sudove. Hondrociti se ne hrane putem krvi jer ne postoji vaskularna mreža, hrane se nutrijensima iz sinovijalne tečnosti. Na putu do hondrocita, nutrijensi prolaze kroz dve barijere: prvo, sinovijalno tkivo, a potom matriks hrskavice (48).

Ekstracelularni matriks artikularne hrskavice grade dve komponente: tkivni fluidi i strukturni makromolekuli.

Tkivne fluide čine gasovi, mali proteini, metaboliti i velika koncentracija proteoglikana.

Hrskavica je izgrađena od 20% vode i 80% strukturnih makromolekula, a postoje tri tipa:

Kolagen, postoje specifični tipovi: II, VI, IX i XI. Tip II, IX i XI grade fibrile koje se prostiru kroz tkivo formirajući stabilnost, koheziju i otpornost artikularne hrskavice.

Proteoglikani, sastavljeni su od proteina i glikozaminglikana, to su dugi polisaharidi sa disaharidima koji imaju amino šećer (49, 50). Tu se nalazi glikozoaminoglikan kao i hijaluronska kiselina, hondroitin sulfat i dermatin sulfat. Koncentracija ovih molekula u artikularnoj hrskavici varira prema godinama starosti, povredama hrskavice i bolesti. Postoje dve vrste proteoglikana: dugi agregacioni monomer proteoglikana (agrikan) i mali proteoglikan uključujući dekorin, biglikan i fibromodulin (49, 50, 51). Agrikan ima veliku količinu hondroitin sulfata i keratin sulfata vezanih za proteinske filamente. Molekuli agrikana grade interfibrilarni prostor u matriksu hrskavice čineći 90% proteoglikanske mase. U artikularnoj hrskavici, agrikani su udruženi sa hijaluronskom kiselinom (hialuronan) i lancima malih ne kolagenih proteina.

Ne kolageni proteini i glikoproteini, to su proteini vezani sa mono i oligosaharidima. Oni imaju ulogu da vežu hondrocite za kolagen fibrila u matriksu.

2.1.2.1. Struktura zglobne hrskavice

Morfološke promene hondrocita i matriksa na artikularnoj površini i u subhondralnoj kosti postoje, i prema njima su određene četiri zone: superficijalna zona, tranziciona, srednja ili duboka i zona kalcificirane hrskavice (46). Zone su relativne i nisu jasno ograničene. Ćelije različitih zona razlikuju se po veličini, obliku, orijentaciji i metaboličkoj aktivnosti.

Superficijalna zona, ima mehaničku i biološku ulogu. Hondrociti imaju elipsoidnu formu, a duža osa im je paralelna sa artikularnom površinom. Oni sintetišu matriks koji ima visoku koncentraciju kolagena i proteoglikana, a u velikoj količini prisutni su fibronektin i voda. Kolagen fibrili su paralelni sa zglobnom površinom, određuju mehaničku i potpurnu ulogu i obezbeđuju kompresiju i permeabilnost zglobne hrskavice. Disrupcija kolagena u matriksu ove zone je prva strukturna promena koja indukuje osteoartrozu hrskavice (52).

Tranziciona zona, ona je intermedijer između superficijalne i srednje zone. Čelije ove zone su sferoidne i sintetišu matriks gde je kolagen dugih fibrila sa visokom koncentracijom proteoglikana. Ima manju količinu vode i kolagena u odnosu na matriks superficijalne zone.

Srednja /radijalna/ zona, ima hondrocite sferične forme i grade kolumne perpendikularne na zglobnu površinu. Ova zona ima veliku koncentraciju proteoglikana i kolagena dugih fibrila, ali manju koncentraciju vode.

Zona kalcificirane hrskavice, ona odvaja radijalnu zonu od subhondralne kosti. Hondrociti su malog volumena i male metaboličke aktivnosti.

2.1.2.2. Interakcija između hondrocita i matriksa

Kroz život, hondrociti sintetišu i razaraju makromolekule matriksa. Mehanizam kontrole balansa održavaju citokini: interleukin 1, faktor rasta 1, faktor rasta beta. Ovi faktori stimulišu sintezu matriksa i proliferaciju ćelija. Nasuprot anabolizma, postoji katabolizam ćelija i molekula matriksa. Degradativni odgovor je rezultat kompleksne kaskade koja uključuje inaktivaciju pomenutih citokina, a aktiviraju se stromelizin, agrekanaza, plazmin, tumor nekrozni faktor i drugi molekuli.

Matriks štiti hondrocite od mehaničkog oštećenja kod pokretanja zgloba. Kod mehaničkog pritiska na artikulacionu površinu, on prenosi signal do hondrocite, a oni odgovaraju na signale aktivirajući citokine. Pri pokretanju zgloba, nastaje deformacija matriksa, a to proizvodi mehaničke, električne i fiziohemijske signale koji imaju veliku ulogu u stimulaciji hondrocita (53, 54). Kompresija artikularne površine deformiše matriks i direktno deformiše hondrocite, aktivira ih i samim tim nastaje produkcija i remodelacija matriksa.

2.1.2.3. Regeneracija hrskavice

Čelije ili hondrociti su relativno retki u ukupnoj masi hrskavice. Smešteni su u lakunama, difuzno su raspoređeni u matriksu i imaju različite oblike što zavisi od sloja u kome se nalaze: u površnom sloju, gde preovladavaju klizajući pokreti, hondrociti su spljošteni i raspoređuju se paralelno u odnosu na zglobnu površinu; u srednjem sloju, gde preovlađuju vertikalni pritisci, hondrociti su ovalni; a u dubljim slojevima imaju tendenciju da formiraju vertikalne i iskošene kolone sastavljene od nekoliko ćelija.

U vreme embrionalnog razvoja, kod deteta i mlade osobe, potencijal hondrocita za regeneraciju hrskavice je relativno veliki. Pod uticajem hormona i lokalno lučenih faktora rasta, izvestan broj hondrocita se umnožava mitotičkom deobom. Novonastale ćelije luče ekstraćelični matriks – kolagen tipa II koji se obloži hijalinom supstancom bogatom proteoglikanima i glikoproteinima, i tako nastaje rast hrskavice. Taj proces regeneracije hrskavice postepeno se usporava da bi prestao kod odraslih osoba kod kojih bazalni sloj hrskavice sa hondrocitima, kalcificira i vezuje se čvrsto za kost. Hondrociti odraslih osoba se vrlo retko dele (55). Posle zatvaranja osifikacionih centara, zglobna hrskavica je skoro potpuno izgubila sposobnost regeneracije.

Regenerativna slabost hrskavice pripisuje se većem broju faktora: nesposobnost hondrocita da se umnože u dovoljnom broju i dospeju na mesto ozlede usled ograničenog kretanja kroz veliku količinu kolagenih vlakana; odsustvo krvnih sudova i krvi sa kojima u ranu dospevaju trombociti, razni mitogeni i hemotaktički faktori – ako bi i došlo do krvarenja u zglobu, trombociti i ćelije iz krvi se ne lepe lako za hrskavicu, jer su kolagena vlakna i

adhezivni proteini maskirani obilnim slojem proteoglikana; metabolička insuficijencija hondrocita nemože da odgovori posebnim uslovima i zahtevima u delu regeneracije.

Hondrociti su aktivni u sintezi i hrskavično tkivo može da regeneriše pojedine elemente matriksa. Proteoglikani se uvek regenerišu, ali oštećenje kolagena matriksa ograničava regeneraciju – oštećenje kolagena tipa II nepovratno je praćeno destrukcijom tkiva i evolucijom prema artrozi (56).

Povreda zglobne hrskavice bez povrede kosti može ostati godinama, a da se ne zaleći (57). Hondrociti koji se nalaze u blizini povrede, dele se, stvarajući male grozdaste gomile klonalno umnoženih ćelija. One su u tim gomilama hiperaktivne i luče veliku količinu proteoglikana. Nažalost, ta aktivnost nije dovoljna za lečenje povrede i izvestan broj ćelija, zbog nedovoljne oksigenacije i nepravilne ishrane, odumire. Odumiranjem hondrocita u okolini povrede, stvaraju se povoljni uslovi za dalje pogoršavanje same povrede.

Povreda hrskavice i subhondralne kosti ima drugačiju evoluciju. Tad nastaje krvarenje i stvaranje koaguluma u rani. Pri tome se oslobađaju hemoaktivni faktori i faktori rasta. Brojni makrofagi i nediferencirane mezenhimne ćelije dospevaju na mesto povrede. Makrofagi resorbuju fibrin i koagulum, a mezenhimne ćelije prvo se diferenciraju u fibroblaste, a kasnije, pod uticajem biomehaničkih faktora, i u hondrocite. U početku, oni luče kolagena vlakna i ekstraćelijsku supstancu fibroznog tipa, a kasnije i sve veću količinu hijaline hrskavice. Na kraju se stvori fibrozno – hrskavičavi čep koji često loše priraste za okolnu hrskavicu i vremenom pokazuje znake destrukcije i degeneracije (58). Oštećena zglobna površina se može operativno obrijati, tj. mogu se ukloniti odumrle mase hrskavice. Tom metodom se podstiče regeneracija zglobne površine tkivom koje raste iz subhondralne kosti. Nažalost, kvalitet tog tkiva nije takav da u potpunosti zameni primarnu hrskavicu, pa to tkivo brzo propadne i stanje u zglobu se pogorša (59).

Operativno stvaranje povoljnih biomehaničkih uslova za fiziološko funkcionisanje zgloba (razne osteotomije, uklanjanje promena sa oboda vrata i acetabuluma, relaksacije zgloba raznim tenotomijama, transpozicije tetiva oko zgloba kuka) često su u praksi pokazale odlične rezultate. One predstavljaju najuspešnije metode kako za zaustavljanje patološkog razaranja zglobne hrskavice, tako i za podsticanje regeneracije novog tkiva (60).

2.2. BIOFIZIOLOGIJA I BIOMEHANIKA ZGLOBA KUKA

Zglob kuka je troosovinski zglob, ima okrugli oblik koštanih okrajaka i zato se naziva loptasti - sferoidni zglob. Jedan koštani okrajak je loptasto ispupčen – glava butne kosti, a drugi loptasto izdubljen – acetabulum (61). Zglob kuka funkcioniše po tipu kugličnog zgloba, glavica femura, kao kugla, šeta po čašici, čiji oblik odgovara toj kugli, obuhvatajući najveći deo njenog obima. Zglob je ojačan i stabilizovan jakim zglobnom čaurom, ligamentima i jakim i masivnom muskulaturom – zato su mogući efektni pokreti u svim mogućim pravcima.

Za biofiziološke karakteristike kuka vrlo je značajan odnos volumena glave butne kosti i kapaciteta acetabuluma. Glava butne kosti ima oblik približan slabo izduženoj lopti, i ona u normalnim uslovima fiziološkog razvoja, ispunjava acetabulum i njihove zglobne površine, adaptirane su po formi i obliku jedna drugoj. Jedan deo acetabuluma nema direktan kontakt sa glavom butne kosti i nije eksponiran direktnom kontaktu i pritisku glave – to je udubljena artikularna površina acetabuluma koja se naziva facies semilunaris. Ovo udubljenje ima oblik potkovice i veoma je važno u izvođenju pokreta u zglobu kuka (62, 63).

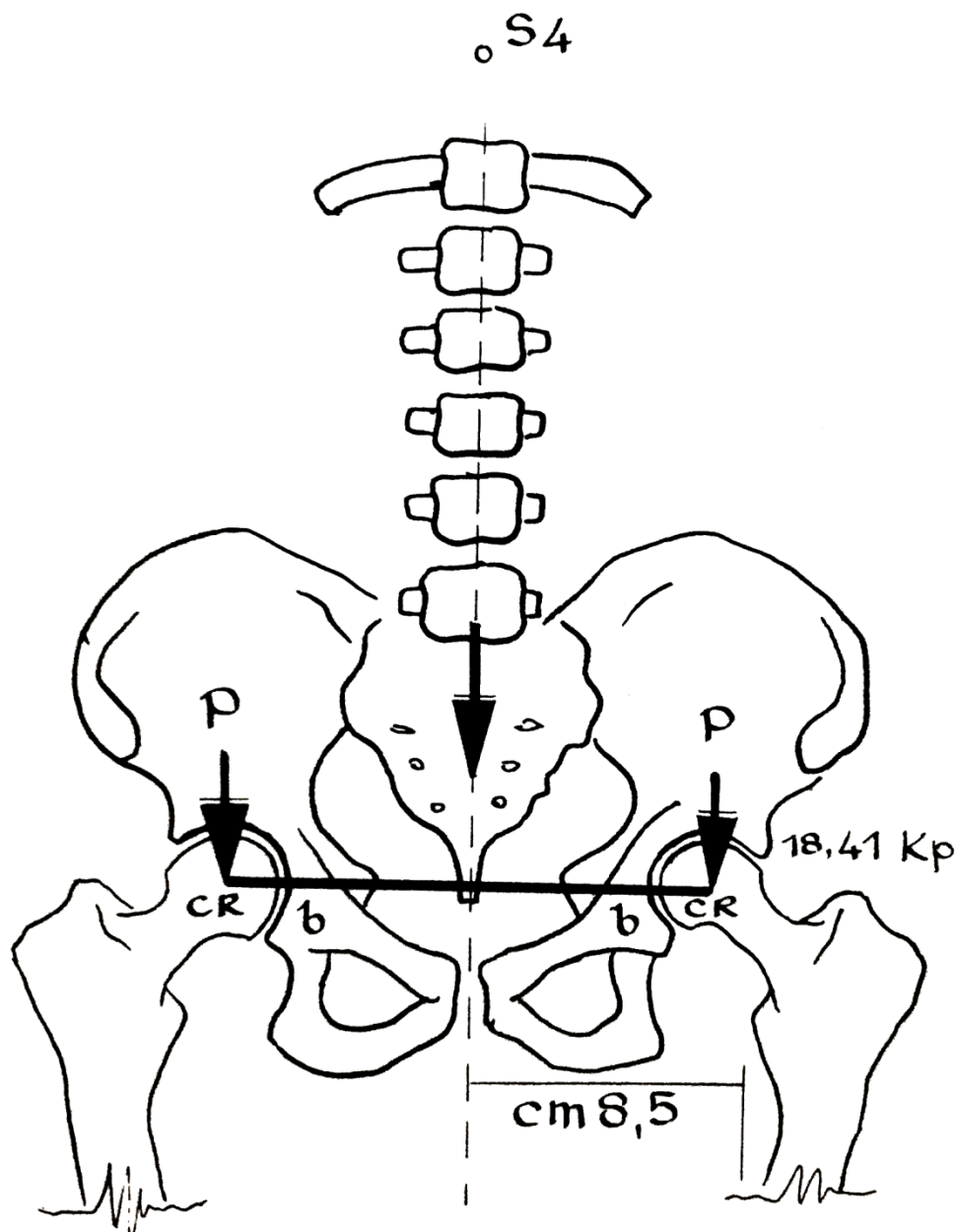
U stojećem položaju, glava butne kosti vrši pritisak na acetabulum, urez se otvara i širi, a lig. transversum se zateže. U toj poziciji se zateže i kapsula zgloba preko svojih potpornih ligamenata i mišića koji je pokrivaju i omotavaju i tako izvrše pritisak na labrum acetabuluma. Ovako se formiraju dva zglobna prostora, oni su odvojeni labrumom koji prijanja uz glavu butne kosti, a ispunjeni su sinovijalnom tečnošću. Lateralni prostor je ograničen kapsulom zgloba, sa unutrašnje strane je sinovija koja naleže na prednju i zadnju stranu vrata. Medijalni prostor je između artikularnih površina glave i acetabuluma. Vrh glave butne kosti, tj. površina sferičnog dela glave, uopšte ne dolazi u kontakt sa zglobnom glačicom srednjeg dela facies semilunaris. Taj međuprostor ispunjen je sinovijalnom tečnošću zgloba, a ona služi kao absorber vertikalnih biomehaničkih sila. Ona prva prima gravitacionu silu opterećenja kuka i po zakonu hidrostatskog pritiska, ta sila se razlaže po obodu glave butne kosti i prenosi dalje prema vratu i telu femura. U ovoj fazi, muskularni tonus u predelu kuka raste, pojačava se dejstvo kapsule u smislu kompresije labruma oko periferije glave butne kosti, omogućavajući pojačano dejstvo pufer efekta sinovijalne tečnosti. Sinovijalna tečnost je pod većim pritiskom i za uzvrat, održava stalni odnos između sferičnog sektora glave i zglobne glačice facies semilunaris acetabuluma na odstojanju. Iz navedenog sprega uzajamnog dejstva mišićne mase, kapsule i labruma acetabuluma, evidentno je da funkcija zgloba kuka zavisi od svake karike ovog lanca, tj. od snage mišićne mase, od integriteta kapsule, od biohemijskog sastava sinovije i sinovijalne tečnosti, kao i od celosti i elastičnosti labruma acetabuluma.

Pri fleksiji kuka, ova dva zglobna prostora komuniciraju zato što nastaje popuštanje zatezanja kapsule, mišića oko kuka i labruma. Nastaje relaksacija svih navedenih elemenata u lancu koji održava tonus i separaciju između lateralnog i medijalnog dela zgloba kuka.

2.2.1. Biomehanika zgloba kuka

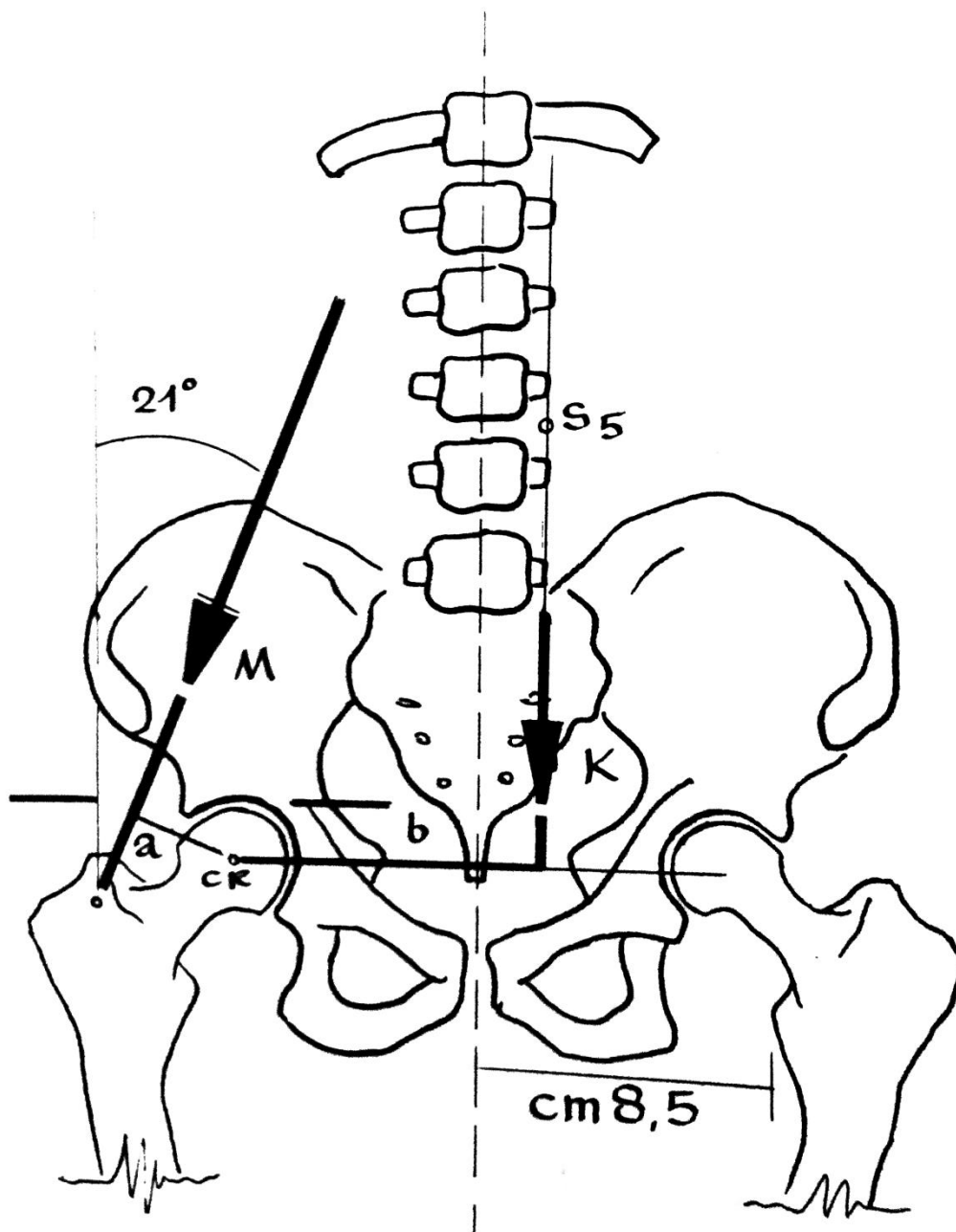
Tokom života, zglob kuka je izmenjen stalnim dejstvom gravitacionih i antigravitacionih sila. Mnogi autori su izučavali biomehaniku zgloba kuka, a najveće doprinose su dali Pauwels (64) i Bombelli (65).

Pri stajanju na obe noge, gravitacionu silu, tj. težinu tela čine: glava, trup i dva gornja ekstremiteta. U tom položaju centar gravitacije tela je u S4, gravitaciona sila ide središnjom linijom tela, a u horizontalnoj ravni prolazi kroz intervertebralni prostor Th 10-11. Od ove tačke, gravitaciona sila se deli na dva kraka, tj. dve podjednako duge poluge sile koje prolaze kroz centar rotacije glave butne kosti (slika 4).



Slika 4. Biomehantički odnosi u kuku pri stajanju na obe noge

Pri stajanju na jednoj nozi, u fazi mirovanja, bitno se menjaju biomehantički odnosi koji deluju na zglob kuka opterećene noge (66). Centar rotacije tela je u S5, a gravitaciona sila se pomera 2,5 cm lateralno od opterećene noge. Da bi se karlica održala u horizontalnom nivou, kontrahuju se abduktorni mišići zgloba kuka. Njihova sila ima pravac upolje i dole sa smerom pod uglom od 21° (sila **M**, po Pauwelsu) i deluje na centar rotacije glave opterećene noge preko poluge **a**. Sila telesne težine, tj. gravitacije, deluje na centar rotacije glave preko poluge **b**. Obe poluge sila (**a** i **b**) deluju na centar rotacije opterećene noge, ali je poluga **a** tri puta kraća od poluge **b**. Da bi se karlica održala u ravnoteži (u horizontalnom položaju) i postigao ekvilibrijum, potrebna je trostruko veća sila kontrakcije abduktornih mišića, a tada je opterećenje kuka oslonjene noge četiri puta veće (slika 5).



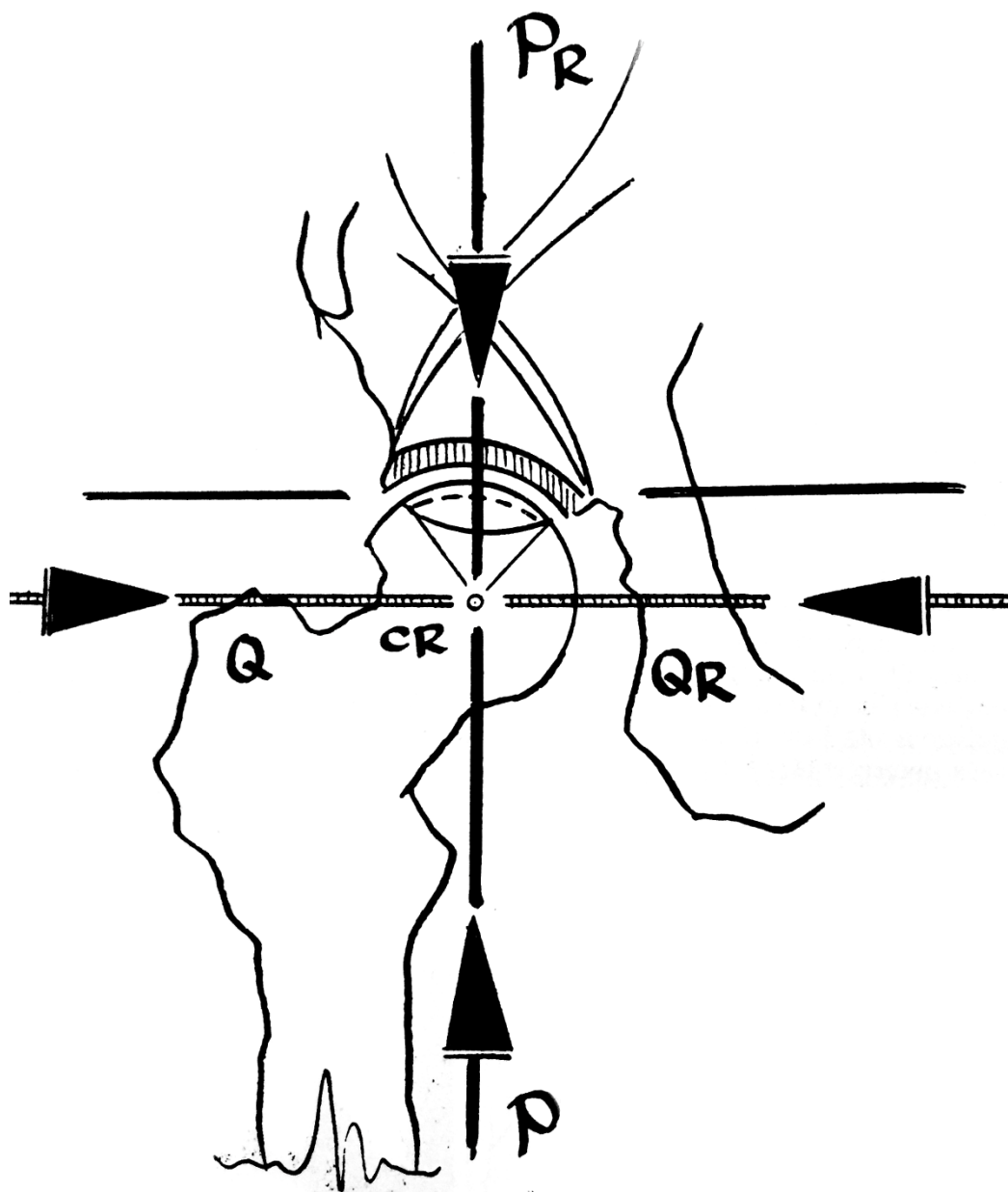
Slika 5. Biomehantički odnosi u kuku pri stajanju na jednoj nozi

2.2.1.1. Zone opterećenja

Svi delovi zgloba kuka nisu podjednako opterećeni. Acetabularni deo je fiksiran i uvek je izložen opterećenju, a glava butne kosti se pokreće i prima manja opterećenja i na različitim eksponiranim delovima, zavisno od faza hoda.

Na acetabularnom delu postoji zona koja uvek trpi opterećenja pod dejstvom sila – ona zauzima horizontalan, artikularan deo krova acetabuluma, ima izgled polumeseca i naziva se zona opterećenja acetabuluma, "soursil" po predlogu Pauwelsa. Kroz centar ove zone prolaze sile opterećenja stalnog smera. Postoji specifičan aranžman koštanih gredica u predelu ilijačne kosti, one podupiru stalna dejstva sila na zonu opterećenja acetabuluma. Trajektorije koštanih gredica grade formu trougla, bazu čini soursil, a medijalna i lateralna strana idu prema gore i seku se dajući formu i izgled tzv. "gotskog luka". Koštane gredice sa

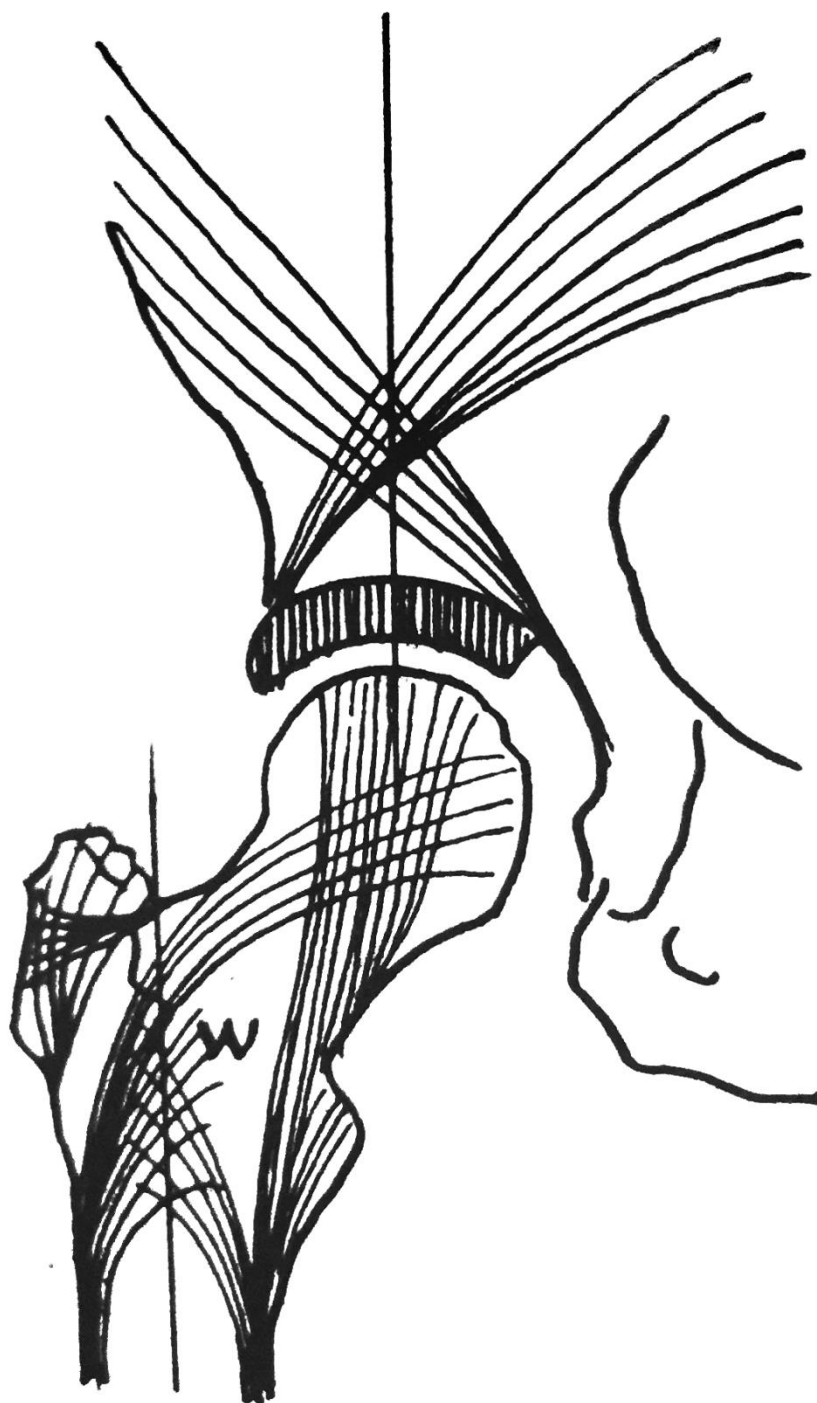
medijalne strane idu medijalno prema gore i lateralno, a lateralne trabekule kreću sa lateralne ivice soursila i idu gore i medijalno. Mesto ukrštanja koštanih trabekula je iznad soursila i daje karakterističan izgled suženja peščanog sata (slika 6).



Slika 6. Soursil acetabuluma i peščani sat trajektorija koštanih gredica

U predelu glavice butne kosti, deo glave koji se nalazi naspram zone opterećenja acetabuluma, naziva se zona opterećenja glave butne kosti. Ona je konveksna i nalazi se nasuprot konkavne zone opterećenja acetabuluma. Zona opterećenja glave butne kosti menja se pri hodu. Sila pritiska deluje na glavu, preko interponirane sinovijalne tečnosti, distribuira se po obodu glave pa se usmerava prema njenom centru rotacije.

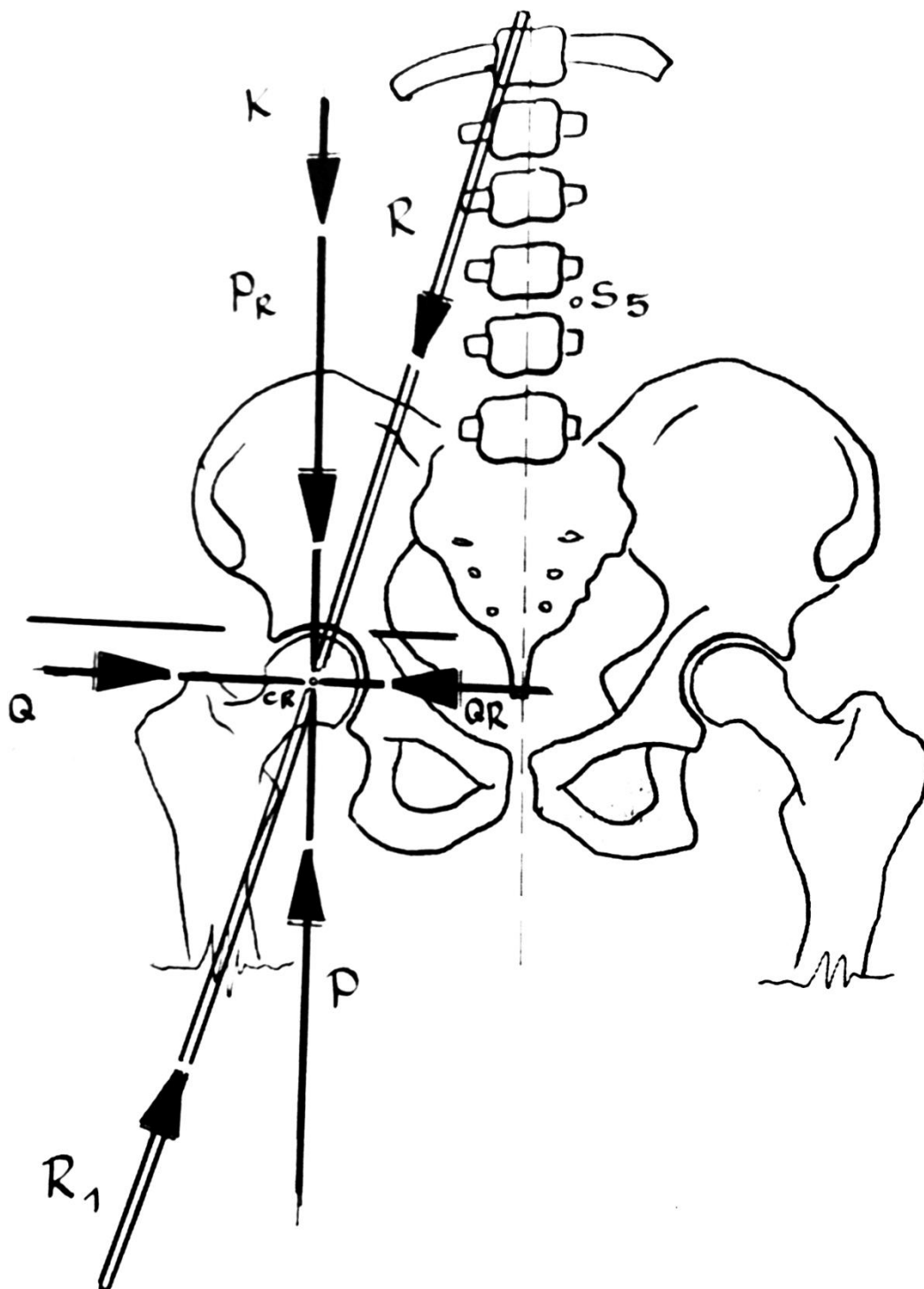
Kompresivna sila se prenosi preko glave i vrata na proksimalni deo femura. Pod dejstvom ovih sila, stvara se karakterističan raspored koštanih trajektorija u predelu glave i vrata butne kosti. Formiraju se tenzivne i kompresivne putanje koštanih gredica, one međusobno omeđuju najslabiji deo vrata, tzv. Wardov trougao (slika 7).



Slika 7. Koštane trajektorije u predelu glave i vrata butne kosti. W – Wardov trougao

Jedan snop trajektorija koštanih gredica ide sa unutrašnje i donje strane glave butne kosti prema napred, spolja i gore prema gornjem rubu vrata i dalje ka bazi velikog trohantera. Drugi snop trajektorija koštanih gredica, ide sa spoljašnje i gornje strane glave, prema donjem rubu vrata femura i malom trohanteru. Ove gredice koštanog tkiva su stalno izložene sili opterećenja, naporu i trpe promene. Često u njima dolazi do mikrofraktura i spontane osteogeneze, ali su uvek u celini i prenose gravitacione sile od glave, preko vrata do dijafize femura.

Zglob kuka je stalno izložen dejstvu sile gravitacije i sili mišićne mase, a sile tla na kome čovek stoji su antigravitacione. One su jednake po jačini dejstva ali suprotne po smeru i nazivaju se ekvilibrantne sile dejstva. Rezultanta dejstva gravitacionih sila (težina tela i sila kontraktura abduktora) je sila R i može se rasčlaniti na dve komponente: vertikalna sila P_r – ona gura karlicu nadole, i horizontalna sila Q_r – gura glavu femura upolje i predstavlja smicajuću silu. Antigravitaciona sila je suprotnog smera, to je sila R_1 , predstavlja silu tla i može se razložiti na svoje komponente: silu vertikalnu nagore P – ona je jednaka po veličini, ali suprotna po smeru sili P_r , na horizontalnu silu Q – ona je jednaka po jačini sili Q_r , ali suprotnog je smera, i ona gura glavu femura unutra, u acetabulum (slika 8).



Slika 8. Ekvilibrantne sile dejstva na zglobu kuka

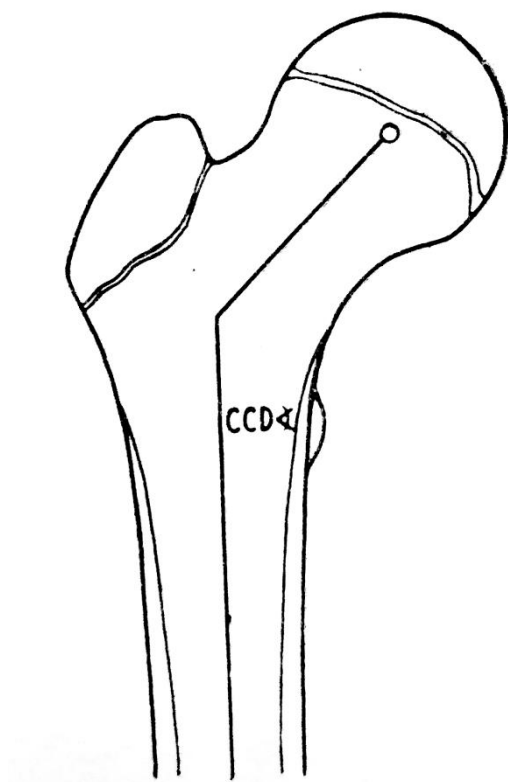
2.3. MORFOLOGIJA PROKSIMALNOG FEMURA

Anatomske odnose između proksimalnog dela butne kosti, vrata i glave predstavljaju morfologiju ovog dela kosti. Odnosi ovih elemenata su veoma bitni i važni za biomehaničku ulogu kao i za razvoj sekundarnog osteoartrita. U novije vreme, poklanja se pažnja odnosu glave i vrata butne kosti (67, 68, 69, 70). Abnormalni odnos između glave i vrata femura je okrivljen za uzrok impingementa, destrukciju zgloba i osteoartrit kuka (5, 8, 71, 72, 73, 74, 75, 76).

2.3.1. Odnos vrata i tela butne kosti

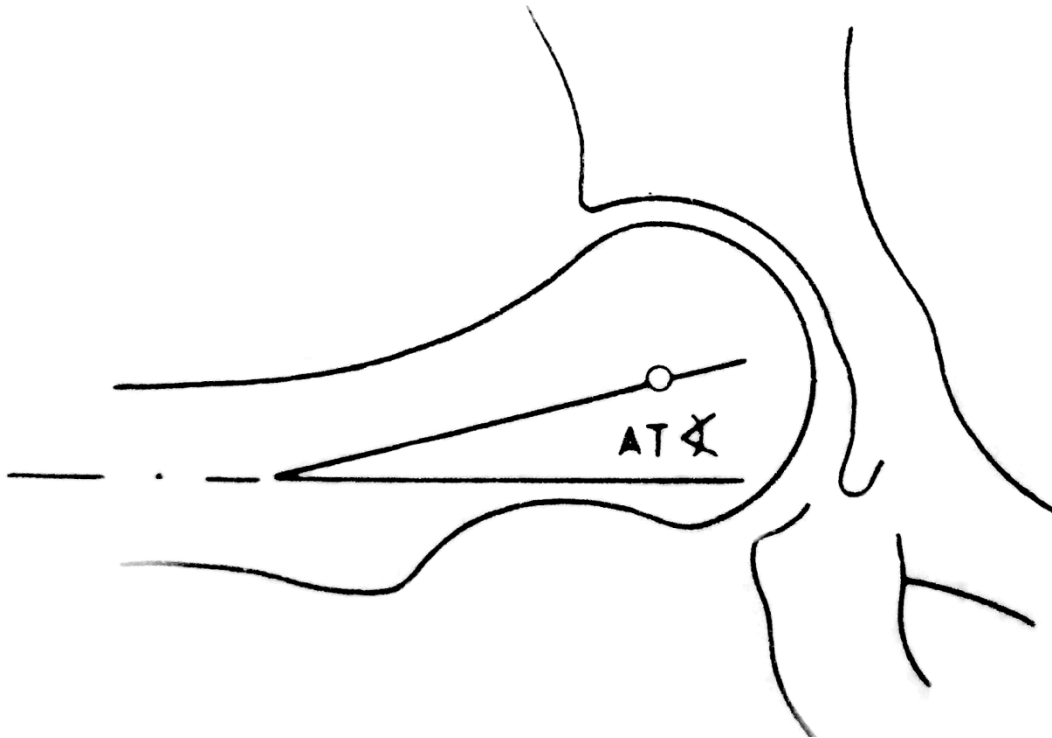
Odnos ovih elemenata definiše se na osnovu sledećih činjenica:

1. Odnos dijafize i vrata butne kosti, to je *kolodijafizarni ugao*, a meri se na radiološkom anteroposteriornom snimku proksimalnog femura. Ovaj ugao gradi presek linije osovine tela butne kosti i središnje linije vrata. Realnije određivanje ovog ugla se može uraditi konstrukcijom prave središnje linije vrata pomoću dve paralelne linije koje pripadaju unutrašnjoj četvrtini vrata butne kosti (27). Normalne vrednosti ovog ugla variraju, ali kreću se oko 129° (125° do 135°) (slika 9a,b).



Slika 9a - Kolodijafizarni ugao - Slika 9b

2. *Verzija vrata butne kosti* predstavlja ugao torzije vrata. Ovaj ugao nastaje u preseku osovine vrata butne kosti i transkondilarne ravni. Meri se na lateralnom snimku proksimalnog femura. Vrat butne kosti se najčešće uvrće unapred i to je anteverzija, u proseku ugao iznosi 12° ($10 - 20^\circ$), a retko se uvrće unazad i to je retroverzija (slika 10a,b).



Slika 10a - Ugao torzije vrata butne kosti



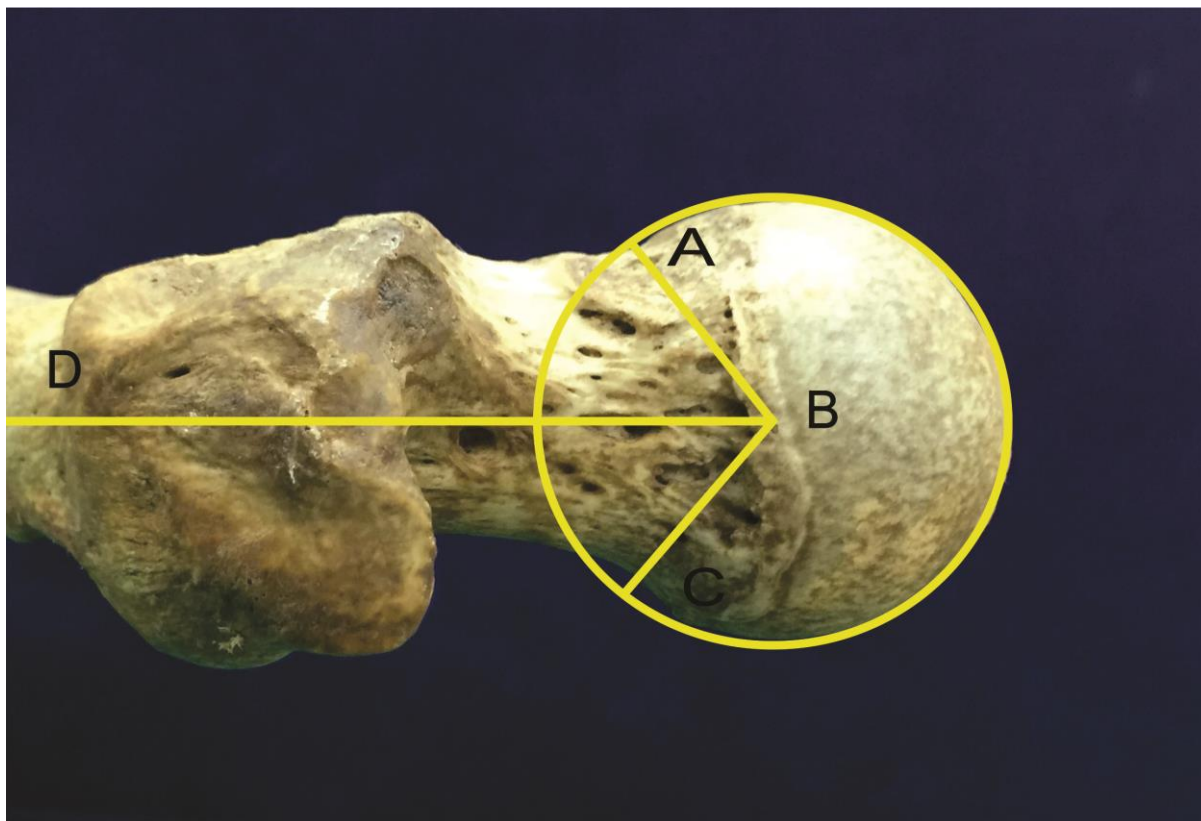
Slika 10b- Ugao torzije vrata butne kosti

2.3.2. Odnos femoralne glave i vrata

Ovaj odnos se definiše na osnovu sledećih parametara:

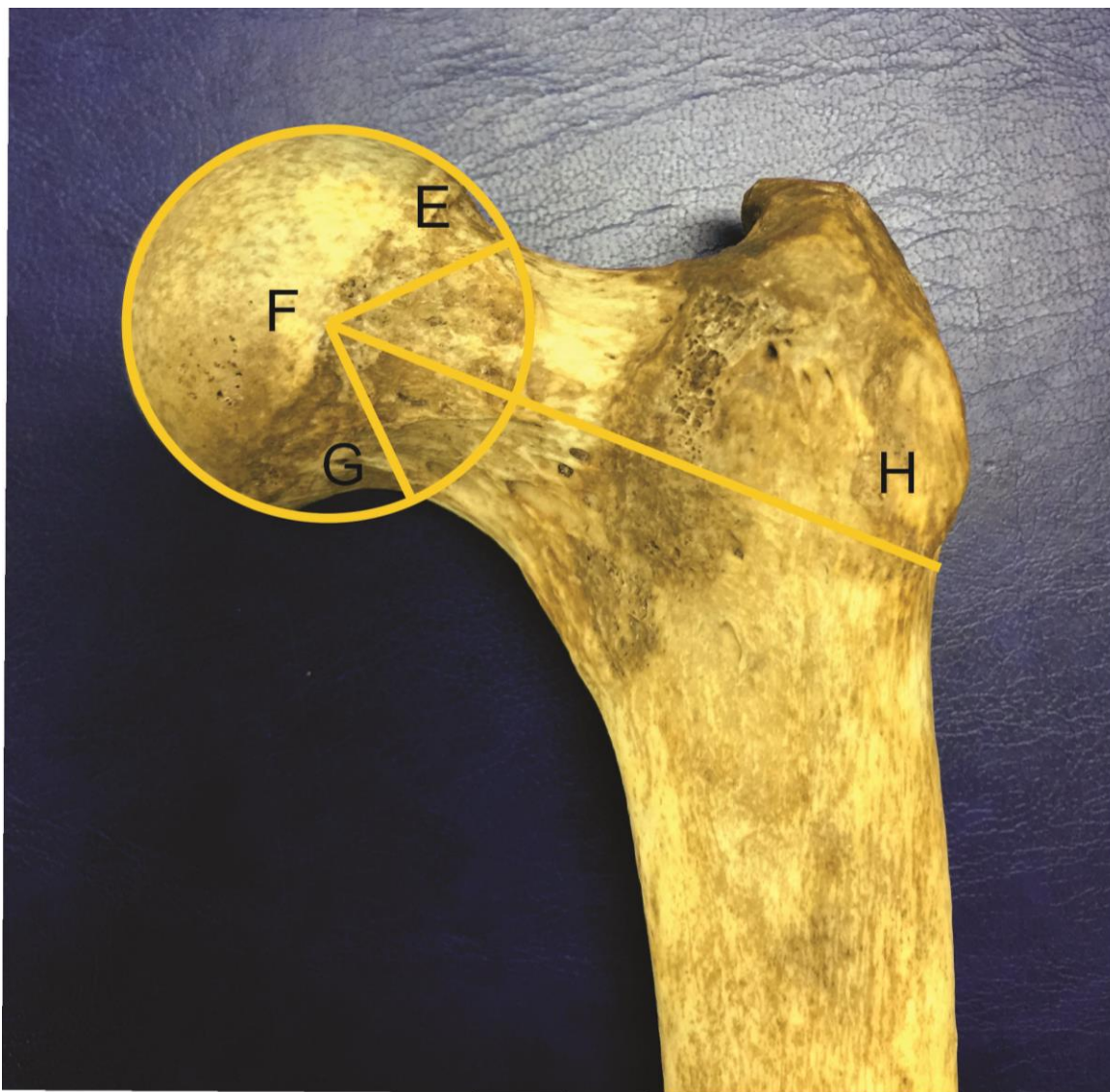
1. *Parametar konveksiteta femoralne glave* kvantifikuje sferičnost glave na njenom spoju sa vratom. Opisuju se četiri mere koje je definisao Notzli (77). Normalne vrednosti ovih uglova su oko 45° . To su:

Ugao alfa i beta u lateralnoj projekciji kuka (slika 11).



Slika 11. Ugao alfa je oštar ugao između linija AB i BD. Tačka B je centar rotacije femoralne glave. Tačka A je tačka gde kortikalna površina spoja femoralne glave i vrata po prvi put prelazi kružnu liniju ucrtanu oko sfere femoralne glave. Linija BD predstavlja osovinu vrata butne kosti. Na isti način se definiše i ugao beta kao oštar ugao između linija BC i BD

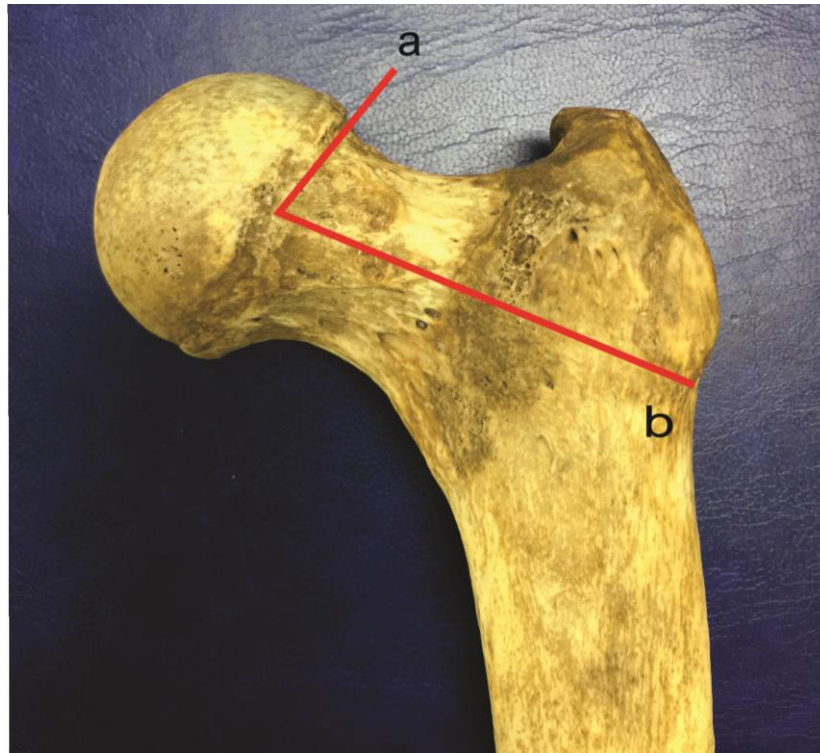
Ugao gama i delta u anteroposteriornoj projekciji kuka (slika 12).



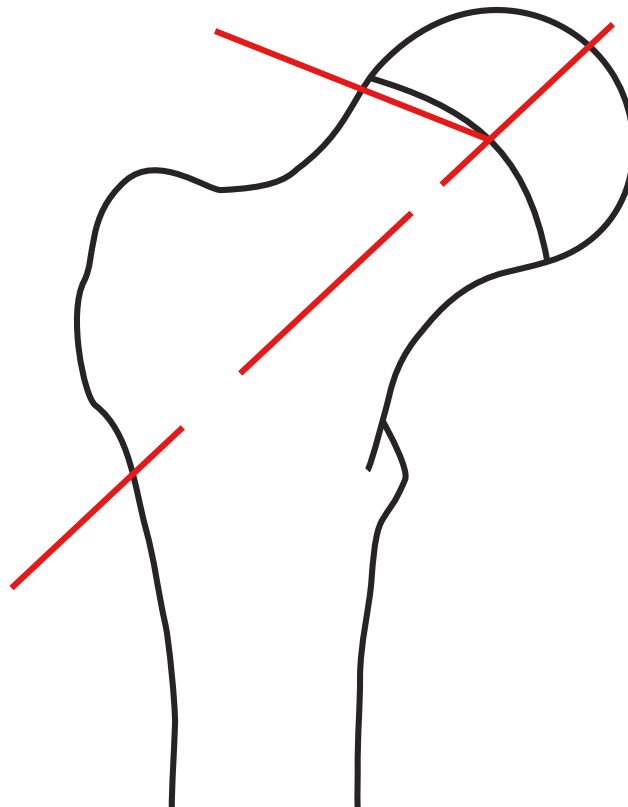
Slika 12. Ugao gama je oštar ugao između linija EF i FH. Tačka F je centar rotacije femoralne glave. Tačka E je tačka gde kortikalna površina spoja femoralne glave i vrata prelazi kružnu liniju ucrtanu oko sfere femoralne glave. Linija FH predstavlja osovinu vrata butne kosti. Na isti način se definiše i ugao delta kao oštar ugao između linija FG i FH.

Ukoliko su uglovi alfa, beta, gama i delta veći, to je znak, da je spoj glave i vrata manje konveksan, idući od blagog zaravnjenja pa sve do teškog gubitka sferičnosti femoralne glave na spoju sa vratom.

2. *Rotacioni pomak femoralne glave* je česta pojava, a sreće se i kod zdravih osoba, ali u blagom stepenu rotacije. U literaturi se izdvajaju dva epifizealna ugla koji definišu rotaciju femoralne glave u odnosu na vrat, i to su:
 - a. anteroposteriorni epifizni ugao, gradi ga linija osovine vrata butne kosti i linija koja predstavlja epifizni ožiljak u anteroposteriornoj projekciji. Normalna vrednost ovog ugla je do 90° (slika 13a,b).

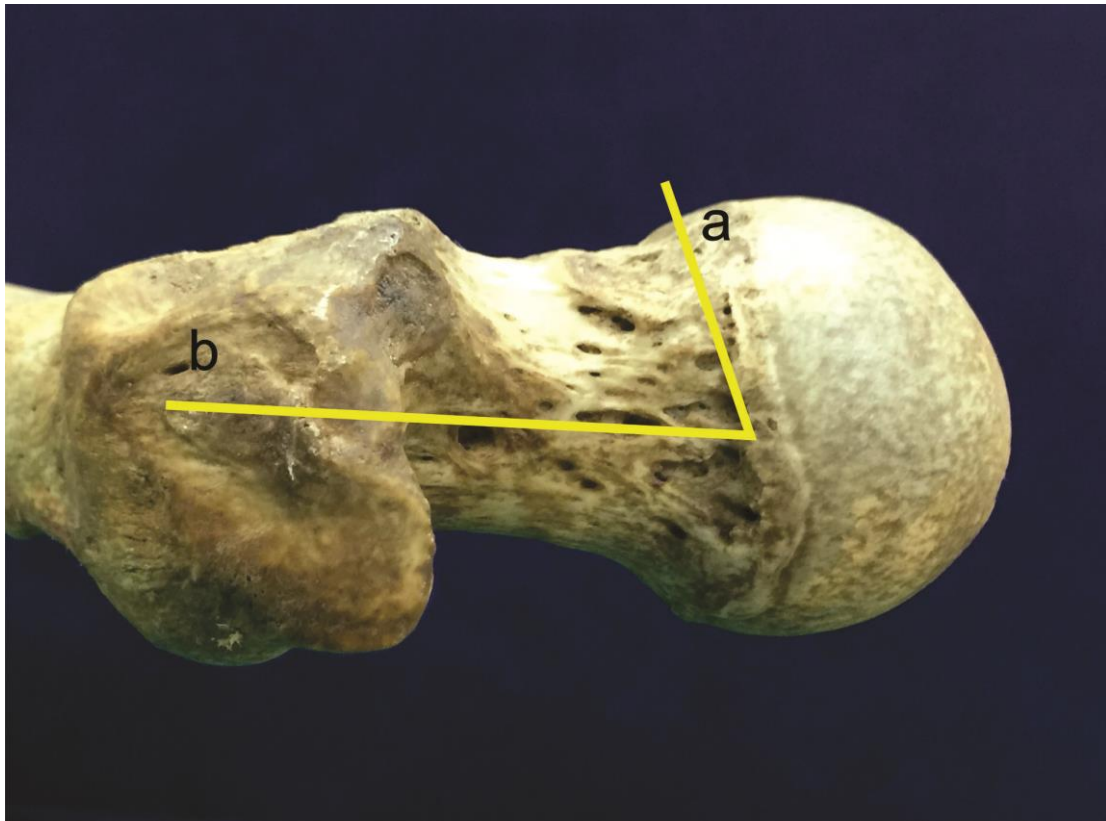


Slika 13a - Anteroposteriorni epifizni ugao je oštar superolateralni ugao između pravih a i b. Prava a predstavlja lateralnu polovinu epifiznog ožiljka, a prava b je osovina vrata butne kosti

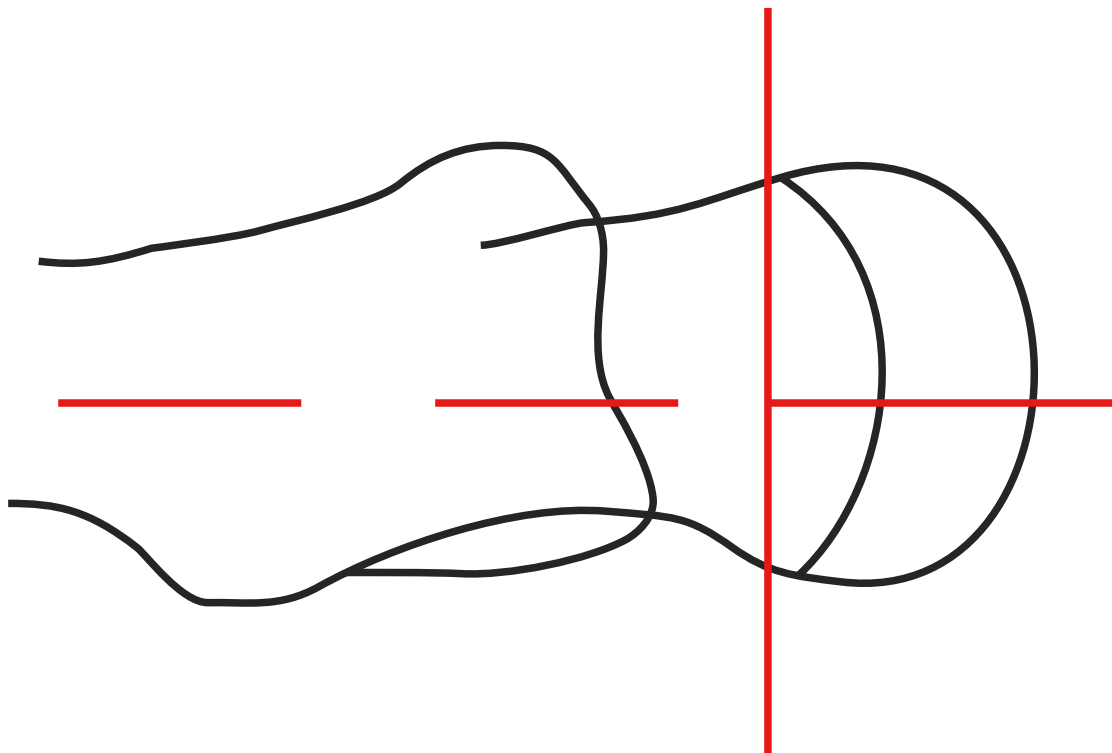


Slika 13b - Anteroposteriorni epifizni ugao, šematski prikaz

- b. lateralni epifizni ugao, definiše se kao prethodni ugao, ali dve iste linije leže u lateralnoj projekciji (slika 14a,b).



Slika 14a - Lateralni epifizni ugao je oštar anterolateralni ugao između pravih a i b. Prava a predstavlja prednju polovinu epifiznog ožiljka, a prava b je osovina vrata butne kosti



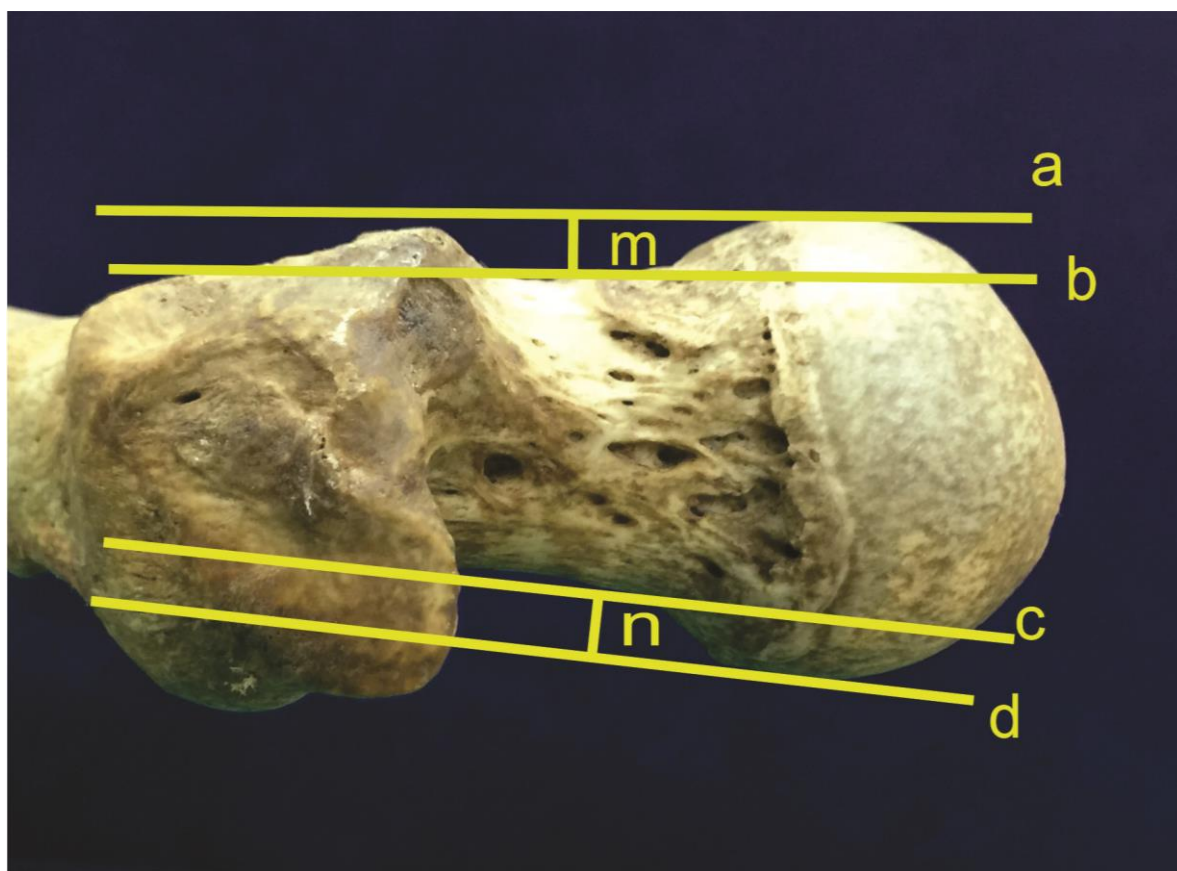
Slika 14b - Lateralni epifizni ugao, šematski prikaz

Ako su ovi uglovi veći od 90° , onda je femoralna glava u addukciji i/ili retroverziji. Ako su uglovi manji od 90° , onda je femoralna glava u abdukciji i/ili anteverziji.

3. *Parametar translacije femoralne glave* kvantifikuje poziciju glave u odnosu na vrat femura. Najčešće, glava femura je postavljena centralno, pa osovina vrata femura prolazi kroz osovinu glave, tj. kroz njen centar. Međutim, glava može biti translataovana gore, dole, napred, nazad ili kombinovano.

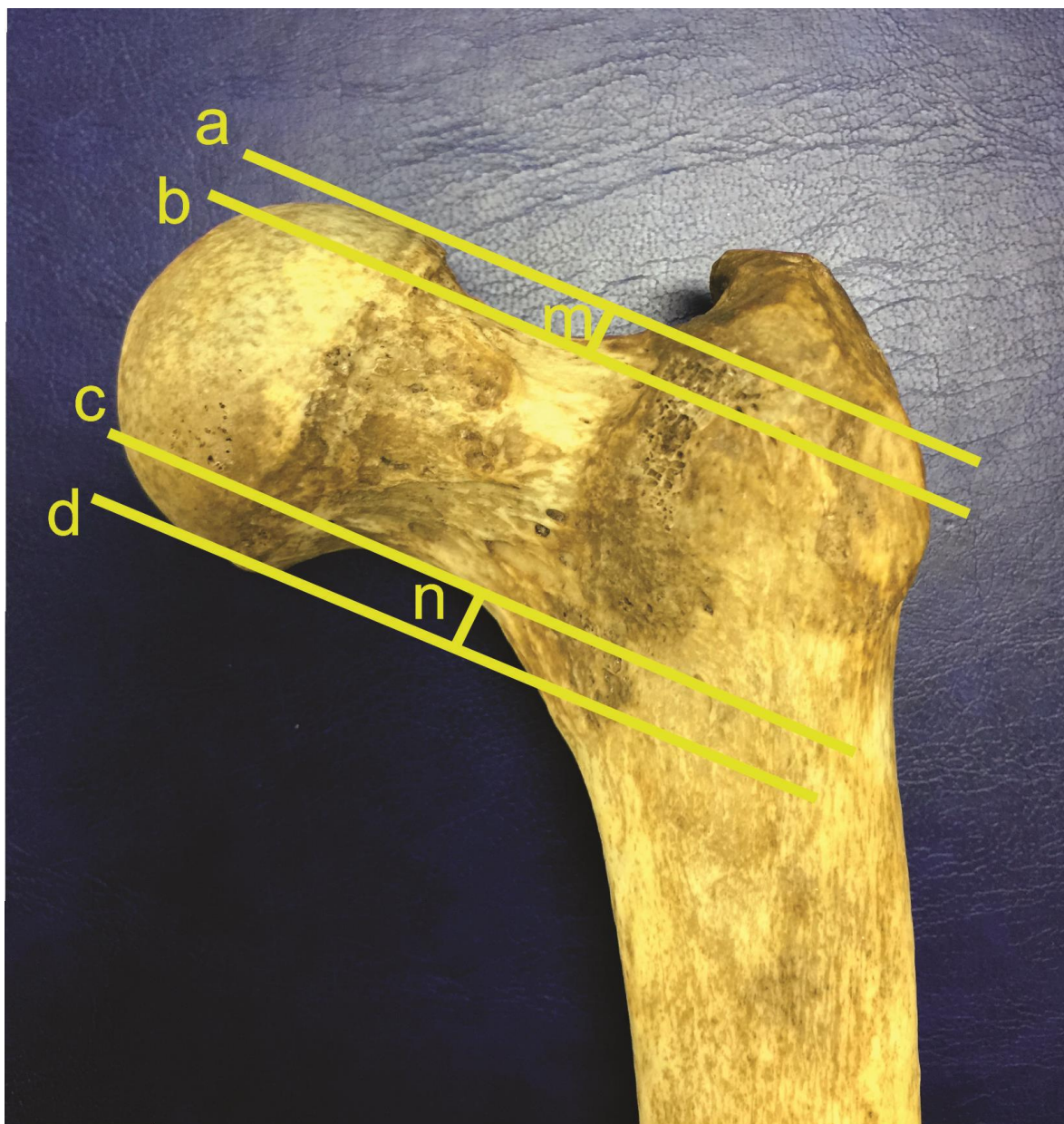
Normalan anatomski odnos femoralne glave i vrata, ali i mogući patološki odnos definišu četiri offset parametra (10, 69):

- anteriorni offset (AOS),
- posteriorni offset (POS), ova dva offseta određuju se na lateralnoj projekciji proksimalnog femura (slika 15).



Slika 15. Anteriorni offset (AOS) je vertikalno odstojanje m koje se nalazi između prava a i b . Prava a je paralelna sa osovinom vrata butne kosti i predstavlja tangentu na najkonveksniji deo femoralne glave sa njene prednje strane. Prava b je paralelna sa osovinom vrata butne kosti i predstavlja tangentu najkonkavnijeg dela konkaviteta vrata butne kosti, sa njegove prednje strane. Posteriorni offset (POS) je vertikalno odstojanje n koje se nalazi između prava c i d . One se definišu na isti način kao i prave a i b , ali su postavljene sa zadnje strane glave i vrata butne kosti

- superiorni offset (SOS),
- inferiorni offset (IOS), oni se određuju na anteroposteriornj projekciji proksimalnog femura (slika 16).



Slika 16. Superiorni offset (SOS) je vertikalno odstojanje **m** koje se nalazi između prava a i b. Prava a je paralelna sa osovinom vrata butne kosti i predstavlja tangentu na najkonveksniji deo femoralne glave sa njene superiorne strane. Prava b je paralelna sa osovinom vrata butne kosti i predstavlja tangentu najkonkavnijeg dela konkaviteta vrata butne kosti, sa njegove superiorne strane. Inferiorni offset (IOS) je vertikalno odstojanje **n** koje se nalazi između prava c i d. One se definišu na isti način kao i prave a i b, ali su postavljene sa donje strane glave i vrata butne kosti

Stavljanjem navedenih parametara u međusobni odnos: AOS/POS i SOS/IOS dobijaju se tzv. offset indeksi, i oni predstavljaju meru translacionog pomaka femoralne glave u odnosu na vrat u sagitalnoj i frontalnoj ravni. Normalne vrednosti offset indeksa se nalaze u

intervalu od 0,80 – 1,20. Ako su offset indeksi normalnih vrednosti, onda kod tih osoba ne postoji minimalna translacija femoralne glave u odnosu na vrat butne kosti.

Ako je offset indeks veći od 1,20 onda je glava butne kosti translatorno pomerena anteriorno i/ili superiorno, dok kod femura gde je offset indeks manji od 0,80 glava butne kosti je pomerena posteriorno i/ili inferiorno.

2.4. OSTEOARTRITIS – OSTEOARTROZA

Osteoartroza je jedno od najčešćih oboljenja zglobova, naročito starih osoba. Bolest se javlja podjednako u muškaraca i žena i karakteriše se progresivnom degeneracijom zgloba, koja dovodi do oštećenja funkcije i pojave bola. Bolest zahvata zglob u celini, a ne samo hrskavicu.

Hrskavica je važan ali nedovoljan amortizer stresa i ovu važnu fiziološku funkciju ona ne može obaviti bez aktivne pomoći periartikularnih mišića i pasivne pomoći subhondralne kosti. Hipotrofija i slabost glutealne muskulature ili m. quadricepsa su važni faktori rizika nastanka osteoartroze kuka ili kolena. Promene u zglobnoj hrskavici praćene su promenama u subhondralnoj kosti (osteoskleroza, fibroza medularnih prostora, subhondralne ciste sa znacima osteocitne i medularna nekroze), reaktivnim promenama na ivicama zgloba – osteofiti i ređe inflamatornom reakcijom u sinovijalnoj membrani.

Osnovni mehanizam destrukcije hrskavice u osteoartrozi je malo poznat. Utvrđena je moguća veza osteoartroze sa dugim stajanjem i prekomernim opterećenjem, tj. hronično ili intermitentno nefiziološko opterećenje normalnih zglobova. Razvoju osteoartroze, doprinose i biološki manje vredna zglobna tkiva: forma i oblik koštanih okrajaka koji grade zglob, tj. morfološke promene i odstupanja od anatomskih normativa, sinovija, subhondralna kost, hrskavica zgloba, kapsula, ligamenti i periartikularna muskulatura (78).

2.4.1. Katabolizam hondrocita i hrskavice

Osteoartroza započinje aktivacijom hondrocita i poremećajem metabolizma kada počinje proces destrukcije i enzimske hidrolize makromolekularnog matriksa (79). Poremećaj ravnoteže između anaboličkih i kataboličkih aktivnosti hondrocita, koja je regulisana različitim faktorima – kao što su faktori rasta i citokini, mogu narušiti integritet strukture matriksa što inicira destrukciju hrskavice. U takvim uslovima, hondrociti sintetišu abnormalne konstituente matriksa (80). Mehanički inzulit ima svoj produžetak u složenim biohemijским promenama. Procesu enzimske hondrolize makromolekularnog matriksa hrskavice, subhondralne kosti i potpornog vezivnog tkiva zgloba, produbljuju oštećenja zglobnih tkiva izazvana mehaničkim inzulitima. Degradativni proizvodi organskih makromolekula matriksa hrskavice, aktiviraju mehanizme inflamacije u sinovijalnoj ovojnici. Zapaljenju ovojnice doprinose i kristali hidroksi apatita i kalcijum pirofosfata. Aktiviraju se sinovijalni fibroblasti koji su glavni izvor citokina, a oni su glavni medijatori destrukcije zglobne hrskavice, remodeliranja subhondralne kosti i stvaranja osteofita. Citokini pokreću translaciju, odnosno, ekspresiju brojnih proteina i enzima i tako počinje lanac destrukcije. Sinovijalna tečnost trpi promene, nastaje smanjenje viskoelastičnosti, a to umanjuje sposobnost lubrikacije i zaštite hrskavice (80, 81).

U ovakvoj sredini povećava se nivo faktora rasta i njegovih antagonista: gremlin i folistatin (82). Nastaje aktivacija hondrocita, njihova proliferacija i sinteza matriks konstituenata: proteoglikana, kolagena i hialorunona. Novo stvorene komponente matriksa su kvalitativno drugačije, a hrskavica u celini biomehanički inferiorna. Progresivna osteoartroza

je neminovnost. Hipertrofijska reparacija zglobne hrskavice je karakteristika rane osteoartroze. Njena strategija je da se uklone štetne posledice nastale kombinovanim delovanjem mehaničkih inzulta i enzimske hidrolize. Osteoartrozu treba posmatrati kao proces, aktivacije homeostatskih regulatornih mehanizama zgloba u celini, u odgovoru na različite egzogene i nedovoljno poznate činioce unutrašnje sredine.

2.4.2. Subhondralna kost i njena uloga

Subhondralna kost je ispod hrskavice, koja se kalcificiranom zonom, vezuje za kost. Subhondralna kost je druga zona koja se odupire stresu.

Na silu stresa, prva reaguje zglobna hrskavica pa onda i subhondralna kost, nastaje elastična deformacija, kako bi se povećala podudarnost naspramnih zglobnih površina, smanjujući time stres. Prilikom opterećenja zgloba, ekstracelularni matriks se komprimuje i iz njega se istiskuje voda. Ukoliko je ovo opterećenje stalno (velika telesna težina) ili se zglob opterećuje većim intenzitetom (dugi napor, trčanje, skakanje) dolazi do dugotrajne dehidracije i prevremenog oštećenja hrskavice.

Uloga subhondralne kosti u amortizaciji stresa, naročito je od velikog značaja, u uslovima velikih opterećenja. Hronična ili periodična ekscenčna opterećenja, dovode do sloma adaptivnih mehanizama, što je samo drugo ime za pojavu trabekularnih mikrofraktura. Kritičan broj fraktura i njihovo zarastanje, stvaranjem kalusa, imaju za posledicu povećanje čvrstine i smanjenje elastičnosti subhondralne kosti, čime je bitno umanjena njena uloga pasivnog zaštitnika zgloba.

Poslednjih godina, čine se napori u definisanju koštanog edema, ili promena koje se vide u subhondralnoj kosti i mere se magnetnom rezonancom. Patohistološki nalaz je nekarakterističan i uključuje nekrozu i fibrozu kostne srži i abnormalnost trabekula. Danas se smatra najranijim znakom osteoartroze i njenim najsigurnijim prediktorom razvoja, mada ima mišljenja, da su promene u subhondralnoj kosti, posledica promena u zglobnoj hrskavici (83, 84, 85).

2.5. OSTEOARTROZA KUKA, ETIOLOGIJA I PODELA

Osteoartroza je veoma često hronično oboljenje, sreće se u 60% populacije starije od 65 godina, a osteoartroza kuka u 5% populacije starije od 55 godina (1). Problem nastanka koksartroze kuka je kompleksan i nemože se izdvojiti pravi koncept – verovatno je da se ta kompleksnost ogleda u multifaktorijalnoj etiologiji i svi ti faktori, udruženi ili samostalni, mogu dovesti do pojave degenerativnog oboljenja kuka. Postoji hipoteza koja patogenezu degenerativnih promena tumači na biološki način, druga tumačenja baziraju na mehaničkim faktorima, a treći koncept uzima u obzir i biološke i mehaničke faktore.

2.5.1. Biološka tumačenja nastanka koksartroza

Biološka tumačenja patogeneze koksartroze su najstarija - Ogston, Harrison (86). Oni objašnjavaju da u glavi butne kosti postoji hiperplazija intraosalnih arterija. Povećan broj krvnih sudova dovodi do remodelacije artikularnih površina, nastaju promene zglobnih okrajaka i njihova inkongruencija – zone nekroze i osifikata, a to izaziva bol. Remodelacija je aktivnija u poznim godinama života i najizraženija je u zonama opterećenja, i najverovatnije objašnjenje za degenerativne promene leži u proliferaciji krvnih sudova pri obnovi subhondralnog tkiva (87, 88, 89).

Sa povećanjem broja krvnih sudova, glava butne kosti je prepuna krvlju. Postoji poremećen ili blokiran odvod venske krvi iz glave i vrata butne kosti. Nastaje porast intraosalnog pritiska, a potom i strukturne promene u subhondralnom spongioznom koštanom tkivu, kao što su: zone nekroze i znaci osteoporoze, cistične formacije i intersticijalni koštani edem. Nastaje ishemija koštanog tkiva, iako ima previše venske krvi, ali bez dovoljne oksigenacije za ishranu tkiva (90, 91).

2.5.2. Biomehaničko tumačenje nastanka koksartroze

Biomehanički koncept patogeneze koksartroze kuka postavili su Pauwels i Bombelli. On bazira na uzajamnom dejstvu sila koje deluju na kuk. Njihova uravnoteženost dovodi do distribucije sila preko soursila acetabuluma na izloženi deo glave femura. Ukoliko se poremeti ekvilibrijum dejstvjućih biomehaničkih sila, zona kondenzacije i prijema sila, pomera se na lateralnom delu acetabuluma i tako nastaju strukturalne promene u zglobu.

Postoje aktivni i pasivni faktori dejstva koji utiču na poremećaj ravnoteže pritiska u zglobu kuka. Od pasivnih faktora bitni su: telesna težina, oblik i forma glave butne kosti, morfološke promene vrata, oblik acetabuluma i njihova kongruentnost. Od aktivnih faktora, tu su sile mišića, pre svega m. iliopsoas, abduktori i aduktori kuka. Ovde su i sile ligamenata i kapsule – ekscesivna tenzija mekih tkiva dovodi do metaplazije koštanog tkiva, tj. na mestima insercije za kost, dolazi do stvaranja osteofita. Dejstvo aktivnih faktora na razvoj osteoartroze kuka je izraženo kod poremećenih i promenjenih odnosa između acetabuluma i glave femura što može biti posledica mnogih činioca.

2.5.3. Podela koksartroza

Postoje mnogi etiološki faktori koji samostalno ili udruženi, mogu dovesti do osteoartroze kuka. Opšte prihvaćena podela koksartroza je na: primarne i sekundarne.

Primarne koksartroze nastaju u starosti zbog poremećene ravnoteže između trošenja i regeneracije zglobne hrskavice, nazivaju se idiopatske ili esencijalne, a pravi razlog nastanka se ne zna. Veliki broj primarnih koksartroza ima svoju etiologiju, ali je treba tražiti, jer su ti razlozi slabo izraženi i nejasni. Mnogi autori ih nalaze u malom procentu: Murray (92) misli da su prisutne u 35% slučajeva, a Solomon (6) u svojoj analizi navodi samo 8%.

Sekundarne koksartroze imaju poznatu etiologiju, ima ih u većem broju, ranije se manifestuju i otkrivaju. Mnogi faktori doprinose razvoju sekundarne koksartroze:

- urođene anomalije zgloba kuka, tj. urođena inkongruencija zglobnih tela (razvojni poremaćaji zgloba kuka u vidu subluksacije ili luksacije);
- anomalije zgloba stečene za vreme rasta i razvoja (epifizioliza, M. Perthes, smetnje osifikacije);
- primarni mehanički disbalans, tj. nepravilno mehaničko opterećenje zgloba, tzv. statičke deformacije (valgus vrata, varus, inklinacija karlice i acetabuluma);
- traumatska oštećenja zgloba (mikrotraume pri skoku, sport, iščašenja zgloba, prelomi acetabuluma, trohanternog masiva, vrata ili glave femura);
- abnormalne malformacije vrata femura (CAM– brežuljkasto zadebljanje vrata femura) ili (PINCER – prenatkrovljenost glave femura acetabulumom);
- reumatska, upalna i slična oboljenja;
- lokalne cirkulacione smetnje i učestala intraartikularna krvarenja;
- neurogena oboljenja zgloba;
- neoplazme zgloba;

- hormonski i metabolički poremećaji.

Svi ovi faktori, pojedinačno ili udruženi, dovode do napora i starenja tkiva, pre svega nastaje ubrzano propadanje zglobne hrskavice što je praćeno pojavom bola i redukcijom pokreta u kuku.

2.5.4. Femoroacetabularni impingement kao uzrok osteoartrita kuka

Femoroacetabularni impingement je dinamički uzročnik osteoartrita kuka, a posledica je malih morfoloških promena na proksimalnom femuru i acetabulumu (9, 11, 71, 92, 93, 94, 98). U toku svakodnevnih ili sportskih aktivnosti dolazi do kontakta, morfološki izmenjenog proksimalnog femura sa ivicom, normalnog ili izmenjenog acetabuluma. Ovakav kontakt izaziva oštećenje labruma, a potom i hrskavice što predstavlja uvod u razvoj osteoartrita kuka.

Prvi autor (1938) koji je ukazao na postojanje FAI kod pacijenta sa osteoartritom kuka bio je Smith-Petersen (95). Murray (92) je ukazao na postojanje tzv. "tilt deformitet" femoralne glave koji je u visokoj korelaciji sa posledičnim razvojem osteoartrita kuka, a razlog deformiteta je blaga epifizioliza glave femura u adolescentnom periodu. Harris (7) je deformitet proksimalnog femura opisao kao "pistol grip" (slika 17).



Slika 17. Pistol-grip deformity

Klinička slika FAI se razvija kod mladih, zdravih, fizički aktivnih osoba, sa prisutnim tzv. malim morfološkim promenama na spoju glave i vrata femura i/ili na acetabulumu. Zavisno od lokalizacije promena, femur ili acetabulum, definišu se dva morfotipa FAI: cam (koštani breg) tip i pincer (uštinuće) tip, a ako postoje promene i na femuru i na acetabulumu onda se govori o mešovitoj (mix tip) formi (71, 96, 97, 98, 99, 100, 101).

2.5.4.1. Cam forma FAI

Ova forma je posledica postojanja koštanog brega na spoju glave i vrata butne kosti. Razlog nastanka koštanog brega, do danas, nije poznat. Jedna od teorija koja se bavi uzrokom nastanka koštanog brega, pretpostavlja da je on posledica ponovljenih udara vrata butne kosti o ivicu acetabuluma. Provocira se periostalni rast sa posledičnim razvojem koštane izrasline koja ima osobine spongiozne kosti (13, 102, 103, 104, 105, 106, 107). Smanjenje rastojanja između vrata butne kosti i ivice acetabuluma je razlog nastanka koštanog brega. A smanjenje rastojanja može biti posledica:

1. Posteriorno pozicionirana glava butne kosti u odnosu na vrat, a time se smanjuje prednji offset.

2. Blage forme klizanja glave butne kosti u zoni rasta – epifizioliza.
3. Pridružene bolesti kuka: teške forme epifiziolize glave butne kosti, Legg-Calve-Perthes oboljenje, urođena retroverzija vrata femura, coxa vara, poremećaji rasta femoralne epifize (epifizealna displazija).
4. Postoperativna stanja: varizacije osteotomije proksimalnog femura, posttraumatska stanja u vidu loše zaraslih preloma vrata butne kosti ili trohanterne regije.

2.5.4.2. Pincer forma FAI

Ova forma je posledica postojanja malih morfoloških promena na acetabulumu. (96, 97, 108, 109, 110, 111, 112). Te promene su:

- A. Lokalne prenatkrovljenosti femoralne glave delom acetabuluma koja se sreće kod idiopatske retroverzije acetabuluma, traumom provocirane retroverzije acetabuluma ili postoperativnih stanja: inominatna osteotomija ilijačne kosti po Salteru kod razvojnog poremećaja kuka ili nakon periacetabularne osteotomije karlice.
- B. Generalizovane prenatkrovljenosti acetabuluma u vidu generalizovane retroverzije acetabuluma ili relativno povećanje dubine acetabuluma kod: coxa profunda, protrusio acetabuli.

2.5.4.3. Mešovita forma FAI

Ona predstavlja kombinaciju morfoloških promena na femuru, u vidu prisustva koštanog brega (cam) na spoju femoralne glave i vrata, kao i prisustva morfoloških promena na acetabulumu u vidu lokalne ili generalizovane prenatkrovljenosti femoralne glave acetabulumom (113, 114, 115, 116).

2.5.4.4. Patofiziologija CAM forme FAI

Mehanizam oštećenja kod cam-tipa FAI se sastoji u podvlačenju, anterosuperiornog dela spoja vrata i glave femura, ispod labruma acetabuluma i svojim nesferičnim delom, gnječi labrumu susednu hrskavicu, dok sam labrum inicijalno ostaje neoštećen. Nastaje separacija između labruma i hrskavice. Kod normalnih kukova, labrum acetabuluma se spaja sa zglobnom hrskavicom preko tzv. tranzicione zone, bez ikakvog zjapa između njih. Zbog ponavljano pritiska i gnječenja nesferičnim delom glave i vrata, u anterosuperiornoj regiji acetabuluma, nastaje separacija acetabularne hrskavice od labruma. Acetabularna hrskavica se ledira, odiže se od subhondralne kosti i odvaja se od labruma – nastaje tzv. deglaving fenomen. Kasnije, usled ponavljanja ovog mehanizma, dolazi do sekundarnog oštećenja i odvajanja labruma sa njegovog pripoja za ivicu acetabuluma, i u uznapredovalim slučajevima pokazuje izvesne degenerativne promene (71, 96, 98, 117).

2.5.4.5. Patofiziologija pincer forme FAI

Kod pincer tip FAI, acetabularna prenatkrovljenost - lokalna ili generalizovana, deluje kao prepreka fleksiji i unutrašnjoj rotaciji u kuku, dovodeći do udara - impingementa, anterosuperiornog aspekta femoralnog vrata o proksimalno - medijalni aspekt ivice acetabuluma. Kako se vrat femura približava ivici acetabuluma u fleksiji, labrum se gnječi zajedno sa uskom trakom hrskavice acetabuluma za koju je anatomski vezan. Ovakav udar femoralnog vrata o ivicu acetabuluma stvara mehanizam šarke, odižući femoralnu glavu iz čašice što izaziva njen udar o posteroinferiornu stranu acetabuluma, stvarajući tzv. counter-coup leziju acetabularne hrskavice. Oštećenja na acetabulumu su locirana kružno po ivici, u

vidu uske trake acetabularne hrskavice. Promene na labrumu su lokalizirane u istoj zoni kao i promene na hrskavici u vidu degeneracije, istanjenja, rupture ili čak i nedostatka labruma u zoni maksimalnog udara. Često je labrum i osificiran, čime se dodatno produbljuje i onako dubok acetabulum, smanjuje se rastojenje ivice acetabuluma i femoralnog vrata i time pogoršava mehanizam impingementa (71, 99, 10).

2.6. ALOPLASTIKA KUKA

Zamena prirodnog zgloba kuka veštačkim, vraća funkciju obolelom zglobu i uspostavlja bezbolnu i korektnu lokomociju. To je veliki problem i velika dilema savremene funkcionalne ortopedije i velikog broja graničnih područja ostalih naučnih disciplina, a naročito: biomehanike, tehnologije, metalurgije, imunologije, bakteriologije i hirurške tehnike.

Aloplastika kuka predstavlja veliki hirurški zahvat na centralnom zglobu tela čija patologija dovodi do veoma teških deformiteta i jakog invaliditeta. Savremeni čovek i savremeni život, zahtevaju kompletnu funkciju ekstremiteta, a naročito kompletnu funkciju zgloba kuka i zato uspešno lečenje dovodi do dramatičnih funkcionalnih rezultata. Osnovni ciljevi kompletne funkcionalne rekonstruktivne hirurgije kuka trebaju da obezbede rešenje mnogih problema:

- da se eliminiše bol,
- sačuvati i poboljšati motilitet,
- korigovati deformitet,
- egalizacija ekstremiteta,
- reparacija statičke i dinamičke stabilnosti kuka.

2.6.1. Istorijski pregled razvoja aloplastike kuka

Prvu dokumentovanu hiruršku intervenciju na zglobu kuka, koja je imala karakteristike kasnijih artroplastika, izvršio je White 1822. godine u Londonu (118). On je ekscidirao proksimalni deo femura kod devetogodišnjeg deteta, a u pitanju je bio težak i destruktivan septički artritis kuka.

Krajem 19.veka započeta je tzv. interpoziciona artroplastika kuka. Radi sprečavanja ankilozе kuka i smanjenja trenja, između koštanih površina rekonstruisanog zgloba, plasirali su se interpozicioni materijali biološkog ili veštačkog porekla. Ollier je 1883. godine prvi započeo da se bavi ovim problemom (119). On je između zglobnih površina umetao artikularnu kapsulu.

Gluck je 1891. godine konstruisao konveksni i konkavni deo zgloba kuka od slonove kosti, pokušao je fiksaciju poniklovanim čeličnim šrafovim (120). On je čak fiksaciju pojačavao nekom vrstom lepka, pa se smatra pionikom totalne proteze kuka sa upotrebom lepka kao sredstvo fiksacije (121). Hey-Groves je 1922. godine izvršio zamenu glave femura kod nesanimirane frakture vrata sa modeliranom glavom od slonove kosti, ona se fiksirala držačem za vrat femura (122).

Veliki napredak u artroplastici kuka ostvario je Smith-Petersen iz Bostona, on je uveo svoju originalnu metodu rekonstrukcije kuka, poznatu kao cup plastika, a od 1938. godine primenjivao je vitalijumsku kapicu (123). Ona se plasira na oštećenu glavu femura, u kapici, glava femura se pomera, a na isti način, kapica sa glavom femura pomera se u acetabulumu - znači postoji dvojna pokretljivost. Sa vremenom nastaje proliferacija fibro kartilaginog

materijala u prostoru između glave femura i kapice, kao i u prostoru između kapice i acetabuluma.

Langgehager je 1954. godine predložio kapicu sa vratom na kome su rupice koje su služile za urastanje fibrozno koštanog tkiva (124). Najveći problem ove artroplastike je biomehanička nestabilnost i obimna iritacija ruba acetabuluma zbog čega se javlja proliferacija periartikularnog tkiva, a kasnije retrakcija i kalcifikacija.

Godine 1940. Austin-Moore je uveo prvu metalnu subtotalnu femoralnu protezu kuka. Ona je menjala glavu i vrat, a fiksirana je kroz trohanterni masiv femura (125). Slične proteze su konstruisali i braća Judet, Massa, Thompson, Whitman, Herbert, ali sve su bile dinamički nestabilne. Moore je 1950. godine konstruisao drugi tip proteze, gde su glava i vrat bili nasadeni na telo proteze, a ona je plasirana u medularni kanal femura – tako je postignuta bolja stabilnost proteze.

Uporedo sa navedenim subtotalnim protezama femura, razvijale su se i primenjivale i subtotalne acetabularne proteze. Matz i Gnutz su 1950. godine predložili acetabularnu kapu koja je po obodu imala ispuste, a oni su savijani po ivici acetabuluma (124).

Urist je 1957. godine predložio novi model subtotalne acetabularne proteze sa tri postranična konusna klina (126).

Gaensler je 1959. godine predložio novi model acetabularne proteze – na gornjem polu ona je imala bočno proširenje sa dve rupe za šrafove i tako je fiksirana za krilo ilijačne kosti (124).

Subtotalne femoralne i acetabularne proteze imale su velike nedostatke: biomehanička nestabilnost i intenzivna proliferacija vezivnog, kasnije i koštanog tkiva, a to je posledica iritacije artikularnih i periartikularnih anatomskih struktura ugrađene endoproteze.

2.6.2. Totalna proteza zgloba kuka

Kao prethodnik savremene totalne proteze kuka smatra se Wiles (127). On je 1938. godine u Londonu konstruisao i ugradio protezu od nerđajućeg čelika. Acetabulum je fiksirao sa tri šrafa, a glava proteze je bila na držaču koji prolazi kroz vrat i trohanterni masiv. On se preko spoljašnjeg nosača, tj ploče, fiksira na spoljni korteks femura.

Mc Kee je 1951. godine referisao o primeni totalne proteze kuka izgrađene od legure hrom – kobalt (Vitalium). Acetabularnu komponentu fiksirao je sa tri šrafa, a femoralna komponenta je imala intramedularni držač (128). Kasnije je uveo razne dimenzije acetabuluma, glave kao i dužine vrata. To je klasičan primer proteze metal – metal. Kod plitkog acetabuluma postavljao je armaturu od dva šrafa iznad gornjeg ruba acetabuluma.

Charnley je 1960. godine za fiksaciju i stabilizaciju proteze uveo u upotrebu akrilni cement (129). On je konstruisao svoj tip proteze i izučavao problem frikcije i lubrikacije animalnih i arteficialnih zglobova. Zbog smanjenja koeficijenta frikcije, on uvodi plastičnu materiju i njome je obložio acetabulum, tako je stvorio protezu metal – plastika. Ovim izumima, on je rešio dva fundamentalna problema artroplastike kuka: problem optimalne fiksacije komponenta proteze i problem redukcije frikcije artikularnih površina. U sklopu svojih eksperimenata, otkriva da metal i plastika oslobađaju krpičaste čestice veličine oko 500 mikrona, a one izazivaju proliferaciju vezivnog tkiva i velikog broja gigantocelularnih ćelija – nastaje kazeozna nekroza i produkcija granulacionog materijala, tj. bolest sitnih čestica.

Sivaš je u Moskvi razvio svoj model endoproteze (124). Ova proteza je omogućavala dobru fiksaciju za koštane elemente acetabuluma i femura bez upotrebe akriličnog cementa.

Danas je totalna proteza kuka, postepeno ali sigurno, zauzela značajno mesto u savremenoj rekonstruktivnoj hirurgiji zgloba kuka. Ona omogućuje formiranje jednog kompletno novog artefijalnog zgloba, mobilnog i bezbolnog, koji je funkcionalno sposoban da odgovori osnovnim potrebama svakodnevnog lokomocije.

2.6.2.1. Problem frikcije i lubrikacije endoproteze

Pokreti u prirodnom zglobovima izvode se po principima fizike, postoji klizanje i kotrljanje zglobnih površina uz neprestanu vlažnost zglobnih površina. Klizavost ili frikcija zgloba je veoma važna, od nje zavisi funkcija zgloba. Frikcija animalnih zglobova iznosi 0,02, sa mogućnošću da ovaj koeficijent u određenim slučajevima bude i manji (130). Koeficijent klizanja zgloba je manji od koeficijenta klizanja kod ledenih površina – iznosi 0,03. Ovako visoka sposobnost frikcije zgloba je rezultat lubrikacije, ili podmazivanja zgloba sinovijalnom tečnošću. Osim ovoga, i specifične karakteristike normalne artikularne hrskavice su bitan faktor koji doprinosi veoma niskom koeficijentu frikcije kod zglobova. Kombinacija poro elastičnosti hrskavice i viskozne sinovijalne tečnosti omogućavaju izvanredan stepen zaštite nosećih površina, amortizacije i distribucije sila, kao i veliku klizavost zglobnih površina.

Problem frikcije i lubrikacije artefijalnih zglobova ima sasvim različite karakteristike od bioloških zglobova, sobzirom da su za izradu zglobnih komponenata upotrebljeni materijali koji su znatno rigidniji i po svojoj prirodi nisu permeabilni kao zglobna hrskavica. Danas se koriste dve kombinacije materijala za izradu endoproteze, i to:

- metal sa metalom, i
- metal sa plastikom.

Endoproteza ima svoj frikcionu otpor i on zavisi od sledećih elemenata:

- veličina sile opterećenja kuka;
- prirodne frikционе karakteristike upotrebljenog materijala;
- način lubrikacije proteze;
- stepen završne obrade proteze;
- model i geometrijska forma proteze (131).

Sa mehaničkog aspekta endoproteza kuka treba da obezbedi transmisiju statičkih, a naročito i dinamičkih sila koje deluju u zglobu kuka za vreme raznih faza hoda. U toku jedne godine, kuk je opterećen oko 1 – 2,5 miliona puta, pa je to i glavni razlog habanja endoproteze (121).

Problem lubrikacije, podmazivanja, endoproteze je veliki. Dobra lubrikacija omogućuje bolju funkciju, a naročito proteza tipa metal sa metalom, sa redukcijom frikcije i trošenja materijala. Još davne 1958. godine, Bowden i Tabor (132), zaključili su da koeficijent frikcije kod proteze metal sa metalom, kada je kao lubrikantno sredstvo uzeta sinovijalna tečnost, iznosi oko 0,1 do 0,5. Walker i saradnici (133) ustanovili su da koeficijent frikcije kod proteza tipa metal sa plastikom, pod istim lubrikalnim uslovima,

iznosi od 0,1 do 0,2. Lumbrikalno sredstvo, sinovijalna tečnost, redukuje frikcionu otpor endoproteze za 4 do 5 puta u poređenju sa otporom u suvom stanju, tj. kada nema sinovijalne tečnosti. Ovo značajno poboljšanje frikcionih uslova endoproteze, usled uticaja lumbrikantnih sredstava biološke prirode, ukazuje na potrebu očuvanja većeg dela kapsule zgloba kuka kako bi se proizvela sinovijalna tečnost, i stvorili uslovi za dobru lubrikaciju i bolju frikciju, a time i produžetak vremena habanja endoproteze (134).

2.6.2.2. Problem fiksacije endoproteze

Stabilizaciju proteze moguće je postići na dva načina:

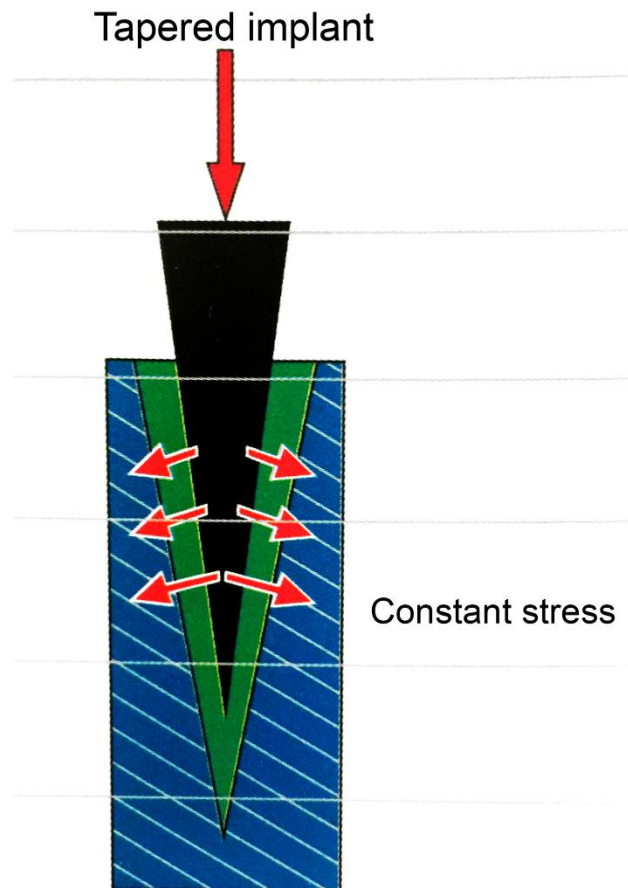
Prvi način, stimulacija koštane proliferacije i stabilizacija na bazi samofiksacije. Iz ovih razloga, elementi proteze – acetabulum i stem, imaju fenestre gde nastaje proliferacija koštanog tkiva radi čvršće i veće stabilnosti. Uz to, spoljašnji delovi elemenata proteze se oblažu hidroksi apatitom, a sa ciljem čvršćeg sjedinjavanja sa kosti. Metalni deo acetabuluma može se fiksirati šrafovim.

Drugi način stabilizacije je, upotreba akriličnog cementa radi fiksacije implantanta za koštane delove. Akrilični cement je metilmetakrilatni monomer. Proces polimerizacije u čvrsto stanje može započeti spontano, zbog toga se dodaje inhibitor – to je *hidrobinon* u koncentraciji 0,01%. Za indukciju brze polimerizacije dodaje se aktivator – *benzoil peroksid* u odnosu od oko 2%.

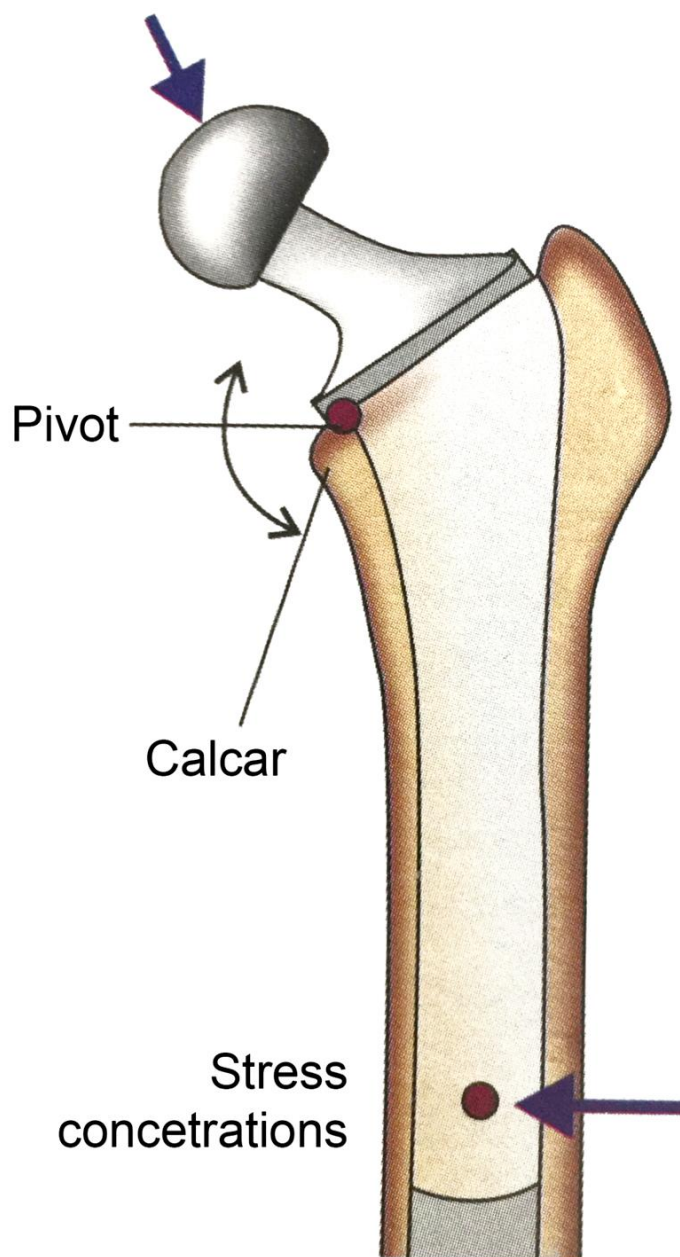
Kost reaguje na akrilični cement u više faza:

- *faza nekroze koštanog tkiva*, nastaje odmah po aplikaciji cementa jer on deluje citotoksično, a toplota uzrokuje nekrozu. Sledi biološko odstranjenje detritusa, fagocitoza, lipofagija i ćelijsko ograničenje stranog tela;
- *faza reparacije* nastaje posle tri nedelje, a traje do dve godine. U tom periodu nastaje organizacija nekrotične koštane srži u smislu fibroziranja. Osteoklasti razgrađuju nekrotičnu kost i na nekim mestima kompakta se pretvara u spongiozu, tzv. proces spongioziranja. Kontaktnu površinu između cementa i kosti omeđuje membrana vezivnog tkiva sa džinovskim ćelijama stranog tela;
- *faza stabilizacije* nastaje od druge godine. Kost se svojom građom prilagodi neravninama cementa i statičkim zahtevima. Koštane trabekule su se preusmerile paralelno na površinu cementa;
- *faza olabavljenja*, neznamo kada počinje. Uzroci razlabavljenja su: osteoporoza, tanak korteks, ponovljena operacija, loša operativna tehnika, nepoštovanje biomehaničkih principa zgloba kuka, preterana aktivnost pacijenta, preveliko opterećenje, infekcija (135).

Kod upotrebe akriličnog cementa, popunjuje se prostor između proteze i spongioznog dela endostalne kosti. Na ovaj način, čitava spoljna površina cementa učestvuje u transmisiji težine preko proteze na koštane elemente koji kontaktiraju sa cementom. Stem proteze koji ima kragnu, mehanički se oslanja na resecirani deo vrata femura, a preko medijalnog dela koji ima formu slova **U**, *calcar femoris*, prenosi se najveći deo težine. Površina reseciranog vrata femura koji služi za prenos težine iznosi oko $1,29\text{cm}^2$ (slika 18a,b).



Slika 18a - Transmisija težine tela preko konusnog cementnog modela



Slika 18b - Transmisija težine tela preko proteze

Kod primene akriličnog cementa za intramedularnu fiksaciju u medularnom kanalu femura, formira se konusni cementni model. Njegova površina iznosi oko 84 cm². U poređenju sa transverzalnom površinom reseciranog vrata femura, površina konusnog modela cementa, veća je oko 60 puta (136). Ovim postupkom, distribucija telesne težine podeljena je na veliku površinu kosti. Konusni cementni model na svojoj površini ima brojna iregularna izbočenja, ovako se povećava kontaktna površina cementa, a još više smanjuju kontaktna opterećenja površine endostalne kosti

3. NAUČNO – RADNA HIPOTEZA

Naučno – radna hipoteza testirana u ovom istraživanju zasniva se na pretpostavci da su morfološke promene vrata femura u vidu brežuljka, CAM deformitet, razlog nastanka osteoartroze kuka, da na eksperimentalnim životinjama jatrogeno možemo formirati ovakvu promenu i potvrditi njen uticaj na oštećenje hrskavice i labruma zgloba kuka, da preventivno hirurško lečenje može zaustaviti proces osteoartroze, a u krajnjem stadijumu potrebno je uraditi aloartroplastiku kuka.

4. CILJ RADA

Na osnovu naučno – radne hipoteze, postavili smo i cilj istraživanja:

- analizirati uticaj morfoloških promena vrata femura po tipu brežuljka, CAM deformitet, na razvoj osteoartroze zgloba kuka i opravdanost hirurškog lečenja deformiteta kao preventivu razvoja osteoartroze,
- na eksperimentalnim životinjama, hirurškim putem, stvoriti morfološku promenu na vratu femura po tipu CAM deformiteta i utvrditi oblik i stepen razvoja osteoartroze kuka,
- analizirati studijsku grupu ispitanika kod kojih je urađena aloartroplastika kuka zbog osteoartroze izazvane CAM deformitetom i odrediti njegovu veličinu i formu kao i položaj na vratu i glavi femura,
- analizirati dobijene rezultate u eksperimentalnom i kliničkom istraživanju, uporediti ih sa podacima iz naučne i stručne literature i zaključke pokazati stručnoj javnosti.

5. MATERIJAL RADA

Da bi dali odgovore na postavljena istraživačka pitanja, i realizovali cilj rada, za potrebe ove disertacije, planirano istraživanje smo sproveli preko obimnog materijala koji je podeljen u dva dela, i to: eksperimentalni i klinički materijal.

5.1. EKSPERIMENTALNI DEO MATERIJALA

Težina naučne hipoteze i postavljenog cilja, zahteva i rad na eksperimentalnim životinjama sa namerom da izazovemo jatrogeni cam deformitet na vratu femura, a da potom hronološki pratimo stepen oštećenja hrskavice i labruma acetabuluma, tj. pratimo stepen razvoja artroze. Težina i neizvesnost eksperimenta bila je velika jer u dostupnoj literaturi postoji samo jedan naučni rad o sličnom eksperimentalnom radu (137).

5.1.1. Mesto i vreme istraživanja

Eksperimentalni rad je obavljen u Naučno istraživačkom centru za biomedicinu pri Medicinskom fakultetu u Nišu, u toku 2014 – 2015. godine. Ovaj eksperiment je odobren od strane Etičkog komiteta Medicinskog fakulteta u Nišu odlukom broj 12 – 2466 – 13 koja je donešena dana 9. 3. 2015. godine.

5.1.2. Eksperimentalne životinje i ugradni materijal

Za eksperimentalne životinje odabrali smo kuniće. Bilo je 16 kunića, svi su bili mladi (6 – 8 meseci), iz istog uzgajališta – farma VMA u Beogradu. Telesna težina je bila približno ista, 2100 (od 1800 do 2400 grama). Svi kunići su pre i postoperativno čuvani i negovani pod jednakim uslovima i pod nadzorom veterinara.

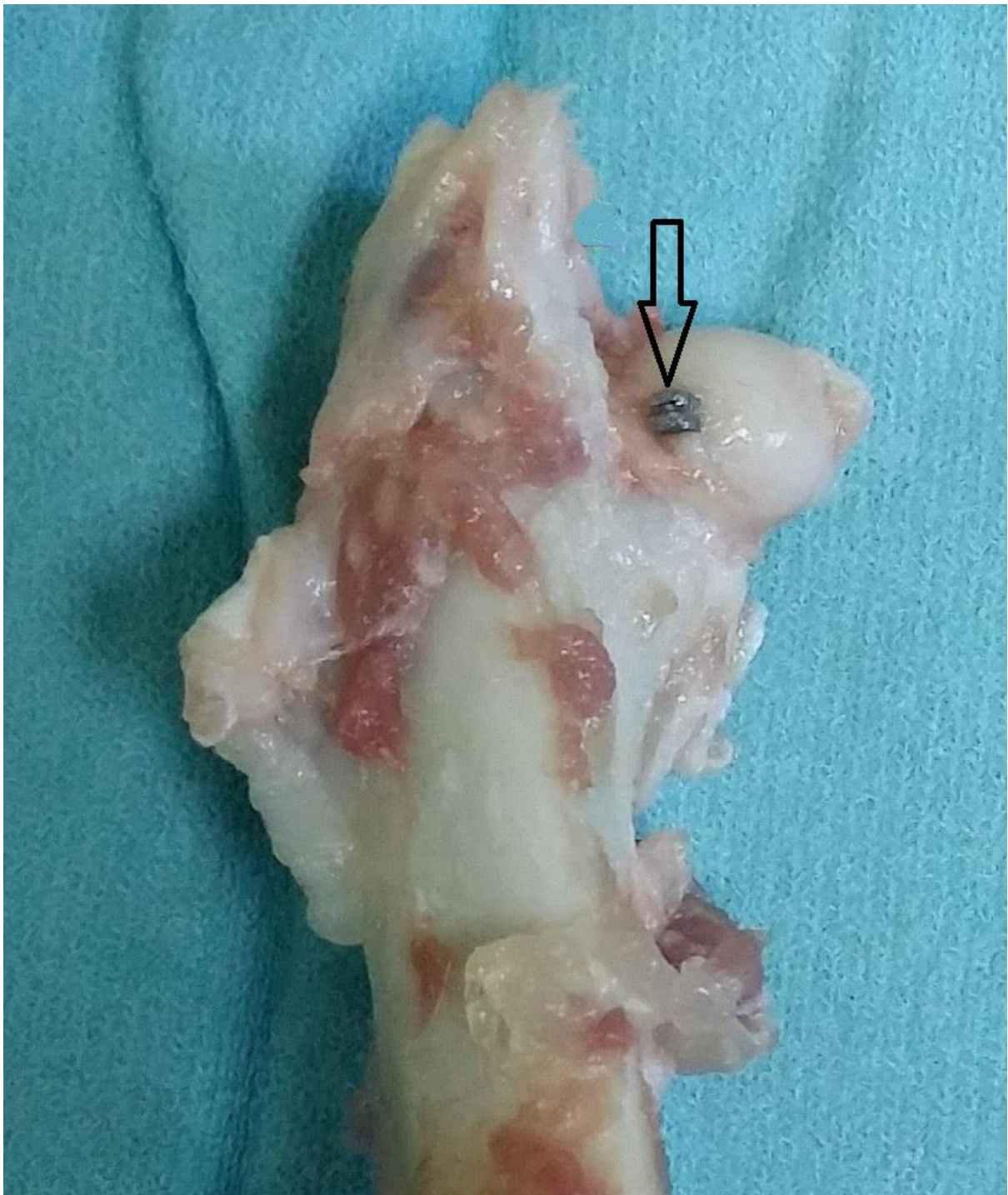
U selekciji eksperimentalnog modela odlučili smo se za kuniće iz više razloga:

- imaju slična anatomska obeležja zgloba kuka sa obeležjima zgloba kuka kod čoveka, a ovo smo posmatrali u fazi pripreme eksperimenta kada je analiziran kuk na deset kadavera kunića – ukupno 20 kukova, pilot studija (slika 19).

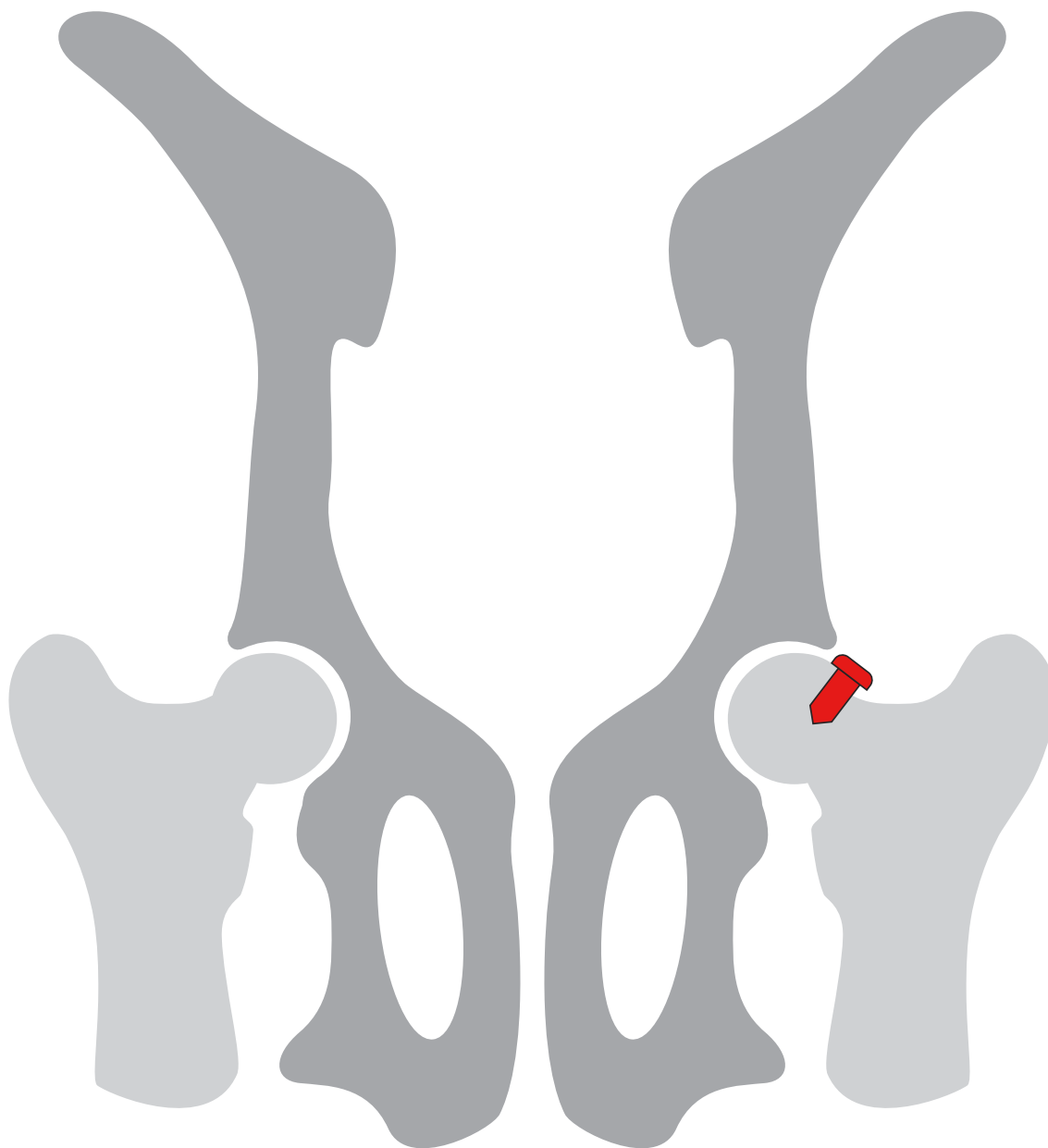


Slika 19. Zglob kuka kod kunića

- imaju čvrstu kapsulu zgloba kuka koja se pripaja po spoljašnjem rubu acetabuluma i duž intertrohanterne linije femura;
- imaju iste pokrete u zglobu kuka kao čovek, a pri fleksiji i unutrašnjoj rotaciji, kalota glave i deo vrata femura podvlače se ispod labruma i ulaze dublje u acetabulum vršeci pritisak na gornje zadnji kvadrant acetabuluma – ovo je rezultat kvadripedalnog hoda kunića. Hirurški stvoreni cam tip FAI simulira morfološke karakteristike proširenog i zadebljalog vrata femura, deformitet tipa “pistol grip”(7), i predstavlja osnovu za izazivanje promena na hrskavici i labrumu acetabuluma po tipu osteoartrita (slika 20a,b).



Slika 20a - Implantirani šraf na spoju vrata i glave femura kunića



Slika 20b - Implantirani šraf na spoju vrata i glave femura kunića, šematski prikaz

- kunić ima dozu velikog straha i veliku mobilnost, brzo se oporavlja posle operacije i brzo prohoda – vreme poštete operisane noge je 3 – 4 dana i to bez imobilizacije ili nošenja ortoze. Iz ovih razloga, vreme žrtvovanja smo računali od dana operacije, dok kod drugih životinja na pun oslonac operisane noge se čeka 3 – 4 nedelje;
- kunić nema morfološke predispozicije za razvoj osteoartrita kuka (138, 139, 140).

Korišćeni su specijalno pripremljeni titanijum šrafovi koji se koriste u stomatologiji (FKG dentaire, Swiss, Obtur Screws 120 Assort 10x12), dužina šrafa je 1cm, a glava šrafa ima prečnik od 2mm.

5.2. KLINIČKI DEO MATERIJALA

U cilju testiranja naučne hipoteze i realizacije postavljenih ciljeva, korišćen je obiman klinički materijal.

Predmet istraživanja ovog rada su ispitanici koji su operisani sa kliničkim i radiološkim znacima femoroacetabularnog impingementa i to CAM morfotipa, kao i ispitanici kojima je urađena aloartoplastika kuka zbog sekundarne koksartroze koja je rezultat CAM promena proksimalnog femura.

5.2.1. Ispitanici sa cam formom fai

U periodu od jula 2006. do jula 2015. godine na Klinici za Ortopedsku hirurgiju i Traumatologiju u Nišu operisali smo 49 bolesnika sa kliničkim i radiološkim znacima FAI.

Od interesa za ovu disertaciju bili su ispitanici operisani od CAM morfotipa femoroacetabularnog impingementa, a njih je bilo 18.

U službi za Ortopedsku hirurgiju i Traumatologiju bolnice u Leskovcu, ovaj vid operacija se izvodi od 1999. godine, a ja sam postao član operativne ekipe od 2010. godine.

Iz ove službe uzeli smo 12 ispitanika i tako smo formirali grupu od 30 ispitanika.

Unutar ove grupe postoji podgrupa od 9 ispitanika koja je klinički i radiološki praćena 8 i više godina, sa osvrtnom na stepen artroze operisanog kuka, vitalnost glave femura i razvoj periartikularnih osifikacija.

5.2.1.1. Kriterijumi za uključivanje ispitanika u grupu operisanih sa camformom fai

Kriterijumi su grupisani u dve grupe:

A. Pozitivan klinički nalaz

- osećaj preskakanja u zglobu kuka koji nije stalan, ali je čest;
- bol u preponi koji traje više od tri meseca, a može se projektovati i u predelu velikog trohantera, gornjeg dela butine;
- pozitivan impingement test (141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148);
- unutrašnja rotacija simptomskog kuka manja od 20°, pri fleksiji natkolenice u kuku od 70° – 90°.

B. Pozitivan radiografski nalaz

- prisustvo koštanog brega na anteroposteriornim i/ili profilnim radiografskim snimcima kukova;
- vrednost ugla alfa veća od 50° na AP i veća od 45° na Dunn 90 radiografskim snimcima kukova;
- odsustvo retroverzije acetabuluma;
- bez znakova artroze kukova ili sa početnim znacima (Tonnis stepen ≤ 2) (97).

5.2.2. Ispitanici sa aloartroplastikom kuka

U periodu 2014. i 2015. godine na Klinici za Ortopedsku hirurgiju i Traumatologiju u Nišu urađene su 442 operacije tipa primarne artroplastike kuka. Ugrađene su 265 bezcementne proteze, 140 (53%) pacijenata su bili mlađi od 65 godina, a 91 (34%) pacijent mlađi od 55 godina.



Slika 21. Bezcementna proteza zgloba kuka

Iz ovog kliničkog materijala analizirali smo ispitanike kod kojih je ugrađena bezcementna endoproteza kuka, a zbog razvoja sekundarne artroze kuka koja je rezultat femoroacetabularnog impingementa. U ovoj grupi je bio 51 (36%) ispitanik, a mi smo formirali grupu od 30 ispitanika po kriterijumima za uključivanje u grupu operisanih sa cam formom fai, ugrađene su 26 (86,7%) endoproteze dugog i 4 (13,3%) kratkog stema (slika 21, 22).



Slika 22. Fit more proteza zgloba kuka.

5.2.2.1. Kriterijumi za uključivanje ispitanika u grupu aloartroplastike kuka

I ovde su kriterijumi grupisani u dve grupe:

A. Pozitivan klinički nalaz

- osećaj preskakanja u zglobu kuka koji je stalan;
- bol u kuku, preponi, natkolenici ili kolenu, a posebno izražen posle ustajanja i u toku noći;
- ograničeni i bolni pokreti u kuku;
- skraćenje noge;
- vidljivo hramanje pri hodu.

B. Pozitivan radiografski nalaz

Ovi kriterijumi su isti sa kriterijumima za formiranje grupe ispitanika sa cam formom fai, ali je proces osteoartroze uznapredovao i radiološki je registrovan Tonnis stepen >2.

6. METOD RADA

Ova doktorska disertacija ima karakter retrospektivne kliničke studije i sprovedena je u navedenim institucijama. Metode koje su korišćene u ovom radu su:

1. Klinički metod
2. Radiografski metod
3. Operativni metod na eksperimentalnim životinjama
4. Operativni metod na ispitanicima
5. Histološki metod
6. Statistički metod

6.1. KLINIČKI METOD

U okviru kliničkog metoda, korišćene su mnoge procedure za preoperativnu i postoperativnu procenu operisanog kuka, kod ispitanika sa cam promenom i kod ispitanika sa aloplastikom kuka.

6.1.1. Određivanje pokreta u kuku sa cam morfotipom

Prisustvo koštanog brega na prednjoj ili prednje-gornjoj strani vrata butne kosti, sa ili bez postojanja promena na acetabulumu u vidu retroverzije ili protruzije, smanjuje rastojanje između vrata butne kosti i prednje i/ili prednje-gornje ivice acetabuluma, čime se smanjuje obim pokreta fleksije i unutrašnje rotacije u obolelom kuku. To je razlog što smo određivali obim ovih pokreta, a ne i obim svih pokreta u kuku.

Kliničko određivanje **fleksije kuka** - merenje je rađeno uglomerom, a obim pokreta je izražen u stepenima prema tzv. "nultoj" metodi koju su uveli Cave i Roberts još 1936. godine, a Američka akademija ortopedskih hirurga prihvatila 1965. godine (149). Merenje se izvodi na sledeći način: ispitanik leži na leđima sa opruženim nogama, ispitivač drži nogu za potkolenicu i lagano je savija u kuku. Drugu ruku, ispitivač postavlja ispod sakralne regije i njome kontroliše pokrete karlice. U trenutka kada vrat butne kosti udari u rub acetabuluma i gura celu karlicu prema gore, a ispitivač to oseti kao pokret karlice – to je trenutak maksimalne moguće fleksije ispitivane natkolenice u kuku. Uglomer se postavi na vrhu velikog trohantera, jedan krak prati osovinu tela, a drugi osovinu savijene natkolenice i odredimo stepen fleksije. U toku savijanja natkolenice stopalo je u neutralnoj rotaciji, ili nultoj poziciji.

Unutrašnja rotacija natkolenice se određuje pri fleksiji iste pod uglom do 90°: ispitanik leži na leđima sa opruženim nogama u neutralnoj rotaciji stopala. Noga se podigne i savije u koleno, a duž natkolenice postavi se uglomer. Ispitivač uvrće potkolenicu upolje simulirajući pokrete unutrašnje rotacije natkolenice u kuku. U trenutku kontakta vrata butne kosti sa prednjom ivicom acetabuluma, ispitivač nailazi na otpor koji mu ne dozvoljava dalju rotaciju. Vrh uglomera je na pateli, a drugi krak prati osovinu potkolenice, i dobijeni ugao na uglomeru odgovara stepenu unutrašnje rotacije natkolenice u kuku (26).

6.1.2. Određivanje statusa osteoartrotičnog kuka

U bolnom kuku ispitanika, određivali smo pokrete fleksije i unutrašnje rotacije na isti način kao kod ispitanika sa CAM promenama na vratu femura (26, 149).

Intenzitet bola je registrovan na osnovu subjektivne procene bolesnika. Ovaj parametar je graduisan na pet stepeni, pri čemu je svakom stepenu dat određeni broj bodova, s tim što je veći broj bodova označavao povoljniju situaciju – to je Harris-ova metoda (150):

1. stepen - nema bola;
2. stepen - blagi povremeni bol, nevezan za aktivnost;
3. stepen - bol pri početnom pokretu i većem opterećenju;
4. stepen - umereni bol koji može da se toleriše;
5. stepen - jak bol, ozbiljno ograničava aktivnosti;
6. stepen - jak bol čak i u miru, vezuje bolesnika za krevet.

Dužina ekstremiteta je određivana pantljikom u ležećem položaju na leđima, od SIAS (spina iliaca anterior superior) do MM (medialni malleolus). Ovaj parametar je graduisan na pet stepeni, pri čemu je svakom stepenu dat određeni broj bodova, s tim što je veći broj bodova označavao povoljniju situaciju:

1. stepen – nema razlike u dužini ekstremiteta,
2. stepen – razlika manja od 1,5cm;
3. stepen – razlika manja od 3,5cm;
4. stepen – razlika do 4cm;
5. stepen – razlika veća od 4cm (151).

Hramanje pri hodu je objektivan i vidljiv znak. Graduisan je na tri stepena: ne hramlje, umereno hramlje i izraženo hramlje, pri čemu je svakom stepenu dat određeni broj bodova, s tim što je veći broj bodova označavao povoljniju situaciju (151).

Heterotopične osifikacije (HO) su praćene na AP snimcima kukova, a očekivali smo njihovu pojavu kod ispitanika sa endoprotezom kuka u različitom stepenu: nema heterotopnih osifikata (bez vidljivih osifikacija na AP radiografskom snimku), lakše HO (I i II stepen po Brooker-u) i teške HO (III i IV stepen po Brooker-u). Klasifikacija HO po Brooker-u (152) obuhvata četiri stepena:

1. stepen – ostrvca koštanog tkiva u mekim tkivima oko endoproteze,
2. stepen – osifikati oko karlice i proksimalnog dela femura koji između ovih kostiju ostavljaju prostor od najmanje 1cm,
3. stepen – osifikati koji između karlice i femura ostavljaju prostor < od 1cm,
4. stepen – osifikati koji u celosti premošćuju taj prostor i uzrokuju ankilozu zgloba.

6.1.3. Impingement test

Ovaj test je visoko specifičan i senzitivan test za dijagnozu oštećenja labruma acetabuluma (142, 143, 144, 145). Test se izvodi sa pacijentom koji leži na leđima. Ispitivač je sa strane i flektira nogu u kuku u rasponu od 45 – 90⁰, pri čemu se izvodi addukcija noge od 0 do 25⁰. U tom položaju, ispitivač gura potkolenicu ispitivane noge upolje da bi izveo unutrašnju rotaciju natkolenice u kuku. Pojava bola u preponi ukazuje da je test pozitivan, to je tzv. FADIR test (**F**lexia – **A**ddukcija – **I**nterna **R**otacija). Test se lako izvodi kod mladih, tj. pri testiranju cam promena. Teško se izvodi kod odmaklog procesa osteoartrita kuka i to zbog ograničenja pokreta u kuku.

Impingement test ima ne samo kvalitativnu dijagnostičku vrednost za dokazivanje lezije labruma acetabuluma, već ima i kvantitativnu vrednost lokalizacije lezije labruma duž prednje i prednje gornje ivice acetabuluma. Tako, ako je test pozitivan pri fleksiji natkolenice

u rasponu od 45 do 80⁰, indirektan je znak lezije labruma duž prednje ivice acetabuluma; ako je test pozitivan u rasponu fleksije kuka od 70 do 90⁰, znak je lezije labruma duž gornje ivice acetabuluma, i ako je test pozitivan u punom obimu fleksije kuka od 45 do 90⁰, znak je lezije labruma duž prednje i gornje ivice acetabuluma.

6.1.4. Womac scor

Za potrebe ove studije koristili smo Western Ontario and Mc Masters University Osteoarthritis Index – WOMAC scor. Uveden je u kliničku praksu 1984.godine i upotrebljava se za ocenu stanja obolelog kuka kod uznapredovale artroze kuka (153, 154, 155, 156, 157, 158, 159).

Testiranje obolelog kuka ovim indeksom, obuhvata četiri grupe pitanja: prvu grupu pitanja (Symptoms) čine tri pitanja koja se odnose na subjektivne tegobe pacijenta; drugu grupu (Stiffnes) pitanja čine dva pitanja koja se odnose na subjektivni osećaj zakočenosti kuka; treću grupu pitanja (Pain) čini deset pitanja, a vezana su za pojavu bola u obolelom kuku; četvrtu grupu pitanja (Functions) sačinjavaju 17 pitanja koja se odnose na funkciju obolelog kuka u toku svakodnevnih aktivnosti. U okviru svake grupe pitanja, ispitanik daje jedan od ponuđenih četiri odgovora: nema (none), blag (mild), značajan (moderate), težak (sever) i izuzetan (extreme). Sabiranjem poena na postavljena pitanja, dobija se ukupna vrednost indeksa. Što je vrednost indeksa niža, to je stanje obolelog kuka teže. Normalne vrednosti indeksa kreću se od 95 do 100 poena, a vrednosti ispod navedenih smatraju se patološkim.

6.2. RADIOGRAFSKI METOD

Kod svih ispitanika rađene su dve grupe radiografskih snimaka kukova.

6.2.1. Standardizovani anteroposteriorni snimak kukova

Pacijent leži na leđima, stopala se rotiraju unutra za 15⁰, ovako se kompenzuje femoralna anteverzija i obezbeđuje bolja vizualizacija kontura spoja femoralne glabe i vrata. Rastojanje žiže rentgen aparata – rentgen film je 120 cm, centralni radiološki zrak je usmeren na središnju liniju tela, a na polovini rastojanja između pubične simfize i bispinalne linije.

Rotacija karlice se smatra perfektnom ako su krila ilijačnih kostiju simetrična, obturatorni forameni simetrični, te ako je rastojanje od vrha coccygsa do gornje ivice pubične simfize između 1 i 3cm (26).

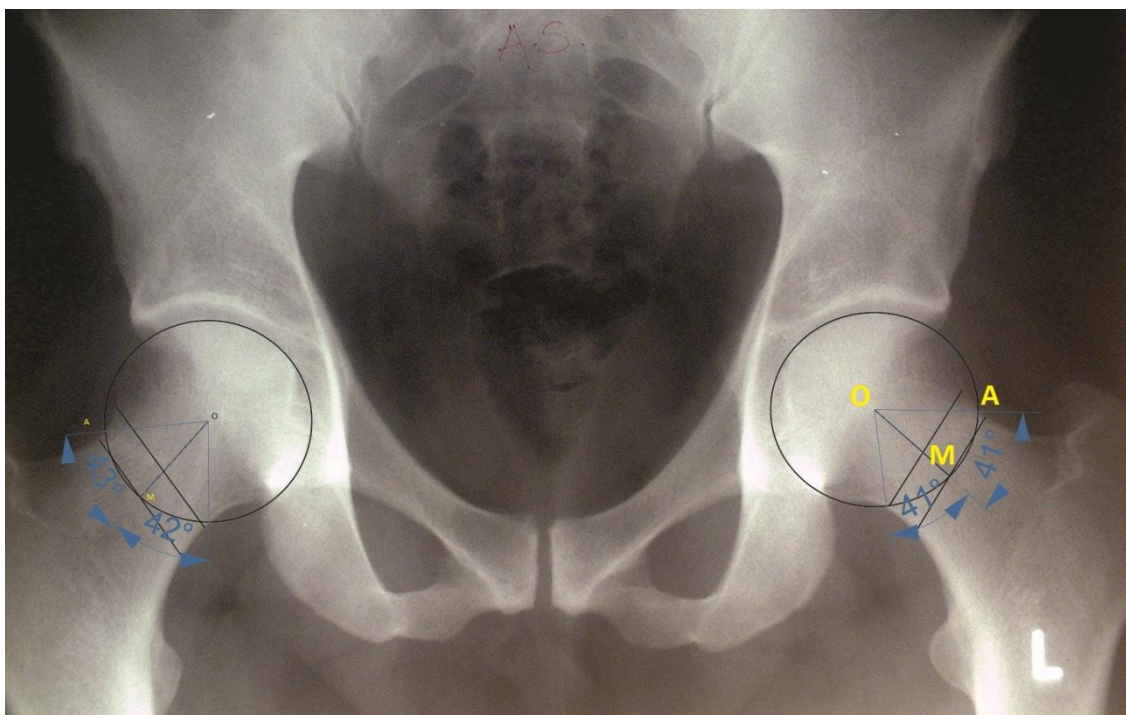
6.2.2. Lateralni radiografski snimak kukova

Ovo je Dunn-Ripstein-Muller 90⁰ (Dunn 90) radiografski snimak kukova (160). Radi se sa pacijentom koji leži na leđima, kukovi i kolena su savijeni do 90⁰, a natkolenice abducirane 20⁰ pri čemu su stopala u neutralnoj rotaciji. Rastojanje od žiže aparata do rentgen filma je 120 cm, a centralni rentgenski zrak je usmeren na pubičnu simfizu (26).

6.2.3. Notzli alfa ugao i osovina vrata femura

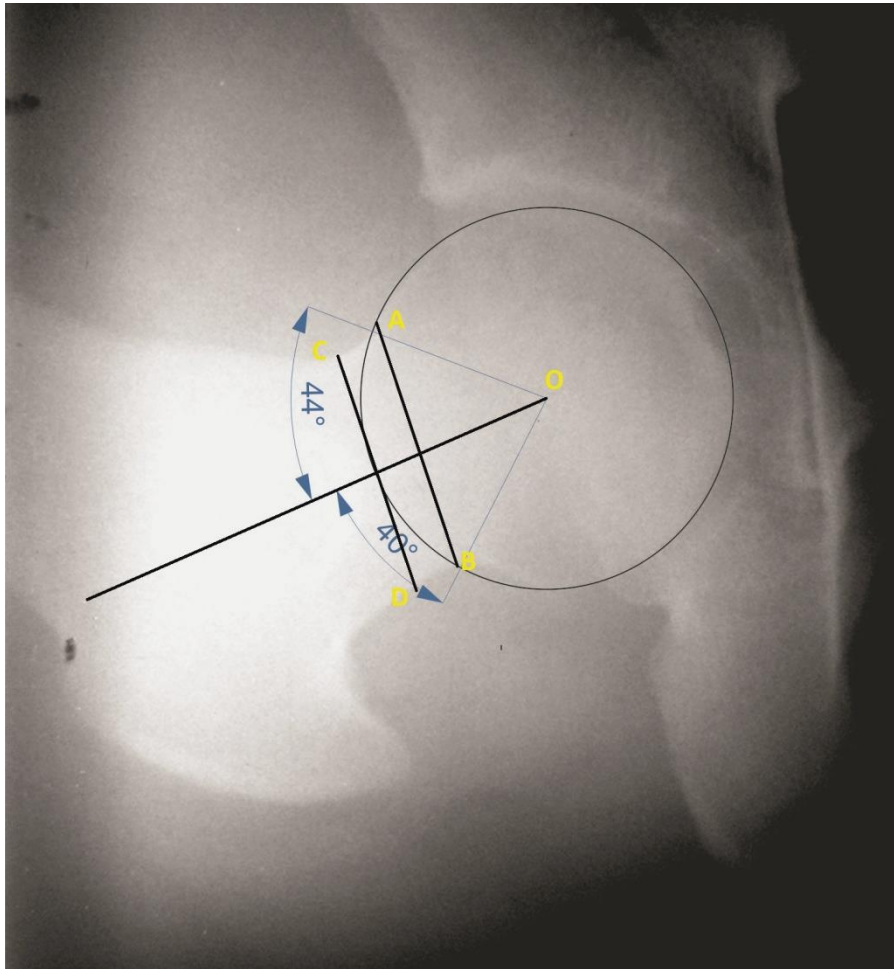
Ugao alfa se određuje po osovini vrata femura metodom **Notzli** (77). Osovinu vrata femura određujemo na sledeći način: metodom Mose-ovih koncentričnih krugova (161) ucrtava se centar rotacije femoralne glave (**O**), a potom se na najužem delu vrata butne kosti ucrtava duž **AB** koja spaja gornju i donju ivicu vrata – na AP radiografskim snimcima kukova, tj. prednju i zadnju ivicu vrata na Dann 90 radiografskim snimcima kukova. Na toj duži smo

određivali središnu tačku, koju smo obeležili slovom **M**. Spajanjem tačaka **O** i **M** dobija se osovina vrata femura (**I**), i ona predstavlja jedan krak ugla. Drugi krak ugla alfa gradi linija koja polazi iz centra rotacije femoralne glave – to je tačka **O**, i prolazi kroz tačku koja se nalazi u preseku cirkumferencije femoralne glave sa ivicom vrata – to je tačka **N** (slika 23).



Slika 23. Ugao alfa (MOA) određivan metodom Notzly

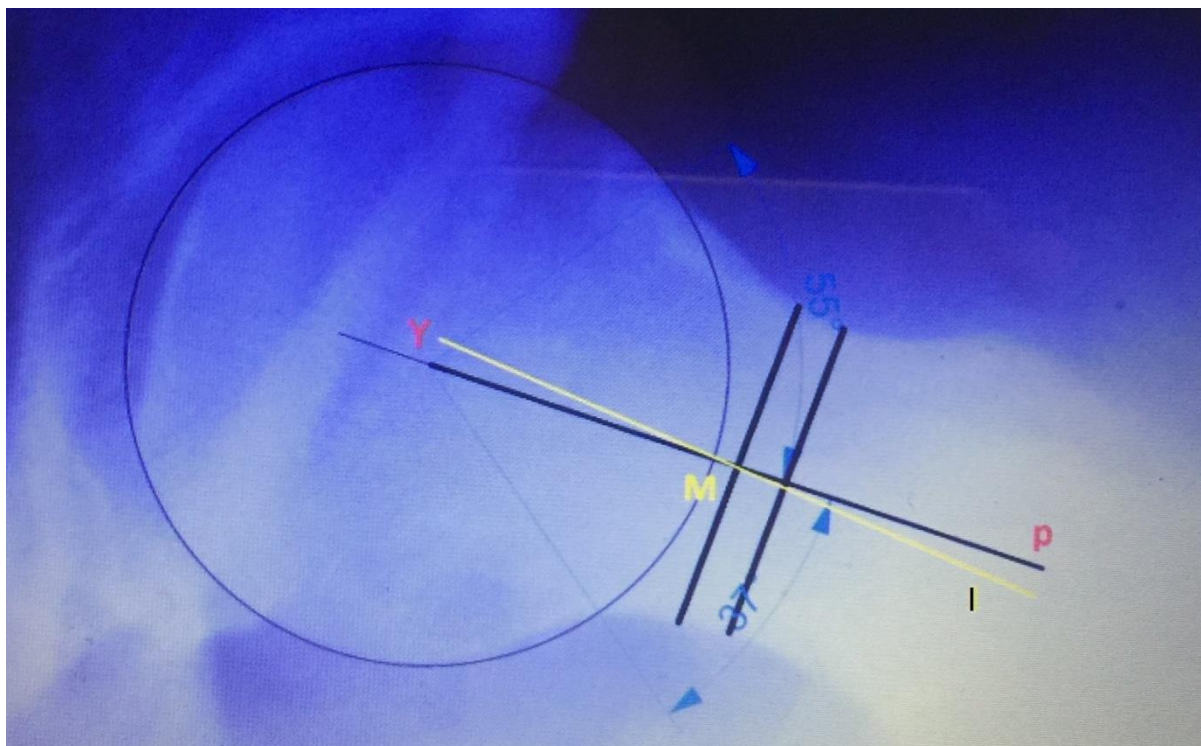
Osovina vrata butne kosti koju smo opisali predstavlja "gold standard" u literaturi i inaugurisao je Murray (92). Određivanje osovine vrata butne kosti (**I**) ovom metodom polazi od pretpostavke, da se centar rotacije femoralne glave **O** i sredina duži koja spaja najuži deo unutrašnje četvrtine vrata butne kosti, nalaze u istoj liniji. U slučajevima kada postoji translatorni pomak femoralne glave, dolazi i do pomaka centra njene rotacije (69, 162, 163), te ucrtana osovina vrata nije identična osovini koja bi bila ucrtana da nije pomaka femoralne glave. Iz ovih razloga je ponuđena nova metoda određivanja osovine vrata femura i to pomoću dve paralelne duži koje pripadaju unutrašnjoj četvrtini vrata butne kosti, to je osovina **p** (27). Na najužem delu vrata butne kosti ucrtava se duž **CD** i odredi se njena sredina (**N**), a na rastojanju od 3 i više mm, idući medijalno ka femoralnoj glavi, ucrtava se druga, paralelna duž **AB** i odredi se njena sredina (**M**). Spajanjem tačaka **M** i **N** dobija se prava osovina vrata (**p**), a njen položaj ne zavisi od centra rotacije glave femura (slika 24).



Slika 24. Određivanje osovine vrata femura pomoću dve paralelne duži

Kada se odrede dve osovine vrata butne kosti, osovina l i osovina p, možemo odrediti i tzv. **ugao nagiba femoralne glave**. To je ugao gama i predstavlja kolo kapitalni ugao, a grade ga osovina l i osovina p sa tačkom M - ukoliko se ove dve linije ne poklapaju, tj. ne prolaze kroz centar rotacije femoralne glave, već se seku u tački M.

Ovaj ugao predstavlja stepen nagiba femoralne glave put gore ili dole na AP i/ili put napred ili pozadi na profilnim Dunn 90 radiografskim snimcima kukova (slika 25).



Slika 25. Cam forma FAI na radiografskom snimku po Dunn 90⁰

l – osovina vrata butna kosti, **p** – osovina vrata butne kosti određena pomoću dve paralelne duži. Ugao gama je kolo-kapitalni ugao nagiba femoralne glave koji grade ove dve osovine svojim presekom u tačku M

6.2.4. Ugao delta

U definisanju morfologije proksimalnog femura, istražili smo ugao delta kojim se može kvantifikovati spoj femoralne glave i vrata. Ugao delta se nalazi sa suprotne strane ugla alfa, određivan je na način koji je identičan određivanju ugla alfa, a njegove vrednosti smo testirali na AP i Dann 90 radiografskim snimcima kukova (26). Ukoliko je glava butne kosti centrirana na vratu butne kosti, po kolo-kapitalnoj osovini l, onda je ugao delta, koji se nalazi sa suprotne strane ugla alfa, jednak ili približno jednak uglu alfa, tj. vrednosti su: na AP od 35 do 50°, a na Dunn 90 od 30 do 45°. Osnovna namena određivanja ovog ugla, kod osoba sa koštanim bregom, na spoju femoralne glave i vrata, sa povišenim vrednostima ugla alfa, je bila da merenjem ugla delta možemo preoperativno na radiografskim snimcima, da odredimo, približno, normalnu vrednost ugla alfa i tako planiramo hiruršku korekciju koštanog brega.

6.2.5. Offset indeks vrata butne kosti

Ito i Siebenrock opisali su 4 offset parametra kojima se definiše translatorni pomak femoralne glave u odnosu na vrat butne kosti (10, 11, 69, 93, 96,164) i to:

1. **Superiorni offset (SOS)** – određuje se na AP radiografskim snimcima kukova. Definiše se kao vertikalno rastojanje između dve linije od kojih, jedna je paralelna sa linijom vrata butne kosti i predstavlja tangentu na najkonveksniji deo glave, a druga je

takođe paralelna sa osovinom vrata, ali prolazi kroz tačku A, na mestu preseka kružne linije femoralne glave i gornje ivice vrata butne kosti.

2. **Inferiorni offset (IOS)** - određuje se na AP radiografskim snimcima kukova. To je vertikalno odstojanje između dve linije koja se povlače kao i linije za superiorni offset, ali ucrtavaju se sa donje strane glave i vrata butne kosti.
3. **Anteriorni offset (AOS)** – određuje se na profilnom , Dunn 90, radiografskom snimku kukova. To je vertikalno odstojanje između dve linije koje se ucrtavaju sa prednje strane, na isti način kao i linije za SOS i IOS.
4. **Posteriorni offset (POS)** – određuje se na radiografskom snimku Dunn 90. Definiše se kao vertikalno odstojanje između dve linije koje se ucrtavaju kao i linije za AOS, ali postavljene su sa posteriorne strane femoralnog vrata i glave.

6.2.5.1. Izračunavanje offset indeksa kuka

Deljenjem dobijenih vrednosti superiornog i inferiornog offseta (SOS/IOS), dobija se prednji offset indeks (**POI**). Deljenjem anteriornog i posteriornog offseta (AOS/POS) dobija se lateralni offset (**LOI**). Ovako izračunati offset indeksi kuka, predstavljaju meru translacionog pomaka femoralne glave. Normalne vrednosti za POI kreću se od $1 \pm 0,2$ i smatra se da, kod takvih kukova, postoji minimalna ili nikakva gornje-donja translacija glave u odnosu na osovinu vrata butne kosti. Normalna vrednost za LOI je od $1 \pm 0,2$ i smatra se da, kod takvih kukova, postoji minimalan ili nikakav prednje-zadnji translacioni pomak femoralne glave u odnosu na osovinu vrata butne kosti.

Vrednosti offset indeksa koje se kreću van navedenih vrednosti, znak su pomaka femoralne glave u odnosu na osovinu vrata butne kosti u frontalnoj i sagitalnoj ravni.

6.2.6. Stepen artroze kuka

Prema težini degenerativnih promena na radiografskim snimcima, Tonnis (97) je razvrstao sve artroze zgloba kuka u četiri grupe:

1. stepen artroze kuka – nema znakova artroze, kuk je zdrav,
2. stepen artroze kuka – zglobni prostor je blago sužen, početna skleroza na glavi femura i/ili acetabuluma, postoji blago približavanje ivica zgloba, tj. glavice ka acetabulumu,
3. stepen artroze kuka – na glavi femura i/ili acetabulumu vidljive su male ciste, izraženo je suženje zglobnog prostora, naglašen je gubitak sferičnosti femoralne glave,
4. stepen artroze kuka – velike ciste, veliko suženje ili zatvaranje zglobnog prostora kuka, težak deformitet femoralne glave, avaskularna nekroza femoralne glave.

6.2.7. Preoperativno planiranje ugradnje endoproteze

Preoperativno planiranje je prvi i veoma važan korak kod ugradnje endoproteze kuka. Preoperativnim planiranjem treba obnoviti biomehaniku kuka (centar rotacije, offset i dužina ekstremiteta) i minimizirati rizik i komplikacije vezane za endoprotezu (malpozicija, postoperativni impingement, dislokacija i loša fiksacija).

Pored kliničkog, veoma je važno i radiološko preoperativno planiranje. Na AP snimku karlice određujemo radiološku suzu sa leve i desne strane, i te dve tačke spojimo horizontalnom linijom. Sa ove linije, na bolesnom kuku ucrtava se linija pod uglom od 45° prema gornjem rubu acetabuluma, a potom pomoću koncentričnih krugova po Mose-u odredimo centar rotacije (16). Na glavi femura, ovom metodom odredimo njen centar, a linija

od ove tačke do vrha velikog trohantera predstavlja offset vrata. Dužinu ekstremiteta i njegovo upoređenje sa zdravim ekstremitetom određujemo linijom, od vrha malog trohantera vertikalno na horizontalu koja spaja radiološke suze, dobijene vrednosti se upoređuju i služe kao mere poravnanja dužine ekstremiteta.

Sve ove parametre odredimo i na zdravoj strani, na drugom kuku, i sa njima uporedimo dobijene vrednosti, a cilj planiranja je da se one izjednače.

Najvažniji cilj je izjednačiti noge, poboljšati femoralni ofset (kod varus forme ostavljamo duži vrat femura, kod valgus forme on je kraći, a uz to biramo adekvatnu dužinu stema i vrata) i izjednačiti centar rotacije sa centrom glave endoproteze.

Metod fiksacije endoproteze zavisi od kvaliteta kosti – određivali smo ga prema **Dorr klasifikaciji** (165). Dorr tip A i B podrazumeva dobar denzitet i čvrstinu kosti, tad se ugrađuje bezcementni tip endoproteze. Dorr tip C podrazumeva osteoporotičnu kost gde se ugrađuje cementni tip endoproteze.

Za ugradnju proteze koristili smo bezcementne proteze sa dugim stemom. Kod mlađih postoji potreba da se u drugom aktu uradi revizioni tip proteze, pa smo kod preoperativnog planiranja određivali protezu sa kratkim stemom, mi smo u našem radu koristili Fitmor protezu, ona štedi proksimalnu metafizu i čuva distalni deo femura za revizionu hirurgiju.

6.2.8. Radiološka merenja na eksperimentalnim životinjama

Na eksperimentalnim životinjama merili smo ugao alfa – ugao Notzli, ugao delta kao i offset vrata, pre i posle operacije.

6.3. OPERATIVNI ZAHVAT NA EKSPERIMENTALNIM ŽIVOTINJAMA

Cilj ovog zahvata je arteficialno stvaranje cam promene na spoju vrata i glave butne kosti i analiziranje promena na hrskavici i labrumu kuka u različitim periodima žrtvovanja kunića.

6.3.1. Priprema hirurškog zahvata

Ozbiljnost i značaj cilja koji smo pred sobom postavili, podrazumevao je pre operativne medicinsko-tehničke pripreme:

- odabrali smo životinje sličnih karakteristika, tj. starosti i telesne težine. Svi kunići su bili zdravi i pod nadzorom veterinarar;
- hirurška intervencija je rađena u uslovim asepsa. Zato su bile pripremljene sterilne komprese, čaršafi, gaze, zavoj, instrumentarijum, dva ortopedska hirurga i instrumentarka;
- korišćeni su i specijalni držači za životinje, namenjeni su za fiksaciju ekstremiteta kunića, a time se olakšava hirurški rad.

6.3.2. Anestezija eksperimentalnih životinja

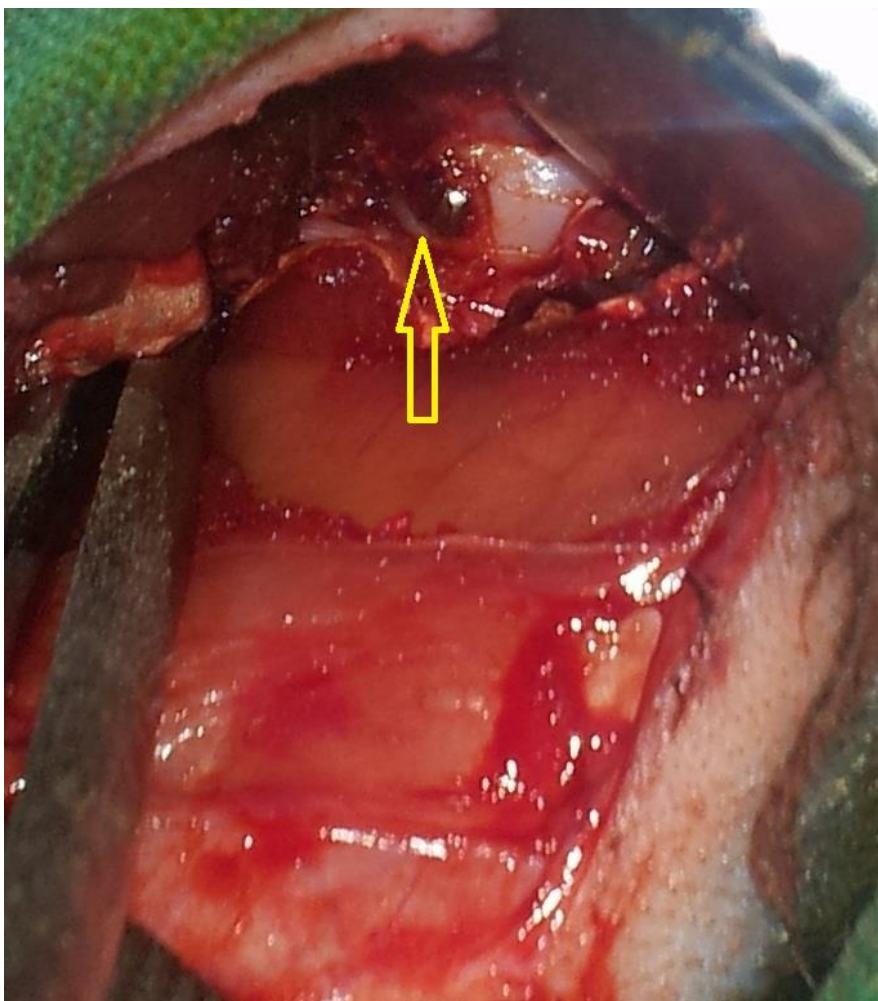
Operativni zahvati u cilju eksperimenta su rađeni u opštoj anesteziji, korišćen je Ketalar.

Kao sredstvo premedikacije dat je Combelen (3 metilaminopil-3 propionil-fenotiazin) koji dolazi u promet kao 1% rastvor u bočicama od 25ml. Mi smo ga davali i. m. u dozi od 0,04 – 0,05ml na 1 kg TT. Posle 1 min dolazi do omamljenosti kunića pri čemu se zapaža somnolencija, teško stajanje i kretanje, nemogućnost sopstvene odbrane. U ovakvom stanju moguća je priprema operativnog polja, mi smo pripremali desni kuk zeca.

Ketalar (ketamin hidrohlorid) je anestetik kojim smo postizali kratkotrajnu narkozu kunića, a odlikuje se dubokom analgezijom. Davali smo ga i.m. u dozi od 8 – 12 mg na 1kg TT. Životinje su se budile posle 5 – 10 min od završetka operacije, a ona je trajala prosečno od 15 do 20 min (166, 167).

6.3.3. Hirurški pristup

Hirurški rad se odvijao po svim principima asepse. Posle davanja Combelena i postizanja efekta premedikacije, vršeno je brijanje operativnog polja, tj. predela kuka. Nakon uvođenja u anesteziju, životinja se postavi na operacioni sto i fiksira na držač u bočni položaj. Vršiti se pranje i priprema operativnog polja, a potom sledi operativni zahvat.



Slika 26a - Implantacija šrafa na spoju vrata i glave femura kunića

Uradi se lateralni pristup, od baze velikog trohantera prema gore, do 2 cm iznad ruba acetabuluma. Otvori se fascija i identifikuje pripoj m. gluteus medius na vrhu velikog trohantera. On se elevatorom pomeri upolje i prikaže se kapsula zgloba kuka, pa se uradi njena longitudinalna incizija. Vrat butne kosti kunića je ovalan i mnogo kratak.

Uoči se glava i na spoju sa vratom, a u prednje gornjem delu, burgijom izbušimo periost i 2/3 vrata. Postavi se šraf (FKG dentair, Swisse) njegovom celom dužinom u vrat, a glava šrafa ostaje spolja, tj. priljubljena je uz kalotu glave. Plasiranjem šrafa u vrat butne kosti, formiramo zadebljanje vrata i nesferičnost glave femura, tj. nastaje deformitet opisan kao "pistol grip" ili "head tilts", a to predstavlja povećanje rizika za osteoartrit kuka (slika 26 a,b).



Slika 26b - Implantacija šrafa na spoju vrata i glave femura kunića, radiografski prikaz implantiranog šrafa

6.3.4. Postoperativna nega eksperimentalnih životinja

Neposredno posle operacije, kunićima je dat antibiotik i analgetik, a terapija je trajala tri dana. Rana je previjana i tretirana po pravilima asepsa. Ishrana je bila redovna i uobičajena, uz redovni nadzor veterinara.

Žrtvovanje kunića je rađeno prema planu eksperimenta, posle 6, 8, 10 i 12 meseca od operacije. Eutanaziju smo izvodili davanjem barbiturata do prestanka disanja. Odlaganje kunića je vršeno po propisima i pod nadzorom Veterinarskog instituta u Nišu.

6.4. OPERATIVNI METOD NA ISPITANICIMA

U metodologiji rada, korišćene su različite operativne metode kod različitih grupa ispitanika.

6.4.1. Operativni metod kod ispitanika sa cam formom fai

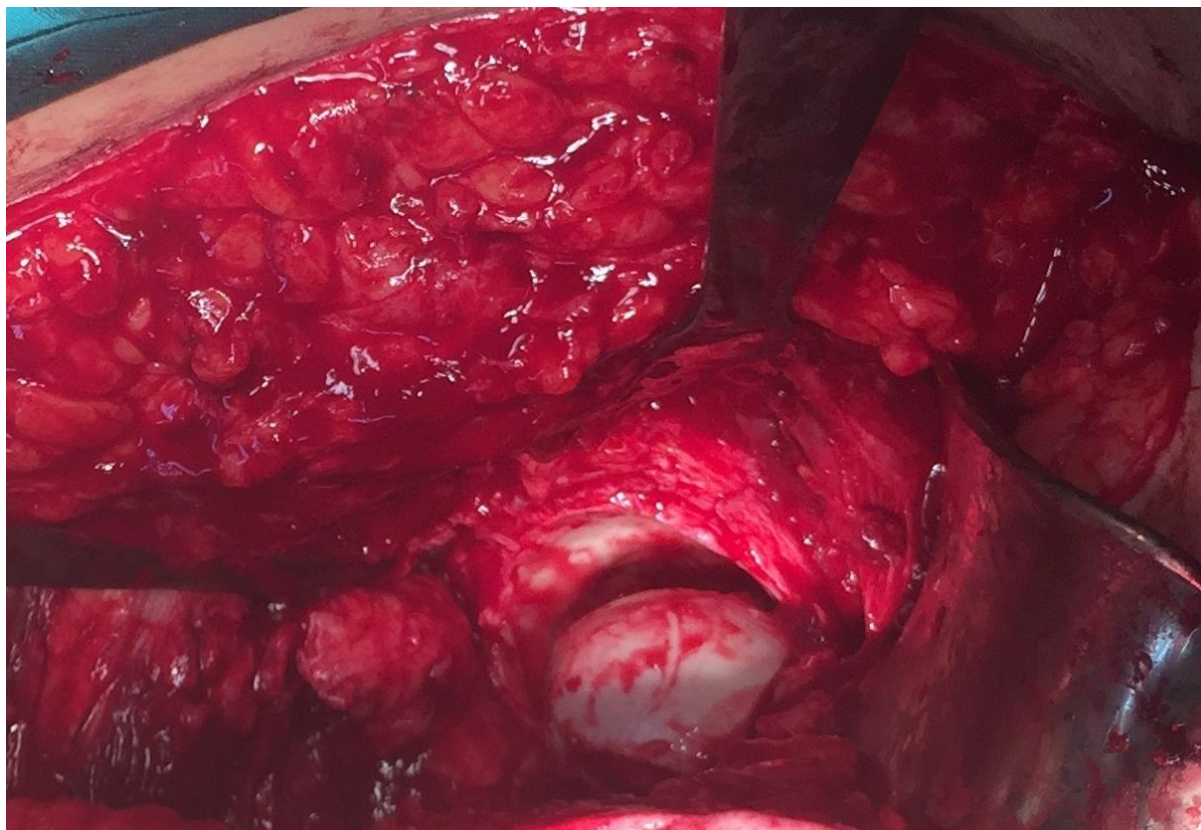
Radi korekcije i uklanjanja promena na vratu kod ispitanika sa cam morfotipom koristili smo Ganzov pristup zglobu kuka sa osteotomijom velikog trohantera.

Osnovni hirurški postulat otvorene hirurške metode je, očuvanje krvotoka i prevencija avaskularne nekroze glave femura. A. circumflexa femoris medialis (ACFM) ishranjuje veći deo glave femura, i ona je završna grana a.femoris profunda, ili ređe a.femoris (168, 169). ACFM prati donju ivicu m.obturator externus i podvlači se ispod spoljašnjih rotatora kuka, dolazi sa gornje-zadnje strane do zglobne kapsule i vrata femura gde se grana na 4-6 tzv. retinakularnih arterija koje su postavljene subperiostalno i na 4-5 mm od epifizne linije ulaze u femoralnu glavu kroz nutritivne otvore.

Hirurška tehnika: pacijent leži na bok zdrave strane sa postavljenim držačem ispod noge koja se operiše, u našim uslovima napravljen od sunđera, dimenzija 50x100x15cm, čime se noga elevira od operacionog stola i time relaksira glutealna muskulature, n. ishiadicus i olakšava pristup kuku. Incizija kože je lateralna, u istoj visini se preseca i fascia lata i identifikuje zadnja ivica m.gluteus medius i njegov pripoj na velikom trohantera, zadnja ivica velikog trohantera i zadnja ivica m.vastus lateralis distalno. U liniji zadnjih pripoja ovih mišića za veliki trohanter, elektrokauterom se obeleži linija osteotomije velikog trohantera, koja se postavlja na oko 5 mm iza zadnje ivice istog, čime se izbegava da se osteotomijom trohantera kompromituje a.circumflexa femoris medialis. Asistent odiže, od operacionog stola, flektiranu potkolenicu operisane noge, sa poluflektiranim kolenom, i time rotira, put unutra, femur za oko 15-20° korigujući anteverziju vrata butne kosti, a time i omogućava hirurgu da osteotomiju velikog trohantera plasira paralelno sa ravni operacionog stola. Debljina osteotomiranog velikog trohantera je do 1,5cm tako da na njemu ostaju pripoji m.gluteus medius i m.vastus lateralis. Veliki trohanter se osteotomira testerom, a potom se odiže napred i zadrži u toj poziciji oštrom ekarterom. Načini se pažljiva preparacija mišićnih vlakana duž zadnje ivice m.gluteus mediusa, prikaže se tetiva m.piriformis i njegov pripoj u trohanternoj jami, koji se ekartira prema pozadi. Ispod tetive se prikaže telo m.gluteus minimusa koje se, potom, pažljivo oštrom disekcijom odiže, sa svog pripoja za gornji i prednji deo kapsule zgloba kuka. Ovako se prepariše kapsula zgloba, od ivice tetive m.piriformisa put napred i dole sve do malog trohantera, pri čemu se vodi računa da se ne zadire u zonu malog trohantera s ozbirom na njegov blizak odnos sa a.circumflexom medialis. Oštećenje ove arterije, u ovoj zoni, dovodi do veoma ozbiljnog krvarenja koje ne može da se zaustavi bez preparacije a.femoralis i prikazivanja pripoja a.circumflexe femoris medialis, čijim podvezivanjem se nepovratno oštećuje vaskularizacija femoralne glave. Napred, disekcija kapsule se pruža do pripoja odbijene glave m.rectus femoris.

Po završenoj disekciji zglobne kapsule, pristupa se njenoj inciziji koja ima oblik latinskog slova „Z”. Vertikalni krak incizije, pruža se duž osovine vrata femura i to sa prednje gornje strane po gornjoj ivici lig.iliofemorale, sve do baze velikog trohantera. Tehnikom "in side out", pod kontrolom oka, zglobna kapsula se preseca pre pripoja na acetabulumu, da bi se preveniralo nepotrebno oštećenje labruma acetabuluma u liniji reza kapsule. Jedan horizontalni krak "Z" incizije kapsule, pruža se duž baze vrata femura, prateći pripoj kapsule za bazu velikog trohantera, sve do gornje ivice malog trohantera. Drugi krak "Z" incizije zglobne kapsule kuka prati njen pripoj na gornjoj ivici acetabuluma i pruža

se prema nazad sve do ivice tetive m.pirifiromisa, a po potrebi, odizanjem tetive, može da se proširi i prema nazad. Ovakvim pristupom zglobnim strukturama kuka štitimo krvne sudove femoralne glave i istovremeno stvaramo prostor za luksaciju glave femura iz acetabuluma (slika 27).



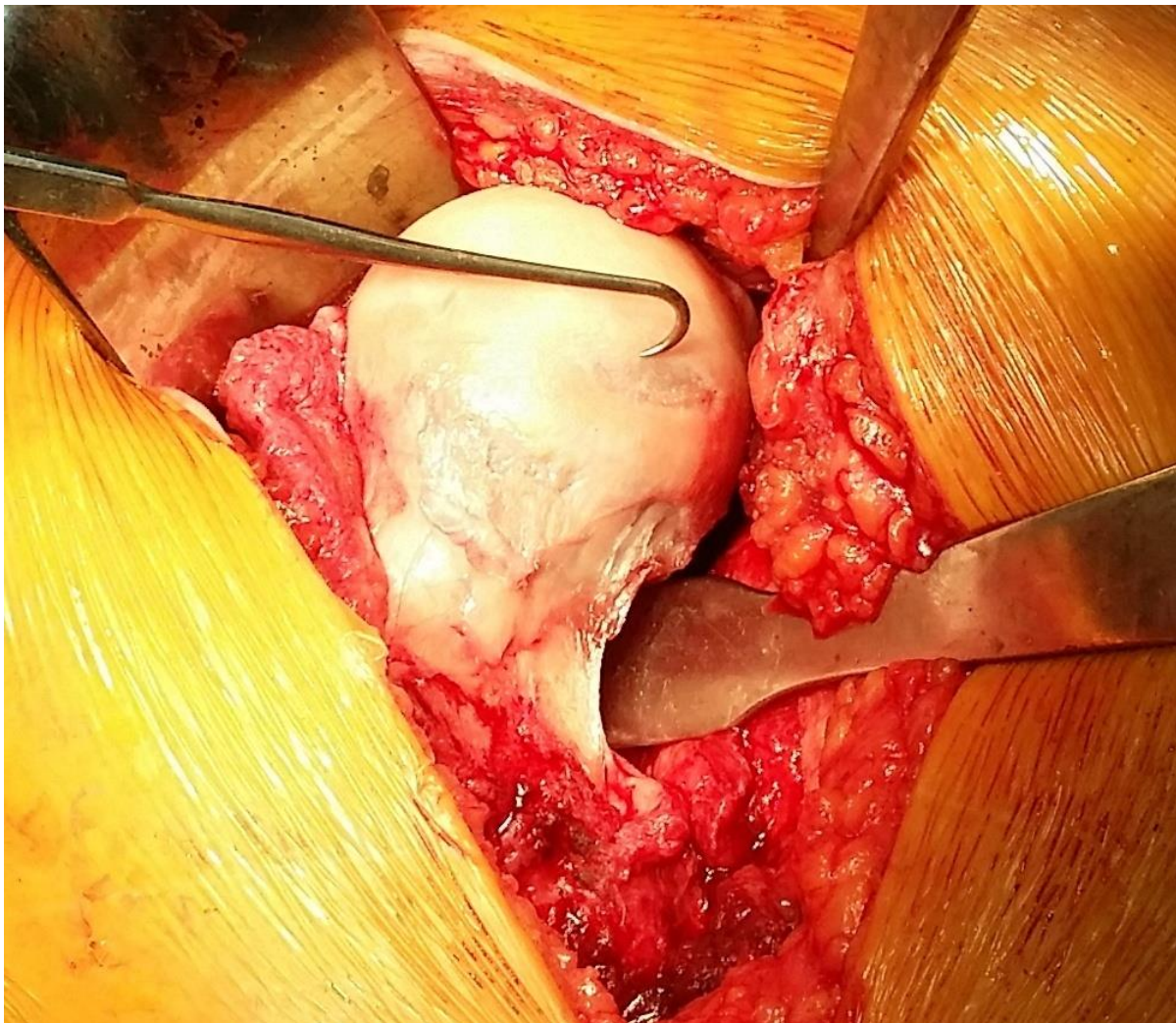
Slika 27. „Z“ incizija na kapsuli zgloba kuka

Postavljamo jedan Homann retraktor na prednju ivicu acetabuluma iznad labruma, a drugi u supraacetabularnu regiju i izvodimo manevar fleksije, addukcije i unutrašnje rotacije natkolenice i pod kontrolom oka identifikujemo mesto konflikta - udara femoralne glave i vrata sa ivicom acetabuluma.

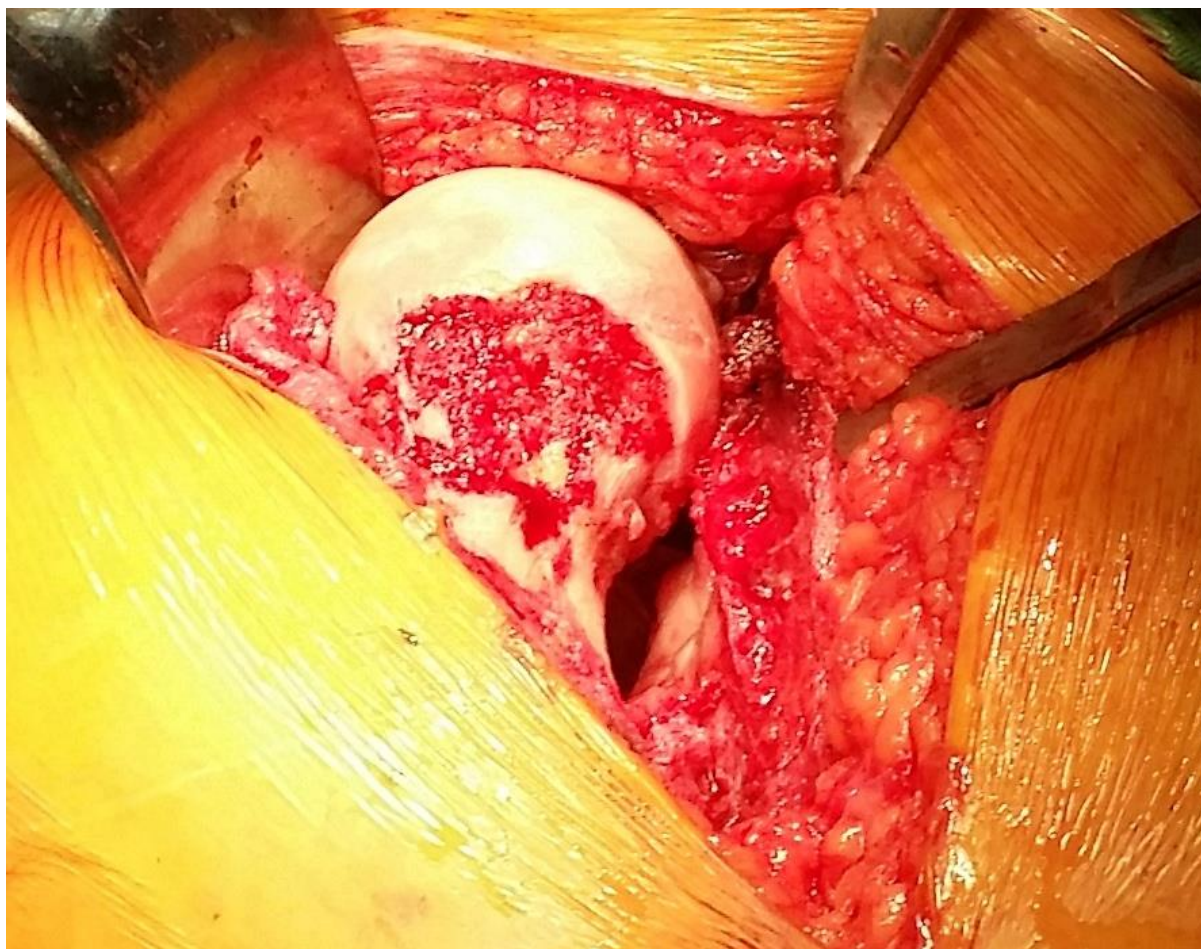
Potom pristupamo kontrolisanoj dislokaciji kuka tako što natkolenicu pacijenta flektiramo, rotiramo upolje i adduciramo, a potom je prebacimo preko zdrave noge i potkolenicu operisane noge postavimo u sterilnu vreću - kompresu, tako da visi pored operacionog stola. Da bi se izvela kompletna dislokacija kuka, ponekad je potrebno, preseći lig.teres capitis femoris, koji se prikazuje dodatnom, forsiranom, spoljnom rotacijom noge. Nakon dislokacije kuka, manipulacijom noge u vidu addukcije ili abdukcije natkolenice, dobija se potpuni uvid u 360° cirkumferencije acetabuluma i glave femura. Da bi se postigao pun uvid u acetabulum, i da bi se videla zadnja i donja ivica kao i labrum acetabuluma, potrebno je postaviti tri Hohmann retraktora oko ruba acetabuluma i to na 3, 6 i 9 sati gledano na brojanik sata.

Zubarskom kukom identifikujemo mesto lezije labruma, odizanjem istog od svog pripoja, kao i deo zglobne hrskavice, susedne labrumu, koja je oštećena i koja se odiže od subhondralne kosti, tzv. deglaving fenomen. Hirurška korekcija primarnih i sekundarnih patoloških promena je određena preoperativnim radiografskim nalazom i nađenim intraoperativnim promenama u kuku. Radi lakšeg i uniformnog kvantifikovanja promena na labrumu i zglobnoj hrskavici acetabuluma, levi i desni acetabulum smo posmatrali kao

brojčanik na časovniku. U svim slučajevima gde oštećenje labruma nije bilo opsežno, pristupali smo reinserciji labruma koristeći 2 - 4 koštana ankera, uz prethodnu osteotomiju prednje i prednje gornje ivice acetabuluma. Cam-breg osteohondralnu promenu na spoju gornje i prednje strane femoralne glave i vrata osteotomirali smo prateći liniju neoštećene zglobne hrskavice femoralne glave, strogo vodeći računa da ne kompromitujemo zonu ulaska retinakularnih krvnih sudova u femoralnu glavu (Slika 28,29).



Slika 28. Cam-breg, morfološka osteohondralna promena na spoju gornje i prednje strane femoralne glave i vrata



Slika 29. Stanje posle osteotomije cam promene - osteochondroplastica

Zbog osetljivosti hrskavice zgloba, za sve vreme operacije potrebna je njena irigacija fiziološkim rastvorom. Posle završetka planiranog hirurškog tretmana, vršili smo ortopedsku repoziciju femoralne glave, rekonstruisali smo zglobnu kapsulu, a osteotomirani deo velikog trohantera fiksirali sa dva kortikalna šrafa.

6.4.2. Operativni metod kod ispitanika sa osteoartrozom kuka

Postoji veći broj hirurških pristupa zglobu kuka i oni se koriste u svakodnevnoj praksi. Mi smo najčešće koristili pristup po Watson-Jones-u i transglutealni lateralni pristup koji su opisani u mnogim radovima i knjigama (170, 171, 172). U sklopu operativnog rada, merili smo veličinu koštanog brega i određivali njegovu lokaciju.

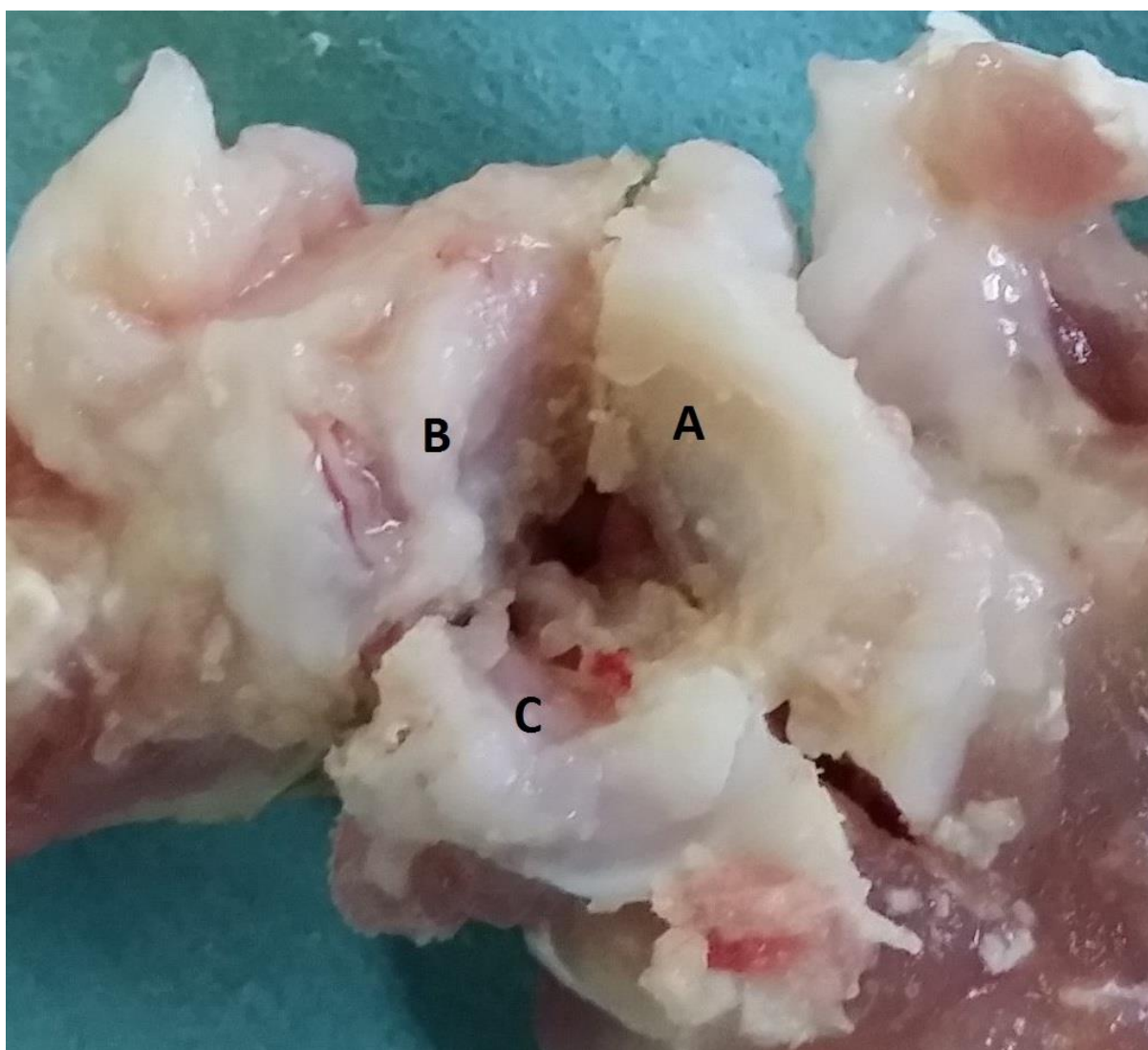
6.5. HISTOLOŠKI METOD

Radi uvida u stanje hrskavice zgloba kuka kunića posle jatrogenog stvaranja cam morfotipa bila je potrebna priprema preparata i histološko istraživanje.

6.5.1. Resekcija zgloba kunića

Kunići su žrtvovani po grupama – po 4 kunića posle 6, 8, 10 i 12 meseca od operacije. Eutanazija je vršena većom dozom barbiturata, do prestanka disanja. Posle uzimanja makroskopskog preparata, tj. resekcije zgloba kuka periacetabularnom osteotomijom, kunići su odlagani u Veterinarski Institut u Nišu. Uradi se disekcija i uklanjanje muskulature sa karlice i natkolenice i prikažu se oba kuka. Ne operisani kuk je bio kontrolni kuk, tj. služio je za upoređenje nalaza sa operisanim kukom. Na operisanom kuku uradili smo periacetabularnu i subtrohanternu osteotomiju i dobili zglob kuka u bloku. Pažljivo, uradimo otvaranje kapsule i dezartikulaciju zgloba kuka.

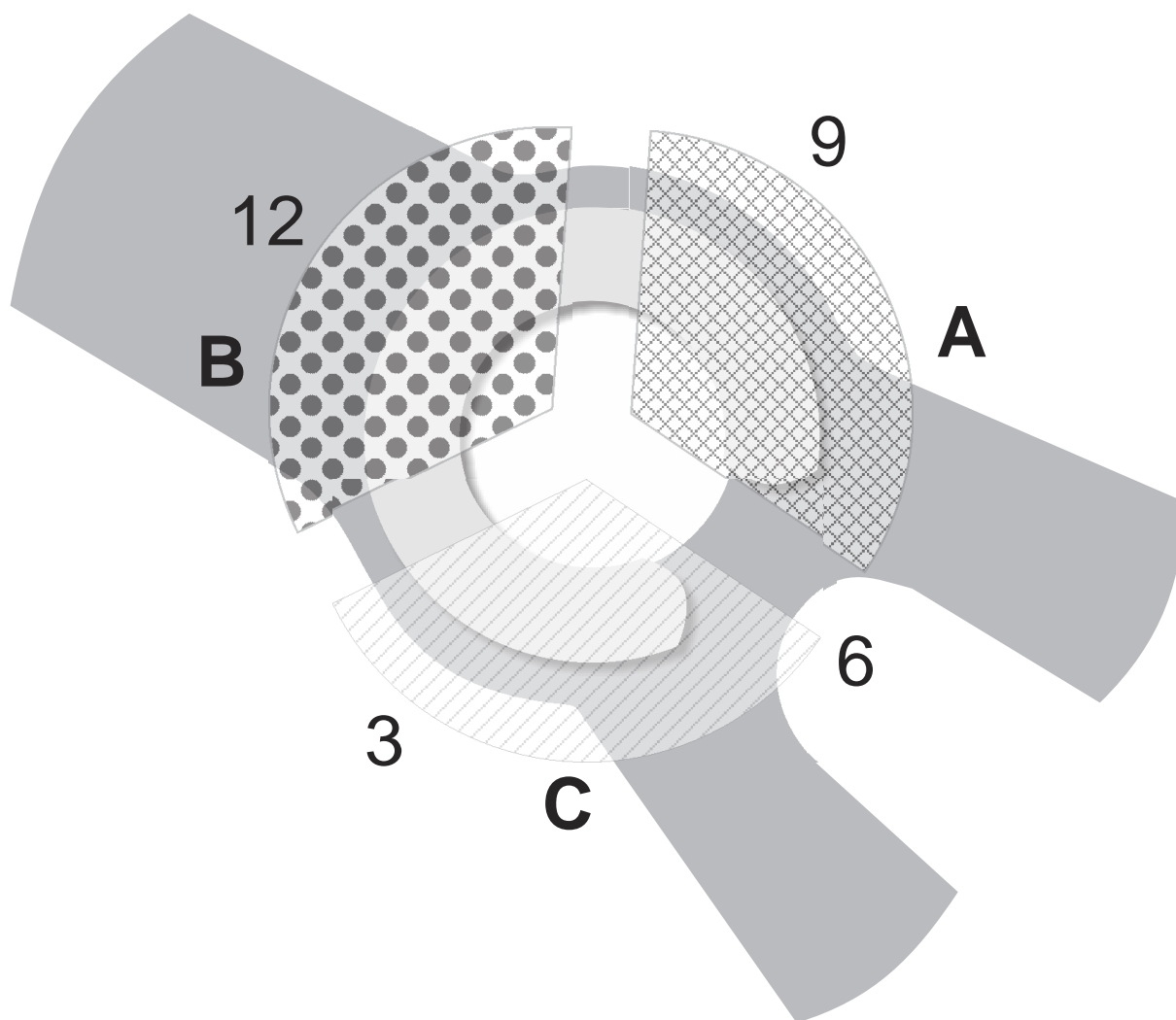
Na acetabulumu smo pratili stanje hrskavice, labruma, hondro-labralni spoj, a na femuru oštećenje hrskavice glave i odgovor koštanog tkiva na metal, tj. na glavu metalnog šrafa.



Slika 30a - Transacetabularna osteotomija na kuniću

Radi praćenja promena na acetabulumu, vibracionom testerom za kost uradili smo tri transacetabularne osteotomije i podelili ga na tri zone. Acetabulum smo posmatrali kao u

ogledalu, obrnuti brojčanik na satu leve ruke – acetabulum kunića je obrnut u odnosu na humani zbog kvadripedalnog hoda, pa smo iz centra nacrtali tri linije – jedna ide na 10, druga na 2 i treća na 6 sati. Ovim postupkom smo dobili tri koštana bloka: A, B, C. Svaki blok, tj. zona je zahvatala deo fossa acetabuli, hrskavicu i subhondralnu kost i deo acetabularnog zida sa labrumom. **Zona A** obuhvata deo koji zahvata prostor od 6 do 10 sata – to je gornje zadnja zona, a zbog kvadripedalnog hoda to je zona opterećenja; **zona B** obuhvata prostor od 10 do 2 sata – to je gornje prednja zona; **zona C** obuhvata prostor od 2 do 6 sata – to je inferiorna zona (slika 30 a,b).



Slika 30b - Transacetabularna osteotomija na kuniću, šema.

Lezije hrskavice i labruma su procenjivane prema Beck et al. sistemu (73), a locirane su prema brojčaniku na satu.

6.5.2. Histološko ispitivanje

Sva tri koštana bloka acetabuluma (A, B, C) se fiksiraju u 4% Paraformaldehid za 1 – 2 dana, pa u Toluidin plavo i potom se vrši histološka priprema preparata na Institutu za Histologiju Medicinskog fakulteta u Nišu.

Oštećenja i degeneracija hrskavice analizirane su po metodi Mankin skor (MS) (173, 174).

6.6. STATISTIČKI METOD

Sve dobijene vrednosti testiranih parametara statistički smo obradili i tabelarno i grafički prikazali. Normalnost distribucije dobijenih vrednosti, proveravali smo primenom Kolmogorov–Smirnov testa. Učestalost distribucije podataka, u grupama, testirali smo H_i^2 testom. Dvosmernim t-testom, za uparene podatke, testirali smo značajnost razlike aritmetičkih sredina. Snagu testa smo postavili na 80 % sa mogućom beta greškom od 0,20, a nivo značajnosti testa sa mogućom greškom u zaključivanju manjom od 5%, tako da nulta hipoteza bude odbačena ako je $p < 0,05$. Sve dobijene podatke smo analizirali u kompjuterskom programu za obradu statističkih podataka "SPSS 20 for Windows". U ovom programu testirali smo uparene podatke pomoću Kolmogorov–Smirnov testa, H_i^2 testom i t-testom. Grafička obrada radiografskih snimaka izvršena je u programu za grafičku obradu slika Corell Draw 11. Grafikoni i tabele su konstruisani u programu Microsoft Word 2008, a veličina uzorka je određena u operativnom programu G Power 3.1 .

Veličina uzorka, za potrebe ove disertacije, kada je $\alpha = 0,05$; $\beta = 20$; $P = 1 - \beta = 0,80$; effect size: 0,8 (veliki) je 26 po ispitivanoj grupi (26 pacijenata kojima je ugrađena totalna proteza kuka i 26 pacijenata operisani od cam forme FAI, što je ukupno 52 pacijenata). U ovoj disertaciji grupu pacijenata operisanih od cam forme FAI činilo je 30 operisana osoba i 30 osoba kojima je ugrađena totalna proteza kuka što smo smatrali dovoljnim za statističku obradu dobijenih parametara.

7. REZULTATI RADA

Primenom metoda rada na eksperimentalnom i kliničkom materijalu dobili smo mnoge rezultate rada u obliku radioloških, histoloških i kliničkih parametara. Praćene su eksperimentalne životinje i dve grupe ispitanika: osobe operisane od CAM forme FAI i osobe gde je ugrađena endoproteza kuka, a zbog nelečene cam deformacije i razvoja sekundarne artro.

7.1. REZULTATI NA EKSPERIMENTALNIM ŽIVOTINJAMA

Pratili smo dve grupe rezultata, i to kod neoperisanih i operisanih eksperimentalnih životinja.

7.1.1. Rezultati merenja kod neoperisanih eksperimentalnih životinja

Analizirali smo i merili 20 acetabuluma i 20 femura kod 10 kunića pilot grupe. Našli smo da je poprečni prečnik acetabuluma od 8 do 11mm (prosek 9,4), uzdužni prečnik od 9 do 11,5mm (prosek 10,1), a dubina od 5 do 8mm (prosek 6,5) – acetabulum kunića je ovalan, prekriven sjajnom i glatkom hrskavicom, a fossa acetabuli centralno je smeštena.

Vrat femura je kratak, njegova dužina od malog trohantera do kalote glave je od 5,6 do 8mm (prosek 7,1), gornja ivica - od velikog trohantera do glave je od 2,8 do 5mm (prosek 3,7). Obim vrata na spoju sa glavom je od 13 do 17mm (prosek 14,6).

Prečnik glave šrafa kojim smo stvarali jatrogeni brežuljak je 2mm, to znači da on zauzima 1/7 (13,6%) ukupnog obima vrata femura kunića i 1/3 (37,8%) gornje ivice vrata femura – glava šrafa delimično leži i na glavi femura, a u proseku oko 2/3, tj. 1,4mm leži na vratu.

Poprečni prečnik glave femura je 7 do 10mm (prosek 8,5) i prekrivena je sjajnom hrskavicom. Glava je centralno postavljena na vratu i nismo našli nikakav deformitet i dezaksaciju u odnosu na osovinu vrata.

Labrum je smešten po obodu acetabuluma, čvrsto prianja uz kost i produbljuje ga za oko 1mm.

Na koštanom modelu kadavera kunića, proverili smo pod kojim uslovima i pozicijama natkolenice dolazi do sudara glave i vrata femura sa rubom acetabuluma. Bolan kontakt – impingement se ostvaruje pri fleksiji kuka većoj od 70° i unutrašnjoj rotaciji većoj od 10°. U tim uslovima dolazi do sudara postero-superiornog dela acetabuluma i jatrogeno stvorenog brežuljka na vratu femura, tj. glavice postavljenog šrafa. U životu kunića postoje mnoge situacije gde su ovi uslovi postignuti (čućanje, sedenje, hodanje, skakanje).

Na AP snimcima kukova kunića, merili smo ugao alfa. Prosečna vrednost je 43,1° (od 47 do 38,5) i nismo našli povećanje ovog ugla kao ni makroskopsku verifikaciju promena, tipa koštanog brežuljka na vratu femura. Merili smo i ugao delta i našli prosečnu vrednost od 41,8° (od 45 do 37) – ona je približno jednaka vrednostima ugla alfa. Razlika između ugla alfa i ugla delta u proseku je 1,3°, a to odgovara normalnim vrednostima.

Vrednosti gornjeg i donjeg offseta na AP snimku su u granicama normalnih vrednosti, od 0,8 do 1,2mm – a ovo je direktan dokaz pravilnog položaja male glave na vratu femura. Prednji offset indeks je količnik ovih vrednosti – (POI= SOS/IOS), na našem materijalu, on iznosi 1,01.

7.1.2. Rezultati merenja kod operisanih eksperimentalnih životinja

U ovoj grupi bilo je 16 kunića, tj. 32 zgloba kuka za analizu. Vrednosti veličine acetabuluma i glave femura su iste kao kod kunića koji nisu operisani, a služili su kao pilot studija.

Na AP snimcima operisanih 16 kukova kunića, merili smo ugao alfa, ugao delta, gornji i donji offset i prednji offset indeks (POI).

Vrednosti ugla alfa su se kretale od 49 do 69° (prosek 58⁰), a on je zavisio od operativnog rada, tj. od dubine postavljenog šrafa u vrat femura i njegovog prominiranja iznad glave femura. Razlika proseka ugla alfa između operisanog i neoperisanog kuka je 14,9° (58 – 43,1 = 14,9°). Njegova prominencija iznad gornje ivice vrata i uz glavu femura, glavu čini **neperfektno kružnom**, te zbog toga i nastaju oštećenja labruma i hrskavice i sekundarni razvoj osteoartrita.

Vrednosti ugla delta se nisu menjale – iste su kao i vrednosti nađene u pilot grupi eksperimentalnih životinja.

Vrednosti gornjeg offseta su promenjene, zato što postavljeni metalni šraf povećava konveksitet femoralne glave, na taj način se uvećava razmak između dve paralelne linije koje definišu gornji offset. Zbog ovoga je povećan prednji offset indeks, prosečna vrednost je 1,28, a razlika proseka ovog indeksa kod operisanih i neoperisanih kunića je 0,27 (1,28 – 1,01 = 0,27).

7.1.3. Rezultati makroskopskog i histološkog praćenja

Pripremljene preparate smo analizirali i posmatrali **golim okom** i **lupom** sa uvećanjem od 5 puta, a promene na labrumu i hrskavici ocenjivali prema Becket al. (73).

Evidentne su promene na labrumu, u gornje zadnjem polju, sektor A: degeneracija labruma kod 4 kunića (kod 2 kunića posle 8 i kod 2 posle 10 meseci), kidanja labruma kod 3 kunića (2 iz grupe od 10 meseci i 1 iz grupe od 12 meseca), odvajanje labruma sa ivice acetabuluma kod 1 kunića iz grupe od 12 meseca.

Na hrskavici acetabuluma, u gornje zadnjem polju, sektor A, uočili smo: omekšavanje hrskavice kod 2 kunića (posle 6 meseci), odvajanje hrskavice kod 6 kunića, cepanje hrskavice kod 5 kunića (1 iz grupe od 8 meseci i po 2 iz grupe od 10 i 12 meseca) i defekt hrskavice kod 3 kunića (posle 10 i 12 meseca od operacije). Na sektoru C primetno je: omekšavanje hrskavice kod 2 kunića posle 10 meseci, odvajanje hrskavice kod 1 kunića, cepanje hrskavice kod 2 kunića iz grupe od 12 meseca i defekt hrskavice kod 1 kunića posle 12 meseca—ovo je ne opterećena zona pri hodu kunića, ali oštećenja su rezultat contre coup mehanizma (tabela 1).

Tabela 1: Makroskopski nalaz na hrskavici i labrumu acetabuluma operisanih kunića po Beck et al.(73)

OŠTEĆENJA HRSKAVICE I LABRUMA	ACETABULARNI SEKTOR A				ACETABULARNI SEKTOR B				ACETABULARNI SEKTOR C			
	6mes	8mes	10mes	12mes	6mes	8mes	10mes	12mes	6mes	8mes	10mes	12mes
	Omekšavanje hrskavice	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Odvajanje hrskavice	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Cepanje hrskavice	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Defekt hrskavice	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1
Degeneracija labruma	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kidanje labruma	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Odvaj labr od acetabuluma	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Osifikacija labruma	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0

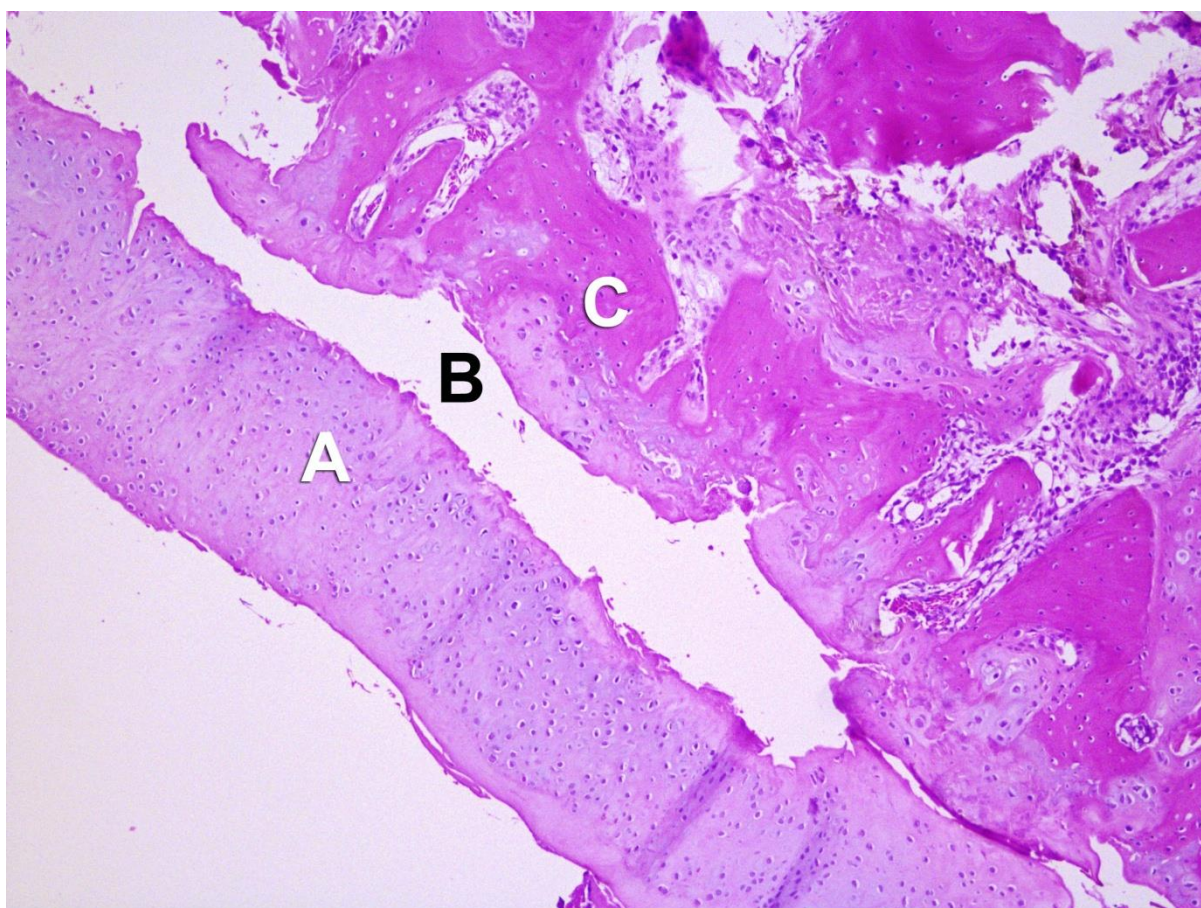
Veoma interesantan makroskopski nalaz je kod dva kunića iz grupe od 12 meseca. Uočljiv je koštani odgovor na prisustvo stranog tela, tj. na prominirajuću glavu metalnog šrafa. U oba slučaja postoji koštana nadgradnja oko glave šrafa. U jednom slučaju, nadgradnja kosti je potpuna i postoji pravi koštani brežuljak uz samu kalotu glave i prednje gornjeg dela vrata femura - glava šrafa se ne vidi. Kod drugog kunića, koštana nadgradnja je prekrila obod i dve spoljne trećine glave šrafa i samo se nazire centralni deo metalne glave (slika 31).



Slika 31. Koštana nadgradnja iznad glave implantiranog šrafa na spoju vrata i glave femura kunića

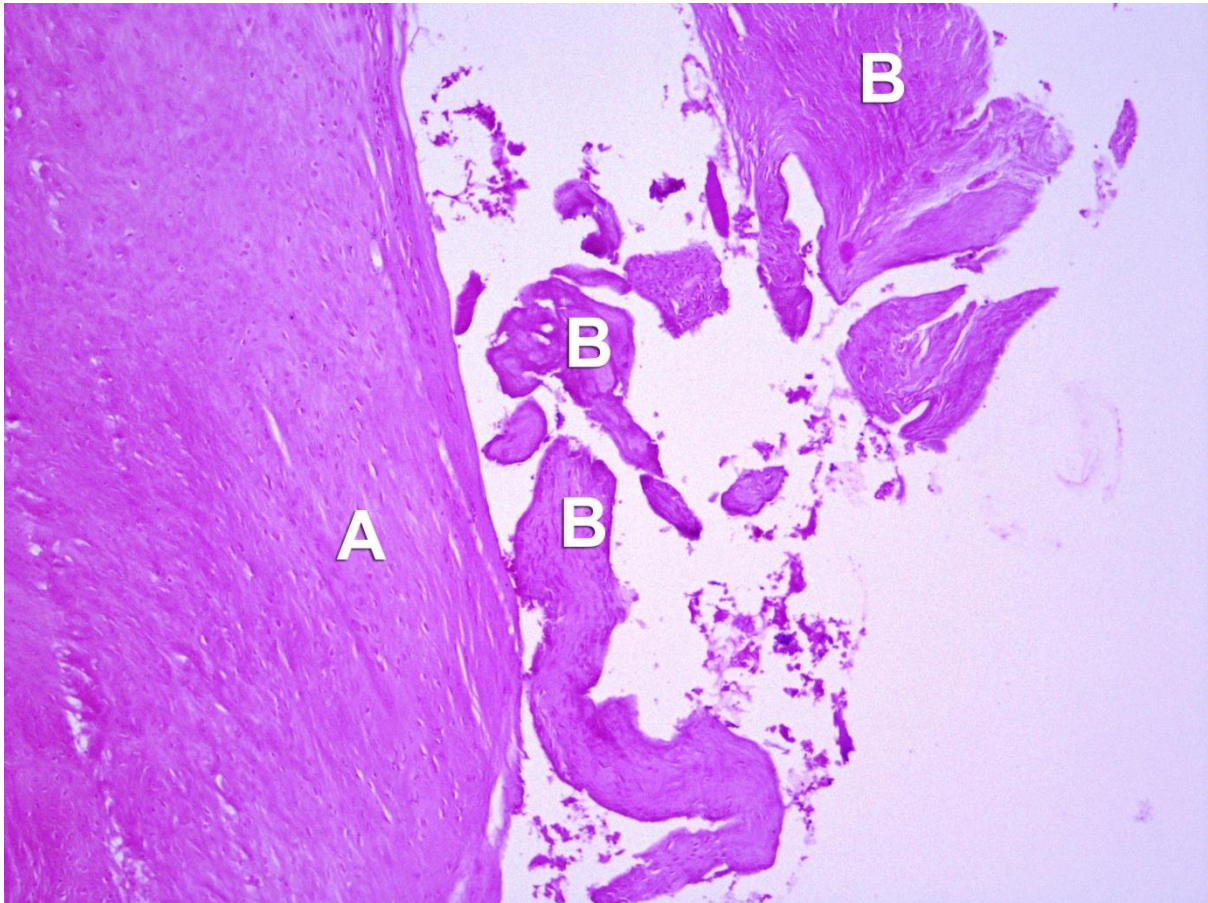
Histološkim praćenjem hondralnih lezija po Mankin scoru (MS) na preparatima eksperimentalnih kunića, dobili smo sledeće rezultate: nađen je visoki MS u operisanom kuku, u proseku 5,1 (od 1,6 do 11,1) u odnosu na kontrolni kuk gde je prosek 0,6 (od 0 do 1,6), za t-test: $p=0,001$. Posterosuperiorni sektor A je imao visoki MS, u proseku 5,9 (od 2,2 do 11,3) upoređeno sa sektorom B – prosek je 3,1 (od 0 do 7,4), za t-test: $p=0,04$ i sektor C – prosek je 4,9 (od 1 do 11,2), za t-test: $p=0,03$.

Najveće promene su se desile u sektoru A i to kod svih kunića, ali težina hondralnih i labralnih lezija je zavisila od dužine praćenja. Naime, kod grupe kunića koji su žrtvovani posle 6 i 8 meseci, postoji malacija i odvajanje hrskavice od labruma i subhondralne kosti, na labrumu samo degeneracija – znači, postoje početne promene osteoartrita (slika 32).

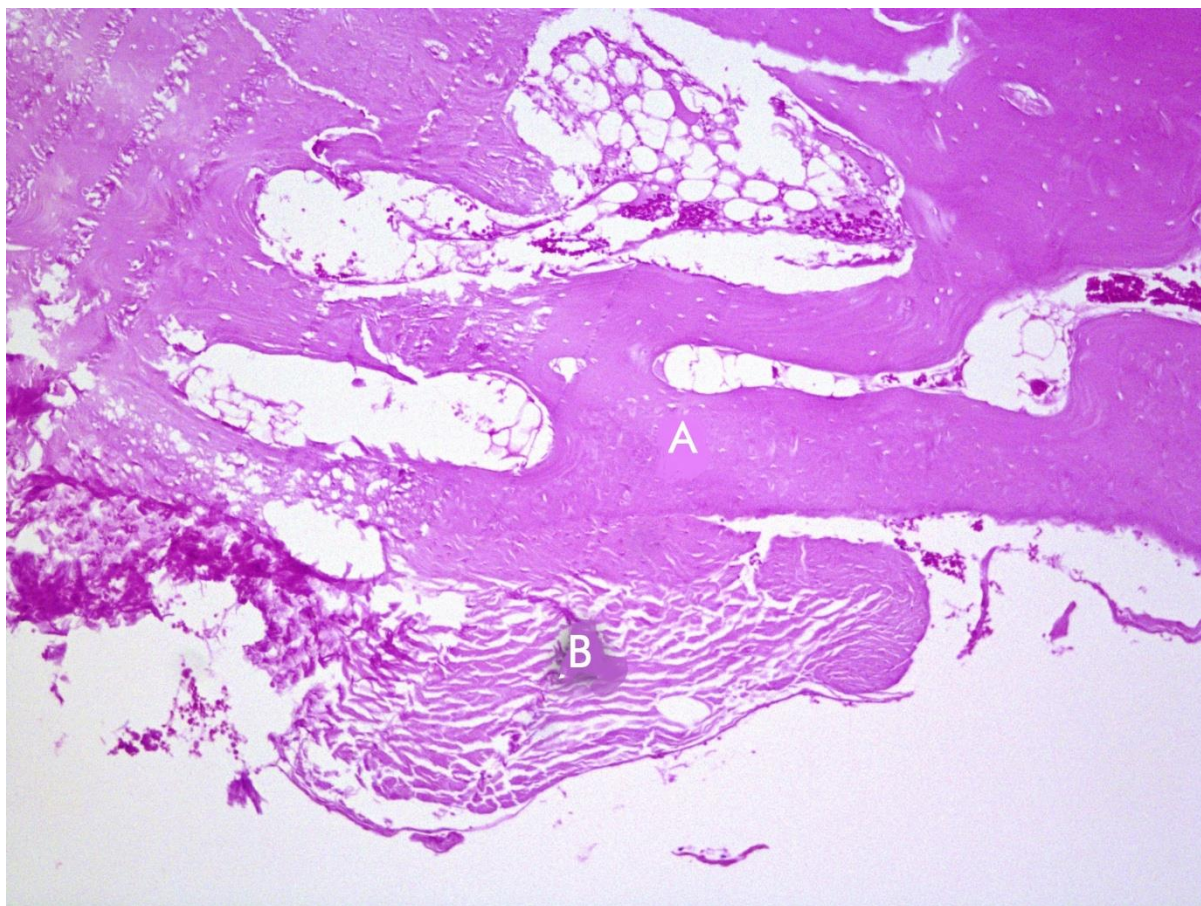


Slika32. Kunić žrtvovan posle 6 meseci od operacije. A- malacija hrskavice, B- degloving fenomen hrskavice, C- subhondralna kost

Kod kasnije grupe, kunići koji su žrtvovani posle 10 i 12 meseca od operacije, promene su mnogo veće – nastalo je cepanje hrskavice i stvaranje defekta, a na labrumu kidanje i njegovo odvajanje od ruba acetabuluma uz osifikaciju (slika 33, 34).



Slika 33 - Kunić žrtvovan posle 12 meseca od operacije. A- subhondralna kost. B- nekrotična i separisana hrskavica



Slika 34 - Kunić žrtvovan posle 12 meseca od operacije. A- subhondralna kost. B- nekrotična i separisana hrskavica

Signifikantnu visoku prevalencu našli smo kod lezija na glavi femura. Na glavi femura operisanih kukova, našli smo lezije u vidu malacije hrskavice, i to kod svih 16 kunića (16 od 16 operisanih kunića – 100%) u poređenju sa neoperisanim, gde nema nijedne promene (0 od 16 neoperisanih kunića – 100%), za t-test: $p < 0,001$. Malacija hrskavice na glavi femura je prisutna u regiji oko implementiranog metalnog šrafa.

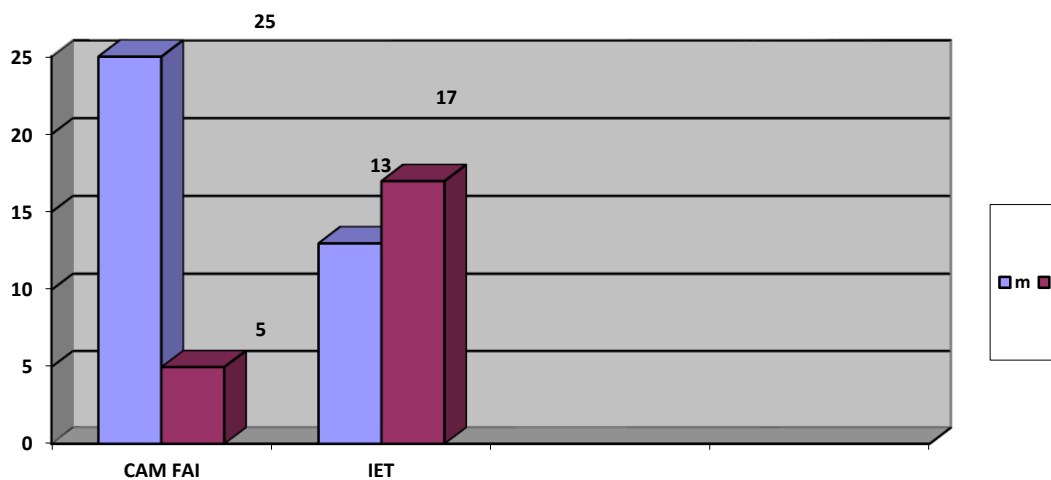
7.2.REZULTATI RADA NA KLINIČKOM MATERIJALU

Analizirali smo dve grupe kliničkih ispitanika, i to: ispitanici sa CAM formom FAI i ispitanici gde je ugrađena endoproteza kuka.

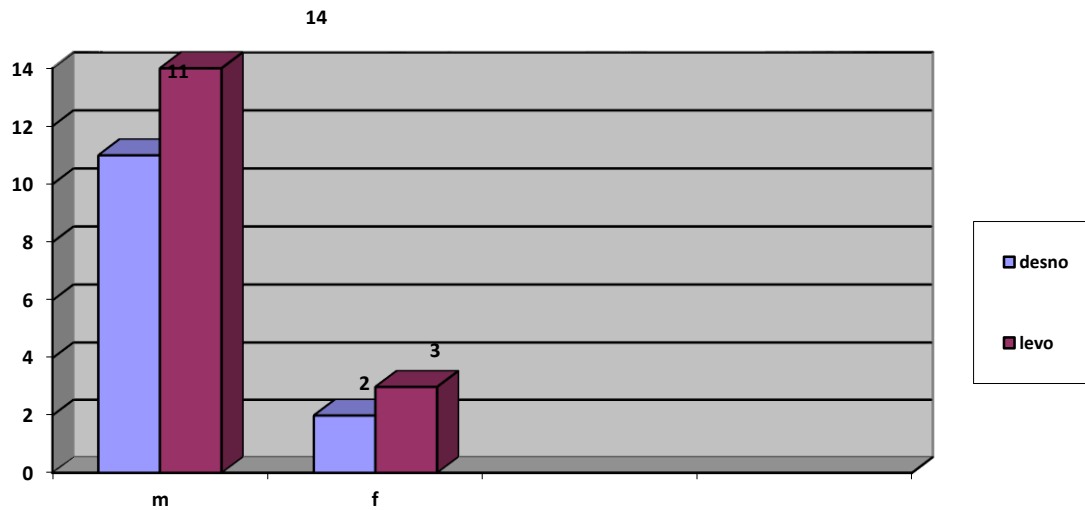
7.2.1. Demografski rezultati

U grupi operisanih od CAM forme FAI bilo je 30 ispitanika, i to 25 (83,4%) muškaraca i 5 (16,6%) žena. Operisano je 17 levih i 13 desnih kukova, s tim što je kod muškaraca operisano 14 levih i 11 desnih, a kod žena 3 leva i 2 desna kuka.

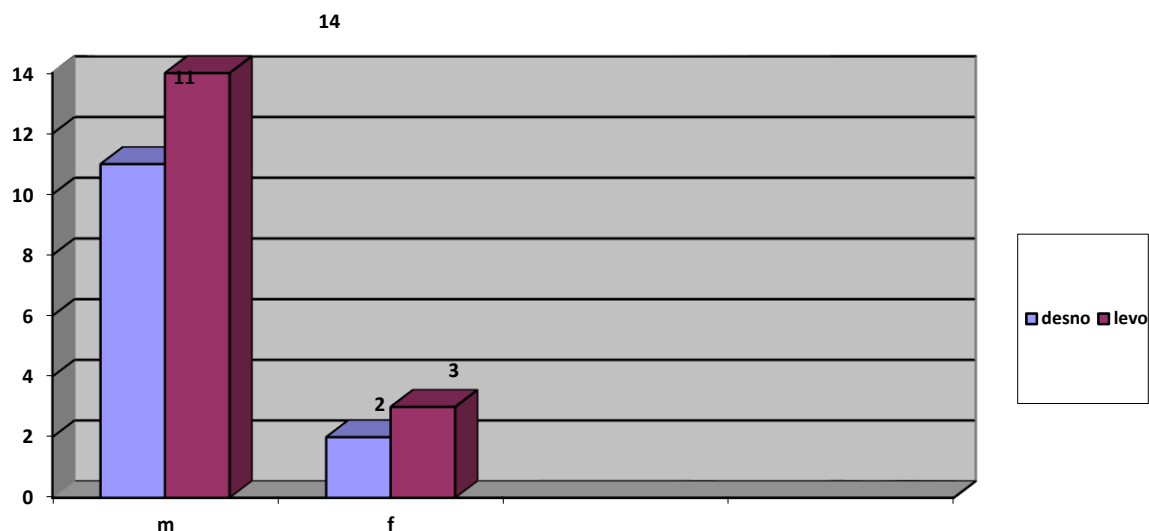
U grupi sa ugrađenom endoprotezom kuka bilo je 30 ispitanika, i to 13 (43,3%) muškaraca i 17 (56,7%) žena. Operisano je 17 levih i 13 desnih kukova, kod muškaraca je operisano 10 desnih i 3 levih, a kod žena 3 desnih i 14 levih kukova, (grafikon 1, 2, 3, 4).



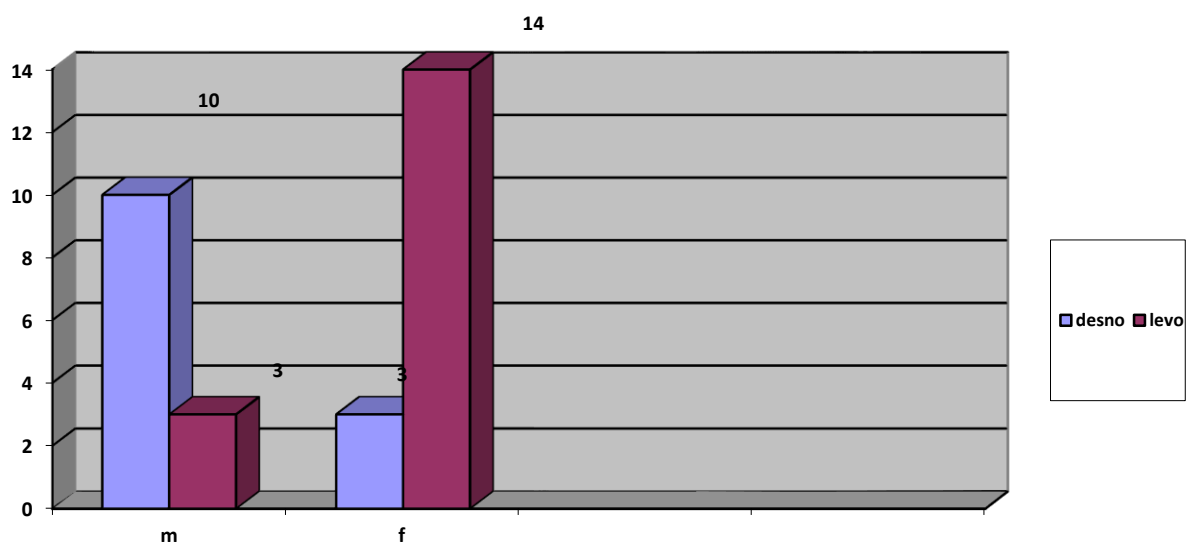
Grafikon 1: Prikaz odnosa operisanih muškaraca i žena, ispitanika operisanih od CAM forme FAI i ispitanika kojima je ugrađena totalna proteza kuka (IET)



Grafikon 2: Prikaz odnosa operisanog levog i desnog kuka, ispitanika operisanih od CAM forme FAI i ispitanika kod kojih je ugrađena totalna proteza kuka

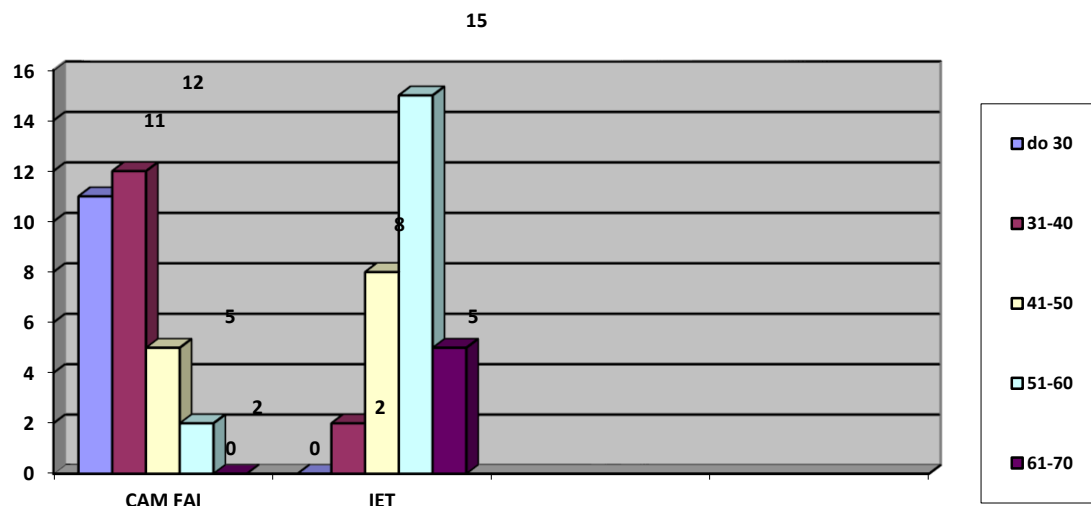


Grafikon 3: Odnos operisanog levog i desnog kuka kod muškaraca i žena, ispitanika operisanih od CAM forme FAI



Grafikon 4: Odnos operisanog levog i desnog kuka kod muškaraca i žena kod kojih je ugrađena totalna proteza kuka

Prosek starosti ispitanika operisanih od CAM forme FAI bio je 34,7 godina (interval poverenja je od 15,56 do 53,84 godina), a ispitanika sa ugrađenom totalnom protezom kuka bio je 52,63 godine (interval poverenja je od 37,59 do 67,67 godina) sa statistički značajnom razlikom među njima, korišćen je t-test: $p=0.01 \times 10^{-8}$, (grafikon 5).



Grafikon 5: Odnos broja operisanih od CAM forme FAI i ispitanika kojima je ugrađena proteza kuka (IET) prema starosnim grupama

7.2.2. Klinički rezultati

Klinički testovi koje smo uključili u ovaj rad, a koji su od interesa za procenu morfologije proksimalnog femura i praćenja parametara pre i postoperativnog lečenja su: pokreti fleksije i unutrašnje rotacije u zglobu kuka, impingement test i Womac skor.

Ovde će biti prikazan i ukupan funkcionalni postoperativni status operisanih kukova uz osvrt na postoperativne posledice.

Preoperativne vrednosti fleksije operisanih kukova sa CAM formom FAI je 64° (interval poverenja je od $56,8$ do $71,2^{\circ}$), a postoperativne vrednosti su bile značajno bolje: $88,5^{\circ}$ a interval poverenja je od $83,1$ do $93,9^{\circ}$, korišćen je t-test: $p=1,7 \times 10^{-16}$.

Preoperativne vrednosti unutrašnje rotacije operisanog kuka bile su $10,2^{\circ}$ (interval poverenja je od $4,0$ do $16,4^{\circ}$), a postoperativne vrednosti su mnogo bolje, iznosi 24° , a interval poverenja je od $16,2$ do $31,8^{\circ}$, korišćen je t-test: $p=1,3 \times 10^{-19}$.

Impingement test je bio pozitivan kod svih ispitanika CAM forme FAI, ali u različitim rasponima fleksije kuka: u rasponu od $30 - 80^{\circ}$ (odgovara prednjoj ivici acetabuluma) kod 2 (6,6%) ispitanika; na $80 - 110^{\circ}$ fleksije (odgovara gornjoj ivici acetabuluma) test je bio pozitivan kod 12 (40%) ispitanika; i u rasponu od $30 - 110^{\circ}$ (odgovara prednje gornjoj ivici acetabuluma) kod preostalih 16 (53,4%) ispitanika.

Preoperativna vrednost WOMAC skora je bila 68,5 (interval poverenja je od 59,04 do 77,96), a postoperativna vrednost je mnogo bolja - iznosi 91,3, a interval poverenja je od 86,1 do 96,5, korišćen je t-test: $p=4,5 \times 10^{-195}$.

Naglašena je jasna statistički značajna razlika u preoperativnim i postoperativnim vrednostima pokreta kuka i vrednosti WOMAC skora kod ove grupe pacijenata, a to je evidentno na tabeli 2.

Tabela 2: Odnos pre i postoperativnih vrednosti fleksije, unutrašnje rotacije kuka i vrednosti Womac-scora kod pacijenata operisanih od CAM forme FAI

	Fleksija kuka		Unutrašnja rotacija		Womac scor	
	Preop.	Postop.	Preop.	Postop.	Preop.	Postop.
X	64°	88,5°	10,2°	24°	68,5	91,3
SD	8,79°	3,45°	3,98°	3,27°	7,2	4,14
p<0,05	1,7 x 10 ⁻¹⁶		1,3 x 10 ⁻¹⁹		4,5 x 10 ⁻¹⁹⁵	

X- aritmetička sredina, SD-standardna devijacija

Preoperativna vrednost fleksije kuka kod ispitanika gde je ugrađena totalna proteza kuka je 65,5⁰ (interval poverenja je od 58,1 do 72,9⁰), unutrašnja rotacija imala je vrednost od 10,4⁰ (interval poverenja je od 4,6 do 16,2⁰). U postoperativnom periodu nismo testirali operisani kuk do mogućih i stvarnih vrednosti fleksije i unutrašnje rotacije iz praktičnih i preventivnih razloga.

Preoperativna vrednost WOMAC skora je 63,6 (interval poverenja je od 55,4 do 71,8), a postoperativna vrednosti je mnogo bolja – iznosi 90,1, a interval poverenja je od 85,5 do 94,7, (korišćen je t-test: $p=3,7 \times 10^{-195}$), (tabela 3).

Tabela 3: Preoperativne vrednosti fleksije, unutrašnje rotacije kuka i vrednosti Womac-scora kod pacijenata kod kojih je ugrađena totalna proteza kuka

	Fleksija	Unutrašnja rotacija	Womac scor
X	65,5°	10,4°	79,58
SD	8,79°	2,73°	6,23

X- aritmetička sredina, SD-standardna devijacija

Našli smo da između preoperativnih vrednosti fleksije ($p=0,52$), unutrašnje rotacije kuka ($p=0,76$) i WOMAC skora ($p=0,075$) ispitanika operisanih od CAM forme FAI i ispitanika kojima je ugrađena totalna proteza kuka ne postoji statistički značajna razlika.

Iz grupe ispitanika koji su operisani zbog CAM promena na vratu femura, izdvojili smo manju podgrupu od 9 (30%) ispitanika koji su operisani od 1999. do 2007. godine. Prosečno vreme praćenja je 11 godina (od 8 do 16), a prosečna starost je 35,3 godine (od 20 do 58). Kod dva ispitanika postoji heterotopna osifikacija (Brooker I i II stepen). Kod 4 (13,3%) ispitanika došlo je do povećanja stepena artroze zgloba kuka – imaju Tonnis III stepen, a uz to imaju i bolove pri početnom pokretu i pri većem opterećenju, ne hramlju pri hodu, nemaju skraćenje ekstremiteta, distanca hoda im je preko 2km i nemaju potrebe za ugradnjom endoproteze.

Kod ispitanika gde je urađena aloartroplastika kuka, ugradili smo bezcementne proteze, i to 26 (86,7%) proteza dugog i 4 (13,3%) kratkog stema, tzv. Fitmor tip proteza.

Postoperativnim praćenjem ispitanika gde su ugrađene proteze kuka sa dugim stemom, ukupno 26, u 4 (13,3 %) slučajeva postoji varus stema. Kod četvero ispitanika postoji razlika u dužini ekstremiteta: kod 1 (3,3%) ispitanika postoji skraćenje od 2cm, kod 2 (6,6%) ispitanika skraćenje je manje od 2cm i kod jednog ispitanika postoji produženje operisane noge za 1,5cm. Kod 5 (16,5%) ispitanika postoji heterotopna osifikacija (Brooker II i III stepen), a kod 2 (6,6%) ispitanika postoji postoperativni impingement.

7.2.3. Rezultati testiranja radiografskih parametara

Preoperativne vrednosti ugla alfa (α) kod ispitanika sa CAM formom FAI su bile različite po osovini l i p na AP radiografskim snimcima. Po osovini l, vrednost ugla alfa bila je 65° (interval poverenja je od $60,6$ do $80,6^{\circ}$), a postoperativne vrednosti su značajno bolje $-44,4^{\circ}$ (interval poverenja je od $40,2$ do $48,6^{\circ}$), (korišćen je t-test: $p=5,33 \times 10^{-12}$). Po osovini p, vrednost ugla alfa bila je $68,1^{\circ}$ (interval poverenja je od $62,5$ do $73,6^{\circ}$), a postoperativna vrednost je $44,3^{\circ}$ (interval poverenja je od $39,7$ do $48,9^{\circ}$), (korišćen je t-test: $p=2,3 \times 10^{-11}$).

Ugao delta (δ) po osovini l u preoperativnom materijalu bio je $46,3^{\circ}$ (interval poverenja je od $41,9$ do $50,7^{\circ}$), a postoperativna vrednost je $41,1^{\circ}$ (interval poverenja je od $36,5$ do $45,7^{\circ}$), (korišćen je t-test: $p=5,8 \times 10^{-5}$). Po osovini p, vrednost ugla delta je $42,2^{\circ}$ (interval poverenja je od $37,2$ do $47,2^{\circ}$), a postoperativno, vrednost ugla je $41,1^{\circ}$ (interval poverenja je od $36,3$ do $45,9^{\circ}$), (korišćen je t-test: $p=0,092$). Ugao gama imao je preoperativne vrednosti od $4,1^{\circ}$ (interval poverenja je od $-0,5$ do $8,7^{\circ}$), a postoperativno je iznosio $1,4^{\circ}$ (interval poverenja je od $-0,8$ do $3,6^{\circ}$), (korišćen je t-test: $p=1,17 \times 10^{-5}$), (tabela 4).

Tabela 4: Preoperativne i postoperativne vrednosti uglova alfa i delta po osovini l i p vrata butne kosti i preoperativne i postoperativne vrednosti ugla gama na AP radiografskim snimcima kukova osoba operisanih od CAM forme FAI

	alfa		delta				gama			
	preop l	postop l	preop p	preop l	postop l	preop p	preop l	postop l	preop p	preop l
X	65,9	44,4	68,1	44,3	46,3	43,3	42,2	41,1	4,1	1,4
SD	10,77	2,94	12,64	4,07	3,68	5,79	3,63	3,32	2,56	1,45
p<0,05	$5,33 \times 10^{-12}$		$2,3 \times 10^{-11}$		$5,8 \times 10^{-5}$		0,092		$1,17 \times 10^{-5}$	

X- aritmetička sredina, SD-standardna devijacija, l-vrednosti ugla merene po osovini l-vrata butne kosti, p-vrednosti ugla merene po osovini p-vrata butne kosti

Testiranja uglova alfa, delta i gama pokazuju statistički značajnu razliku između preoperativnih i postoperativnih vrednosti merenih po osovini l i p vrata butne kosti za uglove alfa i delta, kao i značajnu razliku u preoperativnim i postoperativnim vrednostima ugla gama. Ovakav nalaz sugerije na dobru operativnu korekciju koštanog brega na spoju glave i vrata butne kosti. Dobijene postoperativne vrednosti uglova alfa i delta odgovaraju literaturnim vrednostima ovih uglova ($\alpha \approx \delta = 42^{\circ}$), a isto važi i za dobijene postoperativne vrednosti ugla gama.

Kod ispitanika gde je ugrađena totalna proteza kuka, uglovi alfa, delta i gama mogli su biti izmereni samo preoperativno.

Ugao alfa je po osovini l imao vrednost 61,3⁰ (interval poverenja je od 54,1 do 68,5⁰), a po osovini p, vrednost je bila manja, ugao alfa je 54,2⁰ (interval poverenja je od 48 do 60,4⁰), (korišćen je t-test: p=0,0006).

Ugao delta je po osovini l imao vrednosti 44,6⁰ (interval poverenja je od 38,4 do 50,8⁰), a po osovini p, vrednost je bila 42,9⁰ (interval poverenja je od 37,3 do 48,5⁰), (korišćen je t-test p=0,03).

Ugao gama je imao vrednost 2,74⁰ (interval poverenja je od -4,54 do 10,94⁰), (tabela 5).

Tabela 5: Preoperativne vrednosti uglova alfa i delta po osovini l i p vrata butne kosti i preoperativne vrednosti ugla gama na AP radiografskim snimcima kukova osoba kojima je ugrađena totalna proteza kuka

	Alfa		Delta		Gama
	l	p	l	l	p
X	61,3	54,2	44,6	42,9	2,74
SD	8,37	4,59	2,93	2,88	1,54
p<0,05	0,0006		0,03		

X- aritmetička sredina, SD-standardna devijacija, l-vrednosti ugla merene po osovini l-vrata butne kosti, p-vrednosti ugla merene po osovini p-vrata butne kosti

Testirane vrednosti uglova alfa i delta, merenog po osovinama l i p vrata butne kosti se značajno razlikuju kod osoba kojima je ugrađena totalna proteza kuka, što je očekivan preoperativni nalaz kod pacijenata sa uznapredovalim artrotičnim promenama na kukovima sa radiografskim promenama koje odgovaraju CAM formi artroze kuka.

Uporedili smo dobijene radiološke parametre kod ove dve grupe ispitanika i rezultate prikazali tabelarno (tabela 6).

Tabela 6: Preoperativne vrednosti uglova alfa i delta po osovini l i p vrata butne kosti i preoperativne vrednosti ugla gama na AP radiografskim snimcima kukova osoba operisanih od CAM forme FAI i osoba kojima je ugrađena totalna proteza kuka i njihov međusobni odnos

	Alfa (l)		Alfa (p)		Delta (l)		Delta (p)		Gama	
	CAM	IET	CAM	IET	CAM	CAM	IET	CAM	IET	CAM
p<0,05	0,037		1,96 X 10 ⁻⁶		0,052		0,78		0,02	

CAM-grupa pacijenata operisanih od CAM forme FAI, IET- grupa pacijenata kojima je ugrađena totalna proteza kuka

Evidentno je da, testirane vrednosti ugla alfa, merenog po osovini l i p vrata butne kosti, kod osoba operisanih od CAM forme FAI i osoba kojima je ugrađena totalna proteza kuka, se međusobno značajno razlikuju. Testirane vrednosti ugla delta, merenog po obema osovinama vrata butne kosti ove dve grupe operisanih ispitanika, međusobno, značajno se ne razlikuju. Testirane vrednosti ugla gama, kod obe grupe operisanih ispitanika, takođe se međusobno značajno razlikuju.

7.2.4. Rezultati operativnog nalaza

Ovi rezultati se odnose na intraoperativni nalaz kod obe grupe ispitanika, a pratili smo: promene na labrumu acetabuluma, na hrskavici acetabuluma i glavi femura i merili smo veličinu vrata kao i koštanog brega na vratu femura.

Raspodela učestalosti lezije labruma kod osoba operisanih od CAM forme FAI i osoba kojima je ugrađena totalna proteza kuka sa uznapredovalom artrozom kuka se statistički značajno ne razlikuju (Hi^2 ($ss=9$)=4,758, $p=0,8548$ uz Yates-ovu korekciju za ovaj test $Hi^2=1,4$ i Yates $p=0,9978$). Ovakav nalaz sugerira da je lezija labruma kod obe kategorije operisanih osoba lokalizovana približno jednako te da je verovatno i nastala identičnim patološkim supstratom – u ovom slučaju, to je koštani breg na spoju glave i vrata butne kosti sa prednje-gornje strane ovih anatomskih struktura kuka, a to je prikazano na tabeli 7.

Tabela 7: Distribucija frekvencije lezije labruma osoba operisanih od CAM forme FAI i osoba kod kojih je ugrađena totalna proteza kuka

	9-14	9-15	9-16	9-17	10-15	10-16	10-17	10-18	11-16	11-17
CAM	2	2	3	1	5	6	3	1	3	4
IET	1	2	2	0	7	5	2	0	7	4

CAM-osobe operisane od CAM forme FAI, IET-osobe kojima je ugrađena totalna proteza kuka; 9-14,9-15...11-17-pozicije lezije labruma po obodu acetabuluma kada se na acetabulum gleda kao na časovnik leve ruke

Oštećenja hrskavice u vidu velikih defekata i ogoljenja do subhondralne kosti, na acetabulumu i glavi femura, registrovana su u gornjim partijama acetabuluma i odgovarajućem delu glave femura. Oštećenja su izražena kod svih ispitanika gde je urađena endoproteza kuka – ovo je i očekivano jer i radiološki postoji potvrda da su to zglobovi sa izraženom artrozom (Tonnis > 2).

Kod grupe ispitanika gde je ugrađena endoproteza kuka, merenjem vrata femura dobili smo sledeće rezultate:

- dužina gornje ivice vrata femura (od kalote do velikog trohantera), u proseku je 3,4cm (od 3,1 do 4,3);
- širina gornje ivice vrata femura je u proseku 1,1cm (od 0,9 do 1,5);
- širina srednjeg dela vrata femura je u proseku 3,5cm (od 3 do 4,3);
- obim vrata femura kod glave je prosečno 8,5cm (od 7,8 do 10,1);
- dužina koštanog brega (CAM) na vratu femura je u proseku 1,6cm (od 1,2 do 2,9)
- širina koštanog brega je prosečno 1,4cm (od 0,7 do 2,1);
- visina koštanog brega u proseku je 7,8mm (od 5 do 11).

Analizom ovih parametara proističu sledeći rezultati: širina koštanog brežuljka na vratu femura je 1,4cm i ona zahvata 15,8 % obima, tj. 40 % širine vrata butne kosti, ako je locirana samo na prednjoj strani. Dužina koštanog brežuljka je u proseku 1,6cm i zahvata 48,1 % dužine gornje ivice vrata butne kosti. Površina koštanog brežuljka u proseku iznosi $2,2cm^2$, a kubatura nadograđene koštane mase na vratu femura je $1,7cm^3$.

8. DISKUSIJA

Femoroacetabularni impingement je razlog bola kuka i potencijalni je prethodnik razvoja artroze. U poslednjih 20 godina FAI je predložen kao patofiziološki mehanizam rane artroze kuka kod mladih osoba. On predstavlja granični konflikt između ivice acetabuluma i proksimalnog femura kod kukova koji izgledaju kao da su "normalni" na prvi pogled, posmatrano na konvencionalnim radiografskim snimcima. Svaki dodatni patološki supstrat koji dalje smanjuje rastojanje između ivice acetabuluma i vrata femura (hronični sinovitis zgloba kuka različite etiologije), provocira raniju pojavu simptoma femoroacetabularnog impingementa (175). Primarne patološke promene izlažu kuk ponovljenoj mikrotraumi u toku izvesnih torzionih pokreta zgloba, posebno u toku fleksije i interne rotacije u njihovim krajnjim amplitudama, vodeći u sekundarne promene na zglobu koje predstavljaju početak artroze.

Promene na proksimalnom femuru karakterišu se odsustvom struka na spoju vrata i glave femura, i one daju asferičnu sliku ovog spoja sa povećanjem radijusa femoralne epifize na mestu njenog spoja sa vratom – postoji koštani breg, CAM. U toku fleksije, ekscentrični deo – breg, klizi ispod labruma koji je mekane strukture, lako prilagodljiv, prema anterosuperiornom delu acetabuluma, indukujući kompresiju, u isto vreme gura acetabularnu hrskavicu na spoju sa labrumom u nivou intersticijalne zone. Labrum se rasteže i ide prema spolja, a hrskavica se komprimuje i gura prema sredini zgloba, što stvara separaciju između labruma i hrskavice. Kod CAM impingementa oštećenja hrskavice i labruma su lokalizovana anterosuperiorno, a to je rezultat pritiska asferičnog dela na spoju glave i vrata koji u fleksiji gnječi acetabulum u tom delu, a to se pogoršava dodatnom unutrašnjom rotacijom (8, 10, 175, 176).

Naša hipoteza bazira na ovim naučnim saznanjima i radi njenog testiranja postavili smo i ciljeve. Zato smo formirali dve grupe ispitanika i na operativnom materijalu pratili promene tipa: CAM – njegovu lokaciju i veličinu, stanje labruma i hrskavice zgloba kuka, a na eksperimentalnim životinjama ispitali smo zdrav kuk i jatrogeno formirali CAM uz praćenje sekundarnih promena u zglobu..

Grupu ispitanika operisanih od CAM forme FAI čini 30 ispitanika, i to 25 osoba muškog i 5 ženskog pola. Odnos je 4:1, a u naučnoj literaturi, u većini radova, taj odnos broja operisanih muškaraca prema broju operisanih žena se nalazi u rasponu od 3:1 do 4:1 (177, 178, 179, 180, 181, 182), što je, približno jednak odnos prisutan u našem radu. Grupu ispitanika sa ugrađenom endoprotezom zgloba kuka čine 30 ispitanika, i to 13 muškaraca i 17 žena.

U grupi operisanih od CAM forme FAI, veći je broj levih operisanih kukova, 17:13, a i u grupi operisanih sa ugrađenom endoprotezom kuka, opet dominira levi kuk, odnos je 17:13.

Prosek starosti operisanih od CAM forme FAI je 34,7 godina, a ispitanika kojima je ugrađena totalna proteza kuka, bila je 52,6 godina sa statistički značajnom razlikom među njima (t-test: $p=0,001 \times 10^{-8}$). Ovakva razlika govori da su ispitanici koji su operisani zbog FAI mnogo mlađi, a takav je prosek analiziranih grupa i kod drugih autora (3, 8, 16).

Patogeneza CAM forme FAI bazira na postojanju koštanog brega na prednjoj, gornjoj ili prednje gornjoj strani spoja glave i vrata butne kosti, a to sa anatomskog aspekta ukazuje na smanjenje rastojanja između vrata i prednje gornje ivice acetabuluma. Iz ovih razloga, pri izvođenju pokreta fleksije, addukcije i unutrašnje rotacije, vrat butne kosti ranije dolazi u kontakt i udara o ivicu acetabuluma, pa su zato ovi pokreti najranije ograničeni – iz tih

razloga ovi pokreti su bili predmet istraživanja u ovom radu (8, 9, 10, 73, 102, 183, 184, 185, 186, 187, 188).

Preoperativno, fleksija kuka kod obe grupe ispitanika bila je znatno redukovana, a razlozi za to su: postojanje koštanog brega na vratu butne kosti i primarna koštana promena u vidu nagiba femoralne glave, posteriorno, inferiorno ili posteroinferiorno (26). Prosečna vrednost fleksije kuka kod ispitanika sa CAM formom FAI je 64° , a post operativno $88,5^\circ$, znači postoji signifikantna razlika ($p < 0,005$), a to opravdava operativni zahvat.

Fleksija kuka kod ispitanika pre ugradnje totalne endoproteze kuka bila je $65,5^\circ$, i našli smo da između preoperativnih vrednosti fleksije kuka ovih grupa ne postoji statistički značajna razlika ($p < 0,52$).

Ovo isto važi i za unutrašnju rotaciju zgloba kuka. Kod ispitanika sa CAM formom FAI, preoperativno, unutrašnja rotacija bila je $10,2^\circ$, a posle operacije bila je 24° - znači postoji signifikantna razlika, tj. poboljšanje obima pokreta.

WOMAC skor smo koristili za evaluaciju kliničkih rezultata, što su činili i drugi autori (151, 152, 153, 154, 155). Našli smo veoma veliku razliku ($p = 4,5 \times 10^{-195}$) u preoperativnim i postoperativnim vrednostima ovog skora kod ispitanika obe grupe. Ovo sugeriše na dobru hiruršku korekciju i adekvatno lečenje kod obe grupe operisanih ispitanika.

Labrum acetabuluma je usnica zgloba kuka koja povećava njegovu dubinu i daje stabilnost zglobovima. Acetabulum i glava femura ne dolaze u međusoban direktan kontakt. Između njih zaostaje uzan zglobni prostor od približno 0,4mm, ispunjen je sinovijalnom tečnošću. Zglobni prostor između labruma i hrskavice femoralne glave postepeno se sužava prema periferiji labruma. U zoni gde labrum naleže preko hrskavice glave femura, a to je po obodu, hrskavica je jako deprimirana. Na ovaj način, labrum deli zglob kuka na unutrašnji i spoljašnji deo, a samim tim sprečava protok sinovije mehanizmom zatvaranja. Ovako se povećava stabilnost zgloba kuka, a ujedno i sabijanje sinovijalne tečnosti, čime se prevenira direktan kontakt između hrskavice femoralne glave i acetabuluma u fazi oslonca kuka (38, 39).

Oštećenja labruma acetabuluma kompromituju ovaj mehanizam zatvaranja zgloba, vodeći u veće stres opterećenje, lošije prenošenje opterećenja sa acetabuluma na glavu femura, a time se remeti funkcija zgloba. Labrum je bogato inervisan i šalje simptome bola pri svakom oštećenju, zato smo koristili impingement test kako bi otkrili leziju i njen nivo (8, 9, 146, 189). Nastala lezija se, ponovljenom traumom povećava, i tako započinje proces degenerativnih promena na zglobovima kuka, zato se smatra da, inicijalna lezija labruma predstavlja prekursor degenerativnih bolesti (41, 43, 44). U ovom radu smo koristili ovaj test da bi, prema stepenu fleksije kuka, mogli klinički da razvrstamo lezije labruma u tri lokalizacije duž acetabularne ivice: lezija labruma duž prednje ivice acetabuluma, lezija labruma duž prednje gornje ivice i lezija labruma duž gornje ivice acetabuluma.

U našoj seriji ispitanika sa CAM formom FAI, impingement test je bio pozitivan u zoni prednje ivice acetabuluma kod 2 (6,6%) ispitanika, kod 12 (40%) ispitanika test je bio pozitivan u zoni gornje ivice acetabuluma, a kod 16 (53,4%) ispitanika bio je pozitivan u zoni prednje gornje ivice acetabuluma. Ovakve rezultate srećemo i kod drugih autora (41, 43, 44).

Osovina vrata butne kosti i pozicija glave prema vratu su dva parametra koja definišu morfologiju proksimalnog femura. U literaturi je najčešće korišćena metoda ucrtavanja osovine vrata butne kosti tako što je spajanje centar femoralne glave sa sredinom duži koja

spaja najuži deo vrata femura, to je osovina l (9, 10, 11, 43, 73, 76, 77, 102, 114, 190, 191). Ovo je tzv. kolo kapitalna osovina, a može biti i osovina vrata, samo onda kada je glava butne kosti idealno centrirana na vratu. Ova osovina ima nedostatak u definisanju položaja glave, posebno kada postoji njen nagib, tilt (26, 92).

Od skora, u literaturi je definisana i inaugurisana, druga, prava osovina vrata butne kosti (26, 27). To je osovina p i određuje se pomoću dve paralelne duži unutrašnje trećine vrata butna kosti iz kojih se povlači linija koja spaja njihove središnje tačke. Ukoliko postoji nagib glave femura, osovine l i p se ne poklapaju već grade ugao nagiba glave butna kosti, to je ugao gama. Njegova normalna vrednost je $\leq 2^\circ$.

U našoj grupi ispitanika koji su operisani od CAM forme FAI ugao gama, tj. ugao nagiba glave butne kosti, bio je povećan, prosek je $4,1^\circ$ (od 0 do $8,5^0$). Postoperativne vrednosti svedene su na normalu, prosek je $1,4^\circ$ ($p=1,17 \times 10^{-5}$). Ovakva razlika u preoperativnim i postoperativnim vrednostima ugla gama sugerise na dobru operativnu korekciju koštanog brega na spoju glave i vrata butne kosti. Ovakve rezultate navodi i Anđelković (26).

U literaturi postoji još jedna mera translacije femoralne glave, to je offset indeks čije se vrednosti kreću od 0,80 do 1,20 (192, 193, 194). U našem radu smo testirali ovaj indeks i po osovini l i po osovini p vrata butne kosti. Vrednosti offset indeksa, u grupi ispitanika sa CAM promenom, po osovini l bile su: preoperativno, prosečno 0,27 (od 0,03 do 0,75), a postoperativno 0,93 (od 0,83 do 1,10); po osovini p vrednosti offset indeksa bile su: preoperativno, prosečno 0,22 (od 0,01 do 0,72), a postoperativno 0,84 (od 0,82 do 1,10). Ovakva korekcija offset indeksa ide u prilog dobre hirurške intervencije. Ovakve rezultate navode i drugi autori (195, 196, 197, 198).

Ugao alfa smo merili kod sve ispitanike i po osovini l i po osovini p vrata butne kosti. Notzly je 2002. godine (77) postavio granične vrednosti ugla alfa, na AP radiografskim snimcima ugao alfa ima vrednosti 35 - 50° , a na Dunn 90 radiografskim snimcima je 30 - 45° . U našem radu kod ispitanika sa CAM formom FAI, vrednosti ugla alfa bile su: po osovini l, preoperativno, prosek je $65,9^\circ$ (od 54 do 91), a postoperativno, prosek je $44,4^\circ$ (od 38 do 52); po osovini p, preoperativno, prosek je $68,1^\circ$ (od 52 do 98), a postoperativno, prosek je $44,3^\circ$ (od 41 do 54). Testiranjem ovih vrednosti pokazuje se statistički značajna razlika između preoperativnih i postoperativnih vrednosti merenih i po osovini l i po osovini p. Ovakav nalaz sugerise na dobru operativnu korekciju koštanog brega na spoju glave i vrata butne kosti.

Kod ispitanika sa ugrađenom totalnom protezom kuka, ugao alfa je meren samo preoperativno i to po obema osovinama vrata butne kosti. Po osovini l, preoperativno, prosek je $61,3^\circ$ (od 53 do 92), a po osovini p, preoperativno, prosek je $54,2^\circ$ (od 47 do 68).

U stručnoj literaturi, drugi autori navode slične rezultate (199, 200, 201, 202, 203, 204, 205).

Ugao alfa smo merili i kod eksperimentalnih životinja: kod pilot grupe, na 20 kukova i, preoperativno na 32 kuka kod 16 kunića koje smo operisali, ukupno 52 kuka. Prosečna vrednost ugla alfa je 43° (od 38,5 do 47), a ovo upućuje na zaključak da nema translacije glave femura u odnosu na osovину vrata i nema koštanog zadebljanja vrata. Kod operisane grupe kunića, ukupno 16 kukova, prosečna postoperativna vrednost ugla alfa bila je 58° (od 49 do 69) što nam je bila potvrda dobrog hirurškog rada. Naime, plasiranjem metalnog šrafa u vrat i preko glave butne kosti, izazvali smo jatrogeni deformitet tipa CAM, kojim smo, sekundarno, izazvali oštećenja na labrumu i hrskavici zgloba kuka. Dobrom pozicijom šrafa,

povećali smo ugao alfa i stvorili uslove koji se sreću u humanoj patologiji – na ovaj način smo postigli uspešno testiranje postavljene naučne hipoteze.

U naučnoj literaturi postoji samo jedan rad (137) gde su autori uradili eksperiment na ovcama, a ona već ima morfološke promene na vratu femura tipa CAM. Urađena je subtrohanterna varizaciona osteotomija femura i tako se deformitet, tj. koštani breg, pozicionirao nasuprot acetabuluma. Varizacionom osteotomijom femura promenjen je i anatomo – biomehanički status kuka jer se promenio pravac prenosa sila i opterećenja, što može da doprinese oštećenju hrskavice zgloba. Mi u našem eksperimentu nismo radili osteotomiju i nismo menjali statičko – dinamski odnos u zglobu kuka. Autori eksperimenta na ovcama su pratili mekotkivne promene na labrumu i hrskavici zgloba, ali nisu merili radiološke parametre: ugao alfa, ugao delta, razlika između uglova alfa i delta, offset indeks. Iz ovih razloga, naše rezultate nemožemo uporediti sa drugim, prihvataju se kao takvi, a neka potonja istraživanja će ih staviti u korelaciji.

Do skoro, u literaturi nije bilo podataka koji se odnose na merenje, vrednovanje i značaj ugla koji se nalazi sa suprotne strane ugla alfa, a to je ugao delta – njega je u praksu uveo Anđelković (26). Ovaj ugao pomaže da se kvantifikuje spoj femoralne glave i vrata, i na taj način definiše morfologija proksimalnog femura. Logično je, ukoliko je glava butne kosti centrirana na vratu, po kolo kapitalnoj osovini l, da je ugao koji se nalazi sa suprotne strane ugla alfa, ugao delta, jednak ili približno jednak uglu alfa. Naši rezultati merenja uglova alfa i delta na eksperimentalnim životinjama, ukupno 52 femura, potvrdili su ovu činjenicu. Kod njih je ugao delta skoro isti kao ugao alfa, a to govori o centriranosti glave na vratu femura, tj. nema njene translacije.

Ovakav podatak navodi i Anđelković koji je na pilot studiji zdravih ispitanika, utvrdio, da su ova dva ugla skoro ista. Na osnovu toga, odredio je normalne vrednosti ugla delta: za AP radiografske snimke kukova vrednost delta ugla je 35 - 50°, a za Dunn 90 ugao delta ima vrednost 30 - 45°.

Za potrebe testiranja naše naučne hipoteze, merili smo ugao delta u obe grupe ispitanika. Ugao delta po osovini l, kod ispitanika sa CAM morfotipom FAI, ima prosečnu preoperativnu vrednost od 46,3° (od 41 do 51), a postoperativno, prosek je 42,2° (od 33 do 47); po osovini p, preoperativno, prosek je 43,3° (od 30 do 49), a postoperativno, prosek je 41,1° (od 31 do 46). Postoji značajna razlika u preoperativnim i postoperativnim vrednostima ugla delta, merenih i po osovini l i po osovini p ($p=5,8 \times 10^{-5}$ i $p=0,092$). Dobijene vrednosti ugla delta su slične vrednostima koje je objavio i Anđelković (26).

Pratili smo i vrednosti razlike između ugla alfa i ugla delta, normalna razlika se kreće od -1 do 3,5° (26). Ukoliko je razlika ovih uglova $\geq 4^\circ$, onda postoji patološka promena u vidu koštanog brega na spoju glave i vrata butne kosti. Preoperativna razlika ovih uglova po osovini l, bila je 19,6°, a po osovini p je 24,8°. Postoperativna razlika uglova alfa i delta po osovini l bila je 2,2°, a po osovini p je 3,2°. Ovi rezultati nedvosmisleno upućuju na dobru korekciju koštanog brega i približavanje vrednosti ugla alfa vrednostima ugla delta. Slične rezultate nalazimo u naučnoj literaturi (26).

Osnovna namena određivanja ugla delta kod osoba sa koštanim bregom na spoju femoralne glave i vrata, gde je prisutna veća vrednost ugla alfa, bila je, da merenjem ugla delta na preoperativnim AP i profilnim radiografskim snimcima kukova, sa visokim stepenom preciznosti, odredimo normalnu vrednost ugla alfa. Ovim preoperativnim merenjima, možemo isplanirati hiruršku korekciju koštanog brega i tzv. osteohondroplastiku, tj. osteotomiju koštanog brega do potpune preciznosti. Uz pomoć preoperativnih snimaka, na

kojima obeležimo uglove alfa i delta, možemo znati opseg i dubinu osteotomije vrata femura, a uz pomoć kontrolne radiografije u toku operacije, vršimo upoređenje sa preoperativnim snimcima, tj. merenjima. U literaturi se ne navodi ovakav način određivanja dubine osteotomije, već se navodi korekcija ugla alfa pomoću aproksimacije, tj. radi se osteotomija vrata butne kosti do 30% njegove debljine (195, 196, 206, 207, 208). Ova grupa autora je na kadaverima dokazala, da osteotomija vrata butne kosti do 30% debljine ne dovodi do frakture u toku operacije, a i kasnije. Ovom metodom nemamo pravi uvid u obimnost i vrednost korekcije ugla alfa, a uz to, u slučaju obimnije osteotomije vrata, može doći do operativnog ili postoperativnog preloma. Metodom meranja ugla delta, koji služi kao reper, tj. obrazac za određivanje ugla alfa, možemo u potpunosti iskorigovati deformitet i to intraoperativno, radiološki, proveriti i uporediti sa preoperativnim radiološkim snimkom i skicom uglova alfa i delta.

Praćenjem histoloških promena na hrskavici i labrumu zgloba kuka eksperimentalnih životinja, nameće se zaključak o ranoj vulnerabilnosti hrskavice acetabuluma i kasnijim promenama na labrumu. Kod 8 kunića koji su žrtvovani posle 6 i 8 meseci od operacije, postojala je lezija hrskavice i to: malacija u dva slučaja, odvajanje i cepanje hrskavice u 6 slučajeva. U tom periodu, kod istih kunića, promene na labrumu su bile minimalne, samo u 2 slučaja od 8 kunića, registrovana je degeneracija labruma. Ovim smo potvrdili da u CAM formi FAI, hrskavica prva strada i to na nivou tranzicione zone gde se spaja sa labrumom. Na tom nivou koštani breg gnječi i gura hrskavicu unutra, ona trpi i zato nastaje malacija i njeno cepanje. Ona nema nervne elemente, pa zato u ranoj fazi bolesti nema bolova u kuku, tek kasnije, kada se ošteti i labrum koji ima neuro telašca, javlja se bol i simptomatologija karakteristična za ovu bolest. Iz ovih razloga se CAM forma FAI, smatra malignom formom bolesti i ima nepovoljniji klinički i prognostički tok u smisli ranijeg razvoja artroze zgloba kuka (8, 9, 73, 98, 101, 102, 107, 209, 210, 211, 212).

Promene na hrskavici tipa malacije i odvajanja i cepanja, javljaju se i kasnije, ali ne u zoni punog opterećenja zgloba kuka već sa njene suprotne strane – u koštanoj zoni C. Ove promene su registrovane kod tri kunića iz grupe koje su žrtvovane posle 10 i 12 meseca. One su rezultat tzv. counter coup udara femoralne glave u ovu zonu acetabuluma. U osnovi mehanizma FAI, postoji udar anterosuperiornog dela femoralnog vrata o proksimalno medijalni deo ivice acetabuluma. Ovakav udar stvara mehanizam šarke na vratima, nastaje odizanje glave butne kosti iz acetabuluma, a ova potom udara u suprotnu stranu acetabuluma stvarajući tzv. counter coup leziju acetabularne hrskavice. Ovaj isti mehanizam lezije hrskavice u donjem delu acetabuluma, srećemo i u humanoj patologiji.

Analizirali smo tip koštanog tkiva sa koštanog brega kod ispitanika gde je ugrađena endoproteza kuka, a zbog sekundarne osteoartroze izazvane CAM promenom na vratu, a koji nije lečen. Histološke analize pokazuju da je koštani breg spongiozna kost. Uglavnom je lociran na prednje gornjoj strani vrata i zauzima, u proseku, 15,8% površine obima vrata i 48,1% dužine njegove gornje ivice. Ova koštana masa sukcesivno raste, tj. sa dužim vremenom postojanja ona se uvećava.

Etiologija CAM formacije do danas nije razjašnjena. Lindeman (1961.god.) smatra da se radi o atipičnoj osifikaciji proksimalne metafize i apofize femura (12). Lutken (1961.god.) navodi da se radi o normalnoj varijaciji gornjeg okrajka femura (103). Morgan (1960.god.) smatra da se radi o abnormalnom koštanom rastu na gornjem okrajku butne kosti (13). Siebenrock (2014.god.) smatra da se radi o alteraciji zone rasta proksimalne metafize femura koja evoluira u koštani breg (213). Angel (1964.god.) smatra da se radi o koštanoj reakciji proksimalnog femura (214). Nažalost, nijedna od ovih pretpostavki nije dokazana, tako da

mehanizam nastanka koštanog brega na spoju glave i vrata femura i dalje ostaje nejasan. Može se pretpostaviti, da u etiološkoj pozadini ovog deformiteta leže blagi oblici epifiziolize sa minimalnim pomeranjem glave, oni se ne registruju ni klinički ni radiološki (71, 74, 76, 188). U osnovi patomorfologije ovog dela butne kosti evidentno je postojanje klizanja i dislokacije glave butne kosti, zato u svojoj studiji, Anđelković (26) registruje 4 morfotipa spoja femoralne glave i vrata: bez nagiba femoralne glave, posteriorni nagib, inferiorni nagib, i posteroinferiorni nagib femoralne glave. Parametri koji definišu spoj glave i vrata, i koje je autor koristio su: ugao alfa, ugao delta, ugao gama, razlika uglova alfa i delta i dve osovine vrata femura – i mi smo u našoj disertaciji koristili ove parametre, dobijene vrednosti su slične i idu u prilog nalazu.

Mnogi autori navode moguće zamke i komplikacije u toku operativnog lečenja FAI.

Postoji rizik od avaskularne nekroze glave butne kosti i to zbog grube traumatske intraoperativne luksacije zgloba kuka, a i zbog povrede a. femoralis circumflexa media – nju štite spoljašnji rotatori, tj. m. obturator externus. Mi u našem radu, a i postoperativno, nismo registrovali nijedan slučaj oštećenja ove arterije.

Zbog preobimne i duboke resekcije koštanog brega, tj. vrata, može doći do intra ili postoperativnog preloma vrata butne kosti (195, 196, 206, 207, 208). U našoj seriji operisanih, preloma vrata butne kosti nije bilo.

Osteotomija velikog trohantera mora biti precizno urađena, a ovo posebno važi za njegovu refiksaciju. Česti su slučajevi odloženog zarastanja ili nezarastanja (197, 206, 215). U našoj seriji operisanih, bilo je 3 (10%) ispitanika sa odloženim zarastanjem do 6 meseci i 1 (3,3%) sa nezarastanjem gde je urađena refiksacija velikog trohantera.

Mnogi navode postoperativne heterotopne osifikate oko kuka u postoperativnom periodu, i to od 23 do 37% u serijama različitih autora (16, 197, 215). U našoj seriji bilo je 2 (6,6%) ispitanika sa heterotopnom osifikacijom i to I i II stepen po Brooker-u (152).

Mnogi autori navode i progresiju stepena artroze zgloba kuka. Peters (215) u svojoj seriji od 30 ispitanika navodi porast artroze za 1° stepen po Tönnis-u kod 9 i za 2° kod 1 ispitanika, ukupno kod 10 (33%) ispitanika, došlo je do pogoršanja stepena artroze.

Maheshavari (216) u seriji od 96 operisanih, navodi pogoršanje artroze u 25 (26%) slučajeva. Mi smo u našoj seriji imali pogoršanje artroze kod 4 (13,3%) ispitanika, svi su posle prosečnog praćenja od 11 godina, imali Tönnis III stepen sa prisustvom bolova u kuku. Kod njih je intraoperativni nalaz ukazivao na veće oštećenje hrskavice zgloba, našli smo hondralne lezije po Outerbridge II i III stepen (217) – znači prognoza zgloba kuka sa FAI zavisi od stanja acetabularne hrskavice.

Kod 30 ispitanika gde je ugrađena totalna bezcementna proteza kuka, pratili smo poziciju proteze sa dugim stemom, i u 4 (13,3%) slučajeva, našli smo varus poziciju stema od 6 do 8°. I drugi autori navode slične rezultate (218, 219, 220). Khalaly i Lester (221) navode varus stema proteze od 4 do 8°. Ova pozicija stema proteze, može izazvati pojavu bola u butini, abnormalan hod i mogućnost bržeg razlabavljenja (151).

Sistem za kratke stemove bezcementnih proteza nema mogućnost za ovakvo pozicioniranje. Njih ima u različitim formama i veličinama (171, 222, 223). Grupacija Joint Implant Surgery and Reserch Fondacion (USA) formirala je klasifikacioni sistem za kratke stemove bezcementnih proteza: stabilizacija na glavi femura, stabilizacija na vratu, stabilizacija u metafizi i stabilizacija u metafizi/dijafizi (224). Kod naša 4 ispitanika iz ove

serije, koristili smo Fitmor tip proteze, on pripada grupi bezcementnih proteza sa kratkim stemom koje se stabilizuju u metafizi femura, a ima sledeće karakteristike: štedi koštanu masu u predelu velikog trohantera i metafize, dijafizu femura čuva, poprečni prečnik je trapezoidni i pruža odličnu stabilnost, ima različite krivine kako bi se obnovila anatomija zgloba kuka i postigao dobar offset vrata femura (225, 226, 227, 228).

Zamena prirodnog zgloba kuka veštačkim vraća funkciju obolelom zglobu i uspostavlja bezbolnu i korektnu lokomociju. Da bi se ova uloga endoproteze ispunila, potrebno je postići izjednačavanje dužine ekstremiteta. U našoj seriji imali smo četiri ispitanika sa postoperativnim inegalitetom. Troje je imalo skraćanje noge ≤ 2 cm, a jedan je imao elongaciju operisane noge za 1,5cm. I drugi autori u svojim radovima ukazuju na inegalitet, a on je uglavnom razlog lošeg preoperativnog planiranja (229, 230, 231, 232).

Razlika u dužini ekstremiteta više od 1,5cm može izazvati mnoge probleme: bolovi u kuku, bolovi u butini, rani zamor pri hodu, nezgrapnan i trapav hod, utrnulost i senzacije duž nerava, nestabilnost, hramanje pri hodu, a zatim dolazi do aseptične razlabavljenosti stema i revizije.

Hramanje pri hodu je rezultat inegaliteta ekstremiteta posle ugradnje endoproteze, a ima negativan učinak na protezu i smanjuje njeno trajanje. Kod ovakvog tipa hoda, nastaje vertikalizacija rezultirajuće sile R, a vertikalniji nagib ove sile ima dva nepovoljna učinka: prvi se ogleda u tome, što se povećava momenat savijanja u čitavom proksimalnom delu femura, a prema tome i u implantiranoj endoprozezi; drugi je u tome što uzrokuje rubno opterećenje zgloba, koje kao koncentracija opterećenja dovodi do jačih i potencijalno štetnih naprezanja na lateralnoj strani zgloba, a to se odnosi i na opterećenje endoproteze zgloba (233). I Long i sar (234) ukazuju da je izraženo hramanje loš prognostički znak u odnosu na trajnost implantirane endoproteze.

Kod 5 (16,5%) ispitanika iz ove grupe, registrovana je pojava heterotopne osifikacije (HO) II i III stepena po Brooker-u (152). Etiopatogeneza periartikularne HO nakon implantacije totalne endoproteze kuka nije u potpunosti rasvetljena. McLaren (235) ukazuje da se HO dešavaju najčešće kod obimnije disekcije glutealnih mišića. Drugi navode operativnu traumu, kada se oslobađaju osteoinduktivne supstance, a one diferenciraju mezenhimne ćelije u osteogene ćelije (236, 237). Mnogi autori u svojim serijama navode incidencu HO od 3 do 10% (238, 239), a drugi navode i do 22% (240, 241). Mi smo, kao i drugi autori u preventivne svrhe, našim ispitanicima davali nesteroidne antireumatike – najčešće Indometacin (242, 243, 244) i postoperativno primenjivali indukovano elektromagnetno polje (151).

Kod 2 (6,6%) ispitanika postoji malpozicija endoproteze kuka što je izazvalo pojavu impingementa. Ovo je tzv. ekstraartikularni, tj. jatrogeni impingement, a rezultat je sudara dela proteze sa obodom acetabuluma i mekim tkivom koje se gnječi, pa nastaje bol, nestabilnost i ograničena pokretljivost u kuku (245, 246, 247, 248). Ukoliko je odnos glava – vrat manji od 2, postoji veliki rizik za impingement, a to zavisi od veličine glave proteze, geometrije vrata proteze, dužine vrata i orijentacije i položaja acetabuluma endoproteze (249, 250).

U rešavanju problema CAM morfotipa FAI treba ići postupno i etapno. U momentu izražene simptomatologije FAI i radiološke i kliničke dijagnostike, treba što ranije uraditi hiruršku korekciju mekotkivnih i koštanih promena, tj. ukloniti koštani breg na spoju glave i vrata butne kosti; ukoliko je FAI dugo trajao, iz mnogih razloga nije urađena pravovremena osteohondroplastika vrata femura, nastala su nepovratna i velika oštećenja hrskavice i

labruma zgloba kuka, a uvek se radi o mlađim bolesnicima, treba se odlučiti za ugradnju bezcementne endoproteze kuka kratkog stema – na ovaj način štedimo koštano tkivo metafize i čuvamo dijafizu femura za revizionu endoprotezu; poslednja etapa rada i tretmana artrotično izmenjenog kuka bi bila, preoperativno planiranje i ugradnja bezcementne endoproteze dugog stema, a sa ciljem da postoperativni parametri budu što bolji, kako bi endoproteza duže trajala.

Ova disertacija je pokazala da morfološke promene vrata butne kosti nedvosmisleno izazivaju promene na labrumu i hrskavici zgloba kuka, simptomatologija je manifestna u mladim godinama života, operativno lečenje dovodi do značajnog poboljšanja subjektivnih tegoba operisanih, objektivnog kliničkog nalaza i vrednosti merenih radiografskih parametara na operisanom kuku. Isto tako, ova disertacija je pokazala i drugi, krajnji, učinak ove promene na zglob kuka, naime, nelečena patomorfološka promena na vratu femura, sigurno dovodi do sekundarne artroze zgloba kuka i to kod mlađih osoba, od 50 – 55 godina života, kada je neophodna zamena prirodnog zgloba veštačkim, endoprotezom.

Primenom nove metode određivanja osovine vrata butne kosti pomoću dve paralelne duži i definisanja nagiba femoralne glave u odnosu na vrat (26), i mi smo potvrdili činjenično stanje koje se odnosi na morfološke promene vrata i glave butne kosti. Njihov odnos može biti normalan – glava je centrirana na vratu femura, a može imati i nagib prema pozadi, prema dole ili i prema pozadi i dole. Ovako definisana četiri podtipa morfoloških, primarnih, koštanih promena na spoju glave i vrata butne kosti, opravdavaju stav, da se te promene moraju hirurški ispraviti i tako preveniramo razvoj sekundarne artroze zgloba kuka.

9. ZAKLJUČAK

Femoroacetabularni impingement predstavlja patofiziološki mehanizam prevremenog kontakta spoja glave i vrata butne kosti sa prednjom ili prednje gornjom ivicom acetabuluma, kod osoba kod kojih postoje male koštane promene u predelu kuka.

Pošavši od testiranih kliničkih i radioloških parametara, dokazali smo postavljenu hipotezu rada, da CAM morfotip sa svojim podtipovima, dovodi do sekundarnih promena u zglobovima kuka u vidu artroze, i ako se ne reaguje blagovremeno, krajnji ishod jeste implantacija endoproteze kuka.

Analiza ukupnih rezultata operisanih ispitanika od CAM morfotipa FAI, pokazuje uspešnost i opravdanost operativnog zahvata, čime se uklanja koštani breg, optimizuju se uslovi funkcionisanja zgloba kuka i prekida spreg faktora koji bi izazvali sekundarnu artrozu kuka.

Nesferičnost spoja vrata i glave femura, često se potcenjuje i kao takva oštećuje hrskavicu zgloba kuka, a rezultati operativnog lečanja CAM deformiteta zavise od stepena oštećenja hrskavice acetabuluma u momentu operacije.

Na eksperimentalnim životinjama, na spoju glave i vrata femura, stvorili smo jatrogeni model CAM morfotipa kojim smo izazvali sekundarni osteoartrit zgloba kuka, a nesferičnost glave kunića u vidu CAM deformiteta, predstavlja CAM tip FAI u humanoj medicini.

Krajnji ishod nelečene CAM deformacije vrata butne kosti jeste, razvoj sekundarne artroze koja narušava funkciju zgloba kuka, i sa vremenom nastaje potreba njegove zamene veštačkim zglobovima, ali prirodni zglob kuka jeste savršen biomehanički kompleks za funkciju koju vrši, te ga je, nemoguće oponašati i izgraditi u potpunosti – i najidealniji veštački kuk sedamdeset puta je slabiji sistem od prirodnog.

10.LITERATURA

1. Learmonth ID, Young C, Rorabeck C. The operation of the century: total hip replacement. *Lancet* 2007; 370 (9597): 1508 – 19.
2. Horvath G, Than P, Bellyei A, Kranicz J, Illes T. Prevalence of degenerative joint complaints of the lower extremity: a representative study. *Int Orthop*. 2006; 30: 118–122.
3. Hartofilakidis G, Karachalios T. Idiopathic osteoarthritis of the hip: incidence, classification, and natural history of 272 cases. *Orthopedics*. 2003; 26: 161–166.
4. Dagenais S, Garbedian S, Wai E. K. Systematic Review of the Prevalence of radiographic primary hip osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res*. 2008: symposium: femoroacetabular impingement: current status of diagnosis and treatment.
5. Radin E. Osteoarthrosis - what is known about prevention. *Clin Orthop Rel Res*. 1987; 222: 65.
6. Solomon L. Pathology of osteoarthritis. *J Bone Joint Surg* .1978; 60 – B: 291.
7. Harris WH. Etiology of osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop Relat Res*. 1986; 213: 20-33
8. Ganz R, Leunig M, Leunig-Ganz K, Harris WH. The etiology of osteoarthritis of the hip: an integrated mechanical concept. *Clin Orthop Relat Res*. 2008; 466: 264–272.
9. Ganz R, Parvizi J, Beck M, Leunig M, Notzli H, Siebenrock KA. Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop Relat Res*. 2003; 417: 112–120.
10. Ito K, Minka II MA, Leunig M. Femoroacetabular impingement and the cam-effect: A MRI based quantitative study of the femoral head-neck offset. *J Bone Joint Surg*. 2001; 83 (B): 171–176.
11. Tanzer M, Noiseux N. Osseous abnormalities and early osteoarthritis: the role of hip impingement. *Clin Orthop*. 2004; 429: 170–7.
12. Lindemann UC. On atypical ossifications of the metaphysis and apophysis of the coxal end of the femur: 2 observations. *Arch Orthop Unfallchir (In German)*. 1961; 53: 445–51.
13. Morgan JD, Somerville EW. Normal and abnormal growth at the upper end of the femur. *J Bone Joint Surg Br*. 1960; 42B: 264–72.
14. Fraitzl CR, Kafer W, Nelitz M, Reichel H. Radiological evidence of femoroacetabular impingement in mild slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg Br*. 2007; 89:1592–6.
15. Leunig M, Beaulé PE, Ganz R. The concept of femoroacetabular impingement. Current status and future perspectives. *Clin Orthop*. 2009; 467: 616–22.
16. Ganz R, Gill T, Gautier E, et al. Surgical dislocation of the adult hip: a technique with full access to femoral head and acetabulum without the risk of avascular necrosis. *J Bone Joint Surg*. 2001; 83 (B): 1119–1124.
17. Guanche C, Bare A. Arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement. *Arthroscopy*. 2006; 22: 95–106.
18. Karthikeyan S, Roberts S, Griffin D. Microfracture for acetabular chondral defects in patients with femoroacetabular impingement: results at second-look arthroscopic surgery. *Am J Sports Med*. 2012; 40 (12): 2725-30.

19. Clohisy J, McClure J. Treatment of anterior femoroacetabular impingement with combined hip arthroscopy and limited anterior decompression. *Iowa Orthop J.* 2005; 25: 164-171.
20. Dumbleton JH. *The tribiology of natural and artificial joints.* Elsevier, Amsterdam, 1981.
21. Paul A, Toogood BS, Skalak A, Cooperman DR. Proximal Femoral Anatomy in the Normal Human Population. *Clin Orthop Relat Res.* 2009; 467: 876–885.
22. Samaha AA, Ivanov AV, Haddad JJ, Kolesnik AI, Baydoun S, Arabi M R, Yashina IN, Samaha RA and Ivanov DA. Asymmetry and structural system analysis of the proximal femur meta-epiphysis: osteoarticular anatomical pathology. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research.* 2008; 3:11.
23. Toogood PA, Skalak A, Cooperman DR: Proximal femoral anatomy in the normal human population. *Clin Orthop Relat Res.* 2009; 464 (4): 876-885.
24. Robben SF, Lequin MH, Diepstraten AM, Hollander JC, Entius CAC, Meradji M. Anterior joint capsule of the normal hip and in children with transient synovitis: US study with anatomic and histologic correlation. *Radiology.* 1999; 210: 499–507.
25. Shin, DS, Hwang SB, Park JS, Park HS, Lee S, Lee SB, Chung MS. Hip joint ligaments, a cadaver imaging study for education. *Int J Morphol.* 2014; 32 (3): 822-828.
26. Anđelković Z. Morfološke promene glave i vrata femura kao faktor rane artroze kuka i hirurško lečenje. *Doktorska disertacija, Univerzitet Niš,* 2015.
27. Zoran Anđelković, Desimir Mladenović, Zoran Vukašinović, Stojanka Arsić, Milorad Mitković, Ivan Micić, Marko Mladenović. Contribution to the method for determining femoral neck axis. *Srp Arh Celok Lek.* 2014 Mar-Apr; 142 (3-4): 178-183.
28. Beck M, Sledge JB, Gautier E, Dora CF, Ganz R. The anatomy and function of the gluteus minimus muscle. *J Bone Joint Surg (Br).* 2000; 82-B: 358-63.
29. Gottschalk F, Kourosch S, Leveau B. The functional anatomy of tensor fasciae latae and gluteus medius and minimus. *J Anat.* 1989; 166: 179-89.
30. Solomon LB, Lee YC, Callary SA, Beck M, Howie DW. Anatomy of piriformis, obturator internus and obturator externus. *J Bone Joint Surg (Br)* 2010; 92-B: 1317-24.
31. Won YY, Chung IH, Chung NS, Song KH. Morphological study on the acetabular labrum. *Yonsei Med J.* 2003; 44: 855– 862.
32. Keene GS, Villar RN. Arthroscopic anatomy of the hip: an in vivo study: *Arthroscopy.* 1994; 10: 392–399.
33. Seldes RM, Tan V, Hunt J. Anatomy, histologic features, and vascularity of the adult acetabular labrum. *Clin Orthop.* 2001; 382: 232–240.
34. Petersen W, Petersen F, Tillmann B. Structure and vascularization of the acetabular labrum with regard to the pathogenesis and healing of labral lesions. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2003; 123: 283–288.
35. Kim YT, Azuma H. The nerve endings of the acetabular labrum. *Clin Orthop.* 1995; 320:176–181.
36. Greenwald AS, O'Connor JJ. The transmission of load through the human hip joint. *J Biomech.* 1971; 4: 507-28.
37. Genda E, Iwasaki N, Li G, Mac Williams BA, Barrance PJ, Chao EY. Normal hip joint contact pressure distribution in single-leg standing effect of gender and anatomic parameters.

Journal biomechanics. 2001; 34: 895 – 905.

38. Ferguson SJ, Bryant JT, Ganz R, Ito K. An in vitro investigation of the acetabular labral seal in hip mechanics. *J Biomech.* 2003; 36: 171–178.
39. Ferguson SJ, Bryant JT, Ganz R, Ito K. The influence of the acetabular labrum on hip cartilage consolidation: a poroelastic finite element model. *J Biomech.* 2000; 33: 953–960.
40. Ferguson SJ, Bryant JT, Ganz R, Ito K. The acetabular labrum seal: a poroelastic finite element model. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2000; 15: 463–468.
41. Crawford MJ, Dy CJ, Alexander JW, Thompson M, Schroder SJ, Vega CE, Patel RV, Miller AR, McCarthy JC, Lowe WR and Noble PC. The Biomechanics of the hip labrum and the stability of the hip. *Clin Orthop Relat Res.* 2007; 465: 16–22.
42. McCarthy JC, Noble PC, Schuck MR. The Otto E. Aufranc Award: The role of labral lesions to development of early degenerative hip disease. *Clin Orthop.* 2001; 393: 25–37.
43. Eijer H, Leunig M, Mahomed M, Ganz R. Cross-table lateral radiographs for screening of anterior femoral head-neck offset in patients with femoro-acetabular impingement. *Hip Intl.* 2001; 11: 37–41.
44. Peelle MW, Della Rocca GJ, Maloney WJ, Curry MC, Clohisy JC. Acetabular and femoral radiographic abnormalities associated with labral tears. *Clin Orthop Relat Res.* 2005; 441: 327–333.
45. Buckwalter JA, Rosenberg LC, Hunziker EB. Articular cartilage: composition, structure, response to injury and methods of facilitation repair. Basic science and arthroscopy, Bristol – Myers / Zimmer Orthopaedic symposium, pp 19 – 56. Edited by Ewing JW. New York, Raven press, 1990.
46. Buckwalter J A, Hunziker EB, Rosenberg LC, Coutts RD, Adams ME, Eyre DR. Articular cartilage: composition and structure. In injury and repair of the musculoskeletal soft tissues, pp. 405 – 425. Edited by Woo S L and Buckwalter J A. Park Ridge, Illinois, the American academy of orthopedic surgeons, 1988.
47. Stockwell RA. The cell density of human articular and costal cartilage. *J Anat* 1967; 101: 753 – 763.
48. Fischer AE, Carpenter TA, Tyler JA, Hall LD. Visualisation of mass transport of small organic molecules and metal ions through articular cartilage by magnetic resonance imaging. *Magnet Res Imag* 1995; 13: 819 – 826.
49. Rosenberg LC, Buckwalter JA. Cartilage proteoglycans. In articular cartilage biochemistry, pp. 39 – 57. Edited by Kuenttner KE, Schleyerbach R, Hascall VC. New York, Raven press, 1986.
50. Roughley PJ, Lee ER. Cartilage proteoglycans: structure and potential functions. *microsc Res and Tech* 1994; 28: 385 – 397.
51. Poole AR, Rosenberg LC, Reiner A, Ionescu M, Bogoch E, Roughley PJ. Contents and distribution of the proteoglycans decorin and biglycan in normal and osteoarthritic human articular cartilage. *J Orthop Res* 1996; 14: 681 – 689.
52. Guilak F, Ratcliffe A, Lane N, Rosenwasser MP, Mow VC. Mechanical and biochemical changes in the superficial zone of articular cartilage in canine experimental osteoarthritis. *J Orthop Res* 1994; 12: 474 – 484.

53. Buckwalter JA. Osteoarthritis and cartilage use, disuse and abuse: experimental studies. *J Rheumatol* 1995; Supplement 43: 13 – 15.
54. Gray ML, Pizzanelli AM, Grodzinsky AJ, Lee RC. Mechanical and physicochemical determinants of chondrocyte biosynthetic response. *J Orthop Res* 1988; 6: 777 – 792.
55. Mitrović D, Mansat C. *Le cartilage: un tissu tres differencie*. Editions privat, Toulouse, France. 2000; 1-79.
56. Brand KD, Mankin HJ. Patogenesis of osteoarthritis , in Kelley WN, Harris ED, Ruddy S, Sledge CB. *Textbook of rheumatology*, Sannders Company, Philadelphia, 1993; 1355-1369.
57. Mankin HG. The reaction of articular cartilage to injury and osteoarthritis. *New Engl J Med* 1974; 291: 1335-40.
58. Shapiro F, Koide S, Glimcher MJ. Cell origin and differentiation in the repair of full thickness defects of articular cartilage. *J Bone Joint Surg Am* 1993; 78: 721-33.
59. Bert J M. Role of abrasion arthroplasty and debridement in the management of osteoarthritis of the knee. *Rheum Dis Clin North Am* 1993; 19: 725-39.
60. Bizot P. Remplacement du cartilage articulaire. *Rev Praticien (Paris)* 2000; 50: 1049-51.
61. Pavle Opavski. *Osnovi biomehanike*. 1976, Beograd.
62. Grenwald AS, Haynes DW. Weight – bearing areas in the human hip joint. *J Bone Joint Surg* 1972; 54 – B: 157.
63. Goodfellow J, Mitson A. Joint surface incongruity and its maintenance. *J Bone Joint Surg* 1977; 59 – B: 446.
64. Pauwels F. *Atlas zur biomechanik der gesunden und kranken. Hufte*, Springer, Berlin – Heidelberg – New York, 1973.
65. Bombelli R, Santore RF, Poss R. Mechanics of the normal and osteoarthritic hip, a new perspective. *Clin Orthop* 1984; 182; 69.
66. Pauwels F. Mechanical disabilities of the hip and their treatment by adduction osteotomy. *Rev Chir Orthop* 1951; 37: 22.
67. Bergmann G, Rohlmann A, Graichen F. In vivo messung der Hüftgelenksbelastung:Teil: Krankengymnastik. *Z Orthop.* 1989; 127: 672–679.
68. Garden RS. The structure and function of the proximal end of the femur. *J Bone Jt Surg*.1961; 43B: 576–589.
69. Paul A, Toogood BS, Skalak A, Cooperman DR. Proximal femoral anatomy in thenormal human population. *Clin Orthop Relat Res.* 2009; 467: 876–885.
70. Rubin PJ, Lezvray PF, Aubaniac JM, Argenson JN, Esteve P, Roguin BDE. Themorphology of the proximal femur. *J Bone Joint Surg (Br)* 1992; 74-B: 28-32.
71. Resnick D. The ‘tilt deformity’ of the femoral head in osteoarthritis of the hip: a poor indicator of previous epiphysiolysis. *Clin Radiol.* 1976; 27: 355–363.
72. Goodman DA, Feighan JE, Smith AD, Latimer B, Buly RL, Cooperman DR. Subclinical slipped capital femoral epiphysis. Relationship to osteoarthrosis of the hip. *J Bone Joint Surg Am.* 1997; 79 (10): 1489–97.
73. Beck M, Kalhor M, Leunig M, Ganz R. Hip morphology influences the pattern of damage to the acetabular cartilage: femoroacetabular impingement as a cause of early osteo-arthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Br.* 2005; 87 (7): 1012– 18.
74. Siebenrock KA, Wahab KH, Werlen S, Kalhor M, Leunig M, Ganz R. Abnormal

extension of the femoral head epiphysis as a cause of cam impingement. *Clin Orthop Relat Res.* 2004; 418: 54–60.

75. Chan EF, Farnsworth CL, Koziol JA, Hosalkar HS, Sah RL. Statistical shape modeling of proximal femoral shape deformities in Legg-Calvé-Perthes disease and slipped capital femoral epiphysis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2013; 21 (3): 443-9.

76. Wensaas A, Gunderson RB, Svenningsen S, Terjesen T.: Femoroacetabular impingement after slipped upper femoral epiphysis: the radiological diagnosis and clinical outcome at longterm follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 2012; 94 (11):323-329.

77. Nötzli HP, Wyss TF, Stoecklin C. The contour of the femoral head/neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. *J Bone Joint Surg.* 2002; 84 (B): 556–560.

78. Brandt DK. Osteoarthritis. In Harisson principles of internal medicine 2, 15edition, McGraw Hill Com 2003.

79. Sledge CB, Reddi AH, Walsh DA et al. Biologz of the normal joint. Kellz textbook of Reumatologz, 6 thed, Philadelphia: WB Sanders 2001; 9-13.

80. Concoff AL, Kalunian KC. What is the relation between crystals and OA? *Curr Opin Rheumatol* 1999; 436-440.

81. Volpi N. The pathobiology of OA and rationale for using the chondroitin sulfate for its treatment. *Current Drug targets – Immune, Enocrine & Metabolic disorders* 2004; 4: 119-127.

82. Martel Pelletier J et al. Differential gene expression and regulation of the BMP antagonists, follistatin and gremlin in chondrocytes and synovial fibroblasts. *Ann Rheum Dis* 2004; 63 (Supl.1): 63.

83. Huner DJ, Ihang Y, et al. Increase in bone marrow lesions in associated with more rapid cartilage loss: a longitudinal MRI study. *ACR plenary session II program and abstracts of the American college of rheumatology 2003; Abstract S 1067.*

84. Wilson AJ, Murphy WA, et al. Transient osteoporosis: transient bone marrow edema? *Radiology* 1988; 167: 757-760.

85. Newberry WN, Zukosky DK, Haut RC. Subfracture insult to a knee joint causes alterations in the bone and in the functional stiffness of overlying cartilage. *J Ortho Res* 1997; 25: 450 - 455.

86. Harrison MHM, Schajowitz F, Trueta J. Osteoarthrosis of the hip: A study of the nature and evolution of the disease. *J Bone Joint Surg* 1953; 70 – B: 598

87. Green WT, Jun Martin GN, Eanes ED, Sokoloff L. Microradiographic study of the calcified layer of articular cartilage. *Archives of Pathology* 1970; 90: 151.

88. Freeman MAR. The fatigue of cartilage in the pathogenesis of osteoarthrosis. *Acta Orthop Scand* 1975; 46: 323.

89. Lane LB, Villacin A, Bullough PG. The vascularity and remodeling of subchondral bone and calcified cartilage in adult human femoral and humeral heade. An age and stress – related phenomenon. *J Bone Joint Surg* 1977; 59 – B: 272.

90. Azyrna H. Intraosseus pressure as a measure of haemodynamic changes in bone marow. *Angiology* 1986; 15: 396.

91. Arnold CC, Linderholm H, MusbichlerH. Venous engorgment and intraosseus hyper tension in osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg* 1972; 54 – B: 409.

92. Murray RO. The aetiology of primary osteoarthritis of the hip. *Br J Radiol.* 1965; 38: 810–824.
93. Ito K, Kahlnor M, Leunig M, Ganz R. Hip morphology influences the pattern of femoro-acetabular impingement. *Clin Orthop.* 2004; 429: 262–71.
94. Wedge JH, Wasylenko MJ, Houston CS. Minor anatomic abnormalities of the hip joint persisting from childhood and their possible relationship to idiopathic osteoarthrosis. *Clin Orthop.* 1991; 264: 122 - 128.
95. Smith-Petersen M N. Treatment of malum coxae senilis, old slipped upper femoralepiphysis, intrapelvic protrusion of the acetabulum, and coxa plana by means of acetabuloplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 1936; 18: 869 - 880.
96. Siebenrock KA, Schoeniger R, Ganz R. Anterior femoro-acetabular impingement due to acetabular retroversion. *J Bone Joint Surg Am.* 2003; 85: 278–286.
97. Tönnis D, Heinecke A. Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Am.* 1999; 81: 1747–1770.
98. Parvizi J, Leunig M, Ganz R. Femoroacetabular impingement. *J Am Acad Orthop Surgeons.* 2007; 15: 561–570.
99. Murgier J, Espié A, Bayle-Iniguez X, Cavaignac E, Chiron P. Frequency of radiographic signs of slipped capital femoral epiphysiolysis sequelae in hip arthroplasty candidates for coxarthrosis. *Orthopaedics&Traumatology: Surgery & Research.* 2013; 831: 1 - 7.
100. Kuhlman GS, Domb BG. Hip impingement: identifying and treating a common cause of hip pain. *Am Fam Physician.* 2009; 80 (12): 1429-1434.
101. Ganz R, Leunig M, Leunig-Ganz K, Harris WH. The etiology of osteoarthritis of the hip: an integrated mechanical concept. *Clin Orthop Relat Res.* 2008; 466: 264–72.
102. Parvizi J, Leunig M, Ganz R., Femoroacetabular impingement. *J Am Acad Orthop Surg.* 2007; 15: 561 – 570.
103. Lutken P. Bone-bridge formation between the greater trochanter and the femoral head: a normal variation of the pattern of the ossification in the upper end of the femur in adolescence. *Acta Orthop Scand.* 1961; 31: 209–15.
104. Mau H. On the etiology and pathogenesis of ossification disorders of the femur neck and head. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* (In German) 1962; 96: 156–63.
105. Odgers PN. Two details about the neck of the femur: (1) the eminentia, (2) the empreinte. *J Anat.* 1931; 65: 352–62.
106. Pfirrmann CW, Mengiardi B, Dora C, Kalberer F, Zanetti M, Hodler J. Cam and pincer femoroacetabular impingement: characteristic MR arthrographic findings in 50 patients. *Radiology* 2006; 240: 778–85.
107. Doherty M, Courtney P, Doherty S, Jenkins W, Maciewicz RA, Muir K. Nonspherical femoral head shape (pistol grip deformity), neck shaft angle, and risk of hip osteoarthritis: a case–control study. *Arthritis Rheum.* 2008; 58: 3172–82.
108. Reynolds D, Lucas J, Klaue K. Retroversion of the acetabulum: a cause of hip pain. *J Bone Joint Surg Br.* 1999; 81: 281–288.
109. Murphy RJ, Subhawong TK, Chhabra A, Carrino JA, Armand M, Hungerford M. A quantitative method to assess focal acetabular overcoverage resulting from pincer deformity using CT data. *Clin Orthop Relat Res.* 2011; 469: 2846–2854.

110. McBride MT, Muldoon MP, Santore RF, Trousdale RT, Wenger DR. Protrusio acetabuli: diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg.* 2001; 9: 79–88.
111. Ezoe M, Naito M, Inoue T. The prevalence of acetabular retroversion among various disorders of the hip. *J Bone Joint Surg (Am)* 2006; 88 (2): 372-9.
112. Leunig M, Nho SJ, Turchetto L, Ganz R. Protrusio acetabuli: new insights and experience with jointpreservation. *Clin Orthop Relat Res.* 2009; 467: 2241–2250.
113. Leunig M, Beck M, Woo A. Acetabular rim degeneration: A constant finding in the aged hip. *Clin Orthop Relat Res.* 2003; 413: 201-207.
114. Kassarian A, Brisson M, Palmer WE. Femoroacetabular impingement. *Eur J Radiol.* 2007; 63: 29–35.
115. Maheshwari AV, Malik A, Dorr LD. Impingement of the native hip joint. *J Bone Joint Surg Am.* 2007; 89: 2508–2518.
116. Cobb J, Logishetty K, Davda K, Iranpour F. Cams and pincer impingement are distinct, not mixed. *Clin Orthop Relat Res.* 2010; 468: 2143–2151.
117. Abrams GD, Safran MR, Sadri H. Spontaneous Hip Labrum Regrowth After Initial Surgical Débridement. *Clin Orthop Relat Res.* 2013; 13: 112–120.
118. Rang Mercer. Anthology of orthopedics. Livingstone Ltd, Edinburgh and London, 1966.
119. Ollier L. Traite des resections et des operations conservatives qu on peut practiquer sur la sisteme osseux. 1883, Paris.
120. Gluck TH. *Arch Klin Chir* 1891; 41: 234.
121. Jajson M. Total hip replacement. Sector Publising Limited, London, 1972.
122. Hey Groves EW. *Brit J Surg* 1926; 14: 486.
123. Smith – Petersen MN. *J Bone Joint Surg* 1948; 30 – B: 59.
124. Sivaš K. Alloplastica tazobedrenoga sustava. Izdatelstvo Medicina – Moskva, 1967.
125. Law WA. *J Bone Joint Surg* 1962; 44 – A: 1497.
126. Urist R. *J Bone Joint Surg* 1957; 39 – A: 786.
127. Wiles P. *Brit J Surg* 1958; 45: 488.
128. McKeeGK, Watson – Farrar J. *J Bone Joint Surg* 1966; 48 – B: 245.
129. Charnley J. *J Bone Joint Surg* 1960; 42 – B: 28.
130. Charnley J. Arthroplasty of the hip. A new operation. *Lancet* 1961; 1: 129.
131. Dowson D. Modes of lubrication in human joints. Institution of mechanical engineers proceedings of the Symposium on lubrication and wear in living and artefital human joint. 1967; 181, part 31.
132. Bowden FP, Tabor D. The friction and lubrication of solids. Oxford university press, London, 1958.
133. Walker PS. The friction of internal artificial joints. Proceedings of a conference on human locomotor engineering, Institution of mechanical engineers, 1971. joint replacements with surfaces of high elastic modulus. *Proc Inst Mech Eng* 1997; 211(3): 247-56.
135. Puls P, Willert HG. Die reaktion des knochens auf knochenement bei der alloarthroplastik. *Actuele Traumatologie* 1973; 3: 275-283.
136. Charnley J. The reaction of bone to self – curing acrylic cement. *J Bone Joint Surg* 1970; 52B: 340.

137. Siebenrock AK, Fiechter R, Tannast M, Mamisch T, Rechenberg B. Experimental induced Cam impingement in the sheep hip. *J Orthop Res.* 2013 Apr; 580 – 586.
138. Popesko P. *Anatomski atlas domaćih životinja.* Zagreb, 1980.
139. Vijay KG, Drinker H, Panjabi MM, Strongwater A. Selection of an animal model for implant fixation studies: Anatomical aspects. *Yale J Biol Med.* 1982; 55: 113 – 122.
140. Vučinić M, Todorović Z, Vučković S i dr. *Eksperimentalne životinje i eksperimentalni modeli.* Beograd, 2010.
141. Lazennec JY, Laudet CG, Guérin-Surville H, Roy-Camille R and Saillant G: Dynamic anatomy of the acetabulum: an experimental approach and surgical implications. *Surg Radiol Anat.* 1997; 19: 23-30.
142. Wilson JJ, Furukawa M. Evaluation of the patient with hip pain. *Am Fam Physician.* 2014; 89: 27–34.
143. Bedi A, Kelly BT. Femoroacetabular impingement. *J Bone Joint Surg Am.* 2013; 95 (1): 82 - 92.
144. Hananouchi T, Yasui Y, Yamamoto K, Toritsuka Y, Ohzono K. Anterior impingement test for labral lesions has high positive predictive value. *Clin Orthop Relat Res.* 2012 (12); 470
145. Kamegaya M, Saisu T, Nakamura J, Murakami R, Segawa Y, Wakou M. Drehmann sign and femoro-acetabular impingement in SCFE. *J Pediatr Orthop.* 2011; 31: 853–850.
146. Elson R A, Aspinall G R: Measurement of Hip Range of Flexion-Extension and Straight-leg Raising. *Clin Orthop Relat Res.* 2008; 466: 281–286.
147. Kubiak-Langer M, Tannast M, Murphey SB. Range of motion in anterior femoroacetabular impingement. *Clin Orthop Relat Res.* 2007; 458: 117.
148. Wyss TF, Clark JM, Veishaupt D. Correlation between internal rotation and bony anatomy in the hip. *Clin Orthop Relat Res.* 2007; 460: 152–156.
149. American academy of orthopaedic surgeons. *Joint motion. Method of measuring and recording.* Churchill Livingstone Edinburgh London Melbourne and New York 1988.
150. Harris WH. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: Treatment by Mold arthroplasty. An end-results study using a new method of result evaluation. *J Bone Joint Surg.* 1969; 51-A (4): 737 – 746.
151. Mirjana K. *Fizikalni agensi u prevenciji heterotopičnih osifikacija posle implantacije totalne endoproteze kuka.* Doktorska disertacija. Univerzitet Niš 2000.
152. Brooker AF, Bowerman JW, Robinson RA, Riley LH. Ectopic ossification following total hip replacement. *J Bone Joint Surg.* 1973; 55-A: 1629 – 1632.
153. Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH, Campbell J, Stitt LW. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol.* 1988; 15: 1833 - 40.
154. Whitehouse SL, Lingard EA, Katz JN, Learmonth ID. Development and testing of a reduced WOMAC function scale. *J Bone Joint Surg [Br].* 2003; 85-B: 706 - 11.
155. Bellamy N. *WOMAC osteoarthritis index. User guide IV.* 2000.
156. Hawker G, Melfi C, Paul J, Green R, Bombardier C. Comparison of a generic (SF-36) and a disease specific (WOMAC) (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index) instrument in the measurement of outcomes after knee replacement surgery. *J*

Rheumatol. 1995; 22: 1193 - 6.

157. Ryser L, Wright BD, Aeschlimann A, Mariacher-Gehler S, Stucki G. A new look at the Western Ontario and McMaster Universities osteoarthritis index using rasch analysis.

Arthritis care res. 1999; 12: 331 - 5.

158. Darin D, Yi-Meng Yen, Alan M J, Sippy O and Young-Jo Kim. Responsiveness of the SF-36 and WOMAC following periacetabular osteotomy form acetabular dysplasia. J Bone Joint Surg. 2011; 93: 2214 - 8.

159. Roos EM, Klässbo M, Lohmander LS. WOMAC osteoarthritis index.

Reliability, validity, and responsiveness in patients with arthroscopically assessed osteoarthritis. Western Ontario and MacMaster Universities. Scand J Rheumatol. 1999; 28: 210 - 5.

160. Dunn DM. Anteversion of the neck of the femur: a method of measerment. J Bone joint Surg Br. 1952; 34: 181 – 186.

161. Mose K. Methods of measuring in Legg-Calve-Perthes disease with special regard to the prognosis. Clin Orthop Releat Res. 1980; 150: 103–109.

162. Tonnis D. Normal values of the hip jointfor the evalution of x-rays in children and adults. Clin Orthop.1976; 119:39 – 47.

163. Meyer DC, Beck M, Ellis T, Ganz R, Leuning M. Comparation of six radiographic projections of assess femoral head/neck aspzhericity. Clin Orthop Relat Res. 2006;445: 181 – 185.

164. Audenaert E, Van Houcke J, Maes B, Vanden Bossche L, Victor J, Pattyn C. Range of motion in femoroacetabular impingement. Acta Orthop Belg. 2012; 78 (3): 327 - 32.

165. Dorr LD, Faugere MC, Mackel AM et al. Structural and cellular assessment of bone quality of proximal femur. Bone 1993; 3: 231 – 242.

166. Mladenović D. Uloga spoljne fiksacije u zbrinjavanju preloma kostiju karlice i donjih ekstremiteta. Magistarski rad, Niš, 1994.

167. Micić I. Biološki i biomehanički aspekti pseudoartroza dugih kostiju i mogućnosti savremenog lečenja. Doktorska disertacija, Niš, 2004.

168. Lavigne M, Kalhor M, Beck M, Ganz R, Leunig M. Distribution of vascular foramina around the femoral head and neck junction: relevance for conservative intracapsular procedures of the hip. Ortho Clin North Am. 2005;36 :171 – 76.

169. Gautier E, Ganz K, Krugel N, Gill T, Ganz R. Anatomy of the medial femoralcircumflex artery and its surgical implications. J Bone Joint Surg Br. 2000; 82-B: 679 - 83.

170. Terry SC, James HB. Campbell`s operative orthopaedics, 12th edition

171. Schonbrunner P. Die Druckscheibenendoprothese als neue Alternative der Huftendoprothetik. Dissertation. Medizinischen fakutet der Heinrich-Heine-Universitat Dusseldorf 2003.

172. Rajesh Malhotra. Total hip arthroplasty. Jaypee brothers medical publishers(p) ltd. New Delhi-Panama Sity-London 2012.

173. Mankin HJ. The reaction of articular cartilage to injury and osteoarthritis(first of two parts). N Engl J Med. 1974; 291: 1285 – 1292.

174. Mankin HJ. The reaction of articular cartilage to injury and osteoarthritis(second of two parts). N Engl J Med. 1974; 291: 1335 – 1340.

175. Mladenović M, Micić I, Anđelković Z, Mladenović D, Stoilković P. Unusual case of mixed form of femoroacetabular impingement combined with nonspecific synovitis of the hip joint in a young adult – A case report. *Vojnosanit Pregl.* 2015; 72 (12): 1132 – 1135.
176. Allen D, Beaulé PE, Ramadan O, Doucette S. Prevalence of associated deformities and hip pain in patients with cam type femoroacetabular impingement. *J Bone Joint Surg Br.* 2009; 91-B: 589 – 94.
177. Gosvig KK, Jacobsen S, Sonne-Holm S. Prevalence of malformations of the hip joint and their relationship to sex, groin pain, and risk of osteoarthritis: a population-based survey. *J Bone Joint Surg Am.* 2010; 92: 1162–1169.
178. Leunig M, Jüni P, Werlen S, Limacher A, Nüesch E, Pfirrmann CW, Trelle S, Odermatt A, Hofstetter W, Ganz R, Reichenbach S. Prevalence of cam and pincer-type deformities on hip MRI in an asymptomatic young Swiss female population: a cross-sectional study. *Osteoarthritis Cartilage.* 2013; 21(4): 544 - 50.
179. Gerhardt MB, Romero AA, Silvers HJ, Harris DJ, Watanabe D, Mandelbaum BR. The prevalence of radiographic hip abnormalities in elite soccer players. *Am J Sports Med.* 2012; 40 (3): 584 - 588.
180. Hack K, Di Primio G, Rakhra K, Beaulé PE. Prevalence of cam-type femoroacetabular impingement morphology in asymptomatic volunteers. *J Bone Joint Surg Am.* 2010; 92 (14): 2436 - 2444.
181. Johnson AC, Shaman MA, Ryan TG. Femoroacetabular impingement in former highlevel youth soccer players. *Am J Sports Med.* 2012; 40 (6): 1342 - 1346.
182. Ipach I, Mittag F, Walter C, Syha R, Wolf P, Kluba T. The prevalence of acetabular anomalies associated with pistol-grip-deformity in osteoarthritic hips. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2013; 99 (1): 37 - 45.
183. Matic S, Andjelkovic Z. Evaluation of the pain in diagnosis of hip disease in athletes. *Apoillinem medicum et aesculapium.* 2010; vol 8; br 4: 19 - 2.
184. Ng VY, Arora N, Best TM, Pan X, Ellis TJ. Efficacy of surgery for femoroacetabular impingement: a systematic review. *Am J Sports Med.* 2010; 38: 2337 - 2345.
185. Rimmasch A, Ravert P. Femoroacetabular impingement: a guide to diagnosis in primary care. *J Nurse Pract.* 2013; 9: 606 - 611.
186. Snow SW, Keret D, Scarangella S, Bowen JR. Anterior impingement of the femoral head: a late phenomenon of Legg-Calve- Perthes' disease. *J Pediatr Orthop.* 1993; 13: 286 - 289.
187. Masjedi M, Nightingale CL, Azimi DY, Cobb JP. The three-dimensional relationship between acetabular rim morphology and the severity of femoral cam lesions. *Bone Joint J.* 2013; 95-B (3): 314 - 9.
188. Vukašinovic Z, Spasovski D, Živkovic Z. Femoroacetabularni sudar kao posledica Leg Calve-Pertesove bolesti. *Srp Arh Celok Lek.* 2011; 139 (11-12): 834 – 837.
189. Laborie LB, Lehmann TG, Engesæter IO, Engesæter LB, Rosendahl K. Is a positive femoroacetabular impingement test a common finding in healthy young adults? *Clin Orthop Relat Res.* 2013; 15: 324 - 331.
190. Agricola R, Bessems JH, Ginai AZ, et al. The development of Cam-type deformity in adolescent and young male soccer players. *Am J Sports Med.* 2012; 40 (5): 1099 - 1106.

191. Gosvig KK, Jacobsen S, Sonne-Holm S. The prevalence of cam-type deformity of the hip joint: a survey of 4151 subjects of the copenhagen osteoarthritis study. *Acta Radiol.* 2008; 49: 436 - 441.
192. Eijer H, Leunig M, Mahomed MN, Ganz R. Anterior femoral headneck off-set: a method for measurement. *Hip Int.* 2001; 11: 37–41.
193. Johnston TL, Schenker ML, Briggs KK, Philippon MJ. Relationship between offset angle alpha and hip chondral injury in femoroacetabular impingement. *Arthroscopy.* 2008; 24: 669 - 675.
194. Fraitzl CR1, Kappe T, Pennekamp F, Reichel H, Billich C. Femoral head-neck offset measurements in 339 subjects: distribution and implications for femoroacetabularimpingement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013; 21 (5): 1212 - 7.
195. Mladenovic D, Andjelkovic Z, Vukašinovic Z, Mitkovic M, Milenkovic S, Micic I, Mladenovic M. Early clinical results of surgical treatment of patients with femoroacetabular impingement. *Srp Arh Celok Lek.* 2014 May - Jun;142 (5-6): 325 - 329.
196. Mladenović M, Anđelković Z, Micić I, Mladenović D, Stoiljković P, Milenković T. Surgical dislocation of the hip in patients with femoroacetabular empingement: Surgical techniques and our experience. *Vojosanit Pregl* 2015; 72 (11): 1004 – 1009.
197. Ho-Hyun Yun, Won-Yong Shon, Ji-Yeol Yun. Treatment of femoroacetabular impingement with surgical dislocation. *Clin Orthop Surg.* 2009; 1: 146 – 153.
198. Peters CL, Erickson JA. The etiology and treatment of hip pain in the jounge adult. *J Bone Joint Surg Am.* 2006; 88: 20-26.
199. Audenaert E, Van Houcke J, Maes B, Vanden Bossche L, Victor J, Pattyn C. Range of motion in femoroacetabular impingement. *Acta Orthop Belg.* 2012; 78 (3): 327 - 32.
200. Andjelkovic Z. Kvantification of cam efect in patients with femoroacetabulare impingement using a method of measuring two alfa angle. *Apoillinem medicum et aesculapium.* 2009 (in Serbian); vol 7; br. 1 - 2: 1 - 8.
201. Tonnis D. Normal values of the hip joint for the evaluation of X-rays in children and adults. *Clin Orthop.* 1976; 119: 39–47.
202. Sutter R, Dietrich TJ, Zingg PO, and Pfirrmann CW. How Useful Is the Alpha Angle for Discriminating between Symptomatic Patients with Cam-type Femoroacetabular Impingement and Asymptomatic Volunteers? *Radiology.* 2012; 31; 264 (2): 514 - 21.
203. Barton C, Salineros MJ, Rakhra KS, Beaulé PE. Validity of the alpha angle measurement on plain radiographs in the evaluation of cam-type femoroacetabular impingement. *Clin Orthop Relat Res.* 2011; 469: 464–469.
204. Clohisy JC, Carlisle JC, Trousdale R, Kim YJ, Beaulé PE, Morgan P, Steger-May K, Schoenecker PL, Millis M. Radiographic evaluation of the hip has limited reliability. *Clin Orthop Relat Res.* 2009; 467: 666–675.
205. Gerhardt MB, Romero AA, Silvers HJ, Harris DJ, Watanabe D, Mandelbaum BR. The prevalence of radiographic hip abnormalities in elite soccer players. *Am J Sports Med.* 2012; 40 (3): 584 - 588.
206. Mardones MR, Gonzales C, Chen Q, Zobitz M, Kaufman KR. Surgical treatment of femoroacetabular impingement: evaluation of the effect of the size of the resection. *J Bone Joint Surg Am.* 2005; 87: 273 - 278.

207. Bergmann G, Dueretzbacher G, Heller M, Graichen F, Rohlmann A, Strauss J, Duda GN. Hip contact forces and gait patterns from routine activities. *J Biomech.*2001; 34:859 - 71.
208. Maheshavari VA, Malik A, Dorr DL. Impingement of the native hip joint. *J Bone Joint Surg Am.* 2007; 89: 2508 - 2518.
209. Beck M, Leuing M, Parvizi J. Anterior femoroacetabular impingement: part II. Midterm results of surgical treatment. *Clin Orthop.* 2004; 418: 67 - 73.
210. Wilson AS, Cui Q. Current concepts in management of femoroacetabular impingement. *World J Orthop.* 2012; 18; 3 (12): 204 - 11.
211. Murphy S, Tannast M, Kim Y. Debridement of the adult hip for femoroacetabular impingement: indications and preliminary clinical results. *Clin Orthop.* 2004; 429:178 - 181.
212. Leunig M, Beck M, Kalhor M, Kim YJ, Werlen S, Ganz R. Fibrocystic changes at anterosuperior femoral neck: prevalence in hips with femoroacetabular impingement. *Radiology.* 2005; 236: 237 - 246.
213. Siebenrock K A, Behning A, Mamisch TC & Schwab JM. Growth plate alteration precedes cam-type deformity in elite basketball players. *Clin Orthop Relat Res.* 2013; 471: 1084–1091.
214. Angel JL. The reaction area of the femoral neck. *Clin Orthop* 1964; 32: 130 - 42.
215. Peters CL, Erickson JA. Treatment of femoroacetabular impingement with surgical dislocation and debridement in young adults. *J Bone Joint Surg Am.* 2006; 88:1735 - 1741.
216. Maheshavari VA, Malik A, Dorr DL. Impingement of the native hip joint. *J Bone Joint Surg Am.* 2007; 89: 2508 - 2518.
217. Outerbridge RE. The etiology of chondromalacia patellae. *Clin Orthop Relat Res.* 2001; 389: 5 - 8.
218. Mai K, Verioti C, Casey K, Slesarenko Y, Romeo L, Colwell CJ. Cementless femoral fixation in total hip arthroplasty. *Am J Orthop.* 2010; 39: 126 – 30.
219. Lombardi AV Jr Berend KR, Mallory TH, Skeels MD, Adams JB. Survivorship of 2000 tapered titanium porous plasma – sprayed femoral components. *Clin Orthop Relat Res.* 2009; 467: 146 – 54.
220. Berend KR, Mallory TH, Lombardi AV, Dodds KL, Adams JB. Tapered cementless femoral stem: Difficult to place in varus but performs well in those rare cases. *Orthopedics* 2007; 30: 295 – 7.
221. Khalily C, Lester D. Results of a tapered cementless femoral stem implanted in varus. *J Arthroplasty* 2002; 17: 463 – 6.
222. Mladenović M, Micić I, Stoiljković P, Milenković S, Mladenović D. First experience with the Fitmore hip stem – of 16 months of follow-up. *Vojnosanit Pregl* 2015; / in press/
223. Hing C, Back D, Bailey M, Young D, Dalziel R, Shimmin A. The results of primary Birmingham hip resurfacings at a mean of five years. *J Bone Joint Surg Br.* 2007; 89-B: 1431
224. David SS, Louis K, John K, Robert TK, Declan B, Tony A, Ed MP, TSI study group members. JISRF Classification system for short stem uncemented tha. *Joint Implant Surg and Research Found.* Chagrin Falls, Ohio, 2012.
225. Guske K. Management factorials in tha. Short stems for total hip arthroplasty. Initial experience with Fitmore stem. *J Bone Joint Surg Br* 2012; 94: 47 -51.

226. Zeh A, Weise A, Vasarhelyi B, Bach AG, Wohlrab D. Medium – term results of the Mayo short – stem hip prosthesis after avascular necrosis of the femoral head. *Z Orthop Unfall* 2007; 149: 200-5.
227. Bieger R, Ignatius A, Decking R, Claes L, Reichel H, Durselen L. Primary stability and strain distribution of cementless hip stems as a function of implant desing. *Clin biomech Bristol, Avon* 2012; 27(2): 158 – 64.
228. Pepke W, Nadorf J, Ewerbeck V, Streit MR, Kinkel S, et al. Primary stability of the Fimore stem: biomechanical comparison. *Int Orthop* 2014; 38: 483 – 8.
229. Hofmann AA, Skrzynski MC, Leg-length inequality and nerv palsy in total hip arthroplasty: a lawyer awaits! *Orthopedics*. 2000; 23 (9): 943 – 4.
230. Clark CR, Huddleston HD, Schoch EP, Thomas BJ. Leg-length discrepancy after total hip arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg*.2006; 14 (1): 38 – 45.
231. Pritchett J. Nerve injury and limb lengthening after hip replacement. Treatment by shortening. *Clin Orthop Relat Res*. 2004; 418: 168 – 71.
232. Ranawat CS, Rao RR, Rodriguez JA, Bhende HS. Correction of limb length inequality during total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2001; 16 (6): 715 – 20.
233. Ruszkowski I, Orlić D, Muftić O. Endoproteza zgloba kuka. *Jugoslovenska medicinska naklada, Zagreb*, 1985.
234. Long WT, Door LD, Healy B, Perry J. Functional recovery of noncemented total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*.1993; 288: 73 – 77.
235. McLaren AC. Prophylaxis with Indomethacin for heterotopic bone. *J Bone Joint Surg*. 1990; 72-A: 245 – 247.
236. Kjaersgaard-Andersen P, Pedersen P, Kristensen SS, Schmidt SA, Pedersen NW. Serum alkaline phosphatase as an indicator of heterotopic bone formation following total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1988; 234: 102 – 109.
237. Rosendahl S, Cristoffersen JK, Norgaard K. Para-articular ossification following hip replacement. *Acta Orthop Scand*. 1977; 48: 400 – 404.
238. Nollen AJG, Slooff TJH. Para-articular ossification after total hip replacement. *Acta Orthop Scand*. 1973; 44: 230 -241.
239. Pellegrini VD, Gregoritch SJ. Preoperative irradiation for prevention of heterotopic ossification following total hip replacement. *J Bone Joint Surg*. 1996; 78-A: 870 – 881.
240. Ahrengart L, Lindgren U. Heterotopic bone after hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1993; 293: 153 – 159.
241. Boitzky A, Zimmerman H. Komplikationen bei totalprozesen der hufte. *Acta Orthop Unfall-Chir*. 1969; 66: 192.
242. Duun PS, Chrintz H, Appelquist E, Vedel P. The effect of ketoprofen on heterotopic bone formation after hip arthroplasty. *Acta Orthop Scand*. 1994; 65Suppl 256.
243. Amstutz HC, Fowble VA, Schmalzried TP, Dorey FJ. Short-course indomethacin prevents heterotopic ossification in a high-risk population following total hip replacement. *J Arthroplasty*. 1997; 12 (2):126 – 132.
244. Cella JP, Salvati EA, Sculco TP. Indomethacin for the prevention of heterotopic ossification following total hip replacement. *J Arthroplasty*. 1988; 3 (3): 229 – 234.

245. D Lima DD, Urquhart AG, Buehler KO, Walker RH, Colwel CW Jr. The effect of the orientation of the acetabular and femoral components on the range of motion of the hip at different head - neck ratios. *J Bone Joint Surg Am.* 2000; 82: 315 – 21.
246. D Lima DD, Chen PC, Colwel CW Jr. Optimizing acetabular component position to minimize impingement and reduce contact stress. *J Bone Joint Surg Am.* 2001; 83: 87 – 91.
247. Yamaguchi M, Akisue T, Bauer TW, Hashimoto Y. The spatial location of impingement in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2000; 15: 305 – 13.
248. Heaton K, Door LD. Surgical release of iliopsoas tendon for groin pain after total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2000; 17: 779 – 81.
249. Malik A, Maheshwari A, Door LD. Impingement with total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am.* 2007; 89 (8): 1832 – 42.
250. Little NJ, Busch CA, Gallager JA, Rorabeck CH, Bourne RB. Acetabular polyethylene wear and acetabular inclination and femoral offset. *Clin Orthop Relat Res.* 2009; 467 (11): 2895 – 2900.

BIOGRAFIJA AUTORA

Dr Marko Mladenović je rođen u Leskovcu 29. aprila 1981.god. od oca Desimira i majke Ljiljane.

Osnovnu i srednju školu završio je sa odličnim uspehom u Leskovcu 2000.godine. Završio je Medicinski fakultet Univerziteta u Nišu 27.decembra 2007.god. sa prosečnom ocenom studiranja 8,14.

Od 01. avgusta 2009.god.u stalnom je radnom odnosu na Klinici za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Medicinskog fakulteta u Nišu.

Specijalizaciju iz ortopedske hirurgije i traumatologije je počeo 22. Novembra 2012.godine.

Završio je doktorske akademske studije, u trajanju od tri godine, od 2012.- 2015.god.

U junu 2014. godine boravio je u Salzburg (Austrija), pod pokroviteljstvom American Austrian Foundation, i postao član AAF.

Učesnik je velikog broja domaćih i inostranih stručnih skupova i autor je brojnih stručnih radova.

Trenutno je na završnoj godini specijalizacije iz ortopedsko traumatološke hirurgije KC Niš.

Oženjen, otac dvoje dece.



Универзитет у Нишу

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем да је докторска дисертација, под насловом

УЛОГА ХИРУРШКИХ ПРОЦЕДУРА У ПРЕВЕНЦИЈИ И ЛЕЧЕЊУ ОСТЕОАРТРОЗА КУКА НАСТАЛИХ МОРФОЛОШКИМ ПРОМЕНАМА ВРАТА БУТНЕ КОСТИ

која је одбрањена на Медицинском факултету Универзитета у Нишу:

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да ову дисертацију, ни у целини, нити у деловима, нисам пријављивао/ла на другим факултетима, нити универзитетима;
- данисам повредио/ла ауторска права, нити злоупотребио/ла интелектуалнусвојину других лица.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци, који су у вези са ауторством и добијањем академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада, и то у каталогу Библиотеке, Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Нишу, као и у публикацијама Универзитета у Нишу.

У Нишу,

Аутор дисертације: Марко Д. Младеновић

Потпис аутора дисертације:



Универзитет у Нишу

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНОГ И ЕЛЕКТРОНСКОГ ОБЛИКА
ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Име и презиме аутора: Марко Д. Младеновић

Наслов дисертације:

**УЛОГА ХИРУРШКИХ ПРОЦЕДУРА У ПРЕВЕНЦИЈИ И ЛЕЧЕЊУ
ОСТЕОАРТРОЗА КУКА НАСТАЛИХ МОРФОЛОШКИМ ПРОМЕНАМА
ВРАТА БУТНЕ КОСТИ**

Ментор: Проф. др Иван Мицић

Изјављујем да је штампани облик моје докторске дисертације истоветан електронском облику, који сам предао/ла за уношење у **Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу**.

У Нишу,

Аутор дисертације: Марко Д. Младеновић

Потпис аутора дисертације:



Универзитет у Нишу

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Никола Тесла“ да, у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, унесе моју докторску дисертацију, под насловом: Наслов дисертације:

УЛОГА ХИРУРШКИХ ПРОЦЕДУРА У ПРЕВЕНЦИЈИ И ЛЕЧЕЊУ ОСТЕОАРТРОЗА КУКА НАСТАЛИХ МОРФОЛОШКИМ ПРОМЕНАМА ВРАТА БУТНЕ КОСТИ

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском облику, погодном за трајно архивирање. Моју докторску дисертацију, унету у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons), за коју сам се одлучио/ла.

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

(Молимо да подвучете само једну од шест понуђених лиценци; опис лиценци дат је у Упутству).

У Нишу,

Аутор дисертације: Марко Д. Младеновић

Потпис аутора дисертације:
