UTJECAJ GEOMETRIJE KUKA ŽENA POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE NA PREDVIĐANJE PRIJELOMA KUKA

Gašpar, Drago

Doctoral thesis / Disertacija

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Medicine / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:152:389102

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Medicine Osijek





SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
MEDICINSKI FAKULTET OSIJEK

Drago Gašpar

UTJECAJ GEOMETRIJE KUKA ŽENA POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE NA PREDVIĐANJE PRIJELOMA KUKA

Doktorska disertacija

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
MEDICINSKI FAKULTET OSIJEK

Drago Gašpar

UTJECAJ GEOMETRIJE KUKA ŽENA POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE NA PREDVIĐANJE PRIJELOMA KUKA

Doktorska disertacija

Osijek, 2017.

Doktorska disertacija je izrađena u Općoj županijskoj bolnici Požega pod mentorstvom prof. dr. sc. Božidara Šebečića.
Rad ima 63 lista, 7 tablica i 11 slika.

Posebno zahvaljujem mentoru prof. dr. sc. Božidaru Šebečiću na uloženom trudu, podijeljenom znanju i iskazanom strpljenju pri izradi ovoga rada.

Zahvaljujem se:
- prof. dr. sc. Željku Glaviću, dr. med., ravnatelju OŽB Požega,
- prim. Ljubi Begiću, dr. med., pročelniku Službe za kirurgiju OŽB Požega,
- Duji Gveriću, dr. med., voditelju Odjela traumatologije i ortopedije i
- Katici Milinković, dr. med., voditeljici Odjela za kliničku radiologiju na razumijevanju i ukazanom mi povjerenju.

Zahvaljujem i kolegama:
- doc. dr. sc. Damiru Matokoviću, dr. med., ortopedu,
- Dinku Podsedniku, dr. med., traumatologu,
- Draženu Đuroviću, dr. med., spec.opće kirurgije,
- Bruni Dokoziću, dr. med., specijalizantu traumatologije i ortopedije,
- Jasmini Kovačević, dr. med. spec.,
- i posebno dr. sc. Tomislavu Crnkoviću, dr. med., ortopedu, za sve ove godine zajedničkog rada na zbrinjavaju traumatiziranih te pomoći u izradi ovog rada.

Hvala!

Neizmjerna hvala medicinskim sestrama Odjela traumatologije i ortopedije OŽB Požega!
Velika hvala i medicinskom osoblju Odjela radiologije OŽB Požega!

Svima još jednom hvala na svoj ukazanoj pomoći pri izradi ovog rada!

Mojoj Višnji i našem Domagoju!

SADRŽAJ

1. Uvod 1

1.1. Osvrt na dosadašnja istraživanja i spoznaje o geometriji kuka u predviđanju prijeloma kuka 1

1.1.1. Mjere kuka 3

1.1.2. Istaknuti radovi geometrije kuka 5

1.1.3. Metode slikovnog prikaza kuka i određivanja otpornosti kuka 10

1.2. Razlika prikaza kuka u dosadašnjim radovima s anatomskom stvarnošću 11

1.3. Čimbenici koji određuju geometriju kuka 13

1.3.1. Životna dob i proces starenja 13

1.3.2. Težina i visina 14

1.3.3. Fizička aktivnost 14

1.3.4. Spol 15

1.3.5. Estrogen 15

1.3.6. Rasa 15

1.3.7. Geni 16

1.3.8. Kvaliteta djetinjstva 16

1.3.9. Broj poroda 16

1.4. Tip prijeloma i geometrija kuka 16

1.5. Analiza metodologija dosadašnjih radova geometrije kuka 18

2. Hipoteza 20

3. Ciljevi istraživanja 21

4. Pacijenti i metodologija 22

4.1. Ustroj studije 22

4.2. Pacijenti 22

4.3. Metodologija 24

4.3.1.Metodologija određivanja osovina i mjera 24

4.3.2. Mjere geometrije drugih autora 27

4.3.3. Uređaji korišteni u radu 28

4.3.4. Korištene formule u radu 29

4.3.5. Statistička analiza 29

5. Rezultati 30

5.1. Rezultati za prijelom vrata bedrene kosti 30

5.2 Rezultati za prijelom trohantera 35
6. Rasprava 39
7. Zaključak 48
8. Sažetak 50
9. Summary 52
10. Popis literature 54
11. Životopis 63

KRATICE

eng. - engleski jezik

sur. - suradnici

BDM (*eng.*- bone mineral density)- mineralna gustoća kosti

BMI (*eng.*-body indeks mass)- indeks tjelesne mase

HAL (*eng.*-hip axsis lenght)- dužina osovine kuka

FAL (*eng.* femoral axsis lenght)- dužina osovine vrata bedrene kosti

Q kut- kut između osovine dijafize i osovine vrata bedrene kosti

AW (*eng.* acetabular width)- širina acetabuluma

FNW (*eng.* Femoral neck width)- širina vrata bedrene kosti

LIPD (*eng.* largest internal pelvis diametar)- najveći nutarnji promjer zdjelice

SOPD (*eng.* smollest outside pelvis diametar)- najmanji vanjski promjer zdjelice

TMA (*eng.* true momen arm)- pravi krak sile

SOS (*eng.* superior ossal segment)- gornji koštani odsječak

IOS (*eng.* inferior ossal segment) donji koštani odsječak

ROC curve (*eng.* receiver operating characteristic curve)- krivulje primajučih operativnih karakteristika

M(±SD)- srednja vrijednost sa jednom (1) standardnom devijaciom

OŽB- Opća županijska bolnica

CT- kompjuterizirana tomografija

1. UVOD

Prijelom kuka je značajan osobni, obiteljski i javno-zdravstveni problem koji narušava kvalitetu života pacijenta i njegove obitelji te povećava troškove zdravstvenog sustava (1, 2, 3). U prvih godinu dana od zadobivene povrede, smrtnost radi prijeloma kuka kreće se u rasponu od 20 % do 36 % (2, 3, 4). Nadalje, statistički podaci pokazuju da oko 50 % pacijenata s prijelomom kuka ne povrati ni približno funkcionalno stanje kretanja i opće fizičke aktivnosti koju su imali prije prijeloma (1, 2, 3, 4).

Prijeloma kuka je posljedica pada u 95 % slučajeva, dok preostalih 5 % prijeloma je posljedica oštećenja zloćudnim bolestima. Jednom godišnje padne oko 25 % do 30 % starijih od 65 godina života, a na oko pet padova u navedenoj dobi javlja se jedan prijelom (5). Pacijenti s prijelomom kuka zauzimaju od 25 % do 50 % odjelnih kapaciteta traumatoloških odjela općih bolnica (1, 5, 6). Na svjetskoj razini godišnje oko 1.700.000 osoba zadobije prijelom kuka (1, 2, 3) te je procijenjeno da će se za narednih 30 godina taj broj povećati na 6.500.000 osoba (4, 5, 6, 7). Procjena godišnjih troškova liječenja za 340 000 prijeloma kuka u SAD-u je od 10 do 14 milijardi USD (4, 5, 6, 7).

Zadnjih deset godina u Republici Hrvatskoj, prosječno 4 900 pacijenata godišnje, starijih od 65 godina, zadobije jedan od oblika prijeloma kuka (8). Prema navedenoj statistici za očekivati je da će od posljedica prijeloma kuka čak oko 1 200 žena umrijeti u prvoj godini, što je više ili barem jednako broju umrlih od zloćudne bolesti dojke i vrata maternice zajedno. Uz dužno poštovanje prema navedenim oboljelim, svim preventivnim akcijama ranog otkrića zloćudne bolesti dojke ili vrata maternice, i uz sav društveni angažman oko ove dvije bolesti, gotovo 1 200 žena u Republici Hrvatskoj „potiho“ umire radi prijeloma kuka.

Sve gore navedeno dobar je razlog za preventivno dijagnosticiranje osoba s rizikom za prijelom kuka.

1.1. Osvrt na dosadašnja istraživanja i spoznaje o geometriji kuka u predviđanju prijeloma kuka

Procjena rizika prijeloma kuka temeljem geometrije kuka, sa ili bez podatka o mineralnoj gustoći kosti kuka (BMD *eng*.– bone mineral density), pokazala se kao dobar instrument u dijagnostici rizičnih za prijelom, s obzirom na stupanj osjetljivosti i specifičnosti (8 – 25).

Otpornost kuka prema novonastaloj sili prilikom udarca u kuk pri padu ovisi o samoj veličini sile udara, ali i o geometriji kuka te BMD. Geometrija kuka određuje put novonastale

sile udara od točke udarca do mjesta loma i predstavlja neovisnu varijablu od BMD (9 – 25). Ova varijabla otpornosti kuka nakon burnih promjena razvoja kuka u djetinjstvu, i u odrasloj dobi je podložna utjecaju različitih čimbenika koji određuju geometriju kuka.

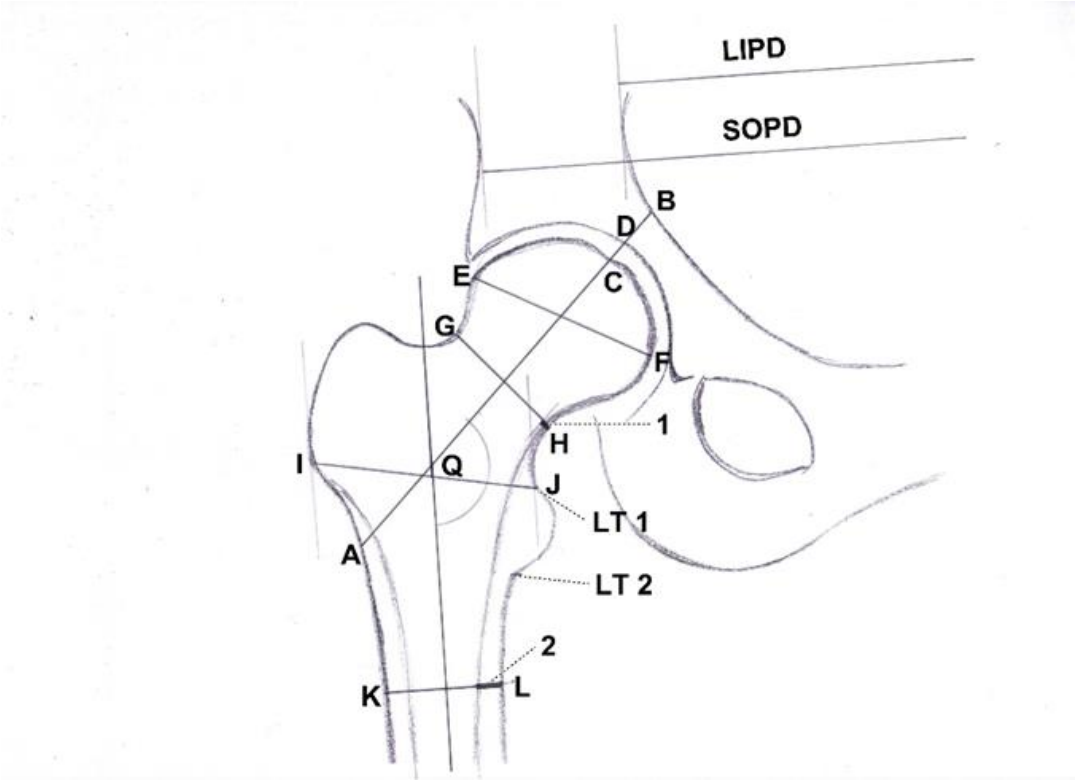
Navedene promjene su neusporedivo manje i sporije od promjena kojim je podložna promjena mineralne gustoće kostiju (10 – 14). BMD je podložna promjenama uvjetovanim endokrinološkim bolestima (šećerna bolest, bolesti štitne žlijezde), hormonalnim nadomjesnim liječenjem, gladovanjem i neuravnoteženom prehranom, dugotrajnom imobilizacijom, smanjenom fizičkom aktivnošću te brojnim lijekovima od antidepresiva do hipolipidemika i antidiabetika (26 – 31).

Pojam „geometrija kuka“ prvi put je spomenut godine 1832. u radu autora Cooper AA pod nazivom „Treatise on dislocationes and fractures of joints“ (33). U navedenom radu autor koristi navedeni pojam iznalazeći odgovore iz područja ortopedije, ali prije svega forenzične medicine. Phillips i suradnici 1975. objavljuju rad pod nazivom „Prediction of strenght of the neck of femur from its radiological appearance“ u kojem su po prvi put određene mjere geometrije kuka iz nalaza radiograma u anterio-posteriornoj projekciji (34).

Radovi autora kao što su Cratbree, Elffors, Isaac, Partanen, Lotz, Alonso, Center, Gnudi, Micheloti, Boonen, Bergot i drugi, objavljeni 90-tih godina prošlog stoljeća potvrđuju geometriju kuka neovisnom varijablom u odnosu na BMD u predviđanju prijeloma (8- 25). Drugi radovi koji su uslijedili u tom vremenu prikazuju kuk kao konstrukciju čiju čvrstoću u građevinskom smislu definira kvaliteta materijala, geometrija konstrukcije i stupanj opterećenja. Ovako opisani prikaz kuka prvi je upotrijebio Hayes (34), a potom prihvatili i potvrdili u svojim radovima autori Alho, Einhorn, Leivher (10- 13).

Opisana čvrstoća kuka u građevinskom smislu izrečena biomedicinskim rječnikom ovisi o BMD, geometriji zgloba kuka i stupnju opterećenja kuka, a koji mjerimo indeksom tjelesne mase (BMI) i podatkom o veličini akumulirane energije pri povredi. Geometrija kuka je pouzdana za predviđanje prijelome kuka i neovisna je od varijabli kao što su dob pacijenta, BMI i BMD (10 – 29).

1.1.1. Mjere kuka



SLIKA 1.1. Najčešće korištene mjere kuka u dosadašnjim radovima geometrije kuka (autor: Drago Gašpar, 2016.)

Slika 1.1: AB-HAL (Hip axsis lenght); AC - FAL (Femoral axsis lenght); Q kut - kut između osovine dijafize i osovine vrata bedrene kosti; BD - AW - širina acetabuluma; EF - promjer glave; GH - FNW- širina vrata bedrene kosti; IJ - TW- širina trohantera; KL - promjer dijafize mjerena tri cm ispod donjeg ruba malog trohantera (LT2); LT1 - gornji rub malog trohantera: 1 - debljina kortikalisa vrata; 2 - debljina kortikalisa dijafize; LIPD - najveći nutarnji promjer zdjelice; SOPD - najmanji vanjski promjer zdjelice.

Mjere HAL, FAL i kut Q su mjere geometrije kuka, a preostale mjere su radiogrametrijske mjere.

HAL (*eng*. Hip axis lenght - dužina osovine kuka) je udaljenost od vanjskog ruba trohantera do nutarnjeg ruba acetabuluma, duž vratne osovine. Faulkner i sur. (9) prvi su pokazali povezanost između dužeg HAL i povećanog rizika prijeloma vrata nadkoljenice. Povezanost povećane dužine ove mjere za prijelome vrata bedrene kosti, utvrdili su i drugi

autori, ali ne i za trohanterne prijelome (36, 37). Međutim, pojedini autori (18, 20, 37, 38) nisu našli navedenu poveznicu veće dužine HAL i većeg rizika prijeloma. Karlsson i Detrakis, upravo suprotno, nalaze veći rizik za prijelom pri kraćem HAL (39, 40).

FAL *(eng*. Femoral neck axis lenght - dužina osovine vrata bedrene kosti) je kraća mjera od HAL za širinu kosti acetabuluma i virtualni prostor zgloba. Dužina ove mjere također je u pozitivnoj korelaciji s povećanim rizikom za prijelom (41, 42, 43). U literaturi su prikazani različiti nalazi stupnja statistički značajne povezanosti dužine FAL i rizika prijeloma (41, 42, 43). Razlika u dužini FAL je statistički značajnija u skupini sa trohanternim prijelomima od skupine s prijelomom vrata bedrene kosti (44, 45, 46). Za razliku od HAL, varijabilnost povezanosti dužine i prijeloma je manja, tako da negativni nalazi ne pokazuju kraći FAL u prijelomnoj skupini u odnosu na kontrolnu, nego nepostojanje statistički značajne razlike (46). Za biomehanička testiranja na uzorcima skeleta, dakle bez mišićno-vezivnog tkiva, moguće je jedino koristiti navedenu mjeru FAL. Bergot (26) je preporučio međumjeru između ove dvije mjere, a koja je udaljenost od centra glave do intertrohanterne linije te ju predstavlja kao bolju za razlikovanje prijelomne od kontrolne skupine. Većina drugih autora nije potvrdila originalni nalaz navedenog autora.

FNW (*eng*. femoral neck width - širina vrata bedrene kosti) je najuži presjek vrata bedrene kosti. U dosadašnjim radovima redovito je prikazivan okomitim na vratnu osovinu koja prolazi centrom glave femura i sredinom vrata. Vrat je širi u skupini pacijenata s prijelomom vrata, podjednako i u muških i ženskih pacijenata (21, 25, 37, 40, 44). Veličina ove mjere je podložna životnoj dobi, visini, težini, endokrinom statusu i rasnoj pripadnosti, i ovisi o drugim mjerama kuka (17, 21, 43, 44, 47, 48). U radovima pojedinih autora ova mjera kuka je, ili manja u prijelomnoj skupini (49), ili nema statističke značajnosti razlike između prijelomne i kontrolne skupine (50). Ova mjera pripada mjerama radiogrametrije koje nisu predmet istraživanja ove disertacije. FNW navodim samo u kontekstu sustavne greške konstrukcije mjera geometrije kuka, pri čemu ova mjera ima značajno mjesto.

Q ili NS kut je kut između osovina dijafize i vrata bedrene kosti. Pojedinim autorima je poznat kao i Caput collum diaphysis (CCD) kut (51). U humanoj anatomiji veličina navedenog kuta je između 120° – 135° (52) te je statistički značajnije veći u skupini pacijenata s prijelomom kuka (19, 21, 24, 36, 40, 53, 54, 55). U skupini s prijelomom vrata bedrene kosti, za razliku od skupine s prijelomom trohanterne regije, navedeni kut je veći, ali ne statistički značajno (53, 54). Općenito, povećani Q kut je povezan s većim rizikom prijeloma kuka (36, 55).

AW (*eng*. acetabular width) je širina acetabuluma izmjerena u produžetku osovine vrata te je dio HAL, umanjenog za veličinu FAL i veličinu intraartikularnog prostora zgloba kuka. Dužina ove mjere je statistički značajnije veća u skupini pacijenata s prijelomom vrata bedrene kosti od skupine s prijelomom trohanterne regije (46, 56).

Druge mjere korištene u dosadašnjim radovima geometrije kuka jesu debljina kortikalisa dijafize, debljina kortikalisa vrata, širina trohanterne regije (TW) i širina glave bedrene kosti koje pripadaju prethodno spomenutoj radiogrametriji. Korištene su i mjere koje pripadaju zdjelici kao što su najveći unutarnji i najmanji vanjski promjer zdjelice, a koje izlaze iz okvira zanimanja ovoga rada (19). Slika 1.1.

1.1.2. Istaknuti radovi geometrije kuka

Od brojnih radova iz područja geometrije kuka posebno ističem rad Faulknera i sur. iz 1993. godine pod nazivom „Simple measurement of femoral geometry predicts hip fracture: the study of osteoporotic fracture“ (9). Navedeni rad postaje gotovo obavezan citat u do sada objavljenim radovima geometrije kuka u kojima autori uspoređuju dijagnostičku vrijednost svojih mjera geometrije kuka u predviđanju osoba rizičnih za prijelom kuka prema mjerama Faulknera i suradnika.

Faulkner i sur. (9) su utvrdili zajedničku upotrebu mjera geometrije kuka i nalaza denzitometrije boljom metodom u procjeni rizika za prijelom kuka nego što je to sam nalaz denzitometrije. Mjere geometrije kuka autori određuju iz slike denzitometra. Smjer navedenog HAL autori definiraju vratnom dužinom koja prolazi sredinom vrata i na kojoj je i centar glave a dužina HAL je određena točkama sjecišta vratne osovine i lateralnog ruba trohantera i unutarnjeg ruba acetabuluma. Najuži presjek vrata (FNW) je okomit na HAL. Q ili NS kut autori određuju kao kut koji zatvara vratna i dijafizna osovina bedrene kosti. Naglašavam, vratna osovine prolazi sredinom vrata i uključuje centar glave. Opisana definicija mjera geometrije kuka dalje se ponavlja u velikoj većini radova koji slijede nakon navedenog rada.

Rezultati istraživanja Faulknera i sur. pokazali su statistički značajnu razliku između prijelomne skupine i kontrolne, jedino u dužini HAL, dok su ostale mjere podjednake u obje skupine. Približno za 4 mm duži HAL dovodi do dvostruko većeg rizika za prijelom kuka. Ostale mjere su podjednake u obje, kako u prijelomnoj, tako i u kontrolnoj skupini (9). Analizom utjecaja dobi i mineralne gustoće kosti utvrđeno je kako mjere geometrije kuka predstavljaju rizik za prijeloma kuka neovisno o dobi i mineralnoj gustoći kosti te kako je mineralna gustoća kosti povezana s dobi, dok HAL nije povezan s dobi, ni s mineralnom gustoćom bedrene kosti (9).

Utjecaj geometrije gornjeg dijela bedrene kosti i zdjelice na rizik te tip prijeloma kuka analiziraju Partanen i sur. (19). Oni uočljivije nego do sada razdvajaju nepatološke prijelome vrata i trohanterne prijelome uključivši u svoju studiju 43 prijeloma vrata bedrene kosti i 27 trohanternih prijeloma. Definiraju varijable mjerene iz slike anterio-posteriornog radiograma zdjelice i gornjeg kraja bedrene kosti. Za mjerenje zdjelice koriste unutarnji najveći promjer i najmanji vanjski promjer zdjelice, dok za mjerenje kuka koriste HAL, FAL, širinu acetabuluma i promjer glave bedrene kosti koji prolazi kroz centar glave. U njihovom prikazu kuka vratna osovina prolazi sredinom vrata, dok je centar glave sastavni dio osovine. Širina vrata bedrene kosti na najužem dijelu je okomita na vratnu osovinu. Od ostalih mjera kuka koriste širinu trohantera i širinu dijafize, debljinu kortikalisa vrata, dijafize te kut između vrata i dijafize bedrene kosti. Rezultati ovog istraživanja pokazuju da su pacijenti s trohanternim prijelomima prosječno stari 77 godina života te im je prosječni indeks tjelesne mase 22,8 kg/m^2, dok su pacijenti s prijelomom vrata bedrene kosti prosječno stari 73 godine života, a prosječni indeks tjelesne mase je 24,5 kg/m^2.

Kut vrata bedrene kosti i dijafize je veći u prijelomnoj u odnosu na kontrolnu skupinu te u skupini s prijelomom vrata bedrene kosti, u odnosu na trohanternu prijelomnu skupinu. Između navedenih dvaju tipova prijeloma njihove kortikalne dimenzije, HAL, FAL, kao i promjeri vrata i glave bedrene kosti statistički značajno se ne razlikuju. Mineralna gustoća kosti je jednaka u oba tipa prijeloma. Autori nisu spomenuli kako su odredili vratnu osovinu bedrene kosti, osim da se centar glave bedrene kosti nalazi na vratnoj osovini iste, koja prolazi sredinom vrata, a najuži promjer vrata bedrene kosti je okomit na navedenu osovinu.

Mautalen i sur. (46) na sličan način određuju do sada spomenute mjere geometrije kuka. Temeljem njihova prikaza anatomije bedrene kosti osovina vrata bedrene kosti prolazi centrom glave bedrene kosti čiji je promjer okomit na navedenu osovinu.

Autori Gregory i Asped (54) prikazuju u svom radu kao općenito prihvaćenu činjenicu definiciju vratne osovine bedrene kosti u kojoj je sadržan centar glave na osovini, a najuži promjer vrata je okomit na osovinu. Štoviše, ističu da je kut koji zatvaraju osovine vrata i dijafize poznat kao i Caput-Collum- Diaphysis (CCD) kut. Prema njihovoj definiciji, centar glave je smješten na vratnoj osovini, ali ne kao aktivni dionik u određivanju dužina i kuteva mjera geometrije kuka, već kao pasivni, dodani element vratu. Pri tome ne definiraju način određivanja vratne osovine bedrene kosti.

Ulusoy i sur. (57) 2008. u metodologiji svoga rada vratnu osovinu definiraju kao središnji pravac duž vrata bedrene kosti na koj je centar glave. Navedena definicija prikazuje glavu centriranom na vrat bedrene kosti dok je najuži dio vrata okomit na vratnu osovinu. Autori

u navedenom radu predstavljaju novu mjeru nazvanu true moment arm (TMA). True moment arm (*eng.*- pravi krak sile) je izračunata formulom TMA= sin(Q kut-90°)x FAL.

True moment arm (*eng.*- pravi krak sile) objedinjuje dužinu osovine vrata bedrene kosti i kuta kojeg određuje položaj vratne i dijafizne osovine. Navedena mjera je mjerena u milimetrima i u pozitivno je povezana svojom veličinom prema količini prenesene lomne energije na vrat bedrene kosti. Prilikom pada na stranu i udarca u područje velikog trohantera, vektori se dijele na dvije komponente. Jedna je paralelna s osovinom dijafize a jedna je okomita na dijafizu. Medijalni rub glave je pri tome oslonac i TMA predstavlja pravi krak sile. Većim krakom sile, prenosi se više sile, odnosno veći je moment sile te time i veća količina energije po vratu bedrene kosti, objašnjavaju autori (57). Nadalje, autori su predložili FAL, Q kut i TMA kao moguće testove dijagnosticiranja rizičnih osoba za prijelom kuka te stoga testiraju specifičnost, odnosno sposobnost testa da dijagnosticira stvarno nerizične i osjetljivost, odnosno stvarno rizične za prijelom kuka. U rezultatima njihovog rada, TMA se pokazao osjetljiviji i specifičniji od dotada najkvalitetnijih mjera geometrije kuka, odnosno FAL i NS kuta (Q kut).

Isacc i sur. (18) godine 1997. u svom radu koriste definiciju kuta osovine vrata bedrene kosti i dijafize bedrene kosti kako su je definirali Singht i Bhasin još 1989. Kut osovine vrata bedrene kosti i dijafize je spoj dvaju pravaca koji su jednako udaljeni od rubova vrata bedrene kosti, odnosno rubova dijafize. Autori zaključuju da je određivanje osovine dijafize jednostavnija od određivanja osovine vrata bedrene kosti. Razlog takvom zaključku je vjerojatno u činjenici da je vrat više trapezoidnog izgleda za razliku pravokutnog izgleda dijafize (58). Isacc i sur. (18) koriste središnju točku spojnice konkavnosti spoja glave bedrene kosti i vrata te središnju točku intertrohanternog grebena vrata, a konkavnost spoja glave bedrene kosti i vrata je točka prelaska zaobljenosti glave u vratnu ravninu.

Pri tome je centar glave jedna od točaka vratne osovine kroz koju prolazi dijametar najvećeg promjera glave. Vrijednost ovog rada je sadržana u rezultatu koji pokazuje kako su mjere geometrije lijevog i desnog kuka jednake.

Robinovich (59) je godine 1991. u svom eksperimentu, između ostaloga, pokazao kako zdjelica te time i acetabulum nema ulogu u nastanku prijeloma kuka, s tim da se autor nije izjasnio o kojoj se vrsti prijeloma radi.

Hordon i Peacock u rezultatima svoga rada zaključuju kako biomehanika pada ne doprinosi određivanju tipa prijeloma kuka (60).

Gluer i sur. (56) 1994. također poistovjećuju kut vrata bedrene kosti i njegove dijafize s Caput-Collum-Diaphysis (CCD) kutom, pri čemu naglašavaju da dužina osovine prolazi

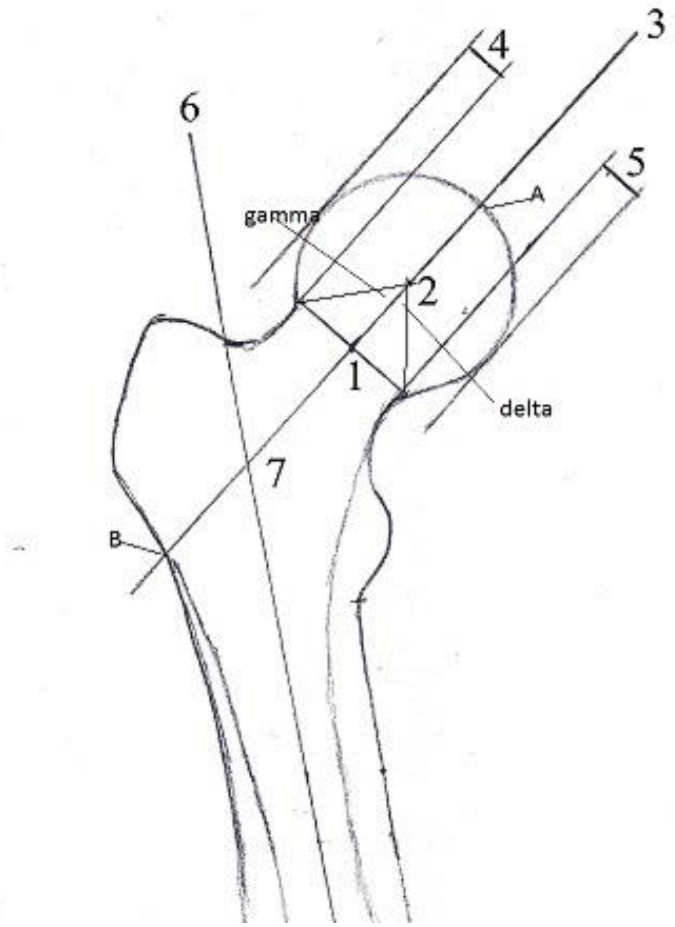
centrom glave i sredinom vrata bedrene kosti. Tako definiranu osvinu nazivaju „caput-collum axis“.

Paton (61) se godine 2006. u definiciji vratne osovine bedrene kosti koristi sa središnjom točkom vrata koja se nalazi na najužem dijelu vrata bedrene kosti i jednako je udaljena od gornjeg i donjeg ruba slike vrata bedrene kosti prikazane na radiogramu u ap projekciji. Druga točka ove definicije je sam centar glave. U rezultatima ovoga rada autor prikazuje statistički značajnu razliku (p= 0,021) za žene za HAL u skupini prijeloma, bez obzira na tip prijeloma, vratni ili trohanterni, dok su dijametri glave i vrata u obje skupine, bez obzira na spol i tip prijeloma, statistički bez razlike. Definira i novu mjeru geometrije kuka nazvanu „dužina vrata“, a koja predstavlja udaljenost od sredine intertrohanternog grebena do spojnice gornje i donje točke konkavnosti, odnosno točaka prijelaza zaobljenosti glave u vratnu ravninu, prema osnovnoj ideji Isacca i suradnika iz 1997. (18). Prema Patonovom prikazu položaja glave prema vratu, može se zaključiti da glava prema vratu je centrirana, unaprijed definirana i predstavlja ekstenziju vratu.

Malnar i sur. (51) godine 1996. osovinu vrata bedrene kosti određuju centrom glave i središnjom točkom vrata. Centar glave je točka kružnice koja je jednaka zaobljenosti glave u dvije trećine. Druga važna točka je središnja točka vrata bedrene kosti, odnosno središnja točka najužeg dijela vrata. Položaj osovine dijafize bedrene kosti vizualno procijenjuju te kut između opisanih osovina nazivaju pravim anatomskim kutom između vrata bedrene kosti i dijafize („true anatomical neck-shaft angle“). Prema definiciji osovine vrata bedrene kosti navedenih autora i glava i vrat bedrene kosti sudjeluju u određivanju osovine vrata bedrene kosti. Možemo zaključiti da je i u ovoj definiciji vratne osovine bedrene kosti, glava samo centriran nastavak vratu.

G.I. i M.J. Lim (62) godine 2011. pomoću geometrije kuka procjenjuju rizik prijeloma kuka u populaciji Južnokoreanaca. Pri tome se u definiciji vratne osovine bedrene kosti koriste terminom srednje vratne osovine („midl cervical axis“) koju je odredio računalni program za obradu slike digitalnog radiografa. Centar glave je na navedenoj osovini vrata bedrene kosti, a najuži dio vrata je okomit na navedenu osovinu. Vrijednost njihova rada je u tome što autori posebno uspoređuju rizike za nastanak trohanternog i vratnog prijelome bedrene kosti. Utvrdili su da rizik za trohanterni prijelom povećava veći HAL i veći kut osovina vrata bedrene kosti i dijafize u odnosu na mjere radiogrametrije (širine dijafize, glave i vrata), a neovisno od mineralne gustoće kosti trohantera. Isto tako, prema navedenim autorima mineralna gustoća kosti vrata bolje predviđa prijelome vrata bedrene kosti od mjera geometrije i radiogrametrije.

Ovo poglavlje zaključujem originalnom slikom koja prikazuje gotovo rednovan prikaz gornjeg kraja bedrene kosti u dosadašnjim radovima geometrije kuka. U ovakvom prikazu glava je centrirani nastavak vrata bedrene kosti, njezin centar je na osovini bedrene kosti te položaj glave prema vratu ne sudjeluje u određivanju smjera i dužina ili veličina mjera geometrije kuka kao što su HAL, FAL, Q (NS) kut i TMA. Najuži promjer vrata (FNW) je okomit na vratnu osovinu. Ovakvim prikazom odnosa glave i vrata bedrene kosti i kutovi konkavnosti gamma i delta su jednaki.



SLIKA 1.2. Ustaljen prikaz odnosa glave i vrata bedrene kosti u dosadašnjim radovima geometrije kuka. Objašnjenje u nastavku teksta. (autor: Drago Gašpar, 2016.)

U dosadašnjim radovima geometrije kuka ustaljen je prikaz vratne osovine bedrene kosti (3) definirane kao središnjeg pravca na kojem je centar glave (2) unaprijed određen. Vratna osovina bedrene kosti određena je jednako udaljenom točkom najužeg dijela vrata bedrene kosti (1) koja je okomita na središnji pravac. Gornji koštani odsječak (4) te donji koštani odsječak

(5) definiraju translatacijski kvocijent (SOS/IOS) koji je u ovakvom prikazu 1. Opisanim prikazom kuka glava je centrirana ekstenzija vrata što je u suprotnosti s ljudskom anatomijom (64). Naime, translatacijski kvocijent (SOS/IOS) u ljudskoj anatomiji je različit od 1 te kutovi konkavnosti gamma i delta nisu jednaki. Epifizealni ožiljak ovdje prikazan kao najuža spojnica vrata okomita je na vratnu osovinu što nije u ljudskoj anatomiji. Osovina dijafize (6) i kut osovina vrata i dijafize (7) te AB dužina koja je FAL, osnovni su elementi geometrije kuka, Slika 1.2.

1.1.3. Metode slikovnog prikaza kuka i određivanja otpornosti kuka

Denzitometrijom se kvantificira status kostiju pacijenta mjereći mineralni sadržaj na kvadratni centimetar koštanog tkiva. Metoda se temelji na mjerenju apsorpcije gama zraka pri prolasku kroz koštano tkivo. Uspješnost ove metode ovisi o uređaju, položaju pacijenta, udaljenosti kamere od objekta snimanja, dakle isto kao i kod klasične radiografije. Za provođenje istraživanja u više različitih sredina s različitim uređajima potrebna je kalibriranost denzitometra prema etalonu poznate gustoće što predstavlja znatnu organizacijsku poteškoću u provođenju takvih istraživanja.

Sredinom 80-tih godina prošlog stoljeća razvijeni su računalni programi kojima se mjeri otpornost kostiju kombinacijom izmjerene geometrije kuka i koštanom distribucijom što može koristiti u predviđanju prijeloma (69). Ova tehnika prikaza otpornosti kuka nije prihvatljiva u dnevnoj upotrebi radi slabe mogućnosti reproduciranja rezultata, složenosti i skupoće uređaja (69). Računalni programi određuju sljedeće faktore: SF (safety risk) je rizik nastanka prijeloma vrata bedrene kosti pri hodu; FI (Fall indeks) je rizik nastanka prijeloma prilikom stvorene sile pri padu i udarcu na veliki trohanter; C stress (total compresive stress) je ukupna kompresivna sila na najslabijoj točki stvorena pri hoda ili padu i uračunava SF i FI; CSMI (cross-section moment of inertia) je koštana je mjera otpornosti prilikom savijanja (70).

CT i MR daju mogućnost prikaza zgloba kuka u tri dimenzije, međutim CT može imati dodatnu korist u volumetrijskim izmjerama, ali zbog cijene pretrage i slabije rezolucije od klasičnoga radiograma u istraživanju geometrije kuka ne koristi se rutinski, a osim toga i pacijenti su izloženi visokim dozama zračenja što za istraživanje predstavlja ozbiljno etičko pitanje (71, 72).

Godine 1975. Phillips i sur. (34) su među prvima objavili istraživanje u kojemu su proučavali geometriju zgloba kuka iz radiograma. Ova slikovna metoda i dalje je najčešća metoda prikaza kukova. Njene prednosti nalazimo u niskoj cijeni izrade, lakoj dostupnosti opreme, malim dozama zračenja kojima su izloženi pacijenti i osoblje. Metoda omogućava

prikaz debljine kortikalisa i dimenzije zdjelice što nije moguće denzitometrijom (19, 21, 44, 65). Rezultat radiograma zdjelice puno je osjetljiviji na položaj pacijenta od denzitometrije zgloba kuka (26, 65). Zbog toga preporučujem "Bristol" položaj pacijenta (66) koji daje najcjelovitiji prikaz vrata bedrene kosti i trohanterne regije (66). U ovom položaju pacijent leži na leđima sa zdjelicom i nogama u istoj ravnini, pete su odmaknute za dužinu stopala a palčevi spojeni, odnosno noge su u unutarnjoj rotaciji od 15° do 30° prema zamišljenoj sagitalnoj ravnini, dok je cijev RTG-e aparata pozicionirana na udaljenosti 100 cm od stidne kosti. Ovaj položaj pacijenta najbolje prikazuje vrat bedrene kosti i mnogi istraživači geometrije kuka u svojim radovima koriste upravo taj položaj (9, 15, 16, 19, 36, 44, 49, 56, 57) iako ga nazivaju drugačije.

1.2. Razlika prikaza kuka u dosadašnjim radovima s anatomskom stvarnošću

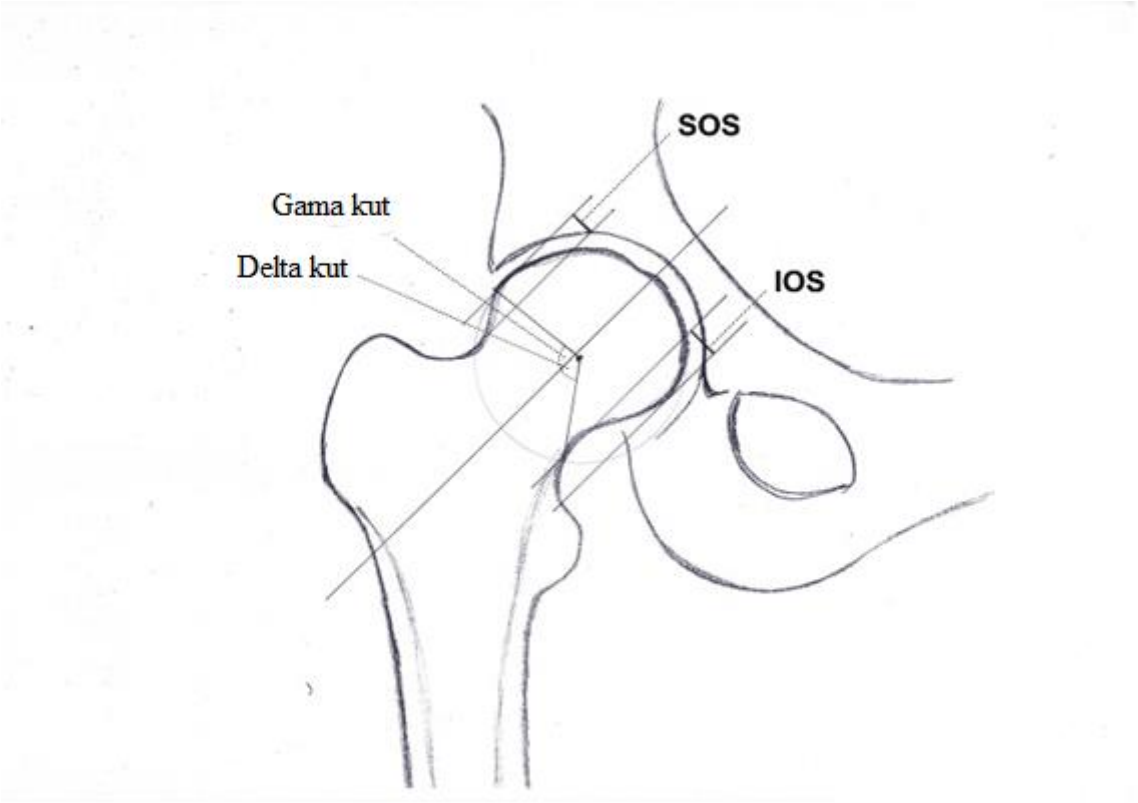
Odnos glave i vrata bedrene kosti translatacijom, rotacijom i konkavnošću spoja glave i vrata bedrene kosti definirali su Toogood, Nakamura, Ito, Siebenrock i Notzi sa suradnicima (64, 73, 74, 75, 76). Translatacija glave i vrata bedrene kosti je opisana kvocijentom gornjeg i donjeg koštanog odsječka (SOS/IOS) u radiogramu kuka u ap projekciji. Slika 1.3.

Gornji koštani odsječak je okomita udaljenost dvaju paralelnih pravaca s osovinom vrata bedrene kosti od kojih je jedan pravac tangencijalan s konkavnošću vrata, a drugi tangencijalan s konkavitetom glave bedrene kosti. Jednako je određen i donji koštani odsječak. Kvocijent donjeg i gornjeg odsječka kosti (SOS/IOS) je u normalnoj ljudskoj anatomiji različit od 1 (64). Rotacijski odnos glave i vrata opisan je kutom koji čini osovina vrata i epifizealni ožiljak (AP epifizealni kut) koji se ponekad na radiogramu teško očitava (64, 73-76). Iz navedenog razloga, rotacijski odnos glave i vrata bedrene kosti neću dalje razmatrati.

Notzli i sur. (76) definirali su konkavnost spoja glave i vrata gamma i delta kutom. Slika 1. 3. Gamma kut je određen osovinom vrata bedrene kosti i osovinom koja prolazi kroz točku C (centar glave bedrene kosti) te prve točke na kortikalnoj gornjoj površini spoja glave i vrata koja napušta idealni krug, a koji opisuje idealnu zaobljenost glave bedrene kosti (64, 76). Jednako je definiran i delta kut, ali spojem točke C i točkom na donjem kortikalisu vrata (31). U normalnoj ljudskoj anatomiji gamma i delta su različiti (64, 73 – 76).

Usporedbom Slike 1.2. i Slike 1.3. uočavamo sljedeće: vratna osovina bedrene kosti definirana točkom 2 - centar glave i točkom 1- jednako udaljene točke na najužem dijelu vrata na Slici 1.2. nije u skladu s gore navedenim anatomskim činjenicama. Glava bedrene kosti je obična centrirana ekstenzija u odnosu na vrat bedrene kosti. Dosada korištene mjere hip axis

lenght (HAL), femoral axis lenght (FAL) i Q kut te izračunati TMA prihvačaju centrirani odnos glave i vrata bedrene kosti kao jedino mogućim. Zaključujem da ovakvim dosadašnjim prikazom odnosa glave i vrata bedrene kosti nije uključena normalna ljudska anatomija.

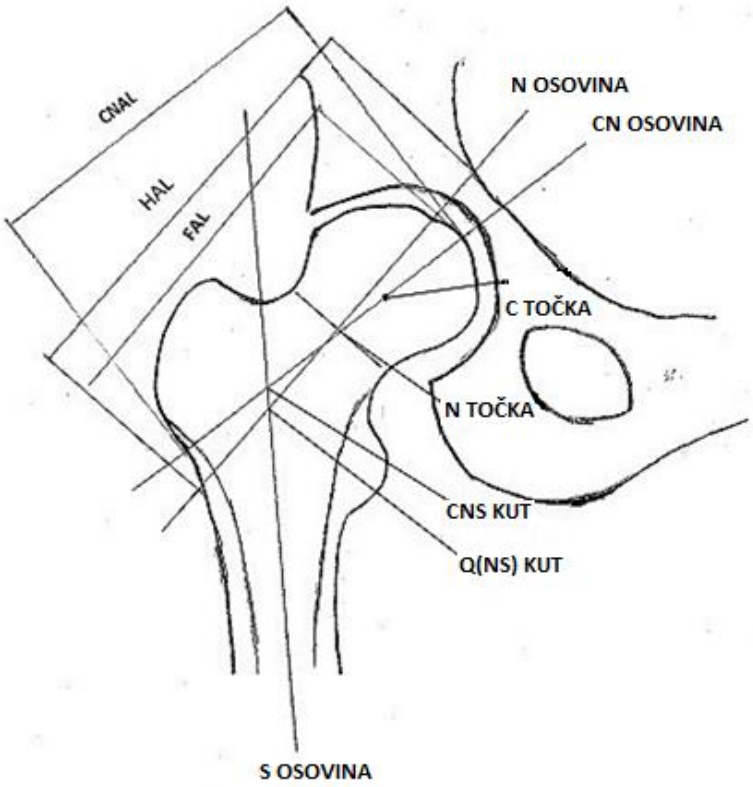


SLIKA 1.3: Anatomski odnos glave i vrata bedrene kosti. Objašnjenje u tekstu. (autor: Drago Gašpar, 2016)

Temeljem dosadašnjih saznanja o anatomskom odnosu glave i vrata bedrene kosti predlažem nove mjere geometrije kuka. Predložene mjere geometrije kuka definirane su prema CN osovini (eng.- caput-neck axis) čiji je pravac određen položajem anatomskog centra glave (C točka) i točkom koja je jednako udaljena od rubova na najužem dijelu vrata (N točkom). Ovako definirana osovina vrata bedrene kosti određuje CNAL (eng.-caput neck axis length) odnosno dužinu na CN osovini određenoj točkom sjecišta lateralnog ruba trohantera i CN osovine te točkom sjecišta CN osovine i ruba glave bedrene kosti. Nadalje, CNS kut je kut između osovina CN i dijafize bedrene kosti (S osovina), Slika 1.4.

Predloženom novom definicijom mjera geometrije kuka anatomski centar glave (C točka) određuje pravac vratne osovine bedrene kosti pri čemu je kvocijent translatacije (SOS/IOS) različit od 1 i gamma i delta kutovi nisu jednaki.

CNTMA (eng. caput neck true moment arm) izračunat je jednadžbom CNTMA= sin(CNS angle-90°)xCNAL, isto kao i za TMA prema Ulusoy i sur. (57).



SLIKA 1.4. Prikaz razlike anatomski usuglašenih mjera geometrije kuka i dosadašnjih mjera geometrije kuka. Objašnjene u tekstu s predhodne stranice. (autor: Drago Gašpar, 2016)

1.3. Čimbenici koji određuju geometriju kuka

1.3.1. Životna dob i proces starenja

Nakon 15-ste godine života mjere geometrije kukova su iste kao i u odrasloj dobi, ali kuk je i dalje dinamičan objekt kojeg mijenjaju različiti čimbenici (77).

Tijekom djetinjstva geometrija kukova prolazi intenzivne promjene sve do 15-ste godine života. U toj dobi dimenzije kuka dosežu dimenziju kuka odrasle dobi (78, 79). Dijete do godine dana života ima široki vratno-dijafizni kut i do 146°, ali učenjem hodanja, kao i početkom opterećenja kukova težinom, kut osovina vrata bedrene kosti i dijafize se ubrzano smanjuje do 136° u petoj godini života (80, 81). Takve promjene u odrasloj dobi su neusporedivo sporije.

Starenjem dolazi do povećanja širine dijafize i širine vrata bedrene kosti uz progresivno razrjeđenje kortikalisa i smanjenja mehaničke otpornosti (82). Starenjem i uključenim deficitom estrogena žene imaju ubrzanu stopu gubljenja tkiva kosti. Smanjuje se udio čvrste kortikalne kosti i povećava udio spužvaste (spongiozne), slabije otporne sastavnice kosti, odnosno kvocijent kortikalne i spongiozne kosti se smanjuje (21, 83). Smanjenjem debljine kortikalisa tijekom starenja, zahvaljujući periostalnom odgovoru, duge kosti se šire te povećavaju mehaničku nosivost (84, 85, 86). Vrat bedrene kosti nema ovaj nadomjesni odgovor (84, 85, 86).

1.3.2. Težina i visina

Rezultati dosadašnjih istraživanja dobro dokumentiraju podatak da krupnija tjelesna građa, samim time i veće mjere geometrije kukova, ima i veći BMD što pridonosi posljedičnom smanjenju rizika nastanka prijeloma kuka (87, 88). Veća tjelesna težina je povezana s većim indeksom tjelesne mase podjednako i u žena i u muškaraca (16).

Prema istraživanju Becka i sur. (70) žene gubitkom više od 5% tjelesne težine pokazuju veće subperiostalno širenje u vratu bedrene kosti i smanjenje debljine kortikalisa što dovodi do povećane krhkosti. Sličnog nalaza su Peackok i sur. (48) koji u svom radu zaključuju da pad tjelesne težine dovodi do širenja vrata zbog tanjih zidova kostiju i time većeg rizika prijeloma. Krupnija tjelesna građa povezana je s većim HAL, FAL i većom glavom bedrene kosti. Smanjenjem tjelesne građe smanjena je otpornost od savijanja i loma u dijafizi više nego u vratu bedrene kosti (48).

1.3.3. Fizička aktivnost

Već u ranom djetinjstvu početkom hodanja, odnosno povećanja nosivog opterećenja kukova dramatično se mijenja geometriju kuka. Zanimljiv je rad Anderson i Trinkaus (52) koji istražuju Q kut moderne, srednjovjekovne i prethistorijske populacije. Od populacije skupljača hrane u stalnom hodu i stalnog opterećenja kukova težinom tijela i dodatnim teškim nosivim opterećenjem, do pretežno sjedeće, slabo tjelesno aktivne današnje, urbane populacije, kut između osovine dijafize i osovine vrata bedrene kosti (Q kut) raste. Isti autori nalaze različitost promjena Q kuta i između muškaraca i žena u predhistorijskoj, srednjevjekovnoj i modernoj

populaciji od -4,4° do +6,5°, uz obrazloženje da različitost u fizičkoj aktivnosti među spolovima ima veću ulogu u određivanju Q kuta od samog spola (52).

Koštani presjeci medvjeda ljenjivaca koji tijekom života uglavnom vise na granama drveća pokazuju gubitak organizacije strukture spongiozne, spužvaste, kosti gornjeg kraja bedrene kosti što bitno smanjuje čvrstoću kosti (86). Modifikacija kortikalne, čvrste, kosti prema stupnju fizičke aktivnosti događa se mnogo sporije od spongiozne, spužvaste kosti (87). S obzirom na odnos kortikalne i spongiozne kosti vrat bedren kosti sastoji se od 75 % spongiozne kosti i 25 % kortikalne, a trohanterna regija do 90 % spongiozne i 10 % kortikalne kosti (46). Prema navedenom, opravdano je pretpostaviti kako fizičke aktivnosti više modificiraju geometriju trohanterne regije nego geometriju vrata bedrene kosti.

1.3.4. Spol

U svojim istraživanjima Looker i sur. (89) utvrdili su da je otpornost kuka na savijanje i torzione sile u muškaraca veća od žena i nakon korekcije veličine tijela. Obrazloženje nalaze u debljem kortikalisu i vrata i dijafize bedrene kosti. Istraživanja se nadalje pokazala da veličina HAL je podjednaka i u prijelomnoj i kontrolnoj skupini muškaraca (85), dok je HAL značajno drugačiji u ženskim skupinama prijeloma i kontrole (9, 14, 15, 16, 18-28). Starenjem muškaraca BMI se sporije smanjuje u odnosu na žene (85). Navedene razlike muškog i ženskog spola očito su posljedica različitih hormonalnih statusa (85).

1.3.5. Estrogen

Estrogena terapija smanjuje koštani gubitak te smanjuje rizik prijeloma kuka (67, 90, 91).

Beck i sur. (70) razvrstali su žene starije od 65 godina u tri skupine: stalni korisnici, povremeni i skupina žena koja ne koristi estrogenu terapiju. Našli su deblji kortikalis vrata i dijafize bedrene kosti u skupini stalnih korisnika estrogene terapije u odnosu na druge dvije skupine, kao i povećanu otpornost na savijanje i torziju.

Zanimljiv je zaključak navedene studije kako korisnici estrogena imaju veću razliku mehaničke čvrstoće kuka od kontrolne skupine nego što su njihove razlike u mineralnoj gustoći kostiju (70). Gotovo svi farmaceutski pripravci i prehrana u većoj ili manjoj mjeri utječu na čvrstoću kuka koja premašuje čvrstoću kosti promjenom BMD (27, 28, 29, 30).

1.3.6. Rasa

Žene crne rase imaju veću koštanu masu, deblji kortikalis vrata i dijafize bedrene kosti, kraći HAL i manju intertrohanteričnu širinu u usporedbi sa ženama bijele rase (92). Prostorni raspored bedrene kosti je u žena crne rase drugačiji od žena bijele rase jer imaju dužu dijafizu

s užim medularnim kanalom i deblji kortikalis, što rezultira većom čvrstoćom i većom otpornošću kukova na prijelom žena crne rase od žena bijele rase sličnih godina (90).

Istraživanjem Nakamura i sur. (93) nalaze manju koštanu masu vrata bedrene kosti Japanki u odnosu na žene bijele rase, ali i otpornost kuka na lom pri padu 40% veću od žena bijele rase. Japanke također pokazuju gotovo za 50% nižu incidenciju prijeloma kuka od žena bijele rase, iako imaju u prosjeku niži BMD (93). Objašnjenje za ovaj rezultat nalazi se u kraćem HAL i manjem Q kutu Japanki (90).

Razliku geometrije kuka u različitim etničkim skupinama prema bijeloj rasi kasnije nalaze i drugi autori (92, 94, 95).

1.3.7. Geni

Današnji rezultati radova genetike i kuka uvelike nadmašuju okvire i interes ovog rada te iznosimo osnovna saznanja. Istraživanja pokazuju da između 50 % i 80 % dužine HAL je određeno genetikom (32, 96). Majčinska povijest prijeloma kuka dobro predviđa prijelom kuka neovisno od BMD (32).

1.3.8. Kvaliteta djetinjstva

Prema Javaid i sur. (77) koji u svom radu ističu da su loše socijalno ekonomske prilike, uključujući nedovoljnu i nekvalitetnu prehranu, zloporabu nikotina, alkohola i opijata od strane majke, a time i *in utero* i djeteta, povezane s djetetovom smanjenom otpornošću gornjeg kraja bedrene kosti.

Kasnije u odrasloj dobi ovi štetni utjecaji u djetinjstvu rezultiraju češćim prijelomima kuka. Pozadina utjecaja loše kvalitete djetinjstva koja se očituje smanjenom porođajnom tjelesnom težinom djeteta je u smanjenoj širini vrata bedrene kosti s održanom dužinom vrata što poveća rizik za prijelom u kasnijoj životnoj dobi (77).

1.3.9. Broj poroda

Zanimljiv je nalaz da je broj poroda usko povezan s rastućim rizikom prijeloma vrata bedrene kosti, a ne trohanterne regije. Autori ne nalaze razlog takvom nalazu iako uočavaju povećanja širine acetabuluma koji ide s većim brojem poroda (97, 98).

Druga je mogućnost u promjeni kvocijenta najvećeg nutarnjeg i najmanjeg vanjskog promjera zdjelice (SOPD/LIPD), odnosno povećanju LIPD (19, 97, 98, 99). Slika 1.1.

1.4. Tip prijeloma i geometrija kuka

Kuk (*eng.*- hip*)* u hrvatskom rječniku opisuje gornji dio bedrene kosti te pripadajući dio zdjelice, acetabulum, s kojim čini zglob. Ali kao pojam u svijesti našeg naroda i struke, isto kao

i u engleskom govornom području, termin prijelom kuka je rezerviran na prijelome vrata, trohanterne i subtrohanterne prijelome. Slika 1.5.

Prijelomi glave bedrene kosti ili acetabuluma su u odnosu na prijelome vrata i trohantera bedrene kosti vrlo rijetki i nisu dio javno-zdravstvenog problema. Pacijenti s prijelomom vrata bedrene kosti u 85 % jesu žene, većinom bijele rase, starije životne dobi, prosječno iznad 72 godine i s više različitih bolesti. Prijelom je posljedica nisko energetske traume, odnosno posljedica jednostavnog pada na bok u 95% slučajeva (100).

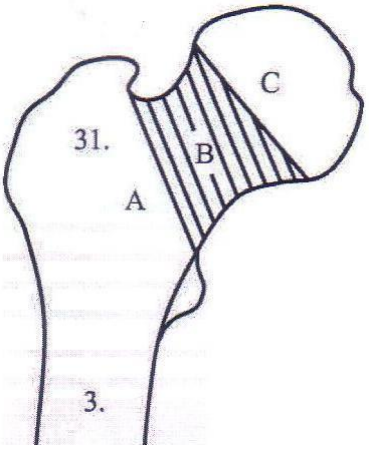
Pacijenti s trohanternim prijelomom (pertrohanterni, intertrohanterni) jesu mlađi od pacijenata s vratnim prijelomom, oko 70 % jesu žene, s više različitih bolesti i anamnezom prijašnjih prijeloma prilikom nisko energetske traume (101).

Pacijenti sa subtrohanternim prijelomima su pacijenti svih životnih dobi. Ovaj tip prijeloma kod mlađih je posljedica visoko energetskih povreda (saobraćajne nezgode, ranjavanje vatrenim oružjem, pad s drugog nivoa). U starijoj životnoj dobi ovaj tip prijeloma javlja se često kao patološki prijelom. Presadnice zloćudne bolesti dojke, prostate ili debelog crijeva glavni su uzročnici koštanog oštećenja u ovom području. U takvim okolnostima dovoljn je grč mišića i/ili sila gravitacije da dovede do prekida cjelovitosti kosti. Gotovo 35% svih subtrohanternih prijeloma jesu patološki prijelomi (102). Do sada subtrohanterni tip prijeloma nije bio od interesa u studijima predviđanja prijeloma na temelju geometrije kukova.

Klasificirati prijelome važno je radi lakše komunikacije i vođenja dokumentacije, edukacije, ali prije svega radi ujednačenog načina odabira liječenja te radi predviđanja ishoda liječenja prijeloma (106). Danas su u upotrebi brojni klasifikacijski sistemi u klasificiranju prijeloma vrata i trohanterne regije bedrene kosti. Za prijelome vrata bedrene kosti to su AO grupni i podgrupni, Pauwelsov i Gardenov klasifikacijski sistem, dok za klasifikaciju prijeloma trohanterne regije bedrene kosti najčešće se koristi AO, Evans i Jensenov klasifikacijski sistem, Boyd i Griffinov klasifikacijski sistem. Prijelome ispod trohantera, subtrohanterne prijelome, nismo razmatrali u ovom radu. Kvaliteta klasifikacijskog sistema odlikuje se stupnjem pouzdanosti između grupe ispitivača i ponovljivosti za samog ispitivača nakon određenog perioda vremena.

Vlastita istraživanja pouzdanosti i ponovljivosti navedenih klasifikacijskih sistema za prijelom vrata bedrene kosti pokazali su najveći kappa koeficijent između ispitivačima za AO 0,44, AO podgrupa 0,17, Garden 0,41 i Pauwels 0,19. Vrijednosti kappa koeficijenta za ponovljivost su: AO grupa je 0,56, AO podgrupa 0,38, Garden 0,49, Pauwels 0,38 kappa koeficijent (107). Ovim istraživanjem utvrdio sam da je između navedenih klasifikacijskih sistema AO najpouzdaniji a i time najprihvatljiviji u svakodnevnom radu traumatologa.

Očekujem da će rezultati ovog rada odgovoriti i o utjecaju geometrije kuka na prijelom vrata, odnosno trohantera bedrene kosti.



SLIKA 1.5. Područja prijeloma gornjeg okrajka bedrene kosti razvrstani prema AO klasifikaciji (autor: Drago Gašpar, 2016)

Slika 1.5 opisuje prema Muller i sur (106) slijedeće: 31. je oznaka za gornji okrajak bedrene kosti koji se dalje razvrstava u slijedeća područja: C - glava, B - vrat, A - trohanterno područje. Navedena područja prijeloma se dalje razvrstavaju brojkama 1, 2, ili 3 u podpodručja. 31. A.3. označava područje subtrohanternog tipa prijeloma bedrene kosti koji kao i 31. C (područje prijeloma glave bedrene kosti) nisu područja za razmatranje u ovoj disertaciji.

1.5. Analiza metodologije dosadašnjih radova geometrije kuka

Analizirao sam metodologiju dosadašnjih radova geometrije kuka autora: Faulkner i sur. (9) Crabtre i sur. (15, 16), Elfors i sur. (17),), Partanen i sur. (19), Micheloti i sur. (24), Pulkkinen i sur. (45), Calis i sur. (47), Gluer i sur. (56), Ulusoy i sur. (57) i Paton (61).
Glavne odrednice za uspoređivanje metodologija radova navedenih autora jesu: spol ispitanika, životna dob ispitanika, rasna pripadnost, BMI, BMD, metoda slikovnog prikaza kuka i položaj pacijenta prilikom snimanja kuka, prisutnost navedenih podataka o okolišu pacijenta, tip prijeloma te broj ispitanika.

U istoj skupini ispitanika muškarce i žene svrstavaju Elfors i sur. (17), Crabtre i sur.(15), Ulusoy i sur. (57), Paton i sur. (61), a ostali autori uključujući i Crabtre (16) određuju skupine u kojoj su samo žene. Za dob uključuju ispitanike od 44 do 90 godina kao npr. Ulusoy i sur. (57), dok većina navedenih autora uključuje ispitanike od 50 godina do 85 godina života.

Za rasnu pripadnost izjašnjavaju se Faulkner i sur. (9), Gluer i sur. (56) i Micheloti i sur. (24) i navode da su ispitivali pripadnike i pripadnice bijele rase. Ostali se autori ne izjašnjavaju o rasnoj pripadnosti svojih ispitanika. O indeksu tjelesne mase (BMI) ispitanika ne izjašnjavja se od 11 autora njih 8, a o mineralnoj gustoći kostiju (BMD) njih 5. Slike dobivene denzitometrom i obrađene računalnim programom koristi od navedenih autora Faulkner i sur. (9) i Crabtre i sur. (15). Ostali koriste klasnični rendgenogram u prikazu kuka te se većina izjašnjava koji je položaj zauzeo pacijent prilikom slikovnog prikaza gornjeg okrajka bedrne kosti. Podjednak broj autora slike obrađuje ručno ili informatičkim programom uključenim u uređaj. Crabtre i sur. (15) se ne izjašnjava o tipu prijeloma. Za kuk (*eng*. hip) kao područje prijeloma odlučuje se od prostalih 10 njih četvorica. Područje prijeloma označenog kao kuk može biti i vrat i trohanterno područje. Ostali autori (šest) uključeni u ovu analizu posebno razvrstavaju ispitanike za prijelom varata ili trohantera bedrene kosti.

Broj ispitanika navedenih autora u ovoj analizi je od 29 (47) do 2766 (17).

Istaknuti podatci u ovoj analizi metodologija radova geometrije kuka navedenih autora pokazuje neujednačenost a time i neusporedivost dobivenih rezultata u navedenim istraživanjima. Izostanak pojedinih podataka kao što je spol, rasa i okolišu, govori o neuzimanje u obzir prisutnosti čimbenika koji utječu na razvoj kuka odnosno geometrije kuka u razvojnom razdoblju života. Izostanak podataka o BMI i BMD kao i načinu prijeloma (nisko energetska ili visoko energetska povreda) prikriva doprinos utjecaja geometrije kuka na rizičnost prijeloma.

Za traumatologe i ortopede razlika između prijeloma trohantera i vrata bedrene kosti je vrlo bitna kako za dijagnostiku i liječenje tako i za uspjeh izlječenja. Pacijenti s ovim tipovima prijeloma razlikuju se i prema demografskim obilježkama (100, 101).

Ovom kratkom analizom metodologije radova navedenih autora želim ukazati na potrebu utvrđivanja metodologije u odabiru ispitanika prema dosadašnjim saznanjima o utjecaju brojnih čimbenika nevedenih u predhodnim poglavljima na utjecaj čvrstoće kuka. Ujednačena metodologija istraživanja geometrije kuka i njezinog utjecaja na predviđanje prijeloma je i put prema usporedivosti dobivenih podataka.

2. HIPOTEZA

Nove anatomske mjere geometrije kuka CNAL, CNS kut i izračunati CNTMA jesu specifičnije i osjetljivije u otkrivanju rizičnih žena za prijelom kuka nego što su to dosadašnje FAL, Q kut i TMA, neanatomske mjere prikazane dužinom NN´AL, NS kutom i NN´TMA.

Položaj glave prema vratu ima utjecaj na otkrivanje žena rizičnih za prijelom vrata, odnosno trohanternog područja bedrene kosti.

Geometrija kuka ima utjecaj na vektor lomne sile na vratu i trohanteru bedrene kosti.

3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Ciljevi istraživanja su:

1. Utvrditi povezanost starih mjera geometrije kuka s prijelomom vrata i trohanterne regije bedrene kosti,
2. Utvrditi povezanost novih mjera geometrije kuka s prijelomom vrata i trohanterne regije,
3. Usporediti stupanj osjetljivosti i specifičnosti novih i starih mjera na otkrivanje žena s povećanim rizikom prijeloma vrata i trohanterne regije bedrene kosti.

4. PACIJENTI I METODOLOGIJA

4.1. Ustroj studije

Ova studija je kohortna, povijesno - prospektivna studija. Hijerarhijska razina dokaza pojedinačnog kohortnog istraživanja pripada 2. razini.

Kohorte čine pacijenti s prijelomom vrata bedrne kosti i kontrolne skupine usluglašene po spolu, dobi, mjestu rođenja, indeksu tjelesne mase (BMI) i indeksu mineralne gustoće (BMD) mjerene u području vrata zdrave bedrene kosti, sličnog broja poroda, i podjednakog socijalno-ekonomskog položaja.

Drugu kohortu čine pacijenti s prijelomom trohantera bedrene kosti i kontrolne skupine pacijenata usluglašene po spolu, dobi, mjestu rođenja, indeksu tjelesne mase (BMI) i indeksu mineralne gustoće (BMD) mjerene u području trohantera zdrave bedrene kosti, također podjednakog broja poroda i socijalno-ekonomskog položaja.

U svakoj kohorti (skupina s prijelomom i kontrolna skupina) po 68 ispitanika, ukupno 136 ispitanika je dovoljno da uz 90% vjerojatnosti statističkim testom na 95% graničnoj razini značajnosti učinimo pogrešku tipa I (alfa) manjom od 5%, a pogrešku tipa II (beta) manjom od 10% na nivou statističke vjerojatnosti od $p< 0,05$.

Prikupljanje podataka i izvedba istraživanja provedeno je u Općoj županijskoj bolnici Požega uz ishođenu dozvolu Etičkog povjerenstva Opće županijske bolnice Požega i Etičkog povjerenstva za istraživanje Medicinskog fakulteta Osijek, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

4.2. Pacijenti

U ovom radu uključio sam jedino žene bijele rase rođene u geografskom području koje je definirano položajem Požeško-slavonske županije, Republika Hrvatska. Uključene su pacijentice s povredom zadobivenom pri padu u stojećem, sjedećem i ležećem položaju.

U prijelomne skupine uključili smo žene s prijelomom trohanternog područja i vrata bedrene kosti prema AO/ASIF klasifikaciji 31. A1 i A2 i 31. B1, B2, B3 (111). U kontrolnu skupini uključene su žene s udarcem glutealne regije i/ili prijelomom skeleta, ali ne i s prijelomima u području zdjelice i kuka.

Isključene su pacijentice s prirođenim nepravilnostima kukova, reumatskim bolestima, metaboličkim poremećajima, malignim oboljenjima i paralizom. Isto tako, isključene su pacijentice koje su koristile estrogene duže od 6 mjeseci, anaboličke stereoide, kalcitonin, bisfosfonate i klukokortikoide duže od 3 mjeseca. Pacijentice s prijelomom kuka zadobivenog visokom energijom također nisu uključene, kao i osobe s ugrađenim djelomičnim i cjelovitim

protezama kuku. Također, nisu uključeni pacijenti s prijelomom subtrohanterične regije (AO 31.A-3) (111). Pacijentice mlađe od 65 godina i starije od 90 godina nismo uzimali u razmatranje, kao i doseljenice, muškarce, osobe druge rase i pacijentice s prijašnjim prijelomom kuka i/ ili zdjelice.

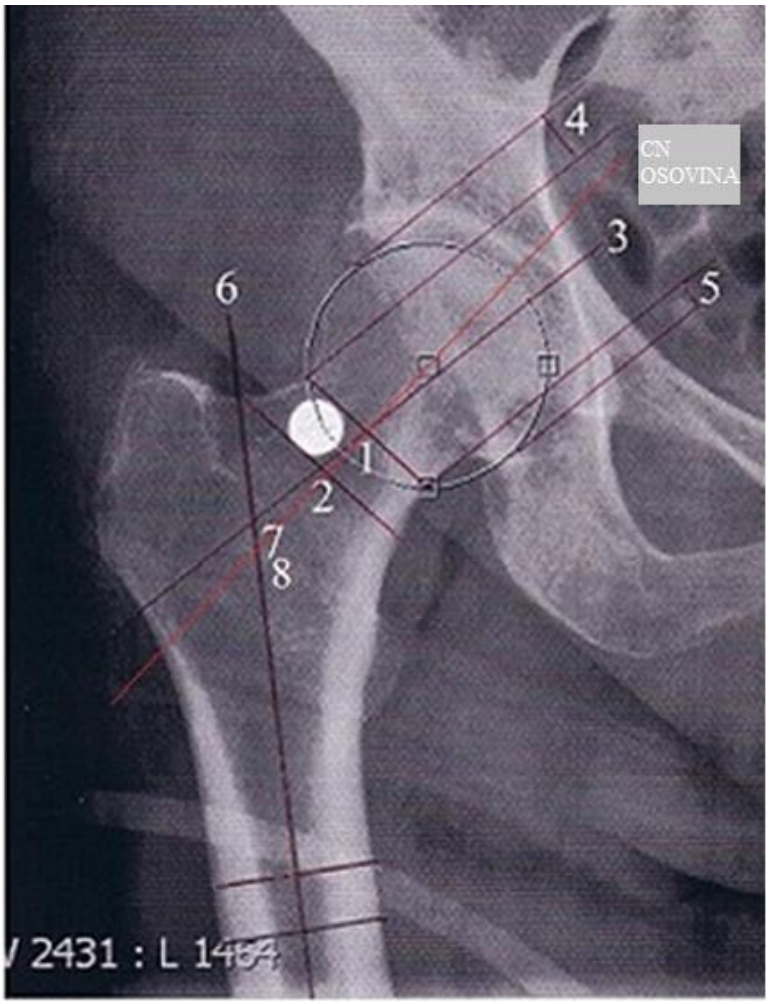
Za daljnje proučavanje izdvojio sam pacijentice obje prijelomne skupine, pacijentice s prijelomom vrata i trohanternog područja bedrene kosti, koje se nisu statistički razlikovale za BMD za vrat, odnosno trohanter i BMI više od jedne standardne devijacije (SD) od svojih zasebnih kontrolnih skupina.

Pacijentice sam snimao uz pomoć radiologa i inžinjera radiologije na istom rendgenskom uređaju Simens axion luminos drf, digitalni polivalentni teledirigirani rendgenski uređaj s udaljenošću 100 cm od stidne kosti do kamere rtg-e uređaja u ležećem položaju, odmaknutih nutarnjih rubova peta na dužinu stopala s nutarnjim zakretanjem stopala i međusobno učvršćenih nožnih palčeva (66). Snimanje je izvršeno unutar tjedan dana od prijema i/ili operacijskog liječenja prijeloma kuka. Radi kalibracije mjera, metalna kuglica je postavljena na kožu zdravog kuka pacijentica u prijelomnoj skupini, a u kontrolnoj, na desni kuk. Položaj kuglice je svim pacijenticama približno isti u području vrata bedrene kosti određenog pipanjem i/ ili kontrolnom rendgenskom slikom.

4.3. Metodologija

4.3.1. Metodologija određivanje osovina i mjera

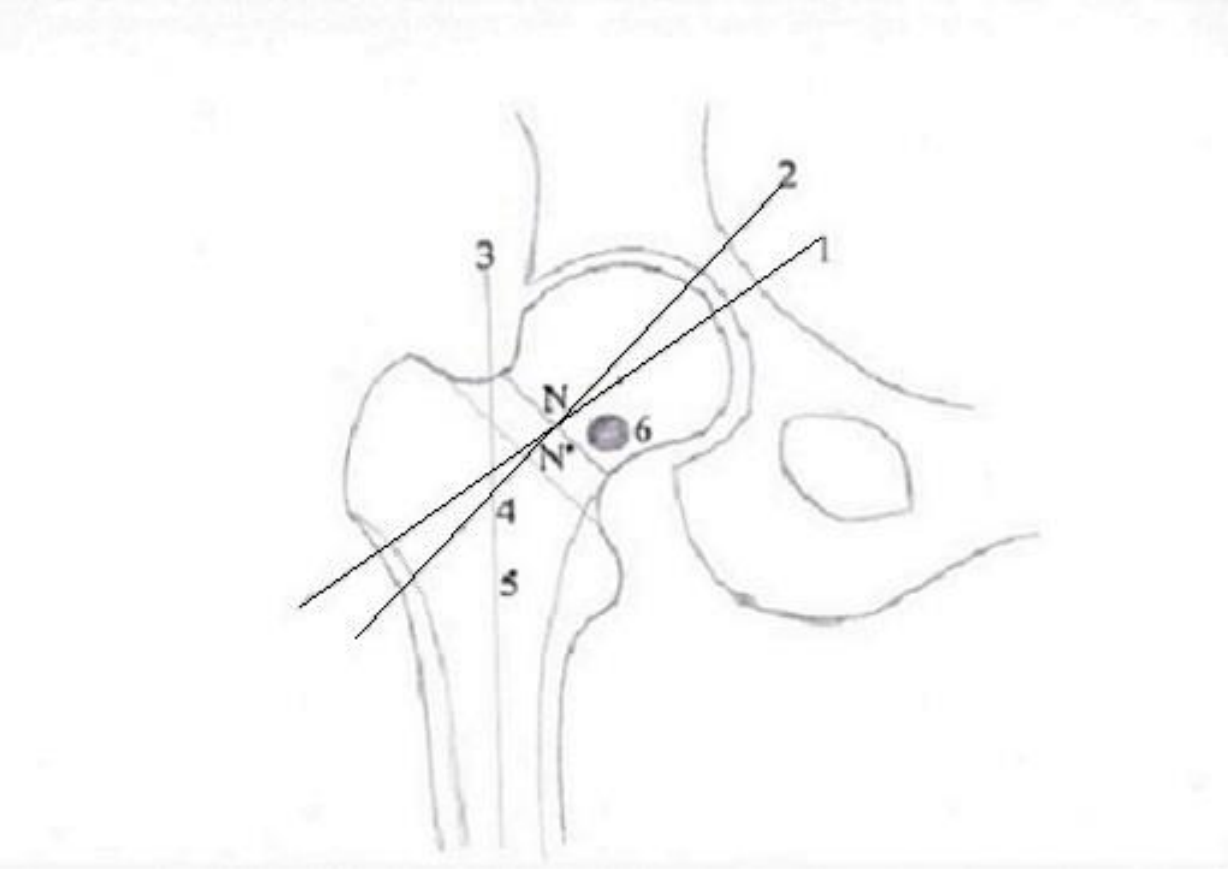
CN osovina definirana je spojem središta glave (C) i središta vrata (N), odnosno jednako udaljene točka od gornjeg i donjeg ruba najužeg dijela sjene vrata na radiogramu u ap projekciji (Slika 4.1). Centar glave (C) određen je računalnim programom sa Software picture archiving communication system (Impacs, Agfa HeltCare, Belgia). Osovina NN´ određena je s dvije jednako udaljene točke. N´ točka je središnja točka na pravcu paralelnom s pravcem na kojem je točka N, udaljen 10 mm na papirnatom otisku rendgenogramu prema vanjskom rubu trohantera. Ovaj razmak od 10 mm je kalibrirano koeficijentom stvarne veličine metalne kuglice i izmjerene veličine kuglice na svakom rendgenogramu posebno. NN´ osovinu koristio sam za određivanje SOS i IOS (Slika 4.1.).



SLIKA 4.1. Konstrukcija CN osovine, NN´osovine i položaja metalne kuglice postavljene na kožu u podučje vrata bedrene kosti (autor: Drago Gašpar, 2016.)

Slika 4.1.:1 je točka N koja je jednako udaljena točka na najužem dijelu vrata od gornjeg i donjeg ruba vrata bedrene kosti. Uočljivo je da najuži dio vrata bedrene kosti nije nužno okomit na NN´osovinu; 2 je točka N´ koja je paralelna preslika točke N na udaljenosti kalibriranih 1 cm; 1 i 2 određuju 3 odnosno NN´osovinu; 4 je gornji koštani odsječak (SOS), a 5 donji koštani odsječak (IOS); 4 i 5 određeni su NN´osovinom i predstavljaju okomitu udaljenost između konkavnosti vrata i konveksnosti glave. Koeficijent SOS/IOS određuju translatacijski odnos glave i vrata. U konkretnom slučaju je veći od 1; 6 predstavlja osovinu dijafize; 7 je NS kut (između NN´i dijafizne osovine); 8 je kut, između CN osovine i dijafizne

osovine imenovan CNS kut. CN osovina (axis) je osovina između centra glave i točke N. Vidljiva je sjena metalne kuglice u području vrata bedrene kosti.



SLIKA 4.2. Prikaz usporedbe dvaju osovina vrata bedrene kosti (autor: Drago Gašpar, 2016.)

Slika 4.2.: 1- CN osovina definirana je pozicijom centra glave i točke N. Pozicija centra glave aktivno pridonosi određivanju pravca osovine i neposredno određuje dužinu i kut; 2- NN´ osovina je određena točkama N i N´; 3 - osovina dijafize; 4 - CNS kut između CN osovine (1) i osovine dijafize (3); 5 - NS kut između NN´ osovine (2) i osovine dijafize (3); 6 je položaj sjene metalne kuglice korištene za kalibraciju veličina.

Osovina dijafize (Shaft Axis, S axis) određena je na 3 cm od donjeg ruba malog trohantera te 10 mm ispod toga, kao i NN´axis. Dužina CNAL (caput-neck axis lenght) je na CN osovini određena lateralnim rubom trohantera i medialnim rubom glave bedrene kosti. Dužina NN´AL (neck axis lenght) je na NN´axis određena lateralnim rubom trohantera i medialnim rubom glave bedrene kosti.

Dužine su mjerene na dvije desetine milimetra pomoću digitalnog mjerača Standard Gage 2013. Stvarne dužine navedenih mjera dobivene su množenjem izmjerene dužine s koeficijentom stvarne i izmjerene veličine kuglice.

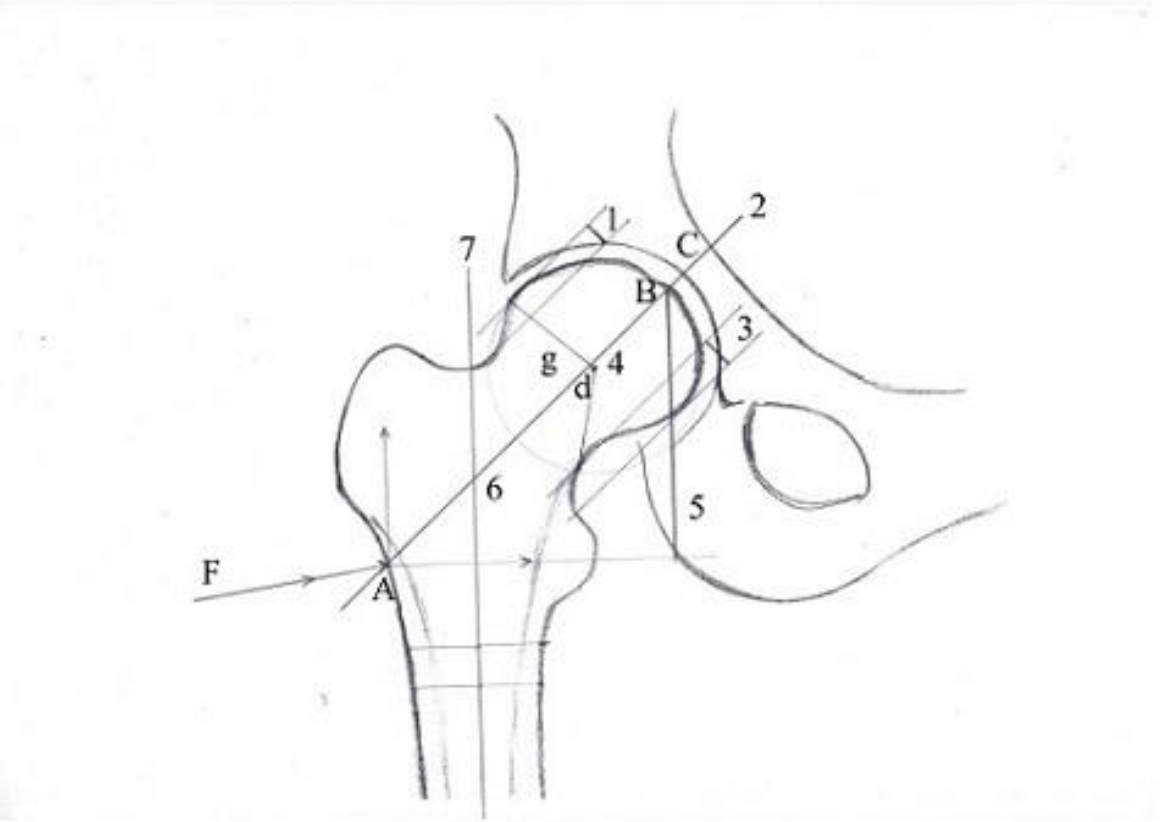
Kut između osovine dijafize (Shaft *eng*. - dijafiza) i CN osovine označen je kao CNS kut. NS kut (Neck-Shaft *eng*.- vrat-dijafiza) je kut između dijafizne i NN´osovine. Kutovi su mjereni kutomjerom na veličinu 1°. Izračunati su CNTMA = sin (CNS kut-90°)xCNAL, i NN´TMA = sin (NS kut-90°)xNN´AL (57).

Gornji koštani odsječak (e*ng*.-Superior Offset -SOS) i donji koštani odsječak (*eng*. Inferior Offset -IOS) jesu okomite udaljenosti dvaju paralelnih linija s NN´osovinom i tangencijalne su s vratnim konkavitetom i konveksitetom glave bedrene kosti. Iz ovih dviju dužina izračunali smo translatacijski koeficijent, SOS/IOS.



SLIKA 4.3: Prijelom vrata lijeve bedrene kosti pacijentice starije od 80 godina života liječene djelomičnom protezom kuka (autor: Drago Gašpar, 2016)

4.3.2 Mjere geometrije kuka drugih autora



SLIKA 4.4: Mjere geometrije kuka drugih autora korištene u ovom radu (autor: Drago Gašpar, 2016.)

Slika 4.4.: 1 - superior offset (*eng*.) (SOS) odnosno gornji koštani odsječak je okomita udaljenost između gornjeg konkaviteta vrata i gornjeg konveksiteta glave bedrene kosti (64, 73, 74, 75, 76); 2 - osovina vrata određena vizualnom procjenom kao jednako udaljeni pravac od gornjeg i donjeg ruba sjene vrata na rendgenogramu u ateriornoposteriornoj (ap) projekciji (9-26, 64). Položaj centra glave je u ovakvom prikazu nebitan, on može biti iznad, na ili ispod osovine kao u ovom konkretnom primjeru. Istraživači su do sada prikazivali glavu bedrene kosti u odnosu na vrat kao običnu centriranu ekstenziju (64). Radi ujednačenoga prikaza osovine za potrebe ovog rada, istu smo definirali s dvije točke NN´; 3 - inferior offset (*eng*.) (IOS) odnosno donji koštani odsječak okomita je udaljenost od donje konkavnosti vrata i donjeg konveksiteta glave bedrene kosti, kao i SOS, s dva paralelna pravca s vratnom osovinom (64, 73, 74, 75, 76); 4 - centar glave, određen računalnim programom; 5 - true moment arm TMA= sin(Q-90°)xFAL (57); 6 - NS kut između vratne i dijafizne osovine (9); 7 - dijafizna osovina; AB - femoral axis

length (9), AC - hip axis lenght (9); G - gamma kut, d - delta kut (64,74); F - sila nastala pri srazu kuka o tle dijeli se u dva vektora od kojih okomiti na S osovinu je lomni koji zajedno s kutom 6 određuje 5 (TMA).

U ovom radu koristio sam se koeficijentom gornjeg i donjeg odsječka kosti (SOS/IOS) u određivanju položaja glave prema vratu bedrene kosti. Gamma i delta kutovi su kutovi koje određuje pravac između točke konkavnosti i centra glave bedrene kosti. Točka konkavnosti je prva točka na vratu, i pripada idealnoj kružnici glave bedrene kosti. Tako je definiran i delta kut (64). Kut između epifizne pukotine i vratne osovine u ap projekciji radiograma je AP epifizealni kut kojeg nismo razmatrali jer se u ciljanoj populaciji često ne prikazuje (64, 73-76).

Toogood i sur. (64) dokazali su skladnost promjena translatacije opisane SOS/IOS i kutova konkavnosti prikazanim gamma i delta kutevima u ap projekciji. Navedene odnose nismo provjeravali u ovom radu.

Faulkner i sur. (9) promovirali su definicije dužine osovine po vratu bedrene kosti (femoral axis lenght) koju smo koristili za određivanje dužina prema NN´i CN osovini. Isti autori su definirali i NS kut ili u originalu Q kut kao kut koji zatvara vratna i dijafizna osovina.

Ulusoy i sur. (57) promovirali su novu mjeru TMA (True Moment Arm).

4.3.3. Uređaji korišteni u radu

Tri ispitivača su izmjerili su visinu i težinu ispitanica vagom s visinomjerom M130, Tvornica vaga, Zagreb. Izračunat BMI, po formuli tjelesna masa/visina², izražena je u kilogramima po kvadratnom metru visine (kg/m²). Uređajem za denzitometriju - DMS stratos, proizvod The DMS Group proizveden 2013. godine) određena BMD, izražena je u gramima po kvadratnom centimetru (g/cm²) za vrat kuka, trohanter i ukupni kuk. Pomičnom digitalnom mjerkom Standard Gage 2013 ipitivači su mjerili na papirnatom otisku mjere određene prema metodologiji preciznošću od dvije desetine milimetra, a kutomjerom kutove preciznošću od 1°. Software picture archiving communication system (Impacs, Agfa HeltCare, Belgia) ispitivači su koristili za određivanje centra glave bedrene kosti, i pretisak digitalne u papirnatu sliku te pohranu podataka.

4.3.4. Korištene formule u radu

NN´TMA i CNTMA su izračunati prema formulama:

- CNTMA= sin(CNS kut-90°)xCNAL,
- NN´TMA= sin(NS kut-90°)x NN´AL.

Kalibracija mjera metalnom kuglicom je izračunata po formuli SV= Ivk/IK pri čemu je

SV- stvarna veličina; Iv - izmjerena veličina; k - stvarna veličina kuglice; IK- izmjerena veličina kuglice.

4.3.5. Statistička analiza

Tri mjerača su nezavisno jedno od drugoga izvršili mjerenja neznajući radi li se o kontrolnoj skupini ili prijelomnoj te kojoj prijelomnoj skupini: da li skupini s prijelomom vrata ili trohantera. Nakon tjedan dana utvrdili su ponovnim mjerenjem konačne rezultate te potom materijal međusobno razmjenili i rezultate uskladili. Za statističku obradu uzeli smo srednje vrijednosti konačnih i usklađenih rezultat sva tri mjerača.

Podaci su analizirani statističkim postupcima ispitivanja razlike i povezanosti pomoću SPSS statističkog programa. Nominalni pokazatelji prikazani su raspodjelom učestalosti po skupinama i udjelom. Za utvrđivanje razlike dva nezavisna uzorka upotrijebljeni su Studentov t - test za parametrijsku, a Mann - Whitney U test za neparametrijsku raščlambu. Za utvrđivanje razlika među više od dva nezavisna uzorka upotrijebljena je ANOVA za parametrijsku te Kruskal-Wallis test za neparametrijsku raščlambu pa potom Schefferov test, Bonferroni ili LSD za post hoc parametrijsku, a Mann-Whitney U test za post hoc neparametrijsku raščlambu. Za utvrđivanje razlika među proporcijama između dva nezavisna uzorka upotrijebljeni χ^2 test i Fisherov egzaktni test te omjer razlika s pripadnim 95 % intervalom pouzdanosti (CI). Za utvrđivanje povezanosti upotrijebljeni su Pearsonov r za parametrijsku te Kendallov tau za neparametrijsku raščlambu. Za test specifičnosti i senzitivnosti korišten je ROC. Statistička vjerojatnost manja od 0,05 ($p< 0,05$) smatra se značajnom.

5. REZULTAT

5.1. Rezultati za prijelom vrata bedrene kosti

Tablica 5.1. Usporedba kontrolne skupine i skupine sa prijelomom vrata bedrene kosti za dob, BMI i BMD - vrat

	kontrola (n=47) (M±SD)‡	prijelomi (n=49) (M±SD)	p §
Dob	76,31±4,45	77,07±4,51	0,431
BMI*	26,51±2,18	26,95±4,28	0,552
BMD- vrat†	0,75±0,06	0,76±0,08	0,481

* BMI indeks tjelesne mase izražen je u kilogramu po kvadratnom metru (kg/m^2);

† BMD vrat je mineralna gustoća vrata bedrene kosti izražena u gramima po kvadratnom centimetru (g/cm^2); ‡ M±SD srednja vrijednost ± standardna devijacija;

§ p statistička vjerojatnost izračunata ANOVA statističkim testom;

Pacijentice s prijelomom vrata bedrene kosti uprosječio sam prema dobi, indeksu tjelesne mase (BMI) te prema mineralnoj gustoći kosti (BMD- vrat) u području vrata bedrene kosti. Prema te tri navedene kvantitativne varijable kontrolna skupina i prijelomna skupina se statistički ne razlikuju ($p > 0,05$). Dakle, kvaliteta kosti i stupanj opterećenja prijelomne i kontrolne skupine su podjednaki. Uz to su i iste životne dobi, uz sve druge podjednake uvjete kvalitativnih varijabli uključenja i isključenja, navedene u metodologiji. Ovakvim načinom odabira pacijentica ostvario sam bolju mogučnost vrednovanja eventualnog utjecaja geometrije kuka na čvrstoću kuka.

Tablica 5.2. Usporedba između kontrolne skupine i skupine prijeloma vrata bedrene kosti prema promatranim varijablama

	kontrola (M±SD)§	prijelomi (M±SD)	p ‖
NN´AL*	77,84±4,21	81,81±6,40	0,001
CNAL†	77,93±4,38	83,01±6,09	<0,001
NS kut*	122,69±6,08	124,52±7,04	0,196
CNS kut†	124,36±6,73	128,38±6,02	0,004
NN´TMA*	41,82±7,85	43,55±9,95	0,368
CNTMA†	43,45±8,86	50,00±5,86	<0,001
S0S/IOS‡	1,09±0,34	1,17±0,33	0,300

* dužina, kut i pravi krak sile određen po NN´osovini izraženi u milimetrima (mm) i stupnju (°); † dužina, kut i pravi krak sile sile određen po CN osovini izraženi u mm i °; ‡ SOS/IOS kvocijent gornjeg i donjeg koštanog odsječka; § M±SD srednja vrijednost ± standardna devijacija; ‖ p statistička vjerojatnost izračunata ANOVA statističkim testom.

Statistički značajno se razlikuju sljedeće varijable: NNÁL, CNAL, CNS kut i CNTMA. Od mjera geometrije kuka određene s NN´osovinom, jedino je dužina osovine (NN´AL) statistički različita između prijelomne i kontrolne skupine, dok NS kut je podjednak. Prema formuli izračuna za očekivati je i da NN´TMA nije statistički značajno različit između skupina. Za uočiti je kako su dužine prema obje osvine, NN´ i CN osovine, statistički značajno duže u prijelomnoj skupini, kao i CNS kut koji je u ovoj skupini veći. NS kut nije statistički različit između prijelomne i njene kontrolne skupine. SOS/IOS nije statistički različit (p> 0,05), ali je ipak veći u prijelomnoj skupini, odnosno glava je translatirana u odnosu na vrat prema gore, ali ovaj nalaz je posljedica slučajne raspodjele podataka. NN´TMA i CNTMA umnožak su razlike pravog kuta i kuta dijafize i vrata bedrene kosti u trigonometrijskoj funkciji i dužine vratne osovine (TMA= sin (Q kut - 90)xFAL). Za očekivati je kako su ove dvije varijable specifičnije i osjetljivije od pojedinih komponenti, ali rezultat je drugačiji od očekivanog.

Tablica 5.3. Usporedba osjetljivosti i specifičnosti za NN´TMA i CNTMA u dijagnosticiranju rizičnih za prijelom vrata bedrene kosti

	prijelomna vrijednost	AUC‡	95% CI§ (AUC)	osjetljivost	specifičnost	p‖
NN´TMA*	44,20	0,527	0,403-0,651	0,429	0,669	0,668
CNTMA†	47,33	0,701	0,595-0,820	0,690	0,669	0,001

* pravi krak sile određen po NN´osovini izražen u mm; † pravi krak sile određen po CN osovini izražen u mm; ‡ AUC površina ispod krivulje; § CI interval pouzdanosti; ‖ p statistička vjerojatnost izračunata ROC statističkim testom;

Prema ovom nalazu CNTMA je dobar dijagnostički test za dijagnosticiranje rizičnih za prijelom vrata bedrene kosti, a NN´TMA nije. Specifičnost i osjetljivost ovog testa dostatne su za biološke, medicinsko i kliničke testove.

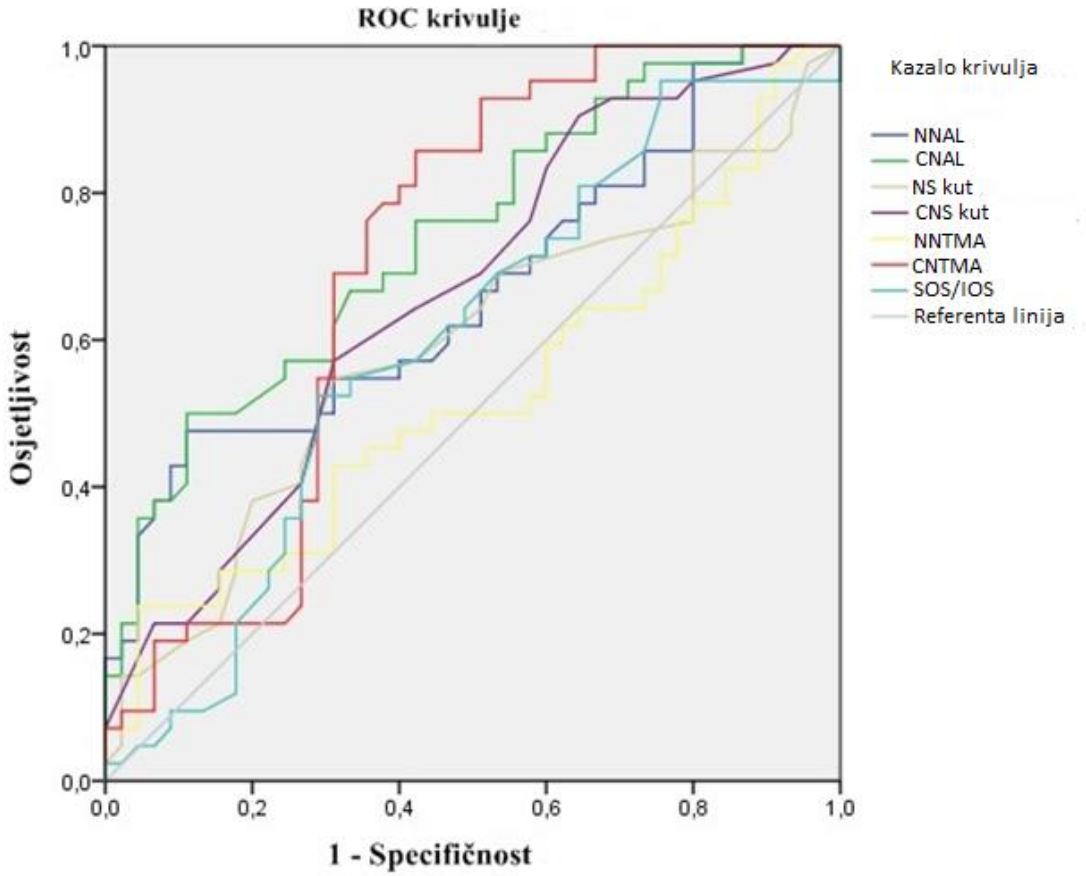
CNTMA od 100 prijeloma vrata bedrene kosti otkriva 69 točno pozitivnih, rizičnih za prijelom te od 100 bez prijeloma točno dijagnosticira 67 pacijenata bez rizika za prijelom. Provedba mjera prevencije za prijelom vrata bedrene kosti na 30 nerizičnih pacijenata od 100 i dalje je jeftinije, ako je izraženo u vrijednosti valute, nego svih 100 liječiti. Humana dimenzija dodatno povećava vrijednost ovog testa. CNAL kao test još je bolji od CNTMA, dok su NN´AL i CNS kut kao testovi i dalje korisni u dijagnostici rizičnih za prijelom vrata bedrene kosti.

Tablica 5.4. Usporedba osjetljivosti i specifičnosti mjera geometrije kuka skupine s prijelomom vrata bedrene kosti i kontrolne skupine

	prijelomna vrijednost	AUC§	95% CI ‖ (AUC)	osjetljivost	specifičnost	p¶
NN´AL*	≥79,12	0,666	0,551-0,781	0,548	0,689	0,008
CNAL†	≥78,88	0,739	0,636-0,842	0,762	0,578	<0,001
NS kut*	≥123,50	0,590	0,468-0,712	0,571	0,578	0,149
CNS kut†	≥127,50	0,661	0,548-0,775	0,571	0,689	0,010
SOS/IOS‡	≥1,13	0,597	0,476-0,717	0,548	0,677	0,121
NN´TMA*	≥44,20	0,527	0,403-0,651	0,429	0,669	0,668
CNTMA†	≥47,33	0,701	0,595-0,820	0,690	0,669	0,001

* dužina, kut i pravi krak sile određen po NN´osovini izraženi u milimetrima (mm) i stupnju (°); † dužina, kut i pravi krak sile sile određen po CN osovini izraženi u mm i °; § AUC površina ispod krivulje; ‖ interval pouzdanosti. ¶ p statistička vjerojatnost izračunata ROC statističkim testom;

Mjere geometrije kuka određene CN osovinom povećavaju osjetljivost i specifičnost u detektiranju rizičnih žena za prijelom bedrene kosti u odnosu na mjere geometrije kuka određene N´N osovinom. Glava bedrene kosti aktivno uključena u određivanje mjera geometrije kuka određuje mjere dužina i kutova koje su bolje u dijagnostici rizičnih za prijelom za razliku od dužina i kutova koje su određene kada je glava pasivna ekstenzija vrata bedrene kosti ili barem sadrži navedenu mogućnost.



Slika 5.1. Krivulje preuzimajućih operativnih karakteristika za NN´AL, CNAL, NS kut, CNS kut, SOS/IOS, NN´TMA, CNTMA za predviđanje prijeloma vrata bedrene kosti (autor: Drago Gašpar, 2016)

Mjere geometrije kuka proizašle iz osovine CN u većoj mjeri sudjeluje u određivanju stupnja čvrstoće kosti. U manjoj mjeri ovo sudjelovanje ima i mjere geometrije kuka proizašle iz NN´osovine. Mjere geometrije kuka određenje CN osovinom određuju smjer i veličinu, dakle vektor, lomne sile na vratu bedrene kosti bolje od mjera određenih NN´osovinom.

5.2. Rezultati za prijelom trohantera bedrene kosti

Tablica 5.5. Usporedba skupine sa prijelomom trohanterne regije i kontrolne grupe s promatranim varijablama

	kontrola (n=40) (M±SD)‡	prijelomi (n=44) (M±SD)	p §
Dob	73,40±5,35	73,20±5,18	0,815
BMI *	28,73±2,88	28,94±3,28	0,741
BMD trohanter†	0,79±0,09	0,80±0,08	0,567

* BMI indeks tjelesne mase izražen je u kilogramu po kvadratnom metru (kg/m2); † BMD trohanter je mineralna gustoća trohantera bedrene kosti izražena u gramima po kvadratnom centimetru (g/cm2); ‡ M±SD srednja vrijednost ± standardna devijacija; § p statistička vjerojatnost izračunata ANOVA statističkim testom

Istovjetnom metodologijom kao i za skupinu prijeloma vrata, i skupinu pacijentica s trohanternim prijelomom i kontrolnom skupinom ujednačio sam sa sličnim vrijednostima za BMI i BMD te su podjednake dobi, odnosno između dviju promatranih skupina u promatranim varijablama nema statističke razlike (p> 0,05).

Tablica 5.6. Usporedba skupine s prijelomom trohanterne regije i kontrolne skupine prema promatranim varijablama

	kontrola (M±SD) §	prijelomi (M±SD)	p ⫴
NN´AL*	87,25 ± 8,82	87,95±9,40	0,726
CNAL†	90,57±11,90	89,83±8,95	0,746
NS kut*	121,80±4,64	122,18±6,82	0,763
CNS kut†	123,48±5,58	126,32±5,80	0,025
SOS/IOS‡	1,23±0,32	1,23±0,33	0,915
NN´TMA*	45,94±8,32	46,32±10,12	0,659
CNTMA†	50,06±11,54	53,59±9,91	0,668

* dužina, kut i pravi krak sile određen po NN´osovini izraženi u milimetrima (mm) i stupnju (°); † dužina, kut i pravi krak sile sile određen po CN osovini izraženi u mm i °; ‡ SOS/IOS kvocijent gornjeg i donjeg koštanog odsječka; § M±SD srednja vrijednost ± standardna devijacija; ⫴ p statistička vjerojatnost izračunata ANOVA statističkim testom

Tablica 5.6. pokazuje kako se mjere geometrije kuka, bez obzira određene CN ili N´N osovinom, ne razlikuju između prijelomne i kontrolne skupine. Statistički značajnu razliku čini jedino CNS kut (p= 0,025). Koeficijent translatacije SOS/IOS pokazuje pomak glave prema vratu bedrene kosti prema gore podjednako u obje promatrane skupine, odnosno centar glave je iznad vratne NN´ osovine.

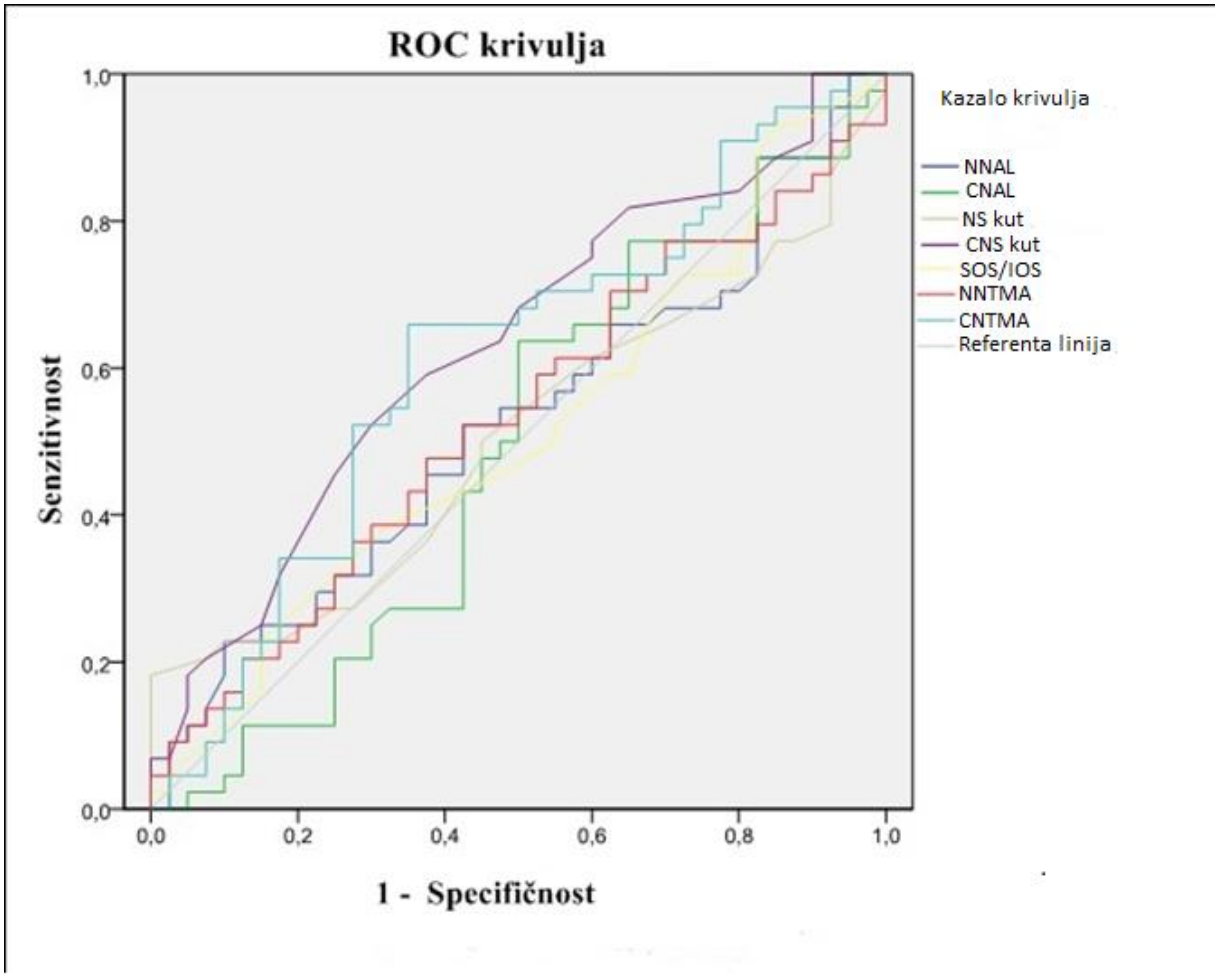
Tablica 5.7. Usporedba parametara osjetljivosti i specifičnosti za trohanterne prijelome i kontrolnu skupinu

	prijelomna vrijednost	AUC §	95% CI ⫴ (AUC)	osjetljivost	specifičnost	p ¶
NN´AL*	89,31	0,524	0,399-0,648	0,523	0,550	0,710
CNAL†	81,07	0,488	0,361-0,614	0,773	0,350	0,847
NS kut*	121,50	0,506	0,381-0,631	0,500	0,550	0,922
CNS kut†	121,50	0,630	0,511-0,749	0,773	0,400	0,040
SOS/IOS‡	1,118	0,513	0,389-0,638	0,727	0,275	0,883
NN´TMA*	44,193	0,530	0,406-0,654	0,614	0,450	0,635
CNTMA†	47,970	0,608	0,485-0,730	0,705	0,475	0,089

* dužina, kut i pravi krak sile određen po NN´osovini izraženi u milimetrima (mm) i stupnju (°); † dužina, kut i pravi krak sile sile određen po CN osovini izraženi u mm i °; ‡ SOS/IOS je kvocijent gornjeg i donjeg koštanog odsječka; § AUC površina ispod krivulje; ⫴ interval pouzdanosti; ¶ p statistička vjerojatnost izračunata ROC statističkim testom

Razvrstavanje na temelju ovih varijabli slično je razvrstavanju po slučaju. Donekle je iznimka CNS kut, ali na temelju te varijable identificiramo previše lažno pozitivnih, odnosno ima malo točno negativnih među pacijentima bez rizika za prijelom. U svakom slučaju, mjere geometrije kuka određene prema CN ili NN´ osovine nisu dobre za dijagnosticiranje osoba s rizikom za nastanak trohanternih prijeloma.

Opisane mjere geometrije kuka su neprihvatljivo niske osjetljivosti i specifičnosti za otkrivanje rizičnih osoba za trohanternog područja bedrene kosti. Bez obzirna na aktivni ili pasivni položaj glave prema vratu bedrene kosti pri određivanju mjera geometrije kuka, geometrija kuka nema ulogu u dijagnostici rizičnih osoba za nastanak trohanternih prijeloma.



Slika 5.2. Senzitivnost i specifičnost mjera geometrije kuka u predviđanju prijeloma trohantera bedrene kosti (autor: Drago Gašpar, 2016.)

Opisane mjere geometrije kuka koje određuju smjer i veličinu sile, dakle vektor, nemaju utjecaja na nastanak prijeloma trohantera bedrene kosti. Očito za nastanak prijeloma u trohanternom području nisu dostatni samo vektori sile određeni geometrijom kuka.

6. RASPRAVA

Usporedio sam veličine mjera geometrije kuka žena s prijelomom vrata i trohantera bedrene kosti s njihovim kontrolnim skupinama. Između prijelomne i kontrolne skupine oba tipa prijeloma nema značajne razlike na prihvaćenom nivou statističke značajnosti od $p< 0,05$ za dob, BMI i BMD vrata, odnosno BMD trohantera.

Mjere vratne osovine određene s centrom glave i centrom vrata bedrene kosti označio sam sa CNAL i CNTMA te sam ih izrazio u milimetrima, a kut je CNS stupnjem, odnosno 360-tim dijelom punog kruga. Mjere vratne osovine određene s dvije točke vrata bedrene kosti izražene u milimetrima označio sam NN´AL i NN´TMA, a NS kut, također u stupnjevima.
Rezultati su pokazali za CNAL, CNTMA i CNS kut izraženi srednjom vrijednošću s jednom (1) standardnom devijacijom, (M±SD), po redosljedu navedenih mjera prijelomne vratne skupine 83,01(6,09) mm, 50,0(±5,86) mm i 128,38(±6,02)° i za kontrolnu skupinu 77,93(±4,38) mm, 43,45(±8,86) mm i 124,36± (6,73)°. Razlike ovih mjera između prijelomne i kontrolne skupine jesu statistički značajne ($p< 0,05$).

Istovjetnim prikazom i redosljedom za mjere NN´AL i NN´TMA i kut NS: u prijelomnoj vratnoj skupini: 81,81(±6,4) mm, 43,55(±9,95) mm i 124,52(±7,04)°, odnosno za pripadajuću kontrolu 77,84(±4,21) mm, 41,82(±7,85) mm i 122,69(±6,08)°. U ovoj skupini mjera nema razlike između prijelomne i kontrolne skupine za mjere NS kut ($p= 0,196$) i NN´TMA ($p= 0,368$).

Ispitanice s trohanternim tipom prijeloma (AO 31.A1 i A2) koje smo razvrstali u prijelomne i kontrolne skupine također se ne razlikuju prema dobi, BMI i BMD trohantera, $p> 0,05$. CNAL, CNTMA i CNS kut za prijelomnu skupinu: 89,83(±8,95) mm, 53,59(±9,91) mm, i 126,32(±5,80)°, a za kontrolu: 90,57(±11,90) mm, 50,06(±11,54) mm, 123,48(±5,58)°. NN´AL, NN´TMA i NS kut za prijelomnu skupinu: 87,95(±9,4) mm, 46,84(±10,12) mm i 122,18(±6,82)°, a za kontrolnu skupinu 87,25(±8,82) mm, 45,94± (8,32) mm i 121,8(±4,64)°.
Mjere geometrije kuka određene CN osovinom ili NN´osovinom nisu statistički različite u prijelomnoj trohanternoj i kontrolnoj skupini, ($p> 0,05$). Dobiveni rezultati pokazuju da razdvajanje pacijenata prema tipu prijeloma ima utjecaja na krajnji rezultat analize geometrije kuka. U istu promatranu skupinu ne mogu se uvrstiti i pacijenti s vratnim i trohanternim prijelomom. Bez obzira na aktivan položaj glave prema vratu bedrene kosti (mjere određene CN osovinom) ili njezin pasivan položaj prema vratu bedrene kosti (mjere određene NN´osovinom), mjere geometrije kuka nisu statistički značajno različite između trohanternih prijeloma i njihove kontrolne skupine.

Usporedbom dobivenih podataka između dva tipa prijeloma navedenih u Tablice 5.2 i 5.6. možemo uočiti da su dužine vratne osovine bedrene kosti (CNAL i NN´AL) i pravog kraka sile (CNTMA i NN´TMA) veći u trohanternoj prijelomnoj i kontrolnoj skupini od pacijentica u vratnoj prijelomnoj skupini. Međutim, kut je veći u vratnoj prijelomnoj i kontrolnoj skupini od trohanternih skupina. Razlog u dužinama možemo objasniti time što su pacijentice sa trohanternim prijelomom više i teže, prosječni BMI je 28,73(±2,88) kg/m^2 u kontrolnoj skupini odnosno u prijelomnoj skupini je 28,94(±3,28) kg/m2 za usporedbu 26,51(±2,18) kg/m2 u kontrolnoj vratnoj skupini i 26,95(±4,28) kg/m2 u prijelomnoj vratnoj skupini. Razlika u dimenzijam tijela pacijenata između ova dva tipa prijeloma kuka je poznata činjenica (107, 108). Dosadašnji radovi govore o većem kutu između osovina dijafize bedrene kosti i osovine njezina vrata u višim osobama (87, 88).Vrlo zanimljivo je istraživanje antropologa (52) koji su utvrdili povećanje ovog kuta od predhistorijskoga, srednjevjekovnog do današnjeg čovjeka. Ovo povećanje su povezali s povećanjem stupnja opterećenja i stajanja. U predhistorijskog čovjeka, stalni pokret hodanjem i trčanjem značio je i pronalazak hrane i bijeg od jačeg te time i opstanak. Fizička aktivnost, hod, trčanje i stajanje kod modernog čovjeka postala je rekreativna aktivnost. Ispitanice uključene u ovoj disertaciji podjednako su stare, pripadaju istom podneblju s jednakim svim relevantnim okolišnim čimbenicima, s podjednakim djetinjstvom, položajem u društvu i podjednakim brojem poroda. Razlogom većeg kuta u korist vratne skupine u odnosu na trohanternu skupinu u ovom radu nisam utvrdio i ostaje za daljnje razmatranje.

NN´osovinu defnirao sam središnjom točkom vrata bedrene kosti i središnjim točkom paralelne dužine na udaljenosti od kalibriranih 10 mm u stranu prema vanjskom rubu trohantera. Ovom definicijom lakše, preciznije i ponovljivije te time i pouzdanije određujemo vratnu osovinu bedrene kosti od navedenih definicija u dosadašnjim radovima koje se uglavnom temelje na vizualnoj procjeni položaja vratne osovine bedrene kosti. Dosadašnje mjere geometrije kuka HAL, FAL, TMA i Q kut temelje se na vizualnoj procjeni položaja vratne osovine u vratu bedrene kosti, podrazumjevajući okomiti položaj najužeg dijela vrata bedrene kosti na osovinu te položaja centra glave na navedenoj osovini.

Definicije vratne osovine bedrene kosti većine autora iz područja geometrije kuka možemo grupirati u jednu od nekoliko skupina:

- srednja linija vrata bedrene kosti, odnosno vratnu osovinu je odredio denzitometar ili program digitalnog radiografa,
- ispitivač je vizualno procijenio položaj vratne osovine bedrene kosti,

- vratna osovina bedrene kosti prolazi kroz središnju točku na najužem dijelu vrata i centra glave uz to da najbliže točke na vratu određuju pravac koji je okomit na vratnu osovinu bedrene kosti,
- vratna osovina bedrene kosti je pravac jednako udaljen od gornjeg i donjeg ruba sjene vrata u ap projekciji, a centar glave je sastavni dio tog pravca (9-62, 64).

Dakle, za sve dosadašnje navedene mjere geometrije kuka zajedničko je da podrazumjevaju glavu centriranu na vrat bedrene kosti, Slika 1.2.

U uvodnom dijelu ovoga rada naveo sam da centrirani položaj glave na vrat bedrene kosti ne pripada ljudskoj anatomiji. Toogood i sur. (64) ispitivali su uzorak kosti gornjeg okrajka bedrene kosti muškaraca i žena starih u laboratorijskim uvjetima. Došli su, između ostalog do ovih rezultata: koeficijent translatacije SOS/IOS za žene je 0,97 s rasponom od 0,16 do 2,26, dakle centar glave bedrene kosti je ispod osovine vrata bedrene kosti. U našem nalazu je iznad osovine vrata bedrene kosti (1,09, 1,17, 1,23 i 1,23 za sve četiri skupine - vrat, kontrola i trohanter i kontrola), ali kvocijent SOS/IOS statistički se ne razlikuje između navedenih skupina. U vratnoj prijelomnoj skupini navedeni kvocijent je manji od trohanternog (1,17(±0,33) i 1,23(±0,33)), ali veći od kontrole (1,09(±0,34)) s p= 0,30. Iako statistički neznačajno, glava kod trohanterne skupine prijeloma i kontrola je više iznad osovine nego kod obje vratne skupine. Razlika rezultata između ova dva istraživanja (Toogood i Gašpar) može se pripisati samoj metodologiji određivanja vratne osovine bedrene kosti. Toogood i sur. vizualno su procijenili u laboratorijskim uvjetima, *in vitro*, vratnu osovinu bedrene kosti podjednako udaljenu od gornjeg i donjeg ruba vrata u ap projekciji na digitalnom snimku učinjenom s okomitom pozicijom kamere prema vratu bedrene kosti. Mi smo snimali pacijente u položaju kojeg smo nazvali Bristol položaj prema nazivu časopisa u kojem je rad objavljen. U ovom položaju rtg zraka pada pod kutom od 30° do 90° na vrat bedrene kosti i najcjelovitije prikazuje vrat bedrene kosti u *in vivo* uvjetima (66). Položaj vratne osovine nisam procjenjivao, nego precizno odredio opisanom metodom.

Nastanak prijeloma vrata bedrene kosti prilikom pada kvalitetno je objasnio Ulusoy i sur. (57). Prilikom pada i sraza s podlogom, akumulirana sila dijeli se na dva vektora. Jedan vektor je paralelan s osovinom dijafize bedrene kosti, dok je drugi okomit. Vektor određuje smjer i veličinu sile, u ovom razmatranju, određuje smjer i veličinu lomne sile. Djelovanje vektora loma ovisi o dužini osovine i veličine kuta. Trigonometrijskom funkcijom izračunava se dužina kraka lomne sile koju su autori nazvali pravim krakom lomne sile (*eng*. true moment arm- TMA), odnosno prema formuli TMA= sin(Q kut - 90°)xFAL. Slika 4.4. na 27. stranici.

Ranije su Faulkner i sur. (9) govorili o „Moment arm“ te su umjesto femoral axis lenght (FAL) koristili hip axis lenght (HAL). HAL bi bio prihvatljivija mjera od FAL ukoliko bi uključili pacijente s kontrakturom zgloba kuka (59), a što nisam učinio. Tada bi oslonac kraka sile bio premješten s ruba glave bedrene kosti na nutarnji rub zdjelice, odnosno kosti krova acetabuluma. Robinovich i sur.(59) odbacili su navedenu mjeru HAL kao čimbenika u nastanku prijeloma vrata bedrene kosti. Ova mjera ovisi o širini acetabuluma koji se mijenja s brojem poroda (46) pa prema tome HAL je promjenjiv, za razliku od FAL, koji se ne mijenja nakon 15. godine života (77). Prema nalazu autora, ova nova veličina, TMA, je specifičnija i osjetljivija od Q kuta i FAL u dijagnosticiranju rizičnih za prijelom kuka (57). Navedeni autori (57) upotrijebili su ROC krivulje za ocjenu valjanosti FAL, TMA i Q kuta u detekciji rizičnih za prijelom kuka. Naglašavamo, prijelom kuka. TMA ima osjetljivost od 0,441, a specifičnost od 0,944 ($p = 0,006$).

Moji dobiveni rezultati pokazuje da CNTMA sa prijelomnom vrijednošću $\geq 47,33$ mm, AUC 0,701, uz 95% CI 0,595-0,82, ima osjetljivosti 0,69 i specifičnosti 0,669, $p< 0,05$. NN´TMA niti je osjetljiva, niti specifična, $p= 0,669$. Testiranje ostalih mjera ROC statističkom metodom pokazuju da je CNTMA i CNLA te NN´AL dobri testovi za dijagnosticiranje rizičnih, dok NS kut i NN´TMA nisu dobri instrumenti za dijagnostiku rizičnih za prijelom vrata bedrene kosti.

ROC krivulje mjera geometrije kuka koje sam analizirao u ovome radu raposređuju se prema slučajnom nalazu za dijagnosticiranje rizičnih za trohanterni prijelom. Navedene mjere geometrije kuka nisu dobri testovi za otkrivanje rizičnih osoba za prijelom u trohanternoj regiji. Pravih dokaza za nastanak prijeloma trohanternog područja bedrene kosti nema. Objašnje biomehanike nastanka ovog prijeloma je više intuitivno, sadržano u činjenici da isturenije trohanterno područja akumulira više energije pri srazu (59). Pri tome bi duži FAL (22, 46), odnosno promatrani NNÁL i CNAL u ovom radu, predpostavljam bili dobri testovi za detektiranje rizičnih ispitanika za prijelom trohanternog područja. Međutim, rezultati ovog rada to opovrgavaju.

U ovom radu jasno sam razdvojio vratne od trohanternih prijeloma. Ovo bi mogao biti jedan od razlog različitih nalaza Ulusoy i sur. s mojim nalazima. Pacijentice s vratnim ili trohanternim prijelomom bedrene kosti razlikuju se međusobno prema mjerama anatomskih struktura zgloba kuka. Žene s prijelomom vrata bedrene kosti imaju statistički značajno smanjenu debljinu kortikalisa vrata i povećanu širinu glave te manju širinu acetabuluma u usporedbi sa ženama s trohanternim prijelomom (19). Pacijentice s prijelomom vrata bedrene kosti češće imaju veći NS kuta, veći promjer dijafize, veći vanjski promjer zdjelice, duži HAL,

duži FAL, veći omjerom dužine vrata i širine vrata bedrene kosti i širim acetabulumom nego pacijentice s trohanternim prijelomima bedrene kosti (19, 45, 61). Žene s trohanternim prijelomom imaju statistički značajno tanji kortikalis dijafize bedrene kosti (56). Rizik prijeloma trohanternog područja statistički značajnije je povezan s dužinom FAL za razliku od prijeloma vrata (22, 46). Biomehanika prijeloma kuka s obzirom na vrstu pada i veličinu unešene energije je gotovo istovjetna u skupini s prijelomom vrata bedrene kosti i skupini s trohanternim prijelomom (93, 102, 103, 104, 105).

Usporedio sam 11 nasumice izabranih istraživanja geometrije kukova u kojima su mjere određene radiogramom zdjelice ili denzitometrijom te mjerene ručno ili računalnim programom. Autori u jednom od navedenih istraživanja nisu definirali položaj pacijenta pri snimanju radiograma zdjelice (61). Elfors i sur.(17) utvrdili su kako su razlike među zajednicama vrlo velike, veće nego među spolovima te su zaključili kako su rizici prijeloma najviše povezani s čimbenicima okoliša. Čimbenike okoliša čine način i vrsta prehrane, stupanj fizičke aktivnosti, kvaliteta djetinjstva i broj porod, dakle svi oni čimbenici koji određuju i geometriju kuka.

Dequer i sur. (109) u opsežnoj studiji osteoporoze mediteranskih zemalja (MEDOS studija) analiziraju sasvim drugačiji tip zajednice prema navedenim okolišnim faktorima od zemalja uključenih u EPOS studiju, odnosno studiju osteoporoze sjevernih europskih zemalja (15). Mišljenja sam da studije utjecaja geometrije kuka u predviđanju prijeloma trebaju biti jasno usredotočeni na životnu zajednicu u kojoj su prilike za odrastanje podjednake s obzirom na socijalno-ekonomske prilike gdje je tradicija prehrane podjednaka, uloga žene u svakodnevnom životu i radu gotovo istovjetna, gdje je broj porođaja približno podjednak uz međusobno slične druge čimbenike okoliša. Radi utjecaja životne dobi na određivanje geometrije kuka, time i rizika prijeloma, smatram kako je raspon od 44 do 90 godina prevelik. Uključenost osoba muškog i ženskog spola u istu skupinu može dovesti do prikupljanja iskrivljenih podataka. Predlažem jasno razdvojiti ispitanike prema spolu. Raspon životne dobi treba skratiti na prihvatljivih od 65 do 90 godina. Ispitivanje bi trebalo provesti u okviru jasno socijalno - ekonomski definirane zajednice s ispitanicama bez bitno različitih čimbenika koji značajno definiraju geometriju kuka (14-16, 18-28, 85, 89).

Veličina kinetičke energije prilikom pada i udarca u veliki trohanter bedrene kosti ovisi o težini i visini tijela (19, 22, 26, 40, 56) pa pojedini autori usuglašavanju ispitanike po visini i težini, odnosno prema indeksu tjelesne mase (9, 44, 110). Metodologija određivanja geometrije kuka trebala bi ispitanike ujednačiti po BMD unutar jedne (1) standardne devijacije (9, 10, 25, 36, 56, 57). Prilikom oblikovanja kontrolne skupine i skupine s prijelomom trebalo bi svakako

isključiti i novopridošle useljenike u ispitivanoj zajednici zbog nepoznatog utjecaja učinka gena na promjenu otpornosti zgloba kuka u zajednici starosjedilaca. U navedenoj analizi od 11 radova, samo se tri ispitivača jasno određuju o vrsti rase. Nadalje, važno je dijagnosticirati i tip prijeloma kuka. Skupina s prijelomom trebala bi biti jasno definirana prema tipu prijeloma i od kontrolne skupine razlikovati se samo po prisustvu prijeloma.

Rezultatima ovog rada utvrdio sam da u istoj skupini s prijelomom ne mogu biti pacijenti s prijelomom vrata bedrene kosti i prijelomom trohantera.

Rezultati u određivanju geometrije radiografijom ili denzitometrijom pokazuju konfliktne rezultate (69). Širi kut vrata i dijafize uočene slikovnim prikazom denzitometrije za muškarce i žene u prijelomnoj skupini u odnosu na kontrolnu nije uočen radiografijom (69). Denzitometrija je prihvatljiva za individualnu dijagnostiku osteoporoze i praćenja tijeka liječenja. Korištenje denzitometrije u policentričnim studijima kao što su navedeni EPOS i MEDOS čini bitno otežanim radi potrebe kalibracije mjernog instrumenta (16, 17).

U prijelomnu skupinu pacijenata treba svakako uključiti pacijente s preostalim zdravim kukom. Metalni ugradbeni materijal (vijci, pločice, žice, djelomične ili cjelovite proteze) i stanja iza odstranjenja navedenog ili anamneze prijašnjeg konzervativnoga liječenja prijeloma kuka narušava anatomiju kuka kao i zloćudne ili degenerativne bolesti kuka.

Navedena neujednačenost metodologije dovodi do različitih rezultata ne samo izraženih u milimetrima dužina i/ ili stupnjeva kutova unutar promatrane zajednice. Ovakva šarolikost dovodi i do različitosti u statističkoj značajnosti razlike mjera geometrije kuka između prijelomne i kontrolne skupine različitih zajednica. Ujednačena metodologija rada geometrije kuka u predviđanju prijeloma put je koji dovodi do usporedivosti rezultata radova, ali i primjenjivosti u dijagnostici rizičnih za prijelom kuka.

Uzimajući u obzir dosadašnja saznanja o utjecaju različitih čimbenika na razvoj kuka u odabiru pacijentica za ovaj rad koristio sam pacijentice rodom iz Požeško-slavonske županije. One su liječene u periodu od početka 2010 do kraja 2015. u Općoj županijskoj bolnici Požega radi prijeloma vrata ili trohantera bedrene kosti, ili radi kojeg drugog prijeloma koji ne zahvaća zdjelicu i kuk. Mnogo je lijepih opisa Požege i njene okolice, ali ovdje je najprimirenije u cijelosti citirati ulomak iz djela „Stanovništvo Požege i okolice (1700.-1950.)“, dr. sc. Josipa Buturca, teologa i povjesničara Crkve (111).

„Tokom vremena od g.1700-1950, tj. kroz 250 godina, narod s raznih strana neprestano doseljuje kako u grad Požegu tako i u njezinu okolicu, u sela Požeštine. Doseljuju Hrvati, Hercegovci, zatim Srbi iz Banije, Like i Bosne, i konačno Nijemci, Česi, Slovaci, Madžari i Židovi. Za sve njih je privlačiva „Zlatna Dolina“ požeška zbog plodnosti oranica, glasovitih

vinograda, zelenih bujnih livada i golemih šuma, a osobito zbog planinskoga i nizinskog zdravog zraka te obilne zdrave vode. Većina doseljenika ovdje ostaje, prilagođuje se prastanovnicima i starijim doseljenicima u pogledu jezika, ćudi i običaja, pa postepeno i izumire, a samo malo njih ostavlja ovaj kraj i traži plodnija naselja u istočnoj Slavoniji ili lakši posao i bolji život u kojem većem gradu.“

U tih 250 godina poharala je 1739. godine Požegu i okolicu kuga s 20 % gubitkom stanovništva, dva velika požara 1842. i 1854. pri čemu je vatra u oba navrata uništila preko 80 % stambenog i gospodarskog prostora (111). U tom periodu dogodila su se dva svjetska rata sa svim demografskim, socijalnim i ekonomskim posljedicama. U posljednjoj četvrtini ovog perioda rođene su i ispitanice uključene u metodologiju ovoga rada.

Današnja Požeško-slavonska županija osnovana je 1994. Zakonom o regionalnom ustrojstvu RH i obuhvaća gradove Požegu, Pakrac, Lipik, Pleternicu i Kutjevo te općine Veliku, Brestovac, Jakšić, Kaptol i Čaglin. Stanovništvo Požeško-slavonske županije je staro stanovništvo te indeks starenja za žene u ovoj županiji iznosi 123,0 a za muškarce je ovaj indeks nešto niži i iznosi 99,3. Indeks starenja je udio starijih od 60 godina u dobnoj skupini od 0 do 19 godina. Indeks starenja od 40 je gornje prihvatljiv za daljnji demografski razvoj (8). Koeficijent starosti ili udio starijih od 65 godina u ukupnoj populaciji je za žene 27,7, a za muškarce 23,6. Dakle, žene žive duže od muškaraca, vrlo često u samačkim domaćinstvima. Tendencija prirodnog kretanja stanovništva je takva da se broj živo rođene djece pojačano smanjuje, a broj umrlih s druge strane pojačano povećava. No ipak u ukupnom smanjenu stanovništva negativni prirast od -250 u prosjeku po godini u proteklom periodu ne objašnjava manjak stanovnika od gotovo 12 000 u zadnjih 10 godina. Objašnjenje se nalazi u ekonomskom iseljavanju koja ima za posljedicu nestajanja pojedinih seoskih naselja ili dijelova gradova. Navedeni broj iseljenih veći je od polovine broja stanovnika županijskoga središta - grada Požege (112).

Piramida dobne i spolne strukture pokazuje smanjenje broja muškaraca u odnosu na žene (112). Broj staračkih, samačkih domaćinstava raste, posebno ženskih. Upravo ova populacija je rizična skupina iz koje se potencijalno oblikuju pacijentice s prijelomima (4, 5).
Piramida dobne i spolne strukture u Požeško-slavonskoj županiji (PSŽ) sličnija je jabuci s uskom bazom, širokog i visokog pojasa te na vrhu uska i dugačka peteljka, negoli piramidi sa širokom bazom i oštrim vrhom. Naznačena je nesimetričnost ove jabuke s pomakom na žensku stranu, odnosno više je žena (112). Žene su starije i dugovječnije što je posebno iskazano u skupini 65-et godišnjaka i starijih. U skupini radno aktivnog stanovništva (20 - 65 godina života) mnogobrojnošću i starošću dominiraju muškarci, što sugerira o velikom broju samaca,

pretežno muškaraca. Osim loše gospodarske situacije i posljedično jednog dijeteta u bračnoj zajednici, i veliki broj samaca u radno aktivnoj dobi pridonosi sve užoj bazi, odnosno sve manjem broju djece. Demografska slika PSŽ je još poraznija činjenicom kako je sve manje stanovništva u dobnim skupinama od 0 do 65 godina u periodu 2001. do 2011. Sve češće broj stanovništva raste u skupinama od 65 godina na više. U apsolutnim godinama vijek stanovništva je sve kraći i dok je 2001. bilo živih i starijih od 95 godina, 2011. toliko stari pojedinci nisu više registrirani.

Skrećem pozornost na jednu do sada spominjanu slikovnu metodu procjene čvrstoće kuka, a to je radiogrametrija. Vrlo je slična geometriji kuka, a ujedno i vrlo različita. Radiogrametrija je radiografska morfometrija skeleta koju se Barnett i Nordin godine 1960. utemeljili kao metodu kojom se kvantificira količina koštane mase mjerenjem dimenzija sa standardnih rentgenskih slika kostiju. Pritom se mjere linearni parametri izraženi u milimetrima kao što su širina (promjer), duljina (kosti mjeri se kao najveća duljina pojedinih kostiju ili duljina između određenih točaka), debljina korteksa kortikalne kosti te širina medularnog kanala. Druga skupina mjera su površinski parametri i predstavljaju skupinu aproksimacija presjeka površine kostiju i medularnog kanala. Na primjer, dok kost raste mijenjaju joj se duljina, subperiostalni promjer, debljina korteksa i medularna širina (21, 83-86). Po prestanku rasta kost se ne mijenja u duljinu, ali subperiostalnom reakcijom apozicije (posebna funkcijska prilagodba na pojačano mehaničko opterećenje) mijenja se odnos površina kostiju i površine medularnog kanala (21, 83-86). I mali porast subperiostalnog promjera dijafize kosti znatno povećava njezinu mehaničku nosivost. Razlog tome je u činjenici što moment inercije poprečnog presjek, pri savijanju i torziji, raste s četvrtom potencijom udaljenosti od neutralne osi (86). Debljina kortikalne kosti raste u fazi rasta kosti, odnosno do kraja drugog desetljeća života. Od drugog do petog desetljeća taj se parametar neznatno mijenja, a nakon toga slijedi period starenja. Procesom starenja kortikalne kosti nastaje endoosalna resorpcija iz medularnog kanala, a veći je i brži u žena nego muškaraca, posebno nakon menopauze. Medularni kanal se pri tome širi (21, 83-86). Iz linearlnih i površinskih parametara izvode se bezdimenzionalni parametri kao kvocijenti pojedinih parametara kao što je npr. lineralni kortikalni indeks pri čemu je ukupna debljina korteksa izražena kao postotak subperiostalnog promjera. Površinski kortikalni indeks se dobiva na isti način. Radiogrametrijski parametri su 60-tih godina bili u širokoj upotrebi sve do pojave fotonske absorpciometrijske metode mjerenja mineralne gustoće kosti. Do tada su ove metode određivale koštani status i stupanj koštane otpornosti, uz napomenu da pri tome prikazuju samo navedene parametre i ne uzimaju u obzir kvalitetu koštanog tkiva, odnosno prisutnost minerala u kosti. Prednost ove metode jesu njezina

jednostavnost i pristupačnost, mogu se iskoristiti snimke iz arhive ili snimke bolesnika, ili ozljeđenika u standardnoj medicinskoj obradi. S druge strane ti izračuni kvalitete strukture kosti, a time i stupanj čvrstoće i otpornosti kosti su približno točni, aproksimativni, ali primijenjeni istom metodom na više uzoraka mogu poslužiti za usporedbu parametara, odnosno varijabli jer će odnosi ostati isti (63). Radiogrametrija je dakle, starija metoda određivanja čvrstoće kostiju koja je korištena prije pojave denzitometrije.

Mjere kao što su širina vrata, trohantera, glave i dijafize bedrene kosti, debljina kortikalisa dijafize, trohantera ili vrata bedrene kosti, bilo linearne, površinske ili bezdimenzionalne jesu radiogrametrijske mjere i u gotovo svim dosadašnjim radovima su uspoređivane s mjerama geometrije kuka ili deskriptivno i/ili inteferencijski. Razlika radiogrametrije i geometrije kuka je u tome što geomerija kuka određuje smjer i veličinu, dakle vektor, lomne sile (9- 50). Smatram da bi radovi trebali biti usredotočeni ili na radiogrametrijska istraživanja ili geometrijska, ali ne ih međusobom kombinirati.

7. ZAKLJUČAK

U dosadašnjim radovima geometrije kuka istraživači su se pri određivanju položaja vratne osovine bedrene kosti oslanjali na vizualnu procjenu te je posljedično i dužina osovine (FAL) upitna. Uz dvojben položaj vratne osovine prema dijafiznoj osovini, dvojben je i njihov međusobni kut, Q kut te izračunati TMA.

Odrediti pomičnom mjerkom dužinu najužeg dijela vrata bedrene kosti, odrediti njezinu središnju točku te konstruirati presliku te točke na paralelnom pravcu na postraničnoj udaljenosti od kalibriranih 10 mm prema trohanteru, je jednostavno, ponovljivo i pouzdano.

Mjere dužine NN´AL, NN´TMA i kut NS, kao i prijašnje mjere FAL, Q kut i TMA podrazumijevaju centrirani, i pasivni položaj glave prema vratu. Osovina određena centrom glave i centrom vrata bedrene kosti, stavlja glavu bedrene kosti u aktivan položaj u određivanju pravca vratne osovine, a time i dužina CNAL, CNTMA i kut CNS.

Osjetljivost i specifičnost navedenih mjera za dijagostiku rizičnih od prijeloma vrata bedrene kosti su:

- CNAL pri prijelomnoj vrijednosti od $\geq$ 78,88 mm, površinom ispod krivulje (AUC) od 0,666 % uz 95 % CI 0,636 – 0,842 pokazuje osjetljivost 0,762 i specifičnost 0,578 uz statističku značajnost od $p< 0,05$,
- CNTMA pri prijelomnoj vrijednosti od $\geq$ 47,33 mm, AUC 0,701, 95 % CI 0,595 – 0,82, osjetljivost je 0,690 a specifičnost 0,669, $p< 0,05$,
- CNS kut pri prijelomnoj vrijednosti od $\geq$ 127,5°, AUC 0,661, 95 % CI 0,548 – 0,775, osjetljvost je 0,571 i specifičnost 0,689, $p< 0,05$.

Navedene mjere geometrije kuka su dobri dijagnostički testovi za otkrivanje rizičnih za prijelom vrata bedrene kosti. Nisu odlične, ali su primjenjive, pogotovo ako je posljedica ovih prijeloma u 50 % pacijenata trajna ovisnost o tuđoj njezi i pomoći, a smrtnost od 30 % do 38 % pacijenata unutar godine dana od zadobivanja prijeloma.

NN´TMA i NS kut s izračunatim stupnjem osjetljivosti i specifičnosti ne dijagnosticiraju dobro rizične za prijelom vrata bedrene kosti. NN´AL pri prelomnoj vrijednosti od $\geq$ 79,12 mm, AUC 0,666, 95 % CI 0,551-0,781, pokazuje osjetljivost 0,548 i specifičnost 0,689, $p< 0,05$. Granično je zadovoljavajući dijagnostički test za otkrivanje rizičnih za prijelom vrata bedrene kosti.

Niti jedna od navedenih mjera geometrije kuka nije dobar dijagnostički test za otkrivanje rizičnih za prijelom trohantera bedrene kosti. Navedene mjere se u ROC krivulji raspoređuju po principu slučajnog rasporeda.

Aktivni položaj glave u odnosu na pasivni položaj glave prema vratu bedrene kosti, poboljšava osjetljivost i specifičnost mjera geometrije kuka u dijagnostici rizičnih žena za prijelom vrata bedrene kosti. Položaj glave prema vratu bedrene kosti nema utjecaj na poboljšanje dijagnostike rizičnih za trohanterne prijelome. Geometrija kuka određuje vektor lomne sile na vratu, ali ne i na trohanternom području bedrene kosti.

8. SAŽETAK

Predpostavka: Geometrijom kuka koja prihvaća anatomski i aktivni položaj glave prema vratu i dijafizi bedrene kosti moguće je specifičnije i osjetljivije dijagnosticirati žene s povečanim rizikom za prijelom kuka nego prije korištenim mjerama FAL, Q kut i TMA.

Ispitanici i postupci: Na uprosječenom uzorku žena Požeško-slavonske županije prema spolu, dobi, mineralnoj gustoći kosti, indeksu tjelesne mase, sličnom djetinjstvu, materinstvu, socijalnom i ekonomskom položaju, ispitali smo krivulje primajuće operativne karakteristike (ROC) za dva tipa osovina i za dva tipa prijeloma - vrata i trohanternog područja bedrene kosti.

Dosadašnje mjere vratne osovine određene vizualnom procjenom (FAL, Q kut, TMA) zamjenili smo pouzdanijom, originalnom konstrukcijom s dvije točke vrata bedrene kosti koju smo nazvali NN´osovinom. NN´osovina omogućuje glavi bedrene kosti neanatomsku centriranost, dok CN osovina omogućuje aktivno sudjelovanje glave u određivanju dužine i kuta.

Rezultati: Mjere CN dužina osovine, CNS kut, CNTMA određene prema CN osovini jesu statistički značajno veće u vratnoj prijelomnoj skupini (83,01±6,09 mm, 128,38±6,02°, 50,00±5,86 mm) nego u kontrolnoj skupini (77,93±4,38 mm, 124,36±6,73°, 43,45±8,86 mm), na nivou $p< 0,05$. Razlika između vratne prijelomne i kontrolne skupine za NN´AL određene prema NN´osovini je statistički značajna (81,81±6,40 mm i 77,84±4,21mm), $p= 0,001$. Mjere NS kut (124,52±7,045° i 122,69±6,08°, $p= 0,196$) i NN´TMA (43,55±9,95 mm i 41,82±7,85 mm, $p= 0,368$), satistički se ne razlikuju, $p> 0,05$. Mjere geometrije kuka određene CN osovinom i NN´osovinom u trohanternoj prijelomnoj i kontrolnoj grupi nisu međusobno statistički različite. Rezultati za ROC analizu osjetljivosti i specifičnosti za dijagnosticiranje osoba povećanog rizika za prijelom vrata jesu: CNAL 0,762 i 0,578, CNS kut 0,571 i 0,689, CNTMA 0,69 i 0,669, NNÁL 0,548 i 0,689, $p< 0,05$. NS kut i NN´TMA, nemaju osjetljivosti, niti specifičnosti, $p> 0,05$. Za prijelome trohanternog područja bedrene kosti ROC analiza osjetljivosti i specifičnosti gore navedenim mjerama ne pokazuje statističke značajnosti, $p> 0,05$.

Zaključak: Mjere određene aktivnim položajem glave prema vratu bedrene kosti (CNAL, CNS kut i CNTMA) dobri su testovi za dijagnosticiranje žena s povećanim rizikom za prijelom vrata bedrene kosti. Mjere određene osovinom s pasivnim položajem glave, NN´TMA i NS kut, nisu dobri za dijagnosticiranje povišenog rizika za ovu vrst prijeloma. NN´AL je granične vrijednosti. Naveden mjere geometrije kuka nisu korisne u dijagnosticiranju osoba s

povišenim rizikom za trohanterne prijelome bedrene kosti, bez obzira na poziciju glave prema vratu i dijafizi bedrene kosti.
Ključne riječi: prijelom kuka; geometrija kuka; procjena rizika prijeloma.

9. SUMMARY

THE INFLUENCE OF HIP GEOMETRY OF WOMEN FROM THE POZEGA-SLAVONIA COUNTY ON THE PREDICITION ON HIP FRACTURE

Purpose. A more specific and sensitive diagnosis of women running risk of hip fractures made possible by a hip geometry which respects an anatomical and active position of the head towards the neck and the diapshisis of the femur than the before used FAL, Q angle and TMA measures.

Patients and Methods. On an standardised pattern of women from the Pozega-Slavonia county- Croatia, according to sex, age, Bone Mineral Density, Body Mass Index, simmilar childhood , maternity, social and economical position, we have examined the Reciver Operatating Characteristic (ROC) Curve for the lenght and angle of two axes and two types of fractures – of the neck and the trochanter region of the femoris. The neck axis determined by visual estimation of previous measures (FAL, Q angle, TMA) we have replaced with a more reliable, original construction with two neck points wich we call the ŃN´ axis. The often used NN´ axis enables an nonanatomicaly centered head, while the CN axis enables an active participation of the head in determining lenght and angle.

Results. The measures CN axis length, CNS angle, CNTMA determined towards the CN axis are statistically significantly larger in the neck fracture group (83.01±6.09 mm, 128.38±6.02°, 50.00±5.86 mm) than in the control group (77.93±4.38 mm, 124.36±6.73°, 43.45±8.86 mm), $p< 0.05$.The difference between the neck fracture and control group which is determined towards the NN´ axis for NN´AL, is statistically significantly different (81.81±6.40 mm and 77.84±4.21mm), $p= 0.001$. The measures NS angle (124.52±7.04° and 122.69±6.08°, $p= 0.196$) and NN´TMA (43.55±9.95 mm and 41.82±7.85 mm, $p= 0.368$), $p> 0.05$. Hip geometry measures determined by the CN axis and the NN´ axis in the trochanter fracture and control groups are not mutually significantly statistically different.

The results of the ROC analysis of sensitivity and specificity for the diagnostics of people running risk of neck fractures are CNAL 0.762 and 0.578, CNS angle 0.571 and 0.689, CNTMA 0.69 and 0.669, NNÁL 0.548 and 0.689, $p< 0.05$. Sensitivity and specificity for NS angle and NN´TMA $p> 0.05$. For fractures of the trochanter region of the femur the ROC analysis of sensitivity and specificity for above mentioned measures does not show statistical significance, $p> 0.05$.

Conclusion: Measure determined by the active position of the head towards the femoral neck (CNAL,CNS angle and CNTMA) are a good test for the diagnosis of women running risk

of femoral neck fractures. Measures determined by a neck axis with a pasive head position, NN´TMA and NS angle, are not good at diagnosing those running risk of these kind of fracture. NN´AL is of a marginal value. The listed hip geometry measures are not usable in the diagnosis of those running risk of femoral trochanter fractures, no matter the position of the head towards the neck and the diaphisis of the femur.
Key words : hip fracture, hip geometry, fracture risk assessment.

10. POPIS LITERATURE

1. Stevens JA,Olson S, Redusing falls and resultating hip fractures among older women N Engl J Med 2001;194:687-90.
2. Cummings SR, Melton III LJ.Osteoporosis. I. Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. Lancet 2002;359:1761-7.
3. Osnes EK, Lofthus CM, Meyer HE, Falch JA, Nordsletten L, Cappelen I, et al. Consequences of hip fracture on activities of daily life and residential needs.Osteoporo Int 2004;15:567-74.
4. Miyamoto Rg, Kaplan KM, Levine BR, Egol KA, Zukermann JD.Surgical management of hip fractures: An evidens- based review of literature I:Femoral neck fracture. J Trauma 2007:50:121
5. Mackenzie EJ, Fowler CJ. Epidemiology. in: Feliciano D, Mattox KL, Moore EE. Trauma 6th ed, New York: The McGraw-Hill companies; 2008, p 26- 42.
6. Slemenda C Prevention of hip frectures:risik factor modification. AM J Med 1997;234-41.
7. Raaymarkes EL.Fractures of femoral neck: review and personal statement. Acta chir ortop traumatol Cech 2006;73(1):45-59.
8. Hrvatski statističko-zdravstveni ljetopis za 2014.godinu. Dostupno na adresi:http://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2015/12/ljetopis_2014.pdf. Datum pristupa informaciji 15.12.2015.
9. Faulkner KG, Cummings SR, Black D, Palermo L, Gluer CC, Genant HK. Simple measurement of femoral geometry predicts hip fracture: The study of osteoporotic fractures. J of Bone Miner Res 1993;8:1211-17.
10. Alho A, Husby T, Hoiseth A. Bone mineral content and mechanical strenght: An vivo study on human femora at autopsy. Clin Orthopead Rel Res 1998;227:292-7.
11. Carter AR, Hayws WC. Bone compresive strenght: The influence of density and strain rate. Science 1976;194:1174-76.
12. Einhorn TA. Bone strength.The bottom line. Calcif Tissue Int 2001;51:333-9.
13. Heney RP, Barger, Lux MJ, Davies KM, Ryan RA, Johnson ML, Gong G. Bone dimensional change with age: Interaction of genetic, hormonal and body size variables.Osteoporosis Int 1997;7:426-31

14. Leivher I, Margulies JY, Weinreb A, Mizrah J, Robin GC, Conforty B, Makin M, Bloch B. The relationship between bone density, mineral content and mechanical strenght in the femoral neck. Clin orthopead Rel Res 1992;163:72-81.
15. Crabtree NJ, Lunt M, Holt G et al. Hip geometry,bone mineral distribution and bone strength in European men and Women: The EPOS study. Bone 2000;27:151-9.
16. Crabtree NJ, Kroger H, Martin A et al. Improving risk assesment: Hip geometry, bone mineral distribution, bone strenght in hip fracture cases and controls. The EPOS study. Osteoporos Int 2002; 13:48-54.
17. Elffors I, Allander E, Kanis JA, et al. The variable incidence of hip fracture in southern Europe: The MEDOS study. Osteoporos Int 1994;4:253-63.
18. Issac B, Selvakumar V, Prasad R, Jeyaseelan L, Chadi G. Prediction of the femoral neck shaft angle from the lenght of the femoral neck. Clin Anato 1997;10:318-23.
19. Partanen J, Jamsa T, Jalovaara P. Influence of the upper femur and pelvic geometry on the risk and type of hip fractures. American society for bone and mineral researc. 2001;16 (8):1540-5.
20. Lotz JC, Cheal EJ, Hayes WC. Stress distribution within the proximal femur during gait and falls: Implications for osteoporotic fracture. Osteoporos Int 1995;5:252-61.
21. Alonso CG, Diaz MD, Carranza FH, Cano PR, Perez AD. Femoral bone mineral densiti, neck- shaft angle and mean femoral neck width as predictors of hip fractures in men and women. Osteoporos Int 2002;11:714-20.
22. Center JR, Nguyen TV, Pocock NA et al: Femoral neck axis lenght, height loss, and risk of hip fracture in males and females. Osteoporos Int 1998;8:75-81.
23. Gašpar D, Crnković T. Geometrija zgloba kuka: metodologija i smjernice. Acta Med Croatica 2013;67:37-46.
24. Michelotti J, Clark J. Femoral neck lenght and hip fracture risk. J Bone Miner Res 1999;8:75-81.
25. Boonen S, Koutri R, Dequeker Jaerssens J, Lowet G, Nijs J,et al. Measurement of femoral geometry in Type I and Type II osteoporosis- differences in hip axis length consistent with heterogeneity in pathogenesis of osteoporotic fractures. J Bone Miner Res 1995;10:1908-12.
26. Bergot C, Bousson V, Meunier A. Hip fracture risk and proximal femur geometry from DXA scans. J Bone Miner Res 2002;13:542-50.

27. Wang MC, Aguirre M, Bhudhikanok GS, Kendall CG, Kirsch S, Marcus R, et al. Bone mass and hip axis lenght in healty asians, black, Hispanic, and white American youths. J Bone Miner Res 1997;12:1922-35.
28. Macdonald HM, New SA, Fraser WD, Campbell MK, Reid DM. Low dietery potassium intakes and high dietary estimates of net endogenous acid production are associated with low bone mineral density in premenopausal women and increased markers of bone resorption in postmenopausal women. Am J Clin Nutr 2005;81:923-33.
29. Bolvin G, Lips P, Ott SM, Harper KD, Sarkar S, Pinette KV. Contribution of raloxifene and calcium and vitamin D3 supplementation to the increase of the degree of mineralization of bone in postmenopausal women. J.Clin Endocrinolol Metab 2003;88:4199-205.
30. Kiratli BJ, Smith AE, Naeunberg T, Kallfelz CF, Perkash I. Bone mineral and geometric changes through the femor with immobilization due to spinal cord injury. J Rehab Res Dev 2000;37:225-33.
31. Neer RM, Arnaud CD, Zanchetta JR, Prince R, Gaich GA, Reginster JY, et al. Effect of parathyroid hormone (1-34) on fractures and bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis. New Engl J Med 2001;344:1434-41.
32. Flicker L, Faulkner KG, Hopper JL, Green RM, Kaymakci B, Nowson CA, et al. Determination oh hip axis lenght in women aged 10-98 years: a twin study. Bone 1996;18:41-5.
33. Cooper AA. Treatise on dislocations and fractures of the joints. 2nd ed. Boston, MA: Lilly and Wait et al;1832.
34. Phillips JR,Williams JF, Mellick RA. Prediction of strength of the neck of femur from radiological appearance. Biomed Eng 1975;10:367-72.
35. Hayes WC,Piazza SJ,Zysset PK. Biomechanics of fracture risk prediction of hip and spine by quantitative computed tomograph. Radiol Clin North AM 1991;29:1-18
36. Pulkkinen P, Eckstein F, Iler EM, Kuhn V, Jamsa T. Association of geometric factors and failure load level with the distribution of cervical vs. trochanteric hip fractures. J Bone Miner Res 2006;79:895-901.
37. El-Kaissi S,Pasco JA, Henry MJ, Panahi S, Nicholson JG, Nicolson GC, et al. Femoral neck geometry and hip fracture risk: the Geelong osteoporosis study. Osteoporos Int 2005;16:1299-303.

38. Pande, O´Neill TW, Pritchard C, Scott DL, Woolf AD. Bone mineral density, hip axis lingth and risk of hip fracture in men: results from the Cornwall hip fracture study. Osteoporosis Int 2000;11:866-70.
39. Dretakis EK, Papakitsou E,Kontakis GM,Dretakis K,Psarskis S, Steriopoulos KA. Bone mineral density body mass index and hip axis length in postmenoupausal Cretan women with cervical and trochanteric fractures. Calcif Tissue Int 1999;64:257-8,.
40. Karlsson KM, Sernbo I, Obrant KJ, RedlundJohnell I, Johnell O. Femoral neck geometry and radiographic signs of osteoporosis as predictors of hip fractures. Bone 1996;18:327-30.
41. Siebenrock KA,Wahab KH,Werlwn S,Kalhor M,leuning M,Ganz R.Abnormal extension of the femoral head epiphysis as a cause of cam impigement.Clin Orthop Relat Res.2004;418:54-60
42. Cumming SR, Black DM, Nevitt MC, Browner WS, Cauley JA, Genant HK, et al. Appendicular bone density and age predict hip fracture in women, JAMA 1990.263(5):665-8.
43. Fox KM, Cummings SR, Threets KP, Nevitt MC, Black DM, Ensrud K. Intertrochanteric femoral and neck fractures have different risk factors, J Bone Min Res:S170;1995
44. Gnudi S, Ripamonti C, Gualtieri G, Malavolta N: Geometry of proximal femur in the prediction of hip fracture in osteoporotic women. Br J Radiol 1999;8:75-81
45. Gnudi S,Ripamoti C, Lisi L, Fini M, Giardino R,Giaversi G. Proximal femur geometry to detect and distinguish femoral neck fractures from trochanteric fractures in postmenopausal women. Osteoporos Int 2002;13:69-73.
46. Mautalen CA, Vega EM, Einhorn TA. Are the etiologies of cervical and trochanteric hip fractures different? Bone 1996; 18(3):1338-1378.
47. Peacock M, Liu G, Carey M, et al. Bone mass and structure at the hip in men and women over the age of 60 years. Osteoporos Int 1998;8:231-9.
48. Peacock M, Turner CH, Liu G, Maanatunga AK, Timemerman L, Johnstons CC Jr. Better discrimination of hip fractures using bone density, geometry and architecture. Osteoporosis Int 1995;5:167.73
49. Calis HT, Eryavuz M, Calis M. Comparison of femoral geometry among cases with and without hip fractures.Yonsei Medical Journal.2004;45:901-7.

50. Ahlborg HG, Nguyen ND, Nguyen TV, Center Jrm Eisman JA. Contribution of hip s trength indices to hip fractures risk in elderly men and women. J Bone Miner Res 2005;20:1820-7
51. Malnar Dragojević D, Grković I, Bobinac D, Dujmović M, Nemec B. Relationship between femoral anteversion and neck schaft angle. Coll Antropol1996;20(1):111-117.
52. Anderson JY, Trinkaus E.Patterns of sexual, bilateral and interpopulational variation in human femoral neck-shaft angles. J Anat 1998;192:279-85.
53. Vallippan S, Svensson NL, Wood RD. Three dimensional stress analysis of the humean femur. Comp Biol Med 1977;7:253-256
54. Gregory JF. Aspden RM. Femoral geometry as a risk farctor for osteoporotic hip fracture in men and women. Medical Engineering and Physics 2008;30:1275-1286
55. Kukla C, Gaebler C, Pichl RW, Prokesch R, Heinze g, Heinze T. Predictive geometric factors in a standardized model of femoral neck fracture: experimental study of cadaveric human femurs. Injury 2002;30:207-16.
56. Gluer CC, Cummings SR, Pressman A, Li J, Gluer K, Faulkner KG, et al. Prediction of hip-fractures from pelvic radiographs-the study of osteoporotic fractures. J Bone Miner Res 1994;9:671-7.
57. Ulusoy H, Bilgici A, Kuru O, Sarica N, ArslanS, Erkorkman UA. New value of proximal geometry to evaluate hip fracture risk: true moment arm. Hip international 2008;18:101-7.
58. Krmpotić-Nemanić J. Anatomija čovjeka: Funkcionalna anatomija sustava za kretanje. 3. izd. Zagreb: Jugoslavenska medicinska naklada, 1982, str. 285.
59. Robinovitch SN, Hayes WC, McMahon TA. Prediction of femoral impact forces in falls on the hip. J Biomech Eng 1990;113:366-74.
60. Hordon L.D, Peacock M. The architecture of canacellous and cortical bone in femoral neck fracture. Bone Min 1990;11:335-345.
61. Patton MS, Duthie RA, Sutherland AG. Proximal femoral geometry and hipfractures. Acta Orthopaedica Belgica 2006;72:315-23.
62. Im G.I, Lim M.J. Proximal hip geometry and hip fracture risk assessment in Korean population. Osteoporos Int 2011;22:803-7.
63. Nikolić V, Hudec M. Principi Biomehanike: Radiološke metode u kvantificiranju koštanog sustava. Zagreb: Medicinska biblioteka,2012,str.73-84.
64. Toogood PA, Skalak A, Cooperman DR. Proximal femoral anatomy in normal human population. Clin Orthop Relat Res 2009;467:876-85.

65. Beck TJ, Looker AC, Ruff CB, Sievenen H, Wahner HW. Structural trends in the aging femoral neck and proximal shaft: Analysis of the Third National Health and Nutrition Examination Survey dual-energy X ray absorptiometry data. J Bone Miner Res.2000; 15: 2297.2304.
66. Bradley M, Shaw M, Fox D. The Bristol hip view: a new hypotetical radiographic projection for femoral neck fractures. The Bristol Journal of Radiology,2006:79;216-220)
67. Nelson HD, Humphrey LL, Nygren P, et al. Postmenopausal hormone replacement therapy: scientific review. JAMA 2002:288:872-881.
68. Cauley JA, Black DM, Barrett-Conor E, et al. Effect of hormone replacement therapy on clinical fractures and height loss: The heart and estrogen/Progestin replacement Study (HERS). Am J Med 2001;110:442-450.
69. Martin RB, Burr DB. Non invasive measurement of long bone cross-sectional moment of inertia by photon absorptiometry. J. Biomech 1984;17:195-201
70. Beck TJ, Oreskovic TL, Stone SL,et al. Structural adaptation to changing skeletal load in the progression toward hip fragility: The study of osteoporotic fractures. J Bone Miner Res 2001; 16:1108-19.
71. Genant Hk,Gordon C, Jiang Y, Link TM, Didier H, Majumdar S, et al. Advanced imaging of the macrostructure and microstructure of bone. Hormone Res 200:54:24-30.
72. Majumdar S, Genant HK. High resolution magnetic resonace imaging of trabecular structure. Euro Radiol 1997;7:51-5.
73. Nakamura T, Turner CH, Yoshikawa T, Slemenda CW, Peackock M, Burr DB. Do variations in hip geometry explain differences in hip fractures risk between Japanese and white Americans? J Bone Miner Res 1994;9:1071-6.
74. Ito K, Minka MA, Keunig M, Werlen S, Ganz R. Femoroacetabular impigement and the cam-effect: a MRI-based quantitative anatomic study of the femoral head-neck offset. J Bone Joint Surg Br 2001;83:171-6.
75. Siebenrock KA,Wahab KH, Werlwn S, Kalhor M, Leuning M, Ganz R. Abnormal extension of the femoral head epiphysis as a cause of cam impigement. Clin Orthop Relat Res 2004;418:54-60.
76. Notzli HP, Wyss TF, Stoecklin CH, Schmid MR, Treiber K, Hodler J. The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impigement. J Bone Joint Surg Br 2002;84:556-60.

77. Javaid MK, Lekamwasam S,Clark J et al. Infant growth influences proximal femoral geometry in adulthood. J B Miner Res 2006;21:508-12.
78. Flicker L, Faulkner KG, Hopper JL i sur. Determination of hip axis length in women aged 10-98 years: a twin study. Bone 1996; 18: 41-5.
79. Goulding A, Gold E, Cannan R, Williams S, Lewis Barbed NJ. Changing femoral geometry in growing girls: a cross-sectional DEXA study. Bone 1996; 19: 645-9.
80. Amstutz H, Wilson P. Dysgenesis of the proximal femur (Coxa Vara) and its surgical management. J Bone Surg Am 1953; 44: 1-24.
81. Humphrey GM. The angle of neck with the shaft of the femur at different periods of l life and under different circumstances. J Anat Physiol 1889; 23: 273.
82. Beck TJ, Looker AC, Ruff CB, Sievanen H, Wahner HW. Structural trends in anging femoral neck and nutrition examination survey dualenergy X-ray absorptiometry data. J Bone Miner Res 2000; 15: 2297-304.
83. Duboeuf F, Hans D, Schott AM i sur. Different morpholometric and densitometric parameters predic cervical and trochanteric hip fracture: the EPIDOS study. J Bone Miner Res 1997; 12: 1895-902.
84. Rybicki EF, Simone FA, Weis EG. One the mechanical analysis of stress in human femur. J Biomech 1972; 5: 203-15.
85. Pande, O´Neill TW, Pritchard C, Scott DL, Woolf AD. Bone mineral density, hip axis length and risk of hip fracture in men: results from the Cornwall hip fracture study. Osteoporos Int 2000; 11: 866-70.
86. Rafferty KL. Structural design of femoral neck in primates. J Hum Evol 1997; 34: 361-83.
87. Bedogni G, Mussi C, Malavolti M i sur. Relationship between body composition and bone mineral content in young and elderly women. Ann Hum Biol 2002; 29: 559-65.
88. Khosla S, Atkinson EJ, Riggs BL, Melton LJ. Relationship between body composition and bone mass in women. J Bone Miner Res 1996; 11: 857-63.
89. Looker AC, Beck TJ, Orwoll ES. Does body size account for gender differencess in femur bone density and geometry? J Bone Miner Res 2001, 16:1291-1299.
90. Nelson DA, Barondess DA, Hendrix SL, Beck TJ. Cross-sectional geometry, bone strength and bone mass in the proximal femur in black and white postmenopausal women. J Bone Miner Ress 2000;15:1992-97.

91. Cauley JA, Black DM, Barrett-Conor E i sur. Effect of hormone replacement therapy on clinical fractures and height loss: The heart and estrogen/Progestin replacement Study (HERS). Am J Med 2001; 110: 442-50.
92. Theobald TM, Cauley JA, Gluer CC, et al. Black-white differences in hip geometry. Osteoporos Int 1998; 8:61-67.
93. Nakamura T, Turner CH, Yoshikawa T, Slemenda CW, Peackock M, Burr DB. Do variations in hip geometry explain differences in hip fractures risk between Japanese and white Americans? J Bone Miner Res 1994; 9: 1071-76.
94. Mikhail MB, Vaswani AN, Aloia JF. Racial differences in femoral dimensions and their relation to hip fracture. Osteoporos Int 1996; 6: 22-4.
95. Cummings SR, Cauley JA, Palermo L i sur. Racial differences in hip axil lengths might explain racial differences in rates of hip fracture. Osteoporos Int 1994; 4: 226-9.
96. Arden NK, Baker J,Hogg C,Baan K, Spector TD. The heritability of bone miner density, ultrasuand of the calcaneus and hip axis length: a study of postmenopausal twins. J Bone Miner Res 1996;11:530-4.
97. Faulkner KG. Hip axis length and osteoporotic fractures. Study of Osteoporotical Fractures Research Group. J Bone Miner Res 1995; 10: 506-73.
98. Hayes WC, Myers ER, Morris JN, Gerhart TN, Yett HS, Lipsitz LA. Impact near the hip dominates fractures risk in eldery nursing home residents who fall. Calcif Tissue Int 2006: 52: 192-8.
99. Fox KM, Cummings SR, Threets KP, Nevitt MC, Black DM, Ensrud K. Intertrochanteric femoral neck fractures have different risk factors. J Bone Miner Res 1995; 8: 170-3.
100. Egol KA, Koval KJ, Zukerman JD. Femoral neck fractures. U: Egol KA, Koval J, Zukerman JD, ur. Handbook of fractures. 4th ed, New York: Wolters Kluwer, 2010, 378-87.
101. Egol KA, Koval KJ, Zukerman JD. Intertrochanteric fractures. U: Egol KA, Koval KJ, Zukerman JD, ur. Handbook of fractures 4th ed, New York: Wolters Kluwer, 2010, 388-98.
102. Greenspan SL, Myres E, Maitland LA, Kido T, Krasnow MR, Hayws WC. Trochanteric bone mineral density is associated with type of hip fracture in the eldery. J Bone Miner Res 1994; 9: 1889-99.
103. Smith I, Johnell O. Changes in bone mass and fracture type in patients with hip fractures. Clin Orthop 1989; 238: 139-47.

104. Nakamura N, Kyou T, Zakaoka K, Ohzone K, Ono K. Bone mineral density in the proximal femur and hip type in the elderly. J Bone Miner Res 1992; 7: 755-9. 111.

105. Rybicki EF, Simone Fa, Weis EG. One the mechanical analysis of stress in human femur. J Biomech 1972;5:203-15.

106. Muller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J. The AO classification of fractures of long bones. Berlin:Springer-Verlag, 1990.

107. Gašpar D, Crnković T, Đurović D, Podsednik D,Slišurić F. AO group, AO subgroup, Garden and Pauwels classification system of femoral neck fractures;Are they reliable and reproducible? Med Glas (Zenica) 2012; 9:243-7.

108. van Embden D, Rhemrev SJ, Meylaerts SA, Roukema GR. The comparison of two classifications for trochanteric femur fractures: the AO/ASIF classification and the Jensen classification. Injury. 2010;41(4):377-81.

109. Dequer J, Ranstram J, Valasson J, Sigurgevisson B, Allender E. MEDOS Study Group. The Mediterranean Osteoporosis (MEDOS) Study guestionnaire. Clin Rheumatol 1991; 10: 54-72.

110. Looker AC, Beck TJ, Orwoll ES. Does body size account for gender differences in femur bone density and geometry? J Bone Miner Res 2001; 16: 1291-99.

111. Josip Buturac. Stanovništvo Požege i okolice (1700.-1950.). Zagreb: Naklada Slap; 2004.

112. Kovačević J, ur. Zdravstveno-statistički ljetopis Požeško-slavonske županije za 2014. Požega: Zavod za javno zdravstvo Požeško-slavonske županije;2015.

11. ŽIVOTOPIS

Drago Gašpar, prim.dr.med. rođen je 1965. u Požegi gdje je i završio osmogodišnje osnovno te četverogodišnje srednjoškolsko obrazovanje. Školovanje nastavlja upisom Medicinskog fakulteta u Zagrebu, ali zbog teške i kronične bolesti majke odmah po upisu seli u Osijek gdje u roku završava navedeni fakultet.

U Domovinski rat se uključio kao dragovoljac HV-a te je bio sudionik svih važnih oslobodilačkih akcija. Odlikovan je Spomenicom domovinskog rata iz 1991. i činom pričuvnog časnika Hrvatske vojske.

Od 1993. nastavlja sa specijalističkim te 2008. i subspecijalističkim školovanjem u Zagrebu. Danas radi kao traumatolog u Službi za kirurške bolesti na Odjelu traumatologije i ortopedije Opće županijske bolnice Požega. Od 2014. nosi naslov primarijus. Oženjen je i otac je odraslog sina.