

UNIVERZITET U BEOGRADU

MEDICINSKI FAKULTET

Mirko B. Sovilj

**ANALIZA UTICAJA MORFOLOGIJE
KOŠTANIH I ZGLOBNIH STRUKTURA
PREDNJEG DIJELA STOPALA KAO
PREDISPONIRAJUĆIH ENDOGENIH
FAKTORA ZA RAZVOJ HALLUX VALGUS
DEFORMITETA**

Doktorska disertacija

Beograd, 2023.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF MEDICINE

Mirko B. Sovilj

**ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE MORPHOLOGY
OF BONE AND JOINT STRUCTURES OF THE FOREFOOT
AS PREDISPOSING ENDOGENOUS FACTORS FOR THE
DEVELOPMENT OF HALLUX VALGUS DEFORMATION**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2023.

MENTOR:

Prof. Dr sci. med. Zoran Baščarević, redovni profesor Medicinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, Institut za ortopediju „Banjica“ Beograd

ČLANOVI KOMISIJE:

1. Prof. dr sci. med. Marko Kadija, profesor Medicinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu
2. Prof. dr sci. med. Nemanja Slavković, profesor Medicinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu
3. Prof. dr sci. med. Srđan Ninković, profesor Medicinskog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu

Datum odbrane:

IZJAVE ZAHVALNOSTI

Posebnu zahvalnost dugujem:

mom mentoru prof. dr sci. med. Zoranu Baščareviću na korisnim savjetima, podršci i ukazanom povjerenju za realizaciju mojih ideja,

mom učitelju i mentoru moje magistarske teze prof. dr sci. med. Ivanu Butkoviću, univerzitetskom profesoru u penziji, koji me je uveo u tajne ortopedije i traumatologije i ukazao na put stalnog učenja,

kolegama i osoblju Instituta za ortopediju "Banjica", posebno dr Andreji Baljzoviću na svesrdnoj pomoći i korisnim sugestijama,

prof. dr sci. Nenadu Stojanoviću, profesoru Medicinskog i Filozofskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, kralju statistike, na velikoj podršci mom radu te statističkoj analizi i tumačenju dobijenih rezultata,

mojoj porodici, posebno supruzi Valentini na nesebičnoj podršci, strpljivom lektorisanju i velikom razumijevanju.

Takođe, zahvalnost dugujem koautorima objavljenih radova koji su proizašli kao rezultat istraživanja u okviru ove doktorske teze jer su učestvovali u:

1. kreiranju koncepta istraživanja, Prof. dr Zoran Baščarević
2. prikupljanju podataka, dr Filip Pilipović, dr Draško Vasović
3. formalnoj analizi, Prof. dr Vesna Ivanišević, dr Andreja Baljzović, dr Maja Sovilj Banjac
4. metodologiji i statističkoj analizi, Prof. dr Nenad Stojanović,

Ovaj rad posvećujem mojim kćerkama,

Maji i Ivani

ANALIZA UTICAJA MORFOLOGIJE KOŠTANIH I ZGLOBNIH STRUKTURA PREDNJEG DIJELA STOPALA KAO PREDISPONIRAJUĆIH ENDOGENIH FAKTORA ZA RAZVOJ HALLUX VALGUS DEFORMITETA

Sažetak

Cilj: U razmatranju etiologije hallux valgus deformiteta sve češće se usmjerava pažnja na endogene etiološke faktore, koji se odnose na morfološke specifičnosti koštanih i zglobnih struktura prvog niza prednjeg dijela stopala. Ovo istraživanje je posvećeno analizi uticaja odnosa dužina prve i druge MT kosti kao i morfologije prve MT kosti na distalnom nivou te moguću uticaj morfologije prvog MTC zgloba na povećanje HVU i IMU, koji definišu ozbiljnost ovog deformiteta.

Materijal i metod: U prospektivnu studiju uključeno je 167 pacijenata kod kojih je utvrđen hallux valgus deformitet i 111 ispitanika bez ovog deformiteta. Nakon kliničke obrade urađeno je standardizovano radiografsko snimanje stopala i potrebna mjerenja primjenom licenciranog digitalnog programa. Tako su izvršena mjerenja dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije, utvrđena radiografska forma glave prve MT kosti i pozicija njene zglobne površine mjerenjem DMAU, orijentacija baze ove kosti i stepen inklinacije njene zglobne površine mjerenjem PMAU. Utvrđena je forma prvog MTC zgloba mjerenjem DCAU i izmjereni HVU, IMU i IFU, te apsolutne dužine prve MT kosti, proksimalne i distalne falange palca. Primjenom odgovarajućih statističkih analiza ispitana je povezanost svake od navedenih nezavisnih varijabli sa vrijednostima HVU i IMU, a potom i njihov uticaj na veličinu ovih uglova.

Rezultati: Utvrđena je statistički značajna korelacija između razlike dužina prve i druge MT kosti sa IMU, kao i značajan uticaj na vrijednosti ovog ugla na nivou $p=0.01$, dok uticaj na HVU nije potvrđen. Zaobljena forma glave prve MT kosti prisutna je kod 82.6% stopala sa deformitetom, dok je kod zdravih podjednaka zastupljenost zaobljene (43,2%) i kvadratne forme (42.3%). Pokazana je statistički značajna veza između forme glave prve MT kosti i HVU (Sig.=0.004), ali i značajan uticaj na vrijednosti ovog ugla (Sig.=0.000), kao i manje značajna veza sa IMU (Sig.=0.012) i uticaj na njegovu veličinu (Sig.=0.047). Za razliku od zdravih, kod stopala sa deformitetom dominiraju umjerena i naglašena lateralna angulacija zglobne površine glave prve MT kosti koja ima statistički značajnu korelaciju sa HVU (Sig.=0.001), kao i značajan uticaj na vrijednosti HVU (Sig.=0.000), te značajan uticaj i na veličini IMU (Sig.=0.022). Kod stopala sa deformitetom dominiraju kosa i naglašeno kosa forma prvog MTC zgloba i analiza pokazuje statistički značajnu vezu sa IMU (Sig.=0.025) i uticaj na vrijednosti ovog ugla (Sig.=0.005) ali i značajnu korelaciju sa HVU (Sig.=0.015) i nešto manji uticaj na vrijednosti ovog ugla (Sig.=0.008). Kod stopala sa deformitetom dominira lateralna inklinacija zglobne površine baze prve MT kosti (76.0%) a kod 10.2% je utvrđena medijalna inklinacija i dokazana je njena statistički značajna povezanost sa IMU (Sig.=0.002), kao i značajan uticaj na vrijednosti IMU (Sig.=0.000) dok na HVU nema

značajnog uticaja. Apsolutne dužine prve MT kosti, proksimalne i distalne falange nemaju statistički značajan uticaj na vrijednosti HVU i IMU. Prosječna vrijednost apsolutne dužine prve MT kosti kod stopala sa deformitetom je nešto veća u odnosu na zdrava stopala. Proksimalna i distalna falanga palca statistički je značajno kraća kod stopala sa hallux valgus deformitetom, Sig.=0.002.

Zaključak: Istraživanjem je pokazana negativna, statistički značajna korelacija i značajan uticaj razlike dužina prve i druge MT kosti na distalnom nivou na vrijednosti IMU. Distalna morfologija prve MT kosti (zaobljena forma glave i naglašena lateralna angulacija njene zglobne površine) značajno je povezana i ima značajan uticaj na povećanje HVU, dok je manji uticaj na vrijednosti IMU. Kod stopala sa deformitetom dominira kosa i naglašeno kosa forma prvog MTC zgloba i ima statistički značajnu povezanost sa IMU ali i sa HVU, kao i značajan uticaj na vrijednosti ovih uglova. Druga komponenta ovog zgloba, orijentacija i stepen inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti, značajno je povezana i ima statistički značajan uticaj na vrijednosti IMU. Varizacioni potencijal morfologije prvog MTC zgloba iznosi 27.7% čemu više doprinosi orijentacija zglobne površine baze prve MT kosti. Rezultati ovog istraživanja nalažu potrebu morfološkog mapiranja deformiteta u cilju njegovog sveobuhvatnog razumijevanja, kao i individualiziran pristup u operativnom liječenju.

Ključne riječi: hallux valgus, etiologija, morfologija koštanih i zglobnih struktura prvog niza stopala.

Naučna oblast: Medicina

Uža naučna oblast: Rekonstruktivna hirurgija

UDK broj:

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE MORPHOLOGY OF BONE AND JOINT
STRUCTURES OF THE FOREFOOT AS PREDISPOSING ENDOGENOUS FACTORS
FOR THE DEVELOPMENT OF HALLUX VALGUS DEFORMATION

ABSTRACT

Objective: When considering the etiology of hallux valgus deformity, more and more attention is being paid to endogenous etiological factors relating to the morphological specificities of the bone and joint structures of the first ray of the forefoot. This research is aimed to the analysis of the influence of the length ratio of the first and second MT bones as well as the morphology of the first MT bone at the distal level and the possible influence of the morphology of the first MTC joint on the increase of HVA and IMA that define the severity of this deformity.

Material and method: 167 patients with hallux valgus deformity and 111 subjects without this deformity were included in the prospective study. After the clinical treatment, standardized radiographic imaging of the feet and the necessary measurements were performed using a licensed digital program. Measurements of the lengths of the first and second MT bones distal to Maestro's line were made, the radiographic form of the head of the first MT bone and the position of its articular surface were determined by measuring DMAU, the orientation of the base of this bone and the degree of inclination of its articular surface by measuring PMAU. The form of the first MTC joint was determined by measuring the DCAU and measured HVA, IMA and IFA, as well as the absolute length of the first MT bone, proximal and distal phalanx of the big toe. By applying appropriate statistical analyses, the relation of each of the mentioned independent variables with the values of HVA and IMA was examined, and then their influence on the size of these angles.

Results: A statistically significant correlation was found between the difference of the lengths of the first and second MT bones with the IMA, as well as a significant influence on the values of this angle at the $p=0.01$ level, while the influence on the HVA was not confirmed. The round shape of the head of the first MT bone is present in 82.6% of feet with deformity, while in healthy ones there is an equal representation of the round (43.2%) and square shape (42.3%). A statistically significant relation was shown between the shape of the head of the first MT bone and HVA (Sig.=0.004), but also a significant influence on the values of this angle (Sig.=0.000), as well as a less significant relation with IMA (Sig.=0.012) and the influence to its size (Sig.=0.047). Unlike healthy feet, feet with deformity are dominated by a moderate and strong lateral angulation of the articular surface of the head of the first MT bone, which has a statistically significant correlation with HVA (Sig.=0.001), as well as a significant influence on HVA values (Sig.=0.000), and significant influence on the size of the IMA (Sig.=0.022). In feet with deformity, the shape of the first MTC joint is dominated by oblique and strongly oblique forms, and the analysis shows a statistically significant correlation with the IMA (Sig.=0.025) and the influence on the values of this angle

(Sig.=0.005), but also a significant correlation with HVA (Sig.=0.015) and a slightly smaller influence on the values of this angle (Sig.=0.008). In feet with deformity, the lateral inclination of the articular surface of the base of the first MT bone dominates (76.0%) and in 10.2% the medial inclination was determined and its statistically significant association with IMA (Sig.=0.002) was proven, as well as a significant influence on IMA values (Sig . =0.000) while there is no significant impact on HVA. The absolute lengths of the first MT bone, proximal and distal phalanges do not have a statistically significant influence on the values of HVA and IMA. The average value of the absolute length of the first MT bone in feet with deformity is slightly higher than in healthy feet. The proximal and distal phalanx of the big toe is statistically significantly shorter in feet with hallux valgus deformity, Sig.=0.002.

Conclusion: The research showed a negative, statistically significant correlation and a significant influence of the difference in the lengths of the first and second MT bones at the distal level on the IMA values. The distal morphology of the first MT bone (rounded shape of the head and strong lateral angulation of its articular surface) is significantly related and has a significant influence on the increase of HVA, while it has a smaller influence on IMA values. In feet with deformity, the shape of the first MTC joint is dominated by the oblique and strongly oblique shape and has a statistically significant association with the IMA but also with the HVA, as well as a significant influence on the values of these angles. The second component of this joint, the orientation and degree of inclination of the articular surface of the base of the first MT bone, is significantly related and has a statistically significant influence on the IMA values. The variation potential of the morphology of the first MTC joint is 27.7%, to which the orientation of the joint surface of the base of the first MT bone contributes more. The results of this research create the need for morphological mapping of the deformity in order to understand it comprehensively, as well as an individualized approach in operative treatment.

Key words: hallux valgus, etiology, morphology of bone and joint structures of the first ray of the foot.

Scientific field: Medicine

Scientific subfield: Reconstructive Surgery

UDK Number:

SADRŽAJ

1.UVOD	1
1.1.FUNKCIONALNA ANATOMIJA STOPALA.....	4
1.1.1. KOSTI STOPALA (OSSA PEDIS)	4
1.1.1.1. KOSTI NOŽJA (OSSA TARSI)	5
1.1.1.2. KOSTI DONOŽJA (OSSA METATARSALIA)	6
1.1.1.3. KOSTI PRSTIJU STOPALA (OSSA DIGITORUM PEDIS).....	7
1.1.1.4. SEZAMOIDNE KOSTI (OSSA SESAMOIDEA)	7
1.1.1.5. PREKOBROJNE KOSTI STOPALA (OSSA ACCESORIA)	8
1.1.2. ZGLOBOVI STOPALA (ARTICULATIONES PEDIS).....	8
1.1.2.1. GORNJI SKOČNI ZGLOB (ART. TALOCRURALIS)	9
1.1.2.2. DONJI SKOČNI ZGLOB (ART. SUBTALARIS ET TALOCALCANEONAVICULARIS)	10
1.1.2.3. PETNOKOCKASTI ZGLOB (ART. CALCANEOCUBOIDEA)	11
1.1.2.4. KLINASTOČUNASTI I MEĐUKLINASTI ZGLOBOVI (ARTICULATIONES CUNEONAVICULARIS ET ARTICULATIONES INTERTARSEAE).....	11
1.1.2.5. NOŽNODONOŽNI ZGLOBOVI (ARTICULATIONES TARSOMETATARSEAE)	11
1.1.2.6. MEĐUSOBNI ZGLOBOVI DONOŽJA (ARTICULATIONES INTERMETATARSEAE)	13
1.1.2.7. ZGLOBOVI DONOŽJA SA PROKSIMALNIM ČLANCIMA PRSTIJU STOPALA (ARTICULATIONES METATARSOPHALANGAEAE)	14
1.1.2.8. MEĐUSOBNI ZGLOBOVI ČLANAKA PRSTIJU STOPALA (ARTICULATIONES INTERPHALANGAEAE PEDIS)	16
1.1.2.9. PLANTARNA APONEUROZA (APONEUROSIS PLANTARIS).....	16
1.1.2.10. BIOSTATIKA STOPALA	17
1.1.3. MIŠIĆI STOPALA.....	19
1.1.3.1. KRATKI MIŠIĆI STOPALA	20
1.1.3.2. DUGI MIŠIĆI STOPALA	24
1.1.4. BIODINAMIKA STOPALA	27
1.1.5. BIOMEHANIKA PRVOG TARZOMETATARZALNOG NIZA	28
1.2. PATOGENEZA I PATOANATOMSKE PROMJENE KOD	
HALLUX VALGUS DEFORMITETA.....	30
1.2.1. PROMJENE NA PRVOM METATARZOFALANGEALNOM ZGLOBU	31
1.2.2. SEZAMOIDNI MEHANIZAM	35
1.2.3. PRVI METATARZOKUNEIFORMNI ZGLOB	37
1.2.4. FUNKCIONALNE I STRUKTURALNE PROMJENE MUSKULATURE PALCA	39
1.2.5. MEDIJALNO POMJERANJE PRVE METATARZALNE KOSTI (METATARSUS PRIMUS VARUS).....	40
1.3. ETIOLOGIJA HALLUX VALGUS DEFORMITETA.....	41
1.3.1. EGZOGENI ETIOLOŠKI FAKTORI	42
1.3.1.1. OBUĆA	42
1.3.1.2. PREKOMJERNO OPTEREĆENJE STOPALA	44
1.3.2. ENDOGENI ETIOLOŠKI FAKTORI	44
1.3.2.1. NASLJEDNOST	45
1.3.2.2. ODNOS DUŽINA PRVE I DRUGE METATARZALNE KOSTI DISTALNO OD MAESTROVE LINIJE	48

1.3.2.3. DUŽINA PROKSIMALNE I DISTALNE FALANGE PALCA	49
1.3.2.4. FORMA GLAVE PRVE METATARZALNE KOSTI	50
1.3.2.5. LATERALNA ANGULACIJA ZGLOBNE POVRŠINE GLAVE PRVE METATARZALNE KOSTI	51
1.3.2.6. FORMA PRVOG METATARZOKUNEIFORMNOG ZGLOBA U TRANSVERZALNOJ RAVNI	52
1.3.2.7. ORIJENTACIJA ZGLOBNE POVRŠINE BAZE PRVE METATARZALNE KOSTI	54
2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	55
3. MATERIJAL I METODE	56
3.1. POSTUPAK PRIMJENJENIH MORFOLOŠKIH MJERENJA.....	56
3.2. STRUKTURA UZORKA	59
3.3. STATISTIČKA ANALIZA	62
4. REZULTATI.....	64
4.1. ODNOS DUŽINA PRVE I DRUGE METATARZALNE KOSTI DISTALNO OD MAESTROVE LINIJE	64
4.1.1. RAZLIKA DUŽINA PRVE I DRUGE METATARZALNE KOSTI	64
4.1.2. ODNOS RAZLIKE DUŽINA PRVE I DRUGE METATARZALNE KOSTI DISTALNO OD MAESTROVE LINIJE I HALLUX VALGUS UGLA.....	68
4.1.3. ODNOS RAZLIKE DUŽINA PRVE I DRUGE METATARZALNE KOSTI DISTALNO OD MAESTROVE LINIJE I INTERMETATARZALNOG UGLA	70
4.1.4. KORELACIONA ANALIZA ODNOSA RAZLIKE DUŽINA PRVE I DRUGE METATARZALNE KOSTI I VRIJEDNOSTI HALLUX VALGUS UGLA I INTERMETATARZALNOG UGLA	73
4.1.5. ANALIZA UTICAJA RAZLIKE DUŽINA PRVE I DRUGE METATARZALNE KOSTI NA VRIJEDNOSTI HALUX VALGUS UGLA I INTERMETATARZALNOG UGLA.....	75
4.2. DISTALNA MORFOLOGIJA PRVE METATARZALNE KOSTI.....	81
4.2.1. FORMA GLAVE PRVE METATARZALNE KOSTI.....	81
4.2.2. LATERALNA ANGULACIJA ZGLOBNE POVRŠINE GLAVE PRVE METATARZALNE KOSTI	90
4.2.3. VALGIZACIONI POTENCIJAL DISTALNE MORFOLOGIJE PRVE METATARZALNE KOSTI	98
4.2.4. DOPRINOS DISTALNE MORFOLOGIJE PRVE METATARZALNE KOSTI POVEĆANJU INTERMETATARZALNOG UGLA	103
4.3. PRVI METATARZOKUNEIFORMNI ZGLOB	104
4.3.1. FORMA PRVOG METATARZOKUNEIFORMNOG ZGLOBA U TRANSFERZALNOJ RAVNI	104
4.3.2. ORIJENTACIJA ZGLOBNE POVRŠINE BAZE PRVE METATARZALNE KOSTI.....	115
4.3.3. VARIZACIONI POTENCIJAL MORFOLOGIJE PRVOG METATARZOKUNEIFORMNOG ZGLOBA	126
4.3.4. DOPRINOS MORFOLOGIJE PRVOG METATARZOKUNEIFORMNOG ZGLOBA POVEĆANJU HALLUX VALGUS UGLA	133
4.4. UTICAJ DUŽINA PRVOG NIZA STOPALA I INTERFALANGEALNOG UGLA NA RAZVOJ HALLUX VALGUS DEFORMITETA	135

4.4.1. UTICAJ DUŽINA PRVE METATARZALNE KOSTI, PROKSIMALNE I DISTALNE FALANGE PALCA STOPALA NA HALLUX VALGUS UGAO I INTERMETATARZALNI UGAO	135
4.4.2. UPOREDNA ANALIZA DUŽINA PRVE METATARZALNE KOSTI, PROKSIMALNE I DISTALNE FALANGE KOD STOPALA SA HALLUX VALGUS DEFORMITETOM U ODNOSU NA STOPALA BEZ DEFORMITETA	139
4.4.3. ODNOS INTERFALANGEALNOG UGLA PALCA PREMA HALLUX VALGUS UGLU I INTERMETATARZALNOM UGLU	141
5. DISKUSIJA	145
6. ZAKLJUČCI.....	166
7. LITERATURA.....	170

1.UVOD

Stopalo predstavlja složenu biološku arhitektonsku cjelinu, sastavljenu od 28 kostiju i 30 zglobova, statički podržanu velikim brojem kapsularnih i ligamentarnih struktura a dinamički kratkim mišićima stopala i tetivama dugih mišića. U filogenetskom razvoju donjeg ekstremiteta, upravo kod stopala su se desile najveće morfološke promjene jer je u potpunosti preuzelo statičku funkciju prenošenja težine tijela na podlogu. Istovremeno, stopalo mora biti dovoljno pokretno i elastično kako bi moglo da se prilagodi neravnoj podlozi, da amortizuje stres opterećenja i u tom smislu djeluje kao elastični regulator hoda. [1]

Evolutivne promjene na koštanim, zglobnim, ligamentarnim i mišićnim strukturama su omogućile konverziju stopala koje je bilo priloagođeno funkciji hvatanja koja je veoma bliska funkciji šake, do stopala homo erectus-a koje je po prvi put omogućilo uspravan hod. Predvodnik promjena je bio prvi tarzometatarzalni niz koji se progresivno približavao drugom tarzometatarzalnom nizu koji je već ranije, od trećeg niza preuzeo ulogu osovine stopala. Potom su se kalkaneus i kuboidna kost sa pripadajućim metatarzalnim segmentima zajedno sa drugim i trećim tarzometatarzalom dodatno približili prvom tarzometatarzalnom nizu koji je manje ili više vezan sa talusom kao centralnom tarzalnom kosti i prati njegovu osovinu. Navedene promjene su omogućene značajnom morfološkom promjenom kuboidne kosti koja je od dorzolateralne pozicije pomjerena u plantarno medijalnom smjeru, što je dovelo do pronacije i adukcije lateralnih metatarzalnih kostiju. Zadnji dio stopala mijenja orijentaciju od varusa u valgus tako da kalkaneus i talus postižu sigurniji zglobni odnos približavajući svoje osovine. Prema tome, lateralno stopalo je izvelo postupnu adukciju i primaklo se prvom tarzometatarzalnom nizu. [2,3] Navedene promjene nisu pratile odgovarajuće ligamentarne veze tako da je poslednji formirani ligament u stvari Lisfrankov ligament koji povezuje prvu kuneiformnu kost sa bazom druge metatarzalne (MT) kosti i to je jedina ligamentarna veza prvog i drugog tarzometatarzalnog niza. Duboki transverzalni metatarzalni ligament, smješten ispod glava metatarzalnih kostiju, povezan je sa lateralnim sesamoidom ali ne i sa glavom prve MT kosti. [2,3,4]

S obzirom na anatomsku i funkcionalnu složenost, kao i kompleksne morfološke promjene u toku evolutivnog razvoja, od organa obimnih i spretnih pokreta sa malim opterećenjem do organa velikog opterećenja i malih pokreta, sasvim je razumljivo da je stopalo veoma često pogođeno kako urođenim tako i stečenim deformitetima. Najčešći deformitet prednjeg dijela stopala je hallux valgus koji je višestruko složen; prvo, etiološki gledano, on je rezultat višestrukog djelovanja kako endogenih tako i egzogenih faktora, potom po opsežnim patološko anatomskim promjenama koje zahvataju sve strukture prednjeg dijela stopala kao i u pogledu veoma zahtjevnog liječenja. (Slika 1) Termin bunion (*bounias* (gr.) = repa) označava uvećanje koštanog i hrskavičavog tkiva na medijalnoj strani glave prve MT kosti, praćeno otokom i crvenilom mekih tkiva, koristio je Durlacher (*Durlacher*) 1845. godine u raspravi o klavusima, bunionu, bolestima noktiju i opštem liječenju stopala. [3] Široko prihvaćen termin *hallux valgus*, u literaturi se pojavljuje od 1870. godine kada ga je predstavio Karl Hojter (*Carl Heuter*), opisujući ga kao deformitet palca u abdukcionoj kontrakturi u odnosu na osovinu tijela. [4-6] Kako bi naglasio značaj varus pozicije prve metatarzalne kosti, Truslov (*Truslow*) je 1924. godine predložio izmjenu terminologije i uvođenje termina *metatarsus primus varus*, razumijevajući da je to osnov deformiteta i ključna komponenta za

njegovu hiruršku korekciju. Ovakav stav u svom opisu podržava i Lapidus 1934. godine. Navedena terminologija je definisala poziciju palca i prve metatarzalne kosti kod ovog deformiteta u horizontalnoj (transverzalnoj) ravni. Budući da novija istraživanja pokazuju deformaciju u još dvije ravni i to frontalnoj u smislu spoljašnje rotacije palca i prve metatarzalne kosti, te u sagitalnoj ravni u smislu njene elevacije, ukazuje se potreba za sveobuhvatnijom terminologijom. S obzirom da termin valgus istovremeno označava i everziju, spoljašnju rotaciju ili pronaciju, kao što i termin varus označava i inverziju, unutrašnju rotaciju ili supinaciju, vodi se rasprava oko moguće nepreciznosti u komunikaciji, te se predlaže uvođenje termina koji će definisati poziciju palca i prve metatarzalne kosti u horizontalnoj ravni u odnosu na osovinu tijela (abdukcija i adukcija) i u frontalnoj ravni u poziciji spoljašnje rotacije (valgus) odnosno termin *hallux abductovalgus et metatarsus primus adductovalgus*. [6,7]



Slika 1. Obostrani Hallux valgus deformitet

Hallux valgus je dvostruki ugaoni deformitet prednjeg dijela stopala koji se manifestuje adukcijom prve metatarzalne kosti i lateralnom devijacijom palca dovodeći do izmijenjenih biomehaničkih odnosa skoro cijelog stopala. Ovaj deformitet dovodi do značajnih subjektivnih tegoba, funkcionalnih i estetskih smetnji i višestruko utiče na kvalitet života. [8] Prisutan je kod 23% populacije starosti od 18 – 65 godina i kod 35.7% starijih od 65 godina. [3,9-11] Za ovo stanje nerijetko optužujemo spoljašnje faktore kao što je korištenje neudobne obuće, gojaznost, priroda i stepen dnevne aktivnosti, međutim, novija istraživanja sve češće apostrofiraju značaj endogenih faktora i to prije svega genetske predispozicije, odnosa dužina prve i druge metatarzalne kosti, dužine proksimalne falange palca, oblika i orijentacije zglobne površine glave prve MT kosti kao i oblik prvog metatarzokuneiformnog zgloba. [5,12-14] Nije posvećeno dovoljno pažnje značaju i stepenu doprinosa predisponirajućih anatomskih faktora za razvoj deformiteta a u cilju boljeg razumijevanja patološko anatomskih

promjena i adekvatnijeg pristupa u liječenju. [5,15,16] Budući da je prva MT kost anatomski bez mišićnih i tetivnih hvatišta, osim na njenoj bazi gdje je hvatište medijalne glave prvog dorzalnog interosealnog mišića, te parcijalna hvatišta tetive prednjeg tibijalnog mišića (*m. tibialis anterior*) sa medijalne i dugog peronealnog mišića (*m. peroneus longus-a*) sa lateralne strane, njena stabilnost zavisi od smjera i intenziteta djelovanja sile kojom baza proksimalne falange djeluje na glavu ove kosti i od njene inherentne stabilnosti na nivou prvog metatarzokuneiformnog (MTC) zgloba. [4,17] Čini se da je sasvim razumno postaviti pitanje gdje je ishodište ovog deformiteta, koje su to pretpostavke za njegovu pojavu i dalju progresiju i koji je faktor bio „okidač“ za pokretanje procesa nastanka biomehaničkog disbalansa? S obzirom da je stopalo filogenetski u relativno mladom stadijumu razvoja, potrebno je razmotriti u kojoj mjeri anomalije razvoja pojedinih segmenata (kao na primjer, naročito kosa forma prvog MTC zgloba, naglašeno kratka prva MT kost, zaobljena i spolja usmjerena zglobna površina glave prve MT kosti) predstavljaju pojavu atavizma određenog stepena i doprinose pojavi ovog deformiteta. [2,3,7,18] Da bismo bili bar malo bliži odgovoru na ova i slična pitanja, potrebno je istražiti nivo korelacije pojedinih komponenti hallux valgus deformiteta sa morfologijom koštanih i zglobnih struktura koje su medijalno od osovine stopala.

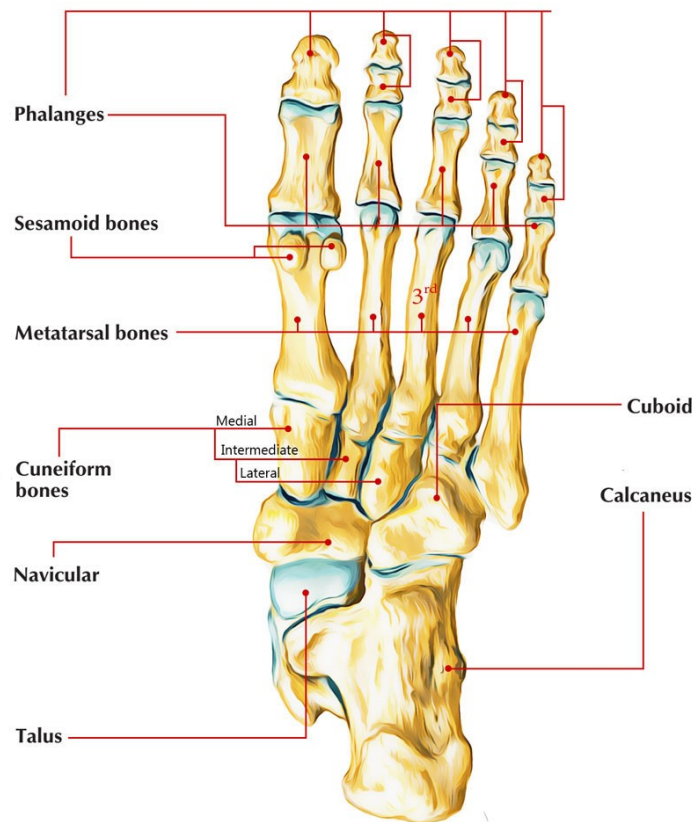
Većina istraživača i podologa se slažu da je etiologija hallux valgus deformiteta veoma složena i da je još mnogo nepoznanica po ovom pitanju. Razumljivo je da su egzogeni faktori, kao što je primjena neadekvatne obuće ili priroda dnevnih aktivnosti koje opterećuju stopalo, najranije bili u fokusu analiza i kao takvi proglašeni odgovornim za njegov nastanak. Ipak, doslednom primjenom principa istraživanja, navedeni stavovi su dovedeni u pitanje i pokazatelji ukazuju na potrebu sveobuhvatnije analize endogenih etioloških faktora, kao što je nasljednost, morfologija koštanih i zglobnih struktura stopala, anomalije hvatišta i funkcije muskulature stopala i da među kojima treba potražiti parametre koji mogu voditi razvoju hallux valgus deformiteta. Empirijski podaci potvrđuju visok stepen porodičnog opterećenja ovim oboljenjem koje izostane u ponekoj generaciji tako da su realne pretpostavke da se radi o autozomno dominantnom nasljednom oboljenju sa nepotpunom ekspresijom. Budući da se radi o veoma kompleksnom oboljenju koje zahvata praktično sve strukture prednjeg dijela stopala, teško se može očekivati da se ono nasljeđuje kao rezultat jedinstvenog genotipa, zbog čega je posebno važno, da se utvrdi u kolikoj mjeri morfološka odstupanja koštanih i zglobnih struktura doprinose njegovoj pojavi i dinamici razvoja. Ovo će svakako pomoći da se dalja genetska istraživanja usmjere ka pojedinim komponentama deformiteta. Takođe postaje jasno da je razvoj ovog deformiteta nakon povreda stopala, zatim u sastavu sistemskih oboljenja, kao što je to kod reumatskih oboljenja, sistemskog hiperlaksiciteta, neuromišićnih oboljenja, potrebno razumijevati kao komplikaciju osnovnog oboljenja ili pak kao komorbiditet u slučaju drugih deformiteta i oboljenja stopala, kao što je to kod pes adductus-a, urođenog ravnog stopala ili kavusnog stopala. Liječenje ovog oboljenja je takođe veoma kompleksno i predstavlja veliki izazov jer, i pored velikog broja predloženih hirurških metoda, susrećemo se sa određenim stepenom razočarenja i hirurga i pacijenta, s obzirom na mogući rizik od postoperativnih komplikacija i pojave recidiva. Sve upućuje na potrebu usmjeravanja pažnje na istraživanje endogenih etioloških faktora u cilju boljeg razumijevanja pojedinih komponenti deformiteta koje će omogućiti sveobuhvatniji pristup u njegovom liječenju.

1.1. FUNKCIONALNA ANATOMIJA STOPALA

Stopalo nije jednostavan produžetak potkoljenice sa zadatkom da omogući kontakt sa podlogom i prenese težinu tijela, već je to složen organ čije su koštane i zglobne komponente po svom obliku, veličini i strukturalnoj formi prilagođene da na najbolji način ostvari svoju složenu ulogu. Statički, ono mora biti dovoljno čvrsto da preuzme i na podlogu prenese cijelu težinu tijela, da se pri tom u dinamičkom smislu prilagodi neravnoj podlozi uz održavanje balansa, a potom da formira krutu polugu koja omogućava odbacivanje od podloge i tako obezbijedi propulziju. Budući da je izgubljena funkcija hvatanja i precizno izvođenje pokreta prstiju, kortikalna zona velikog mozga zadužena za stopalo je značajno smanjena ali iskustva pokazuju da su prisutne rezervne zone koje, kod profesionalnih igrača baleta, te u slučaju agenezije gornjih ekstremiteta, omogućavaju osposobljavanje za veoma složene aktivnosti kao što je baletska igra, pisanje, ishrana, crtanje i slično. [19]

1.1.1. KOSTI STOPALA (OSSA PEDIS)

Kostur stopala čini 26 osnovnih kostiju koje formiraju tri morfološko funkcionalne cjeline : kosti nožja (*ossa tarsi*), kosti donožja (*ossa metatarsi*) kostiju prstiju stopala (*ossa digitorum pedis*). Njima se još moraju dodati dvije stalne sezamoidne kosti i akcesorne kosti stopala. (Slika 2) U funkcionalnom smislu kostima stopala pripadaju donji okrajak golenjače i lišnjače. Golenjača (*tibia*) završava zglobnom površinom (*facies articularis inferior tibiae*) i medijalnim maleolusom koji je na lateralnoj strani pokriven zglobnom hrskavicom (*facies articularis malleoli medialis*) za zglobni odnos sa medijalnom stranom skočne kosti. Na lateralnoj strani ovog dijela tibije je uzdužni urez (*incisura fibularis*) kojim sa distalnim dijelom lišnjače formira sindesmozu (*syndesmosis tibiofibularis*). Lišnjača (*fibula*) završava lateralnim maleolusom (*malleolus lateralis*) koji je sa medijalne strane pokriven zglobnom hrskavicom (*facies articularis malleoli lateralis*) za zglobni odnos sa lateralnom stranom talusa.

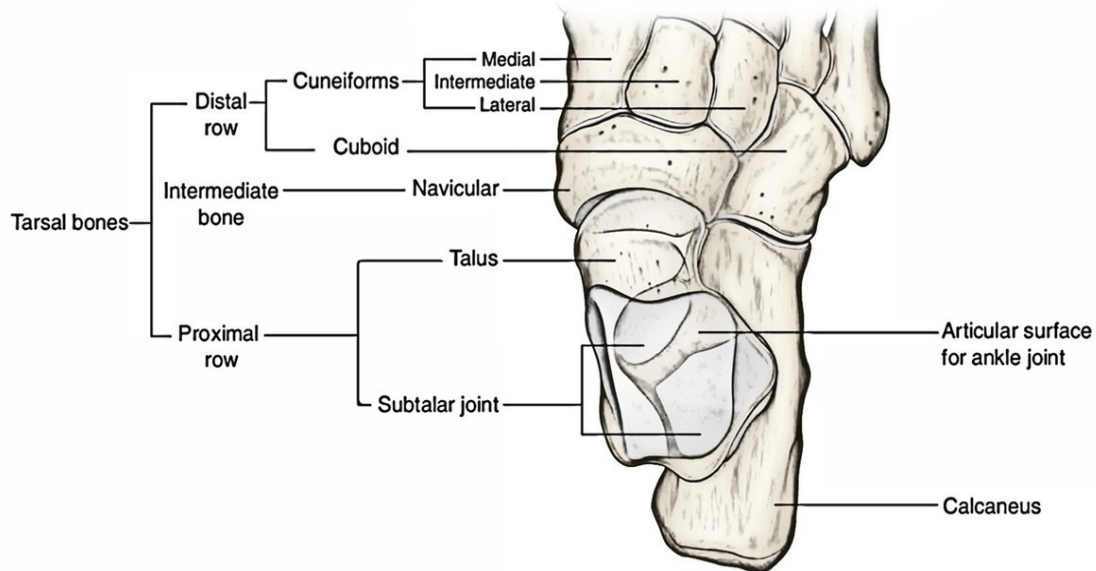


Slika 2. Kosti stopala posmatrane sa plantarne strane.

(Izvor: <https://www.earthslab.com>)

1.1.1.1. KOSTI NOŽJA (OSSA TARSI)

Oblik i veličina kostiju tarzusa su u skladu sa njihovom ulogom i stepenom opterećenja i u skladu s tim su uglavnom kockastog oblika. Istraživanja su pokazala da specifične aktivnosti kao što je balet ili ritmički ples kao i bavljenje određenim sportom kao što je fudbal, imaju uticaja na njihov oblik u smislu kraće i više zavijene skočne kosti i sličnim promjenama na petnoj, čunastoj i na klinastim kostima. Tarzalne kosti formiraju dva reda – zadnji kojem pripadaju skočna kost (*talus*) i petna kost (*calcaneus*), te prednji kojeg formira preostalih pet: čunasta (*os naviculare pedis*), tri klinaste kosti (*os cuneiforme mediale*, *os cuneiforme intermedium* et *os cuneiforme laterale*), i kockasta kost (*os cuboideum*). (Slika 3) Ove kosti formiraju i dva niza: medijalni kojem pripadaju skočna, čunasta i tri klinaste kosti na koje se nadovezuju prve tri metatarzalne kosti, te lateralni kojeg čine petna i kockasta kost sa kojom su u zglobnom odnosu četvrta i peta metatarzalna kost.



Slika 3. Tarzalne kosti stopala

(Izvor: <https://www.earthslab.com>)

Tarzalne kosti su građene po tipu kratkih kostiju, dakle dominantno spongiozna kost (*substantia spongiosa*) sa tankim slojem kompakte (*substantia compacta*) koja je nešto naglašenija u području zglobnih površina. Gustina i raspored koštanih gredica (trajektorija) je u skladu sa smjerom i stepenom mehaničkog opterećenja, što je posebno vidljivo kod skočne i petne kosti koje su statički najviše opterećene. Skočna kost preuzima ukupnu težinu tijela i distribuira je na prednji dio stopala koštanim gredicama u predjelu glave i vrata, dok zadnjim sistemom gredica, koji je znatno čvršći i koji zahvata najveći dio njenog tijela, prenosi je na zadnju zglobnu površinu za petnu kost. U području petne kosti imamo četiri sistema koštanih gredica od kojih je zadnji najgušći i najvažniji i nastavlja se na opisani posteriorni na talusu i završava u području petne kvrge (*tuber calcanei*), preko kojeg se najveći dio težine tijela prenosi na podlogu. Prednji sistem gredica odlazi od subtalarnog sinusa u smjeru prednje zglobne površine za kuboidnu kost kojim se dio težine prenosi na prednji dio stopala. Dva plantarna sistema gredica na petnoj kosti (prednji i zadnji) imaju manji značaj.

1.1.1.2. KOSTI DONOŽJA (OSSA METATARSALIA)

Najveći dio prednjeg dijela stopala pripada metatarzusu kojeg čine pet metatarzalnih kostiju koje formiraju četiri međukoštana prostora (*spatia interossea metatarsi*). Ove kosti su građene po tipu dugih kostiju i kod njih razlikujemo bazu (*basis*) kojom su u zglobnom odnosu sa jednom ili više kostiju tarzusa, središnji izduženi kortikalni dio - tijelo (*corpus*) i glavu (*caput*) kojom se zglobljava sa bazom proksimalne falange odgovarajućeg prsta.

Prva metatarzalna kost je najkraća i najdeblja, a svojom bazom sa prvom klinastom kosti formira prvi metatarzokuneiformni (MTC) zglob. Na lateralnoj strani baze je lateralna kvruga na kojoj je pripoj tetive dugog peronealnog mišića a na medijalnoj takođe koštano izbočenje za inserciju tetive prednjeg tibijalnog mišića, koje istovremeno odgovara sredini medijalnog ruba stopala i medijalnoj granici Lisfrankovog zgloba. Osim navedenih tetivnih hvatišta, prva metatarzalna kost nema drugih tetivnih ili ligamentarnih veza, za razliku od preostale četiri metatarzalne kosti, koje su čvrsto vezane kratkim ligamentarnim vezama na nivou njihovih baza te poprečnim ligamentima na distalnom nivou. [1,3,20,21] Jedina ligamentarna veza prvog tarzometatarzalnog niza sa susjednim je Lisfrankov ligament (*ligamentum Lisfranci*) koji povezuje prvu klinastu kost sa bazom druge metatarzalne kosti. Istraživanja pokazuju da pozicija zglobne površine baze prve MT kosti u odnosu na njenu osovinu, sa kojom formira proksimalni metatarzalni artikularni ugao (PMAU), može biti manje ili više ukošena čime značajno utiče na njenu poziciju u odnosu na drugu MT kost. [22] Kada je u pitanju oblik glave ove kosti možemo očekivati varijantu okrugle, kvadratne i kvadratne sa centralnim grebenom (ševroidni oblik) koji značajno utiču na stabilnost prvog metatarzofalangealnog zgloba. [4,14,23,24] Pozicija distalne zglobne površine takođe može biti manje ili više usmjerena lateralno u odnosu na osovinu prve metatarzalne kosti sa kojom formira distalni metatarzalni artikularni ugao (DMAU). [13,16,22]

1.1.1.3. KOSTI PRSTIJU STOPALA (OSSA DIGITORUM PEDIS)

U pitanju su kratke kosti koje nazivamo članci, koje su, s obzirom na izmjenjenu funkciju znatno kraće od onih na prstima šake. Palac ima dva članka. Proksimalni (*phalanx proximalis*) na čijoj bazi je hvatište abduktora i medijalne glave kratkog fleksora palca medijalno, te aduktora i lateralne glave kratkog fleksora palca lateralno i koji je u zglobnom odnosu sa glavom prve metatarzalne kosti formirajući prvi metatarzofalangealni zglob. Na bazi ovog članka je najčešće konkavna zglobna površina koja može biti manje ili više ukošena prema distalno. Distalni članak palca (*phalanx distalis*) je u zglobnom odnosu sa proksimalnim i na njegovoj bazi je hvatište dugog fleksora na plantarnoj strani i dugog ekstenzora dorzalno a završava hrapavim proširenjem koje nosi nokatnu ploču. Ostali prsti imaju još po jedan članak i to srednji (*phalanx media*).

Kosti prstiju stopala su, kao i kosti metatarzusa građene po tipu dugih kostiju ali uz ipak jednu značajnu razliku, Naime, ove kosti imaju epifiznu ploču rasta samo na jednom okrajku i to kosti prstiju stopala i prva metatarzalna kost na nivou baze dok ostale četiri metatarzalne kosti na distalnom okrajku, odnosno subkapitalno.

1.1.1.4. SEZAMOIDNE KOSTI (OSSA SESAMOIDEA)

U pitanju su nestalne, okrugle kosti, veličine sezamovog sjemena, zrna prosa do zrna graška, najčešće su lokalizovane u blizini metatarzofalangealnih zglobova u sastavu fleksornih tetiva, zatim u sastavu tetive dugog peronealnog mišića u predjelu kuboidne kosti (*sesamum peronearum*), ne dovode do tegoba i najčešće se otkrivaju slučajno. Ipak, dvije stalne sezamoidne kosti se nalaze u sastavu metatarzofalangealnog zgloba palca, inkorporirane su u medijalnu i lateralnu tetivu kratkog fleksora palca i u zglobnom su odnosu sa plantarnom stranom glave prve metatarzalne kosti. [24] Medijalna sezamoidna kost je nešto veća od

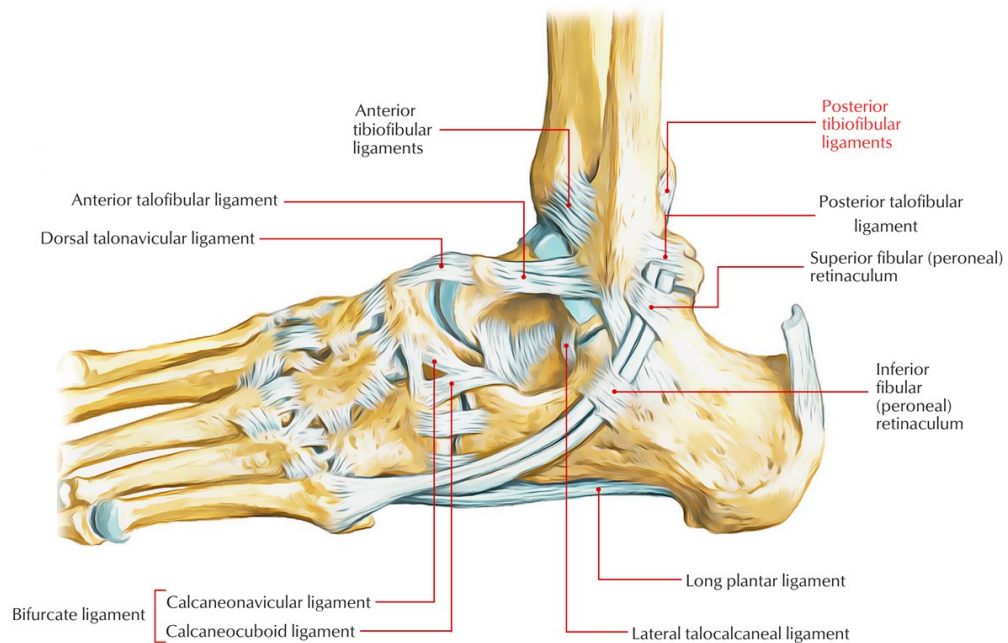
lateralne i može biti podijeljena na prednju i zadnju kada se radi o bipartitnoj sezamoidnoj kosti (*sesamum bipartitum*). Munuera i saradnici su utvrdili značajno češće prisustvo bipartitne medijalne sezamoidne kosti kod stopala sa *hallux valgus*-om (14.6%) u odnosu na stopala bez ovog deformiteta. [25] Sezamoidne kosti imaju značajnu ulogu u prenošenju težine tako što apsorbiraju stres opterećenja i smanjuju opterećenje po jedinici površine na glavi prve metatarzalne kosti ali i pojačavaju efekat kontrakcije kratkog fleksora palca. [4]

1.1.1.5. PREKOBROJNE KOSTI STOPALA (OSSA ACCESORIA)

Prekobrojne kosti stopala nastaju od zasebnog centra osifikacije koji nije spojen sa tarzalnom ili metatarzalnom kosti a sa kojom zbog toga formira fibroznu ili hrskavičavu vezu. Prisutne su u 18% do 30% kod odraslih, veoma su malih dimenzija i najčešće se otkrivaju slučajno.[26] Nerijetko predstavljaju dijagnostički problem kada ih je potrebno razlikovati od frakturnih fragmenata koji su, za razliku od prekobrojnih kostiju, neravnih ivica i nisu u potpunosti pokriveni kortikalnom kosti. Najčešće prisutne i klinički su od najvećeg značaja: *os tibiale externum* na medijalnom rubu stopala u predjelu medijalnog izbočenja navikularne kosti, *os trigonum* se nalazi iza posteriornog nastavka skočne kosti, *os vesalianum* je pozicionirana iza kvrge pete metatarzalne kosti i *os intermetatarsium* je uklještena u prostoru između medijalne klinaste kosti i baze prve i druge metatarzalne kosti.

1.1.2. ZGLOBOVI STOPALA (ARTICULATIONES PEDIS)

Kosti stopala svojim zglobnim površinama formiraju trideset zglobova od kojih je u funkcionalnom smislu najvažniji skočni zglob, sastavljen od gornjeg i donjeg skočnog zgloba. Gornji skočni zglob formiraju tibija, fibula i talus, ima najveći obim pokreta (70°) od kojih 20° pripada dorzalnoj fleksiji, dok 50° pripada plantarnoj fleksiji. Donji skočni zglob formiraju talus, navikularna kost i kalkaneus koji omogućava pokrete abdukcije, adukcije, spoljašnje i unutrašnje rotacije stopala i koji se odvijaju sinhronizovano sa pokretima plantarne i dorzalne fleksije. (Slika 4) S obzirom da glave metatarzalnih kostiju nisu međusobno zglobljene već su samo povezane poprečnim ligamentom, prednji dio stopala je znatno pokretljiviji.



Slika 4. Zglobovi stopala

(Izvor: <https://www.earthslab.com>)

1.1.2.1. GORNJI SKOČNI ZGLOB (ART. TALOCRURALIS)

Ovaj zglob obezbeđuje čvrstu a istovremeno i veoma pokretljivu vezu potkoljenice sa stopalom. Formiraju ga distalni okrajak tibije i fibule koje formiraju čvrstu ali i prilagodljivu zglobnu viljušku kojom obuhvataju gornju i bočne zglobne površine talusa. Sa lateralne strane ovaj zglob stabilizuju dva ligamenta postavljena između lateralnog maleolusa i talusa (*lig. talofibulare anterius et posterius*) i treći koji lateralni maleolus povezuje sa kalkaneusom (*lig. calcaneofibulare*). (Slika 4) Sa medijalne strane je mnogo jači deltoidni ligament (*lig. deltoideum*) kojeg u površnom sloju čine *pars tibionavicularis* i *pars tibiocalcanea* i u dubokom takođe dva dijela i to *pars tibiotalaris anterior et posterior*. Osovina pokreta ovog zgloba je u spoljašnjoj rotaciji od 15° u odnosu na frontalnu ravan (Slika 16). Prilikom dorzalne fleksije širi dio talusa popunjava zglobnu viljušku zatežući tibiofibularnu sindesmozu i tada je ovaj zglob najstabilniji, dok kod plantarne fleksije, posteriorni uži dio zglobnog tijela talusa je u kontaktu sa zglobnom viljuškom i omogućava djelimične pokrete u stranu.

1.1.2.2. DONJI SKOČNI ZGLOB (*ART. SUBTALARIS ET TALOCALCANEONAVICULARIS*)

Iako je u funkcionalnom smislu ovaj zglob jedinstven, anatomski je građen od dva anatomski zasebna zgloba, subtalarnog i skočnopetnočunastog.

a. Subtalarni zglob (*Articulatio subtalaris*)

Ovo je posteriorni dio donjeg skočnog zgloba i formiraju ga posteriorne zglobne površine plantarne strane talusa i odgovarajuće zglobne površine na kalkaneusu. Zglobna kapsula je tanka sa insercijom na rubovima zglobnih površina osim posteriorno gdje se na gornjoj strani petne kosti veže oko jedan centimetar iza zglobne površine. Ligamentarne strukture i biomehanički odnosi su zajednički sa skočnopetnočunastim zglobom.

b. Skočnopetnočunasti zglob (*Articulatio talocalcaneonavicularis*)

Predstavlja prednji dio subtalarnog zgloba koji je od posterirnog dijela odvojen tarzalnim sinusom (*sinus tarsi*) kojeg ispunjava *lig. talocalcaneum interosseum*. Formiraju ga prednja i srednja zglobna površina plantarne strane talusa i odgovarajuće na kalkaneusu kao i konveksna zglobna površina glave talusa i konkavna na posterirnoj strani navikularne kosti. Ovaj zglob je plantarno dopunjen snažnim ligamentom (*lig calcaneonavicularare plantare*), čija je dorzalna površina pokrivena zglobnom hrskavicom za zglobni odnos sa plantarnom stranom glave talusa koju podržava (Slika 11).

Na donjem skočnom zglobu razlikujemo ligamentarne strukture koje su zajedničke za gornji i donji skočni zglob (dvozglbni), i ligamenti koji stabilizuju samo donji skočni zglob (jednozglbni). Dvozglbni ligament sa lateralne strane je *lig. calcaneofibulare* a medijalno je to površni sloj deltoidnog ligamenta, dakle *pars tibionavicularis* i *pars tibioalcanea*. Tri jednozglbna liagamenta povezuju talus i kalkaneus i to, već pomenuti *lig talocalcaneum interosseum* u sinusu tarsi, te *lig. talocalcaneum mediale et laterale*. Četvrti jednozglbni ligament povezuje talus i navikularnu kost, *lig talonavicularare*.

Osovina pokreta donjeg skočnog zgloba je u odnosu na sagitalnu ravan postavljena pod uglom od 16° i to u smjeru od nazad, dolje i lateralno (od pripoja *lig calcaneofibulare* na petnoj kosti) prema napred, gore i medijalno prolazeći kroz glavu talusa izlazi na pripoju *lig. talonavicularare* na navikularnoj kosti i u odnosu na podlogu je nagnuta oko 42°. Ovo je složen klizni sinovijalni zglob u kojem se vrše pokreti inverzije i everzije a za neutralni položaj je potreban idealan balans snage mišića koji djeluju kroz njega (Slika 16). Naročito je važna pravilna insercija Ahilove tetive na petnoj kosti preko koje sila kontrakcije mišića lista (*m. triceps-a*) djeluje kroz ovaj zglob. Ukoliko je ova veza pomjerena medijalno može imati invertirajući efekat ili pak evertirajući ako je hvatište više lateralno. Ukoliko se pokreti donjeg skočnog zgloba izvode udruženo sa gornjim (*art. talocruralis*), u funkcionalnom smislu se formira model kuglastog zgloba (*art. spheroida*), gdje su mogući pokreti stopala u svim pravcima (cirkumdukcija). Pokreti plantarne fleksije stopala i pokreti dorzalne fleksije se odvijaju uglavnom u gornjem skočnom zglobu, dok se pokreti adukcije, adukcije udruženo sa unutrašnjom rotacijom odnosno inverzija (oko 40°), abdukcija, abdukcija udruženo sa spoljašnjom rotacijom odnosno everzija stopala (oko 20°) izvode sinhronizovano u donjem i gornjem skočnom zglobu. Tako su pokreti dorzalne fleksije najčešće praćeni pokretima everzije dok je plantarna fleksija praćena inverzijom stopala. Za funkciju stopala su najvažniji gornji i donji skočni zglob a talus je centar biomehaničkih dešavanja. [27]

1.1.2.3. PETNOKOCKASTI ZGLOB (ART. CALCANEOCUBOIDEA)

Ovaj zglob formiraju blago zavijena i djelimično udubljena zglobna površina prednjeg kraja petne kosti i odgovarajuća zglobna površina na zadnjoj strani kockaste kosti formirajući lateralni dio Šoparovog zgloba (*art. Chopart*). Štiti ga tanka fibrozna zglobna kapsula pojačana lateralnim krakom dvokrakog ligamenta (*lig. calcaneocuboideum*), plantarnim kalkaneokuboidnim ligamentom (*lig. calcaneocuboideum plantare*) kao i dugim plantarnim ligamentom stopala (*lig. plantare longum*) koji takođe sa plantarne strane pojačava ovaj zglob ali i ostale zglobove stopala na način da mu je polazište na plantarnoj strani zadnjeg dijela petne kosti a sa četiri posebna snopa završava na bazi metatarzalnih kostiju, od druge do pete, doprinoseći održavanju uzdužnog svoda stopala.

Šoparov zglob (*art. tarsi transversa Chopart*) formiraju talonavikularni i kalkaneokuboidni zglob koji sa funkcionalnog aspekta čine jednu cjelinu. Za stabilnost ovog zgloba, pored već opisanih, posebno je važan dvokraki ligament (*lig. bifurcatum*) koji polazi od prednjeg dijela žlijeba petne kosti (*sulcus calcanei*) i potom se u obliku slova "Y" prostire na navikularnu kost (*lig. calcaneonavicularis*) i kuboidnu kost (*lig. calcaneocuboideum*). Prilikom izvođenja operativne dezartikulacije na nivou ovog zgloba dvokraki ligament (*lig. bifurcatum*) se mora prerezati jer je on praktično "ključ" Šoparovog zgloba.

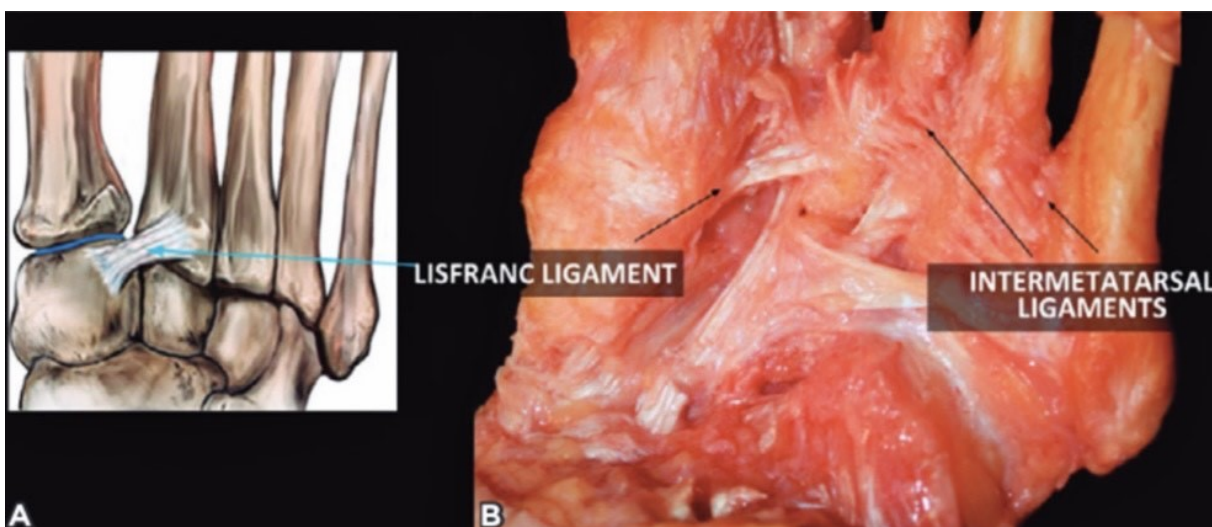
1.1.2.4. KLINASTOČUNASTI I MEĐUKLINASTI ZGLOBOVI (ARTICULATIONES CUNEONAVICULARIS ET ARTICULATIONES INTERTARSEAE)

Zglobovi između čunaste i tri klinaste kosti kao i zglobovi između klinastih kostiju, te lateralne klinaste i kuboidne kosti imaju zajedničku zglobnu kapsulu koja je pojačana dorzalnim i plantarnim ligamentima (*ligg. cuneonavicularia dorsalia et plantaria*) te dorzalnim, plantarnim i interosealnim ligamentima (*ligg. tarsi dorsalia, plantaria et interossea*). U ovim zglobovima se izvode pokreti klizanja neznatnog obima, koji su važni za statičku i dinamičku funkciju stopala, kao i za potrebu prilagođavanja neravnoj podlozi.

1.1.2.5. NOŽNODONOŽNI ZGLOBOVI (ARTICULATIONES TARSOMETATARSEAE)

Ovi zglobovi povezuju kosti prednjeg reda tarzalnih kostiju (tri klinaste i kockastu kost) sa svih pet metatarzalnih kostiju, protežu se približno poprečnom sredinom stopala od kvрге prve metatarzalne do kvрге pete metatarzalne kosti. Pravilnost ove zglobne linije (*Lisfrankove linije*) narušava baza druge metatarzalne kosti koja je uvučena duboko između prve i treće klinaste kosti i formira zglob sa srednjom, najkraćom klinastom kosti. S obzirom na ovakve anatomske odnose, sasvim je jasno da je druga metatarzalna kost najmanje pokretna i ona, u skladu sa rasporedom i funkcijom interosealne muskulature, predstavlja biomehaničku osovinu stopala. Prvi tarzometatarzalni zglob (odnosno metatarzokuneiformni zglob) ima zasebnu zglobnu kapsulu, drugi i treći ima zajedničku kapsulu kao i zglob između četvrte i pete metatarzalne i kockaste kosti. Ovi zglobovi su pojačani dorzalnim i plantarnim tarzometatarzalnim ligamentima (*ligg. tarsometatarsalia dorsalia et plantaria*) te

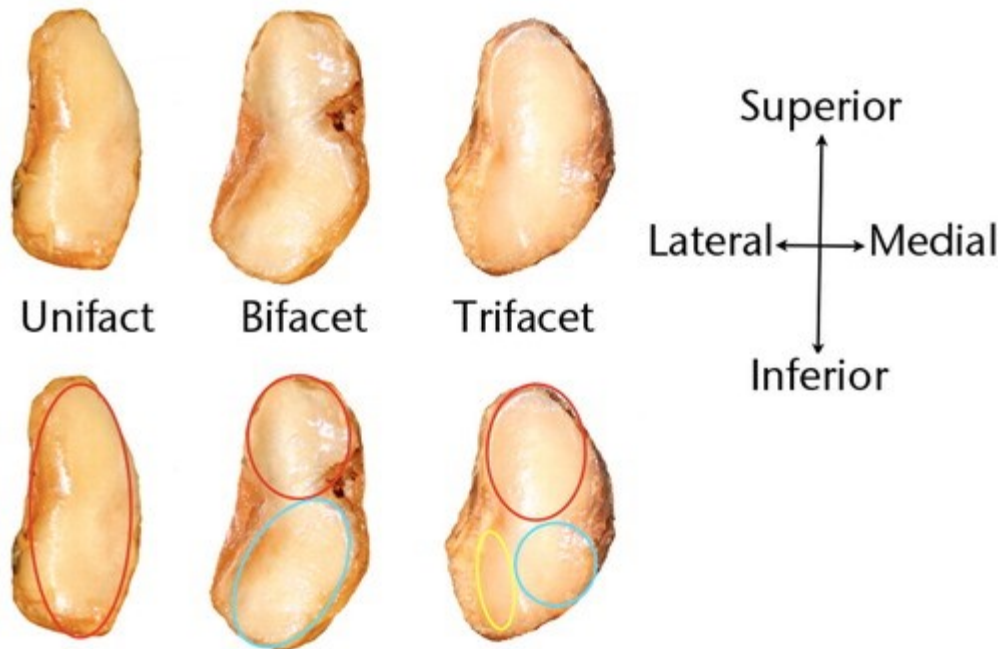
kuneometatarzalnim interosealnim ligamentima između klinastih kostiju i baze druge i treće metatarzalne kosti od kojih je najvažniji prvi (*lig. cuneometatarseum interosseum primum-Lisfranci*) koji povezuje prvu klinastu kost sa bazom druge metatarzalne kosti. (Slika 5) Ovo je inače jedina ligamentarna veza kojom je prvi tarzometatarzalni niz povezan sa ostalim dijelom stopala. U slučaju potrebe za hirurškom dezartikulacijom, ovaj ligament se mora potpuno osloboditi jer predstavlja “ključ” Lisfrankovog zgloba. Pokreti na nivou Lisfrankovog zgloba su uglavnom pokreti klizanja a najpokretljivija je peta metatarzalna kost tako da se pasivna adukcija ili abdukcija može očekivati i do 15°.



Slika 5. Tarzometatarzalni zglobovi (art. Lisfranci), prva metatarzalna kost je bez ligamentarnih veza sa drugom.

(Izvor: Ferreyra M, Nunez-Samper M, Ruiz J, Isidro A, Ibanez L, What do we know about hallux valgus pathogenesis? Review of the different theories, J. Foot Ankle, 2020;14(3):223-30)

Prvi metatarzokuneiformni zglob (*art. metatarsocuneiforme primum - art. tarsometatarsale primum*) zaslužuje posebno pažnju upravo zbog anatomskih odnosa prvog metatarzokuneiformnog niza koji je u filogenetskom razvoju primaknut ostalim tarzometatarzalnim segmentima bez formiranja ligamentarnih struktura koje bi osigurale stabilnost prve metatarzalne kosti. Moguće su različite forme prvog MTC zgloba, prije svega u pogledu stepena njegove ukošenosti, od naglašeno kose forme pa do poprečno postavljenog, transverzalne forme, za koju istraživanja pokazuju da obezbjeđuje veću inherentnu stabilnost ovog zgloba a time i prve metatarzalne kosti u horizontalnoj (transverzalnoj) ravni, dakle smanjuje rizik od njene adukcije i povećanja ugla između prve i druge metatarzalne kosti. [3-5,7,17,28,29]



Slika 6 . Morfološki tipovi prvog metatarzokuneiformnog zgloba prema broju zglobnih faseta

(Izvor: <https://online.boneandjoint.org>)

Anatomskim istraživanjima su utvrđena tri tipa ovog zgloba u zavisnosti od broja zasebnih zglobnih faseta. Tip jedan ima jedinstvenu zglobnu površinu i nađen je kod stopala sa izraženim hallux valgus deformitetom, tip dva ima dvije odvojene zglobne površine i nađen je kod stopala sa prisutnim deformitetom ali i kod zdravih, dok je treći tip koji ima tri odvojene zglobne površine (trifasetni) utvrđen isključivo kod zdravih stopala. (Slika 6) Ovo bi moglo ukazivati na činjenicu da veći broj zasebnih zglobnih faseta obezbeđuje veću stabilnost prvog MTC zgloba i smanjuje rizik od razvoja hallux valgus deformiteta. [7,30,31] Ostaje da se ispita kako broj zasebnih zglobnih faseta utiče na stabilnost ovog zgloba u frontalnoj ravni odnosno na rotaciju prve metatarzalne kosti. S obzirom da je stopalo filogenetski najmlađi organ, vjeruje se da razvoj stopala u skladu sa funkcionalnim zahtjevima još nije završen. Tako se naglašeno kosa forma prvog MTC zgloba i kratka prva metatarzalna kost mogu smatrati pojavama u smislu atavizma koje doprinose razvoju deformiteta stopala. [2,3]

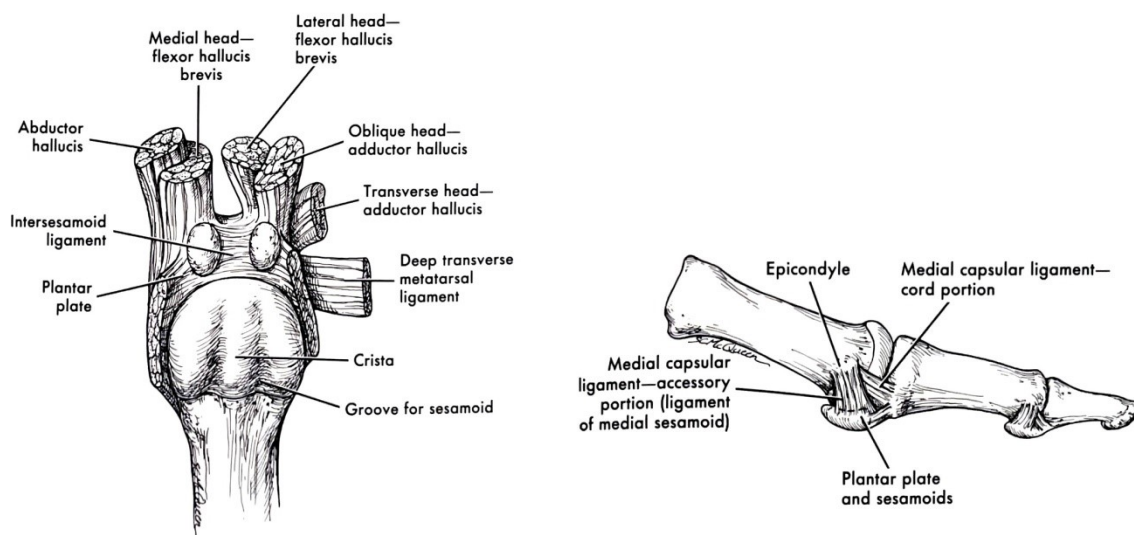
1.1.2.6. MEĐUSOBNI ZGLOBOVI DONOŽJA (ARTICULATIONES INTERMETATARSEAE)

Baze četiri metatarzalne kosti (od druge do pete) imaju zglobni odnos, dakle formiraju tri međusobna zgloba koji imaju zglobne kapsule koje su produžetak kapsula tarzometatarzalnih zglobova, pojačani su kratkim i nježnim dorzalnim i plantarnim ligamentima (*ligg. metatarsae dorsalia et plantaria*). Dakle, između prve i druge metatarzalne kosti nema formiranog intermetatarzalnog zgloba i ligamentarnih struktura. [20] Baze prve i druge metatarzalne kosti su, najčešće, povezane samo kratkim nježnim vezivnim snopovima. [27] Ipak, istraživanja El Saida (*ElSaid*) i Romeša (*Romash*) sa saradnicima ukazuju na prisustvo

zglobne površine na lateralnoj strani baze prve MT kosti za zglobni odnos sa metafizom druge MT kosti kod jedne četvrtine analiziranih slučajeva. [22,32] U ovim zglobovima se odvijaju minimalni pokreti klizanja u cilju prilagođavanja neravnoj podlozi.

1.1.2.7. ZGLOBOVI DONOŽJA SA PROKSIMALNIM ČLANCIMA PRSTIJU STOPALA (ARTICULATIONES METATARSOPHALANGEAE)

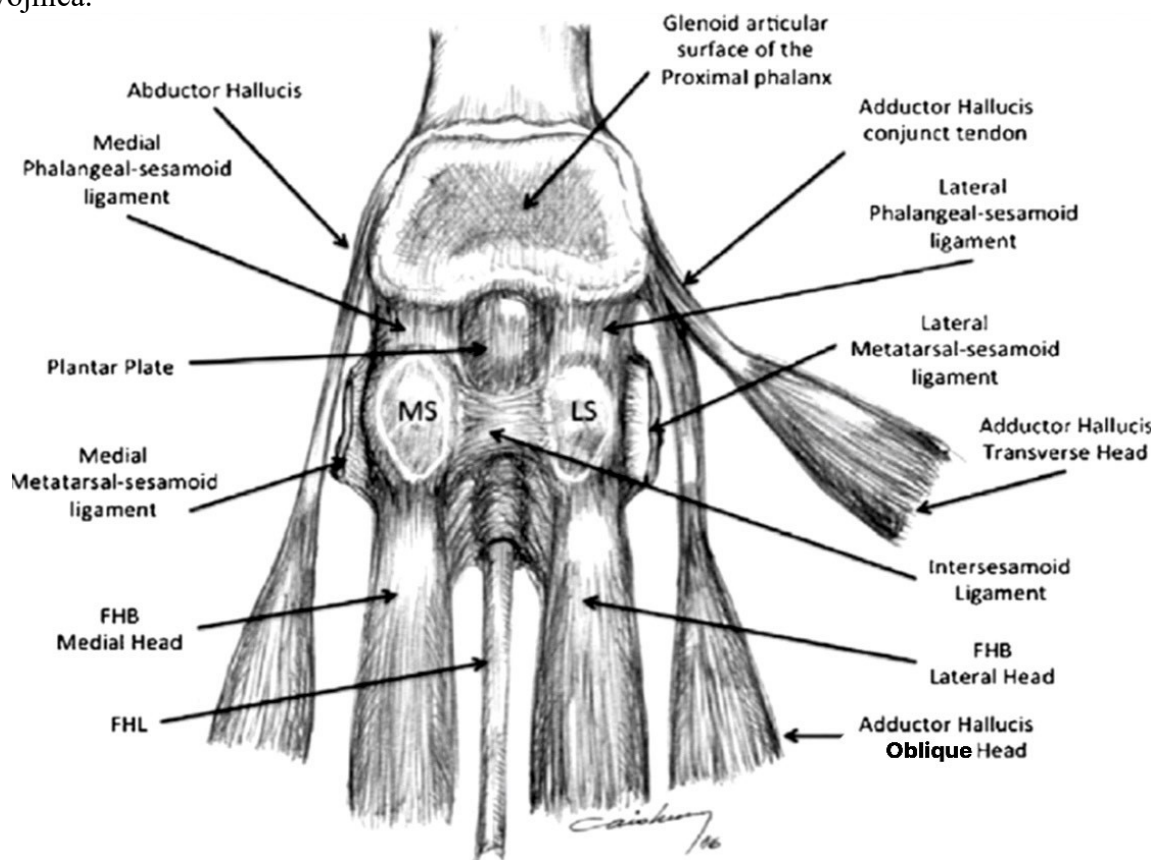
Ovih pet zglobova ostvaruje vezu glava metatarzalnih kostiju sa bazom proksimalne falange pripadajućeg prsta. Građeni su po tipu kuglastih zglobova (*art. spherioidea*) a zglobne hrskavice glava metatarzalnih kostiju su pomjerene dorzalno što omogućava veći obim ekstenzije (65°) u odnosu na plantarnu fleksiju (40°). Insercija zglobne kapsule dorzalno je uz rub hrskavice a na plantarnoj i bočnim stranama je udaljena za oko 5 do 6 mm. Plantarni ligamenti (*ligg. plantaria*) stabilizuju zglobove sa plantarne strane, bočnu stabilnost obezbjeđuju kolateralni ligamenti (*ligg. collateralia*) dok su ovi zglobovi dorzalno pojačani tetivama dugog ekstenzora prstiju (*m. extensor diggitorum longus-a*). Glave metatarzalnih kostiju su međusobno razdvojene ali su od druge do pete povezane dubokim poprečnim metatarzalnim ligamentom (*lig. metatarseum transversum profundum*) koji je na plantarnoj strani spojen sa plantarnim ligamentima i kapsulom metatarzofalangealnih zglobova sprečavajući njihovo prekomjerno razmicanje. Na medijalnoj strani ovaj ligament ima inserciju na lateralnoj sesamoidnoj kosti i na taj način obezbjeđuje stabilnu poziciju sesamoidnog aparata u odnosu na glavu druge metatarzalne kosti. [33-37] Dakle, glava prve metatarzalne kosti nema ligamentarnu vezu sa glavom druge što potvrđuje i činjenica da su Kura (*Kura*) i saradnici dokazali da varizacija prve MT kosti ne zavisi od integriteta dubokog poprečnog metatarzalnog ligamenta. [38]



Slika 7. Plantarna i medijalna strana glave prve metatarzalne kosti.

(Izvor: Canale S. T. : Campbell s operative orthopaedics, ninth edition, Mosby 1998.)

Prvi metatarzofalangealni zglob se anatomski razlikuje od ostala četiri prvenstveno prisustvom sezamoidnog mehanizma a i funkcionalno u pogledu stepena opterećenja kao i ulogom u završnoj fazi koraka prilikom odbacivanja tijela od podloge. Plantarna strana zglobne površine glave prve metatarzalne kosti je uzdužnim koštanim grebenom (*crista*) podijeljena na medijalni i lateralni dio za zglobni odnos sa odgovarajućom sezamoidnom kosti koje su inkorporirane u tetive kratkog fleksora palca preko kojih su povezane sa bazom proksimalne falange (Slika 7). Medijalna sezamoidna kost je medijalnim metatarzosezamoidnim ligamentom (*lig. metatarsosesamoideum mediale*) povezana sa medijalnom stranom glave prve metatarzalne kosti (*tuberositas capitis ossis metatarsalis I medialis*) dok je lateralna sezamoidna kost povezana odgovarajućim lateralnim metatarzosezamoidnim ligamentom (*lig. metatarsosesamoideum laterale*) za lateralnu stranu prve metatarzalne kosti (*tuberositas capitis ossis metatarsalis I lateralis*) ali i sa dubokim poprečnim metatarzalnim ligamentom (*lig. metatarseum transversum profundum*) koji, kao sidrom, zadržava sezamoidni mehanizam u stalnom odnosu sa glavom druge metatarzalne kosti. [11,33-35,38] Sezamoidne kosti su međusobno povezane čvrstom vezivnom strukturom (*lig. intersesamoideum*) formirajući žljeb za prolaz tetive dugog fleksora palca i njenih ovojnica.



Slika 8. Plantarna jedinica metatarzofalangealnog zgloba palca.

(Izvor: Nery C, Baumfeld D, Umans H, Yamada A, MR imaging of the plantar plate, Normal anatomy turf toe and other injuries, Magn. Reson. Imaging Clin N Am 25 (2017) 127-144 / uz djelimičnu korekciju autora.)

Navedene strukture formiraju sezamoidno plantarno jastuče čiji položaj zavisi od položaja proksimalne falange palca. Plantarno masno jastuče ispod glava ostalih metatarzalnih kostiju je vezivnim strukturama takođe čvršće vezano za proksimalnu falangu odgovarajućeg prsta i zajedno sa dubokim poprečnim metatarzalnim ligamentom koji ih međusobno povezuje, sa ostalim fleksornim tetivama i njihovim ovojnica formiraju p l a n t a r n u j e d i n i c u, koja je sa metatarzalnom jedinicom povezana metatarzofalangealnim zglobovima.(Slika 8) Prilikom dorzifleksije proksimalne falange, plantarni jastuci se pomjeraju napred i prate smjer najvećeg opterećenja (pri podizanju na prste) i tako obezbjeđuju zaštitu metatarzalnih glava. U slučaju dorzalne fleksije proksimalnih falangi u fazi stajanja, kao što je to kod deformiteta prstiju (čekićasti ili kandžasti prst), plantarno jastuče ne štiti glavu metatarzalne kosti već je ona u direktnom kontaktu sa podlogom što dovodi do metatarzalgije i razvoja plantarnih klavusa. [39,40]

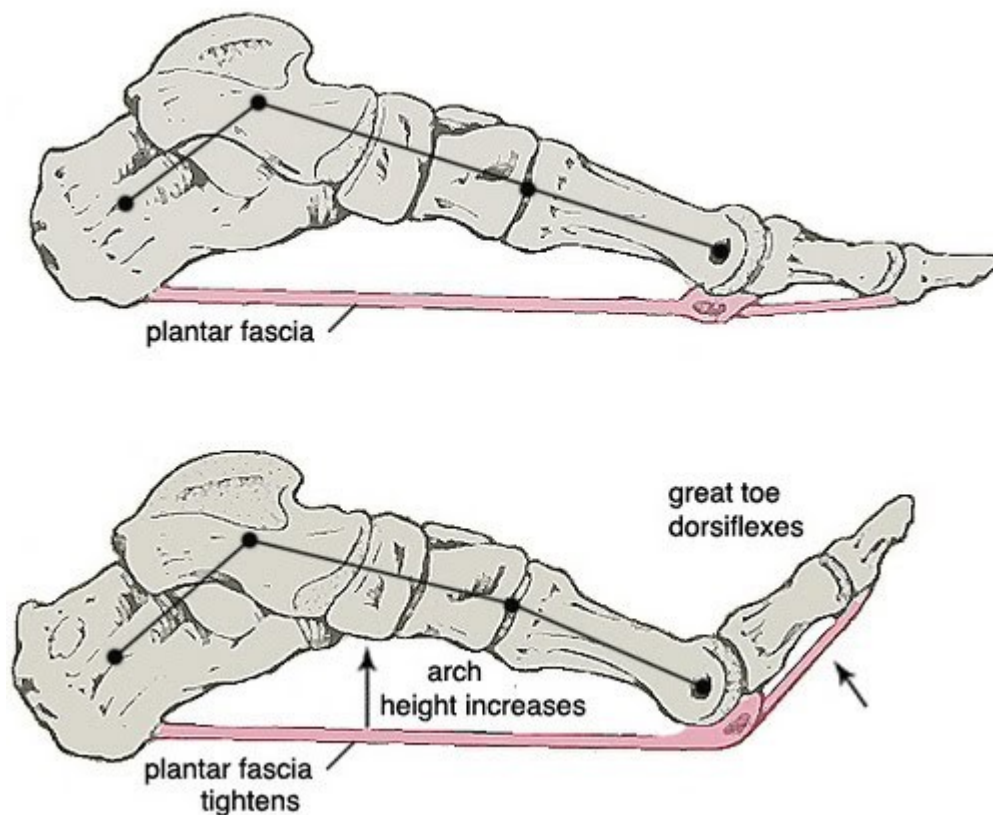
1.1.2.8. MEĐUSOBNI ZGLOBOVI ČLANAKA PRSTIJU STOPALA (ARTICULATIONES INTERPHALANGEAE PEDIS)

Zglobovi koji povezuju falange prstiju imaju tanku zglobnu kapsulu koja je pojačana bočnim kolateralnim ligamentima (*ligg. colateralia*). Palac ima jedan interfalangealni zglob dok ostali prsti imaju dva, proksimalni i distalni. Po obliku zglobnih tijela, ovo su zglobovi tipa šarke u kojima se izvode pokreti fleksije i ekstenzije. Pokreti u proksimalnom i distalnom interfalangealnom zglobu se odvijaju sinhronizovano, djelujući po tipu elastične opruge, odbacujući stopalo u završnoj fazi koraka.

1.1.2.9. PLANTARNA APONEUROZA (APONEUROSIS PLANTARIS)

Ovo je čvrsta vezivna struktura u formi ploče koja se proteže od tubera petne kosti (*tuberis calcanei*) do metatarzofalangealnih zglobova i proksimalne falange prstiju. Srednji dio ove vezivne ploče je najdeblji, proteže se do metatarzalnih glavica podijeljen u pet uzdužnih snopova, koji ispod tetiva dugog fleksora prstiju završavaju na plantarnoj strani baze proksimalne falange odgovarajućeg prsta. Ovi snopovi su međusobno povezani poprečnim vezivnim strukturama u nivou glava metatarzalnih kostiju formirajući površni poprečni metatarzalni ligament (*lig. metatarsium transversum superficiale*). Između ovog površnog i dubokog poprečnog metatarzalnog ligamenta (*lig. metatarsium transversum profundum*) se nalaze vezivni metatarzalni tuneli kroz koje prolaze neurovaskularni elementi. Od medijalne i lateralne vezivne trake ove aponeuroze odlaze duboke međumišićne pregrade koje završavaju na prvoj, odnosno petoj metatarzalnoj kosti i tako formiraju tri međufascijalne lože. Plantarna aponeuroza je dakle neprekidna snažna vezivna traka koja direktno povezuje kalkaneus sa proksimalnim falangama prstiju, zategnuta je kod stajanja podnoseći trakciono opterećenje težinom tijela, održava fiziološki položaj kostiju i zglobova stopala kao i njegovih svodova i ima važnu ulogu zaštite mišićnih i neurovaskularnih elemenata. Budući da je i preko plantarnih jastučića metatarzofalangealnih zglobova čvrsto vezana za bazu proksimalne falange, plantarna aponeuroza ima važnu funkcionalnu ulogu i tokom hoda. Prilikom pasivne dorzifleksije prstiju, izazvane težinom tijela koju kinetičkim lancem ekstenzora prenosimo na prednji dio stopala, plantarna aponeuroza se sa plantarne strane namotava preko glava metatarzalnih kostiju te po principu mehanizma „vitla“, podiže uzdužni svod stopala uz

njegovo funkcionalno skraćenje za oko jedan centimetar i preuzima najveći dio stres opterećenja. (Slika 9) Istovremeno dolazi do supinacije pete i zaključavanja Šoparovog zgloba čime se uz snažnu i zategnutu plantarnu aponeurozu formira čvrsta poluga za odbacivanje od podloge. Prilikom odmotavanja plantarne aponeuroze, efektom mehanizma vitla, dolazi do plantarne fleksije prstiju i njihovog pritiska na podlogu, dakle bez kontrakcije fleksorne muskulature čime se štedi energija pri hodu. [41,42]



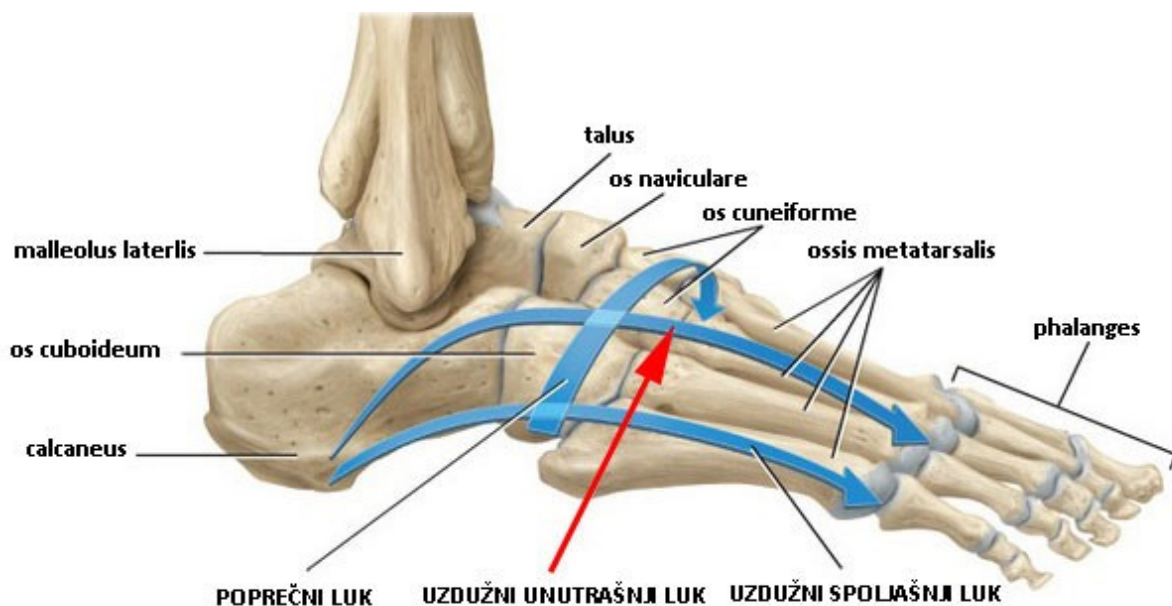
Slika 9. Mehanizam djelovanja plantarne aponeuroze.

(Izvor://<https://ordinacija.vecernji.hr/>)

1.1.2.10. BIOSTATIKA STOPALA

Zahvaljujući specifičnoj građi i rasporedu kostiju, stopalo ima konfiguraciju koja na tabanskoj strani formira udubljenje (tabanski svod) tako da asocira na kamene lukove u građevinarstvu koji, za razliku od stopala, na svojim krajevima imaju čvrsta uporišta. Tabanski svod je definisan sa dva uzdužna luka. Medijalni uzdužni luk formiraju petna (*calcaneus*), skočna (*talus*) i čunasta kost (*os naviculare pedis*) te tri kuneiformne (*ossa cuneiformia, I,II,III*) i tri medijalne kosti donožja (*ossa metatarsalia I, II et III*). Ovaj luk je najupadljiviji, sa najvišom tačkom na 15 do 18 mm od podloge na nivou navikularne kosti. Lateralni uzdužni luk je sasvim diskretan, formiraju ga petna kost (*calcaneus*), kockasta kost (*os cuboideum*) i dvije lateralne kosti donožja (*ossa metatarsalia IV et V*) a najviša tačka mu je u nivou kuboidne

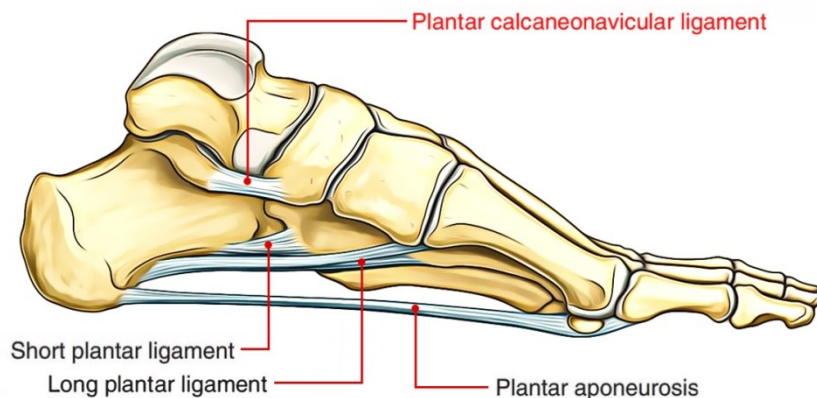
kosti na 3 do 5 mm od podloge. (Slika 10) U transverzalnoj ravni stopalo formira prednji poprečni luk kojeg formiraju glave metatarzalnih kostiju zahvaljujuću dubokom transverzalnom metatarzalnom ligamentu. Ovaj luk se gubi u fazi opterećenja stopala jer, za razliku od ranijih shvatanja, danas je nepobitno dokazano da sve metatarzalne glave prenose opterećenje na podlogu. Na nivou kuboidne i tri klinaste kosti i baza metatarzalnih kostiju je uočljiv nepotpuni poprečni luk, u stvari poluluk, koji u slučaju primaknutih stopala formira potpuni luk koji ide od lateralne ivice jednog do lateralne ivice drugog stopala.



Slika 10. Anatomski svod stopala i lukovi koji ga definišu.

(Izvor: /<https://ordinacija.vecernji.hr/>/)

Opisani tabanski svod i lukovi koji ga definišu su rezultat evolutivnog razvoja stopala i predstavlja najbolji primjer odnosa funkcionalnih zahtjeva i morfoloških promjena njegovih struktura. Nastali su zahvaljujući klinastoj formi tarzalnih kostiju čije su baze (šire površine) postavljene dorzalno i koje pod opterećenjem trpe silu kompresije što potvrđuje i raspored koštanih gredica njihove spongiozne građe. Za održavanje opisanih lukova posebno su odgovorni kapsularni ligamenti, zatim dugi plantarni ligament (*ligamentum plantare longum*), plantarni kalkaneonavikularni ili spring ligament (*ligamentum calcaneonaviculare plantare*), plantarna aponeuroza (*aponeurosis plantaris*), tetivni elementi na plantarnoj strani stopala koji trpe sile trakcije ali i akumuliraju povratnu energiju za sljedeću fazu aktivnosti stopala i na taj način se značajno smanjuju energetske potrebe, posebno kod brzog hoda i trčanja (Slika 11). [27,43-45]



Slika 11. Stabilizatori medijalnog uzdužnog luka.

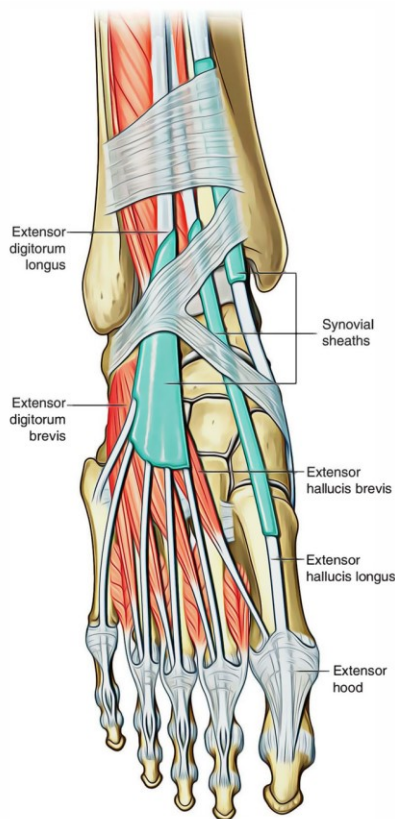
(Izvor: <https://www.earthslab.com>)

Sila težine tijela se na talusu distribuira putem njegovog vrata i glave na prednji dio stopala a kroz tijelo ove kosti preko subtalarnog zgloba na petnu kost u jednakim omjerima kod horizontalno postavljenog stopala i sa potpeticom do dva centimetra. Svako dalje povećanje potpetice usmjerava težinu tijela na prednji dio stopala. Glava prve metatarzalne kosti sa sezamoidnim mehanizmom prenosi dvije težinske jedinice (dakle $2/6$ težine koja pripada prednjem dijelu stopala) dok glave ostalih metatarzalnih kostiju prenose po jednu težinsku jedinicu ($1/6$). [46] Sa aspekta biomehanike uzdužni svod stopala formira statički trougao sa centrom na talusu čije su dvije stranice (prednja i zadnja) formirane po tipu složene grede koja se adaptira opterećenju i plantarne stranice koju čine vezivne strukture sačinjene od plantarne aponeuroze i dugog plantarnog ligamenta sa visokim stepenom elastičnosti (Slika 9). [44]

1.1.3. MIŠIĆI STOPALA

Najveći broj zglobova na stopalu je inherentno nestabilan jer oblik zglobnih tijela ne doprinosi njihovoj morfološkoj stabilnosti tako da ligamentarne strukture i aponeuroze imaju ulogu glavnih statičkih stabilizatora i tako omogućavaju da se mišićnim kontrakcijama izvrše funkcije stopala uz najmanji utrošak energije. Pored prenošenja težine na podlogu, stopalo obezbjeđuje bipedalno i monopodalno stajanje uz održavanje ravnoteže, a formiranjem čvrste poluge obezbjeđuje odbacivanje od podloge i kretanje u obliku laganog ili brzog hoda, trčanja, izvođenja skokova i sl. Za sve navedeno je potrebna izuzetna sinhronizacija mišićnih kontrakcija, kako po pravovremenosti, tako i po intenzitetu kontrakcije. Sa funkcionalnog aspekta razlikujemo dvije grupe mišićnih struktura stopala. Prvoj grupi pripadaju kratki mišići koji svoje polazište i hvatište imaju na stopalu, malog su volumena, imaju kratke poluge djelovanja a u osnovi svoje aktivnosti imaju funkciju **lokalnih dinamičkih stabilizatora**. Obezbjeđuju stabilan odnos koštanih i zglobnih struktura i time stvaraju uslove za izbalansirano djelovanje druge grupe mišića koji u svojoj osnovi djelovanja imaju efekat pokretanja u globalu. Ovi **globalni pokretači** su značajnog volumena i mišićne snage sa

polazištem na potkoljenici a svojim dugim tetivama prelaze skočni zglob i koristeći duge poluge djelovanja imaju hvatišta na tarzalnim i metatarzalnim kostima ili člancima prstiju stopala (Slika 12). [27,43]



Slika 12. Mišićne strukture dorzalnog dijela stopala

(Izvor: /<https://www.earthslab.com>)

1.1.3.1. KRATKI MIŠIĆI STOPALA

KRATKI MIŠIĆI DORZALNOG DIJELA STOPALA

Na dorzalnoj strani stopala su dva kratka mišića koji svojom aktivnošću koriguju efekat dugih ekstenzora prstiju prva četiri prsta i utiču na stabilnost metatarzofalangealnih zglobova II, III i IV prsta.

M. extensor digitorum brevis

Polazište ovog mišića je na dorzolateralnom dijelu kalkaneusa, ispred tarzalnog sinusa, pokriva dorzum stopala dijeleći se u četiri snopa za prva četiri prsta. (Slika 12) Tetiva prvog snopa ima inserciju na bazi proksimalne falange palca dok se ostale tri pripajaju na lateralnom rubu odgovarajuće tetive dugog ekstenzora prstiju.

MM. interossei dorsales

Polaze iz međukoštanih prostora metatarzusa, pripajajući se za dvije susjedne metatarzalne kosti uz napomenu da je hvatište prvog na lateralnoj strani baze prve metatarzalne kosti. Prva dva mišića svoju distalnu inserciju ostvaruju kratkom tetivom na medijalnoj i lateralnoj strani baze proksimalne falange drugog prsta stabilizujući ga u neutralnom položaju, dok ostala dva na lateralnoj strani baze proksimalne falange trećeg i četvrtog prsta potičući njihovu abdukciju. (Slika 12)

KRATKI MIŠIĆI PLANTARNE STRANE STOPALA

- Prvi sloj

M. flexor diggitorum brevis

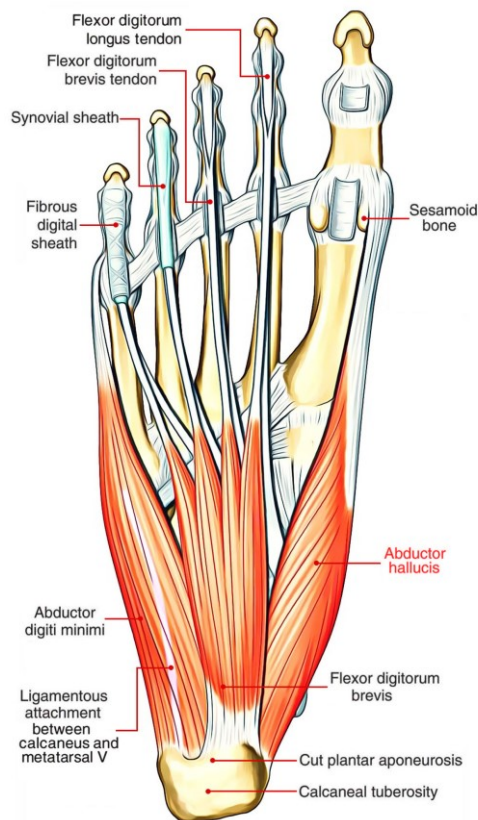
Polazi od medijalnog tuberkuluma petne kosti, pokriva centralni dio tabanske strane stopala, formira četiri tetive koje se distalno pripajaju na srednjim falangama zadnja četiri prsta. (Slika 13)

M. abductor digiti quinti

Nalazi se na lateralnom rubu stopala, polazi od lateralnog tuberkuluma petne kosti a distalno se pripaja na lateralnoj strani baze proksimalne falange petog prsta i vrši njegovu abdukciju. (Slika 13.)

M. abductor hallucis

Polazi od medijalnog tuberkuluma petne kosti, dominira medijalnim rubom stopala a distalno prelazi u dugu i snažnu tetivu koja se pripaja na medijalnoj strani baze proksimalne falange palca, zajedno sa medijalnom tetivom kratkog fleksora palca u kojoj je inkorporirana medijalna sezamoidna kost palca. (Slika 13) Ipak istraživanja pokazuju da distalna insercija ovog mišića kod 60% slučajeva pored baze proksimalne falange uključuje i medijalnu sezamoidnu kost. [47] Svojom kontrakcijom odmiče palac od uzdužne osovine stopala čime ima posebno važnu ulogu u održavanju dinamičke stabilnosti metatarzofalangealnog zgloba palca.



Slika 13. Prvi sloj kratkih mišića plantarne strane stopala

(Izvor:/ <https://www.earthslab.com/>)

- Drugi sloj

M. quadratus plantae

Zauzima centralni dio ovog mišićnog sloja polazeći od medijalnog i lateralnog tuberkuluma petne kosti a distalno se pripaja na lateralnu stranu tetive dugog fleksora prstiju (*m. flexor digitorum longus*) korigujući smjer prostiranja i efekat njegovog djelovanja. Ovo je najmlađi mišić, koji je naknadno razvijen i nema ga kod naših predaka što pokazuje da mali volumen i snaga kontrakcije kratkih mišića stopala nije uvijek pokazatelj njihove involucije već njihove specifične uloge zbog koje su nastali kao što je u ovom slučaju, uloga lokalnog stabilizatora.

MM. lumbricales

Četiri vretenasta mišića, malog volumena, koji polaze sa tetiva dugog fleksora prstiju a distalno se tetivama koje prolaze medijalnom stranom metatarzofalangealnih zglobova pripajaju na bazama proksimalnih falangi drugog do petog prsta i potom na tetivama dugog ekstenzora ovih prstiju. Učestvuju u fleksiji proksimalnih i ekstenziji distalnih falangi.

-Treći sloj

M. flexor hallucis brevis

Ovo je kratak mišić čije polazište je na kuneiformnim i dijelom na kuboidnoj kosti koji sa dva snopa prolazi plantarnom stranom prve metatarzalne kosti i posebnim tetivama se pripaja na

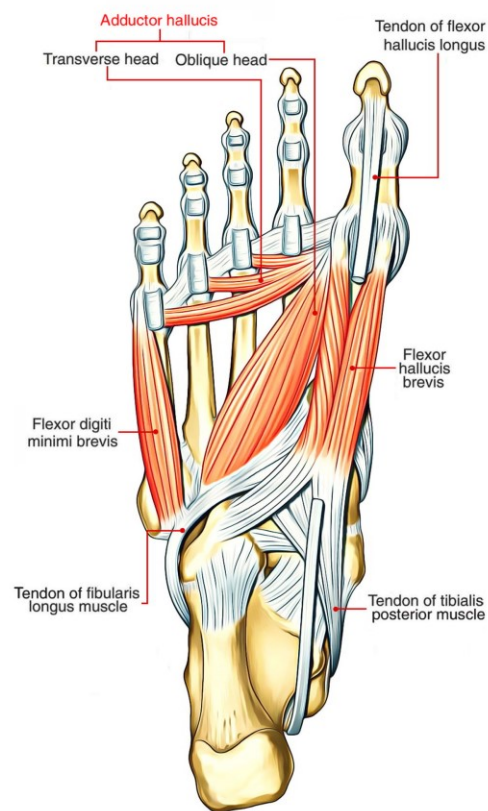
bazi proksimalne falange palca. Svaka od ovih tetiva sadrži po jednu sezamoidnu kost koje su u zglobnom odnosu sa plantarnom stranom glave prve metatarzalne kosti povećavajući polugu djelovanja ovog mišića. Između ova dva mišićna snopa i sezamoidnih kostiju prolazi tetiva dugog fleksora palca. (Slika 14) Ovaj mišić vrši fleksiju i stabilizaciju metatarzofalangealnog zgloba palca.

M. adductor hallucis

I ovaj mišić se sastoji od dvije glave ali za razliku od kratkog fleksora palca, one su potpuno odvojene. Tako kosa mišićna glava (*caput obliquum*) polazi od donje strane kuboidne i lateralne kuneiformne kosti, kao i baza treće i četvrte metatarzalne kosti dok poprečna glava (*caput transversum*) polazi sa plantarne strane zglobnih kapsula i ligamenata metatarzofalangealnih zglobova trećeg, četvrtog i petog prsta. Ove dvije mišićne glave se međusobno spoje i formiraju zajedničku tetivu koja se, zajedno sa tetivom lateralnog snopa kratkog fleksora palca (*m. flexor hallucis brevis*), pripaja na lateralnu stranu baze proksimalne falange palca. (Slika 14) Mišić primiče palac uzdužnoj osovini stopala (adukcija) i istovremeno kosa glava učestvuje u njegovoj fleksiji. Poprečna glava ovog mišića ima posebnu ulogu u održavanju poprečnog svoda stopala.

M. flexor digiti quinti

Proksimalno hvatište ovog mišića se nalazi na bazi pete metatarzalne kosti koji potom obuhvata dijafizu ove kosti a distalno se pripaja na bazi proksimalne falange petog prsta i vrši njegovu fleksiju na nivou matatarzofalangealnog zgloba. (Slika 14)



Slika 14. Kratki mišići trećeg sloja plantarne strane stopala.

(Izvor: <https://www.earthslab.com>)

- Četvrti sloj

MM. interossei plantares

Tri kratka mišića, postavljena u drugom trećem i četvrtom međukoštanom prostoru metatarzusa. Distalno se tetivnom struktura pripajaju na medijalnim stranama baza proksimalnih falangi trećeg, četvrtog i petog prsta. Vrše adukciju tri poslednja prsta i potpomažu njihovu fleksiju na nivou metatarzofalangealnog zgloba.

1.1.3.2. DUGI MIŠIĆI STOPALA

Ovo su mišići čije se tetive i distalni pripoj nalaze na stopalu a proksimalno hvatište ostvaruju mišićnim insercijama na koštanim i vezivnim strukturama potkoljenice, tako da u funkcionalnom smislu povezuju potkoljenicu sa stopalom. Mišići potkoljenice su značajnog volumena i motorne snage i kao takvi predstavljaju globalne pokretače stopala a zahvaljujući sinhronizovanim aktivnostima obezbeđuju stabilnost stopala kao cjeline i imaju ključnu ulogu u posturalnoj stabilnosti i održavanju ravnoteže tijela prilikom stajanja i kretanja. U funkcionalnom smislu ove mišiće grupišemo prema njihovoj osnovnoj funkciji na dorzalne fleksore, plantarne fleksore, invertore i evertore stopala dok u skladu sa anatomskim položajem u predjelu potkoljenice razlikujemo mišiće prednje, spoljne i zadnje lože.

MIŠIĆI PREDNJE LOŽE POTKOLJENICE

M. tibialis anterior

Mišićno hvatište je na proksimalne dvije trećine lateralne strane tibije i prednje strane interosealne membrane. Prelazi u snažnu pljosnatu tetivu koja se nakon prolaska ispod retinakuluma u nivou skočnog zgloba pripaja na unutrašnjoj strani medijalne kuneiformne kosti i medijalnu kvrgu baze prve metatarzalne kosti. Ovaj mišić vrši dorzalnu fleksiju, adukciju i unutrašnju rotaciju stopala te je po svojoj funkciji invertor stopala. Ima posebno važnu ulogu u stabilizaciju prvog metatarzokuneiformnog zgloba kao i u održavanju svodova stopala.

M. extensor hallucis longus

Ovo je tanak mišić, skriven ispod prednjeg tibijalnog (*m. tibialis ant.*) i dugog ekstenzora prstiju (*m. extensor diggitorum longus*) na proksimalnoj trećini potkoljenice a potom dugom tetivom završava na dorzalnoj strani baze distalne falange palca. Vršni ekstenziju palca, učestvuje u dorzalnoj fleksiji i inverziji stopala.

M. extensor diggitorum longus

Mišićno hvatište je na lateralnoj strane prednje mišićne lože potkoljenice, prelazi u snažnu tetivu koja se, nakon što prođe ispod donjeg ekstenzornog retinakuluma, dijeli u četiri posebne tetive za četiri poslednja prsta. Ovim tetivama se pridružuju tetive kratkog ekstenzora prstiju formiraju zajednički tetivni jezičak na dorzalnoj strani prsta čiji se srednji krak pripaja na bazi srednje falange dok dva bočna kraka prihvataju tetive odgovarajućih lumbrikalnih i interosealnih mišića i pripajaju se na bazama distalnih falangi. Mišić vrši ekstenziju prstiju i stopala te učestvuje u abdukciji i everziji stopala.

M.peroneus tertius

Ovo je nestalni mišić, izduženog i tankog mišićnog tijela sa insercijom na interosealnoj membrani a distalno tankom tetivom se pripaja na bazi pete metatarzalne kosti. Sudjeluje u dorzalnoj fleksiji, abdukciji i everziji stopala.

MIŠIĆI SPOLJAŠNJE LOŽE POTKOLJENICE

M. peroneus longus

Proksimalni mišićni pripoj se nalazi na lateralnoj strani fibule i interosealnoj membrani a zatim se nastavlja distalno dugom, oblom tetivom koja prolazi iza lateralnog maleolusa i lateralnom stranom petne kosti prelazi na plantarnu stranu stopala završavajući na lateralnoj kvrzi baze prve metatarzalne kosti. S obzirom na anatomske odnos tetive sa lateralnim maleolusom i petnom kosti, ovaj mišić obavlja plantarnu fleksiju, abdukciju i everziju stopala. Prema tome, ovo je pravi antagonist prednjem tibijalnom mišiću (*m. tibialis anterior*) i zajedno s njim ima posebno važnu ulogu u održavanju svodova stopala. [27]

M. peroneus brevis

Mišićno hvatište je na srednjem dijelu lateralne strane fibule dok distalno njegova tetiva prati tetivu dugog peronealnog mišića i pripaja se na bazi pete metatarzalne kosti. Vršiti plantarnu fleksiju, abdukciju i everziju stopala.

MIŠIĆI ZADNJE LOŽE POTKOLJENICE

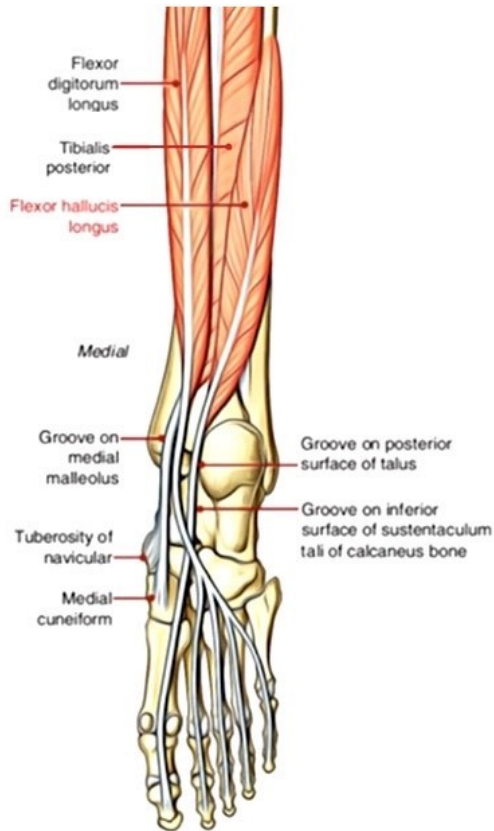
- Površni sloj

M.triceps surae

Ovaj mišić je u proksimalnom dijelu zadnje lože potkoljenice i sastavljen je od dvoglavog mišića (*m. gastrocnemius*) čija su proksimalna hvatišta na medijalnom i lateralnom kondilu femura i širokog pljosnatog mišića (*m. soleus*) čije je hvatište na *linea m. solei* zadnje strane tibije, koji se završavaju zajedničkom snažnom Ahilovom tetivom na tuberu petne kosti. Svojom snažnom kontrakcijom dovodi do plantarne fleksije stopala i kao sastavni dio kinetičkog lanca ekstenzora zateže plantarnu aponeurozu stopala formirajući čvrstu polugu kojom se težina tijela odbacuje od podloge u završnoj fazi koraka.

M. plantaris

Pljosnat mišić kratkog tijela sa hvatištem na lateralnom kondilu femura a distalno se nastavlja dugom, tankom tetivom duž medijalnog ruba Ahilove tetive i zajedno s njom se pripaja na tuber petne kosti. Ovo je također nestalni mišić čija duga tetiva se smatra tetivom "bankom" i koristi se za potrebe tenoplastike i u druge hirurške rekonstruktivne svrhe.



Slika 15. Duboki sloj mišića zadnje lože potkoljenice.

(Izvor: <https://www.earthslab.com> uz korekciju autora)

- Duboki sloj

M. tibialis posterior

Posebno važan mišić za funkciju stopala, ima veliki doprinos u održavanju svoda stopala. Nalazi se u srednjem dijelu dubokog sloja ove lože, mišićna insercija je na zadnjoj strani interosealne membrane a distalno se nastavlja snažnom tetivom koja prolazi iza medijalnog maleolusa i preko deltoidnog ligamenta stiže do medijalnog izbočenja navikularne kosti gdje je pripoj glavnog snopa. (Slika 15) Tetivni snopovi se u formi lepeze dalje prostiru do plantarne strane gotovo svih tarzalnih kostiju te prema bazama poslednje četiri metatarzalne kosti. Ovo je plantarni fleksor, aduktor i invertor stopala.

M. flexor hallucis longus

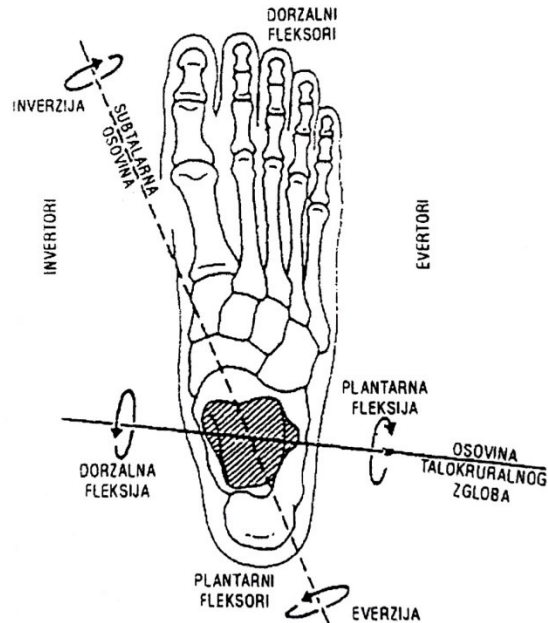
Lateralno postavljen mišić dubokog sloja ove lože sa pripojen na zadnjoj strani srednje trećine fibule i interosealne membrane. Distalno prelazi u snažnu tetivu koja prolazi anatomskim usjekom na zadnjoj strani talusa i kalkaneusa a zatim plantarnom stranom stopala između dva snopa kratkog fleksora palca i njihovih tetiva sa pripadajućim sezamoidnom kostima, pripaja se na bazi distalne falange palca. (Slika 15) Dovodi do fleksije distalne falange palca, učestvuje u plantarnoj fleksiji i inverziji stopala.

M. flexor digitorum longus

Dugi fleksor prstiju stopala ima mišićno hvatište na posteromedijalnom dijelu tibije, zatim se nastavlja tetivom koja prolazi iza medijalnog maleolusa a na plantarnoj strani stopala se dijeli na četiri završne tetive za drugi, treći, četvrti i peti prst. (Slika 15) U nivou proksimalne falange ove tetive prolaze između dva snopa kratkog fleksora prstiju i potom se pripajaju na bazi distalne falange. Pored fleksije distalnih falangi poslednja četiri prsta, ovaj mišić doprinosi plantarnoj fleksiji i inverziji stopala.

1.1.4. BIODINAMIKA STOPALA

Pokreti u zglobovima donjih ekstremiteta kao i izometrička i izotonična aktivnost mišića ima za cilj da u svakom momentu obezbijedi stabilnost tijela bez obzira u kojoj fazi aktivnosti se nalazili. Stopalo je poslednja karika u kinetičkom lancu donjeg ekstremiteta i ima posebnu ulogu jer je u direktnom kontaktu sa podlogom i na taj način aktivira neuralnu komponentu šaljući signale kako plantarnih kožnih receptora tako i dubokih senzornih receptora zglobnih kapsula, ligamenata, mišića i tetiva. Kratki mišići stopala nemaju biomehaničke pretpostavke za izvođenje obimnih pokreta ali su anatomski dobro pozicionirani da pruže važne proprioceptivne informacije kao odgovor na određeni stepen istežanja. [43] Aktivne kontrolisane pokrete stopala izvode dugi mišići, lokalizovani u tri mišićne lože potkoljenice, koji su značajnog volumena i povoljnog biomehaničkog odnosa tako da imaju kapacitet globalnih pokretača. Oko osovine gornjeg skočnog zgloba se vrše pokreti dorzalne fleksije, ekstenzije (20°) i plantarne fleksije (50°) tako da mišići koji imaju hvatište ispred ove osovine su dorzalni fleksori dok oni sa hvatištem iza ove osovine su plantarni fleksori. Biomehanička uzdužna osovina stopala se proteže osovinom druge metatarzalne kosti i u odnosu na nju se izvode pokreti adukcije, unutrašnje rotacije i inverzije stopala za koje su zaduženi mišići koji imaju hvatište medijalno od ove linije dok mišići koji imaju hvatište lateralno od uzdužne osovine izvode pokrete abdukcije, spoljašnje rotacije i everzije stopala. Prema tome, mišići koji su u odnosu na poprečnu osovinu pokreta sinergisti su u odnosu na uzdužnu osovinu antagonisti i obrnuto. (Slika 16) Pokrete adukcije (20°) i abdukcije (10°) posmatramo kao pomjeranje prednjeg dijela stopala u odnosu na srednju liniju tijela i odvijaju se u talonavikularnom i kalkaneokuboidnom zglobovima. Inverzija stopala (40°) je složen pokret koji uključuje unutrašnju rotaciju i adukciju a odvija se na nivou prednjeg dijela stopala, skočnog zgloba kada je u poziciji plantarne fleksije i djelimično na nivou subtalarnog zgloba. Everzija stopala (20°) uključuje spoljašnju rotaciju i abdukciju stopala. Pokreti u zglobovima stopala se izvode sinhronizovano tako da je osnovni pokret praćen ostalim pokretima u susjednim zglobovima u određenoj mjeri. Tako je pokret plantarne fleksije praćen inverzijom a dorzalna fleksija everzijom stopala. Na nivou metatarzofalangealnih zglobova se izvode pokreti fleksije i ekstenzije od 40° uz važnu napomenu da ekstenzija palca u ovom zglobovima iznosi 90°. Interfalangealna fleksija kod palca je takođe 90° dok se kod ostalih prstiju na proksimalnom izvodi 35° a na distalnom interfalangealnom zglobovima 60°. Ekstenzija na proksimalnom interfalangealnom zglobovima nije moguća kao i kod palca, dok se na distalnom interfalangealnom zglobovima ostalih prstiju izvodi 30°.



Slika 16. Mehaničke osovine stopala sa oznakom mišićnih grupa prema njihovoj funkciji

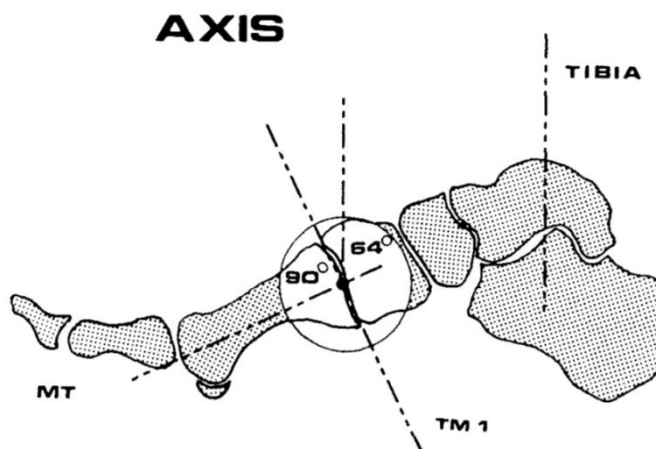
(Izvor: Jovanović S., Keros P., Kargovski-Klisarova A., Ruszkowski I., Malobabić S., Donji ekstremitet, Naučna knjiga Beograd i Školska knjiga Zagreb, Beograd 1989.)

Pored preuzimanja i prenošenja težine tijela na podlogu i prilagođavanja terenu, hod je treća osnovna funkcija stopala. Korak je definisan procesom koji započinje udarom pete o podlogu pri čemu se realizuje značajno stres opterećenje prvo na petu i potom na cijelo stopalo a zavisi od težine tijela i tipa podloge sa jedne strane te očuvanosti prirodnih apsorbira u formi petnog jastučeta i plantarnih jastučića kao i elastičnosti vezivnih struktura stopala sa druge strane. U ovoj fazi prvog kontakta pete sa podlogom, stopalo je u pronaciji praćeno unutrašnjom rotacijom potkoljenice i valgusom pete. Daljim osloncem cijelog stopala dolazi do spoljašnje rotacije potkoljenice i supinacije stopala čime se „zaključava“ Šoparov zglob, tako da stopalo postaje čvrsta poluga, spremna da uz aktivaciju plantarnih fleksora omogući odbacivanje tijela od podloge. U ovoj fazi koraka, najveće opterećenje trpi metatarzofalangealni zglob palca zbog čega su posebno važni anatomske odnosi na ovom zglobu a naročito očuvanost funkcije sezamoidnog jastučeta koje prati dorzifleksiju palca a time i smjer najvećeg opterećenja.

1.1.5. BIOMEHANIKA PRVOG TARZOMETATARZALNOG NIZA

Najviša tačka medijalnog uzdužnog luka tabanskog svoda je na nivou navikularne kosti stopala, koja je u zglobnom odnosu sa tri kuneiformne kosti koje sa prve tri metatarzalne kosti i koštano zglobnim strukturama pripadajućih prstiju formiraju prva tri koštanozglobna niza prednjeg segmenta stopala. Ovaj luk predstavlja glavnu biomehaničku konstrukciju stopala od čije očuvanosti zavisi sposobnost stopala da odgovori složenim funkcionalnim zahtjevima. Ipak, prvi niz preuzima najveći stepen statičkog i dinamičkog opterećenja tako da bilo koje

odstupanje na nivou, od prvog navikulokuneiformnog zgloba do distalne falange palca, može dovesti do narušavanja funkcionalne sposobnosti stopala. [4] Ovo je segment koji je u filogenetskom razvoju stopala pretrpio najviše promjena u procesu pripajanja sa ostalim segmentima stopala ali je njegova statička stabilizacija svedena na Lisfrankov ligament. Prema tome, ligamentarna veza prve metatarzalne kosti i ostalog dijela stopala nije dovoljno razvijena, tako da njena stabilnost zavisi od inherentne stabilnosti prvog MTC zgloba i uravnoteženosti biodinamičkog djelovanja na nivou metatarzofalangealnog zgloba palca. [48]



Slika 17 . Osovina prvog metatarzokuneiformnog zgloba u odnosu na osovinu tibije i osovinu prve metatarzalne kosti.

(Izvor: Wanivenhaus A. Pretterklieber M. First tarsometatarsal joint: Anatomical biomechanical study, *Foot Ankle Int.* 9:153-157, 1989./)

Zglobna tijela prvog MTC zgloba su u prosjeku 29,8 mm visine i 16,2 mm širine, različitog oblika i broja zglobnih faseta sa često izraženim žljebom na kuneiformnoj strani i odgovarajućom protuberancijom na bazi prve MT kosti postavljene pod uglom do oko 15 stepeni inverzije. Osovina ovog zgloba u sagitalnoj ravni u odnosu na osovinu tibije je u inklinaciji od oko 26° a u odnosu na osovinu prve MT kosti je pod uglom od 90° . (Slika 17) U horizontalnoj ravni ovaj zglob ima poprečnu ili kosu formu sa različitim stepenom ukošenosti u odnosu na osovinu druge MT kosti. [16,28,49,50-52] Stabilizaciji prvog niza doprinosi mišićna aktivnost prednjeg tibijalnog mišića čije je tetivno hvatište na nivou prve kuneiformne kosti i medijalne strane baze prve MT kosti i dugog peronealnog mišića sa hvatištem na lateralnoj strani njene baze. Obim pokretljivosti prvog niza u sagitalnoj i horizontalnoj ravni je privukao pažnju mnogih istraživača. Još je Morton (*Morthon*) smatrao da kratka i medijalno hipermobilna prva MT kost izmiče predviđenom opterećenju težine prenoseći ga na glavu druge MT kosti (transver opterećenja) što dovodi do razvoja deformiteta prednjeg dijela stopala i posljedične metatarzalgije. Procjenu pokretljivosti prvog niza u sagitalnoj ravni uz neutralnu poziciju skočnog zgloba, klinički utvrđujemo na osnovu stečenog iskustva i definišemo je kao stanje krutog, normalnog ili hipermobilnog, što naravno nije dovoljno precizno i pouzdano. [53] Iz tog razloga je 1994. Godine Klaue (*Klaue*) konstruisao aparat za kvantifikaciju mobilnosti prvog tarzometatarzalnog niza a pet godina kasnije Glezou (*Glase*) je razvio njegovu modifikaciju. [54,55] Većina autora se slaže da se pokretljivost

ovog segmenta preko 8 mm može smatrati patološkom. [52] Istražujući obim pokreta na pojedinim segmentima Vitaker (*Whitaker*) i saradnici su, analizirajući šest kadaveričnih nepatoloških stopala, utvrdili da pokreti u talonavikularnom te kuneonavikularnim i metatarzokuneiformnim zglobovima obezbjeđuju 27,4° plantarne fleksije dok sam tibiotalarni zglob učestvuje sa 23,2°. [56] Faber (*Faber*) i saradnici su, primjenom složenog modela ispitivanja na devet kadaveričnih stopala bez patoloških promjena, utvrdili da u obimu pokreta prvog niza u sagitalnoj ravni prvi MTC zglob učestvuje 57% , kuneonavikularni 35% i talokalkaneonavikularni 8%, dok u horizontalnoj ravni prvi MTC zglob učestvuje značajno više (82%), prvi kuneonavikularni 6% i talokalkaneonavikularni sa 12%. [18] Dakle, prvi MTC zglob je mnogo više odgovoran za povećanu pokretljivost u horizontalnoj (82%) nego u sagitalnoj ravni (57%). Sarafin (*Sarafin*) je svojim istraživanjem pokazao značajan doprinos plantarne aponeuroze stabilnosti prvog niza prednjeg dijela stopala, što je potvrđeno istraživanjem primjenom modifikovanog Klaue uređaja koje je pokazalo da se njegova pokretljivost povećava plantarnom fleksijom u skočnom zglobu, kada je plantarna aponeuroza relaksirana, a značajno smanjuje dorzifleksijom skočnog zgloba kada je ona zategnuta. [52,57,58] Pokreti plantarne fleksije prve MT kosti su neophodni za nesmetanu dorzifleksiju palca koja pri uobičajenom hodu iznosi oko 65 do 75°. Naime, Filips (*Phillips*) i saradnici su pokazali da se nakon prvih 20°, dorzalna fleksija proksimalne falange palca odvija sinhronizovano sa plantarnom fleksijom prve MT kosti u odnosu 3° prema 1°, ističući da veći dio ove plantarne fleksije omogućava kuneonavikularni zglob. [59] Ovo potvrđuje i činjenica da artrodeza prvog kuneonavikularnog zgloba dovodi do značajnog smanjenja dorzifleksije palca (*hallux limitus*) što nije slučaj nakon artrodeze prvog MTC zgloba. Pokreti rotacije prve MT kosti u frontalnoj ravni su predmet pojačanog interesovanja, posebno u poslednjih dvadeset godina. Pronacija prve MT kosti je primjenom CT skeniranja utvrđena kod 87 % stopala sa prisutnim hallux valgus deformitetom. [60] Kembel (*Campbell*) i saradnici su utvrdili da ona iznosi u prosjeku 27° dok kod stopala bez deformiteta iznosi 19°. [61] Primjenom vertikalnog CT skenera kojim je omogućeno opterećenje tjelesnom težinom na jednom stopalu, utvrđena je pronacija prve MT kosti od 15,2° u odnosu na pronaciju bez opterećenja stopala koja iznosi 12,5°, kod stopala bez deformiteta. [62]

1.2. PATOGENEZA I PATOANATOMSKE PROMJENE KOD HALLUX VALGUS DEFORMITETA

Hallux valgus je u grupi najčešćih i najsloženijih deformiteta prednjeg dijela stopala. [63] Radi se o dvostrukoj angulacionoj deformaciji prvog niza prednjeg dijela stopala koji je rezultat nestabilnosti dva susjedna zgloba. Na nivou prvog MTC zgloba dolazi do medijalnog pomjeranja (varizacije) i unutrašnje rotacije (pronacije) prve metatarzalne kosti a na nivou metatarzofalangealnog zgloba se odvija lateralna devijacija (valgizacija) palca i njegova unutrašnja rotacija (pronacija). Pored ovih, primarnih komponenti poremećaja, pojavljuju se i sekundarne patološke promjene u smislu koštanog i mekotičnog zadebljanja medijalne strane glave prve MT kosti (bunion), čekićastih ili kandžastih deformacija malih prstiju, promjena na spoljašnjoj strani glave pete MT kosti (bunioneta), keratoze plantarne strane glave druge i treće MT kosti, tako da je najveći dio prednjeg dijela stopala zahvaćen promjenama (Slika 18)



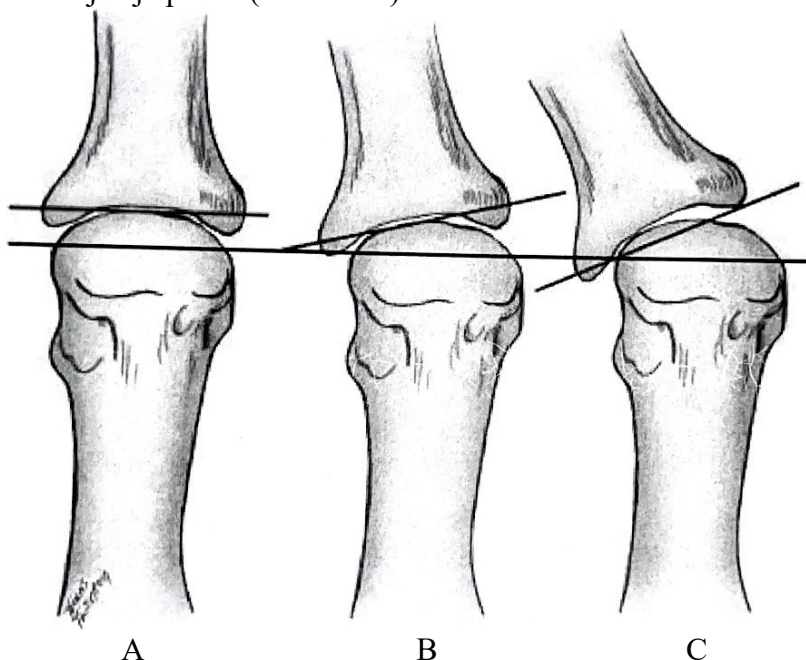
Slika 18. Hallux valgus, kompleksan deformitet prednjeg dijela stopala

Kod stopala bez deformiteta su uspostavljeni fiziološki odnosi koji prije svega znače kongruentne zglobne površine metatarzofalangealnog zgloba palca kako u mirovanju tako i kod nošenja težine i hoda, normalna pozicija zglobne površine glave prve MT kosti u odnosu na njenu osovinu kao i stabilan prvi MTC zglob. S obzirom na činjenicu da distalno od njene baze, prva metatarzalna kost nema mišićnih i tetivnih hvatišta, za stabilnost ovog segmenta stopala je veoma važno izbalansirano djelovanje kratkih mišića koji su u funkciji lokalnih stabilizatora kao i globalnih pokretača palca na nivou metatarzofalangealnog zgloba. Stopalo je izloženo snažnom djelovanju sila koje su rezultat težine tijela i reaktivne sile podloge, tako da bilo koje anatomsko odstupanje navedenih struktura dovodi do gubitka biodinamičke ravnoteže i može da vodi razvoju hallux valgus deformiteta.

1.2.1. PROMJENE NA PRVOM METATARZOFALANGEALNOM ZGLOBU

S obzirom na oblik zglobnih tijela ovaj zglob je izrazito nestabilan, posebno kod zaobljene glave prve MT kosti a i njena veličina je fizički mala u odnosu na smjer i intenzitet sila koje preuzima. Imajući u vidu da nakon kontakta pete sa podlogom, prednji dio stopala ide u everziju ublažavajući opterećenje preuzimanja težine tijela prednjim dijelom stopala, ono se u ovoj fazi najviše usmjerava na prvi tarzometatarzalni niz a posebno na prvi metarzo-falangealni zglob. Sumacijom sile težine tijela i reaktivnih sila podloge te dinamičkih sila miškulature koja djeluje preko ovog zgloba, stvaraju se uslovi da se palac potiskuje u abdukciju, posmatrajući u odnosu na osovinu tijela, odnosno u valgus položaj. Ukoliko je

prisutan neki od predisponirajućih endogenih ili egzogenih faktora, ponavljajuća stres opterećenja u ovom smislu mogu voditi razvoju hallux valgus deformiteta. Strukture koje se svojom elastičnom otpornošću suprotstavljaju abdukciji palca su medijalni kolateralni ligament i pripadajući dio kapsule metatarzofalangealnog zgloba koje zbog ponavljano opterećenja popuštaju i elongiraju se. Ove strukture, uz medijalni metatarzosezamoidni ligament, su najvažniji statički stabilizatori medijalne strane zgloba i njihova insuficijencija je od suštinskog značaja za razvoj deformiteta. [4,38] Tetiva abduktora palca (*m. abductor hallucis*), kao jedinog dinamičkog stabilizatora koji se odupire valgizaciji palca, kroz razvojne faze deformiteta pomjera se plantarno, gubi svoju funkciju abduktora i doprinosi rotaciji palca u pronaciju. Lateralne strukture ovog zgloba, prije svega lateralni kolateralni ligament, pripadajući dio kapsule i tetiva aduktora palca (*m. adductor hallucis*) se skraćuju „čuvajući“ dostignuti stepen devijacije palca. (Slika 22 b)



Slika 19. Šematski prikaz klasifikacije odnosa zglobnih tijela metatarzofalangealnog zgloba palca po Pigottu:

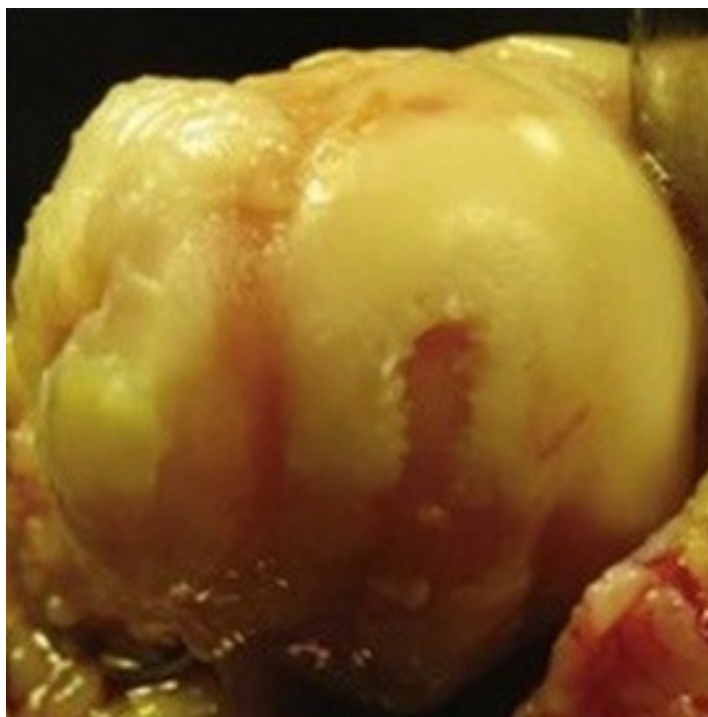
- A) podudarni (zglobne površine su podudarne)
- B) devijantni (medijalna strana zglobne površine glave prve MT kosti ostaje nepokrivena)
- C) subluksirani (nije pokrivena medijalna strana glave i lateralna strana zglobne površine baze proksimalne falange palca)

(Izvor: Crista J. Frank, Hallux valgus, <https://emedicine.medscape.com>)

Abdukciju palca prati medijalno pomjerenje glave prve MT kosti odnosno njena varizacija, koja dovodi do proširenja prednjeg dijela stopala i povećanja intermetatarzalnog ugla između prve i druge metatarzalne kosti. Jedina struktura koja se na distalnom nivou direktno suprotstavlja medijalnom pomjerenju glave prve MT kosti je medijalni metatarzosezamoidni ligament. Ovo je ipak nježna ligamentarna struktura koja se isteže i nije u mogućnosti da se odupre izmjenjenom, asimetričnom prenošenju sile kontrakcije pokretača palca na glavu prve MT kosti koja, trpeći eroziju intersezamoidnog grebena i rotirajući se u pronaciju, sukcesivno

napušta sezamoidnu platformu. Ovo su rane promjene u razvoju deformiteta koje omogućavaju da se proksimalna falanga palca i dalje pomjera lateralno narušavajući odnos zglobnih tijela u smislu devijacije ovog zgloba, kod koje medijalni dio konveksne zglobne površine ostaje nepokriven. (Slika 19) U daljem toku progresije varizacije prve MT kosti i valgizacije proksimalne falange dolazi do subluksacije njene baze u odnosu na glavu prve MT kosti, čiji je medijalni dio sada u direktnom odnosu sa zategnutim medijalnim kolateralnim ligamentom i pripadajućom kapsulom.

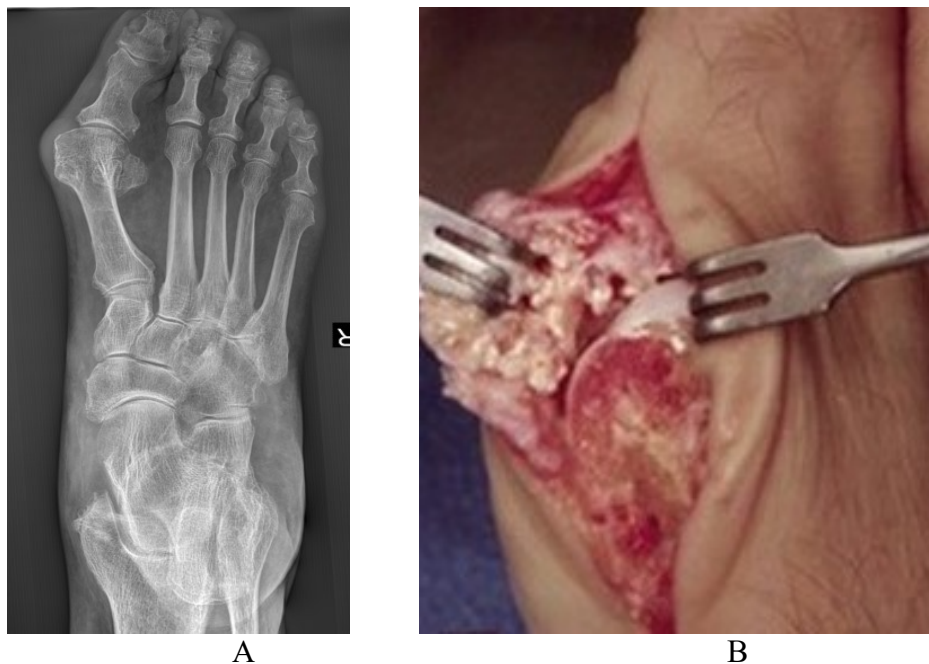
Izmjenjeni anatomske odnosi dovode do atrofije izložene zglobne hrskavice glave prve MT kosti a dodatnim pritiskom medijalnog ruba baze proksimalne falange nastupa njena erozija, što dovodi do formiranja uzdužnog žljeba (*sulcus sagitalis*). Ovaj žleb odvaja lateralni, funkcionalni dio zglobne hrskavice od medijalne prominencije i plantarno izlazi na zglobnu površinu za medijalnu sezamoidnu kost. (Slika 20) Medijalni sezamoid prvo leži ispod intersezamoidnog grebena, a nakon njegove erozije se pozicionira u prostoru zglobne površine za lateralnu sezamoidnu kost koja se u tom slučaju nalazi u intermetatarzalnom prostoru i artikulira sa lateralnom stranom glave prve MT kosti (Slika 22 B). [64]



Slika 20. Frontalni prikaz glave prve metatarzalne kosti kod *hallux valgus-a*

Pored pritiska medijalnog kolateralnog ligamenta i zglobne kapsule, medijalna strana glave prve MT kosti trpi progresivnu iritaciju unutrašnjeg ruba obuće što je praćeno ponavljanim inflamacijama koje vode formiranju vezivnohrskavičave prominencije koja postepeno osificira. Na ovaj način se formira medijalna koštana prominencija iznad koje se formira burza koja je sklona uvećanju i ponavljanom zapaljenju (*bunion*). Provedena istraživanja potvrđuju prisustvo medijalne koštane izrasline i na radiografijama stopala bez izraženog hallux valgus deformiteta što upućuje na zaključak da opisana koštana prominencija nije patološka promjena koja je specifična samo za hallux valgus deformitet. [65] Medijalna komponenta zglobne

kapsule je izdužena i ponavljanom inflamacijom zadebljana dok je sa lateralne strane skraćena i ne dozvoljava redukciju proksimalne falange medijalno.



Slika 21. Degenerativne promjene na prvom metatarzofalangealnom zglobo:

A: radiografski nalaz, B: intraoperativni nalaz

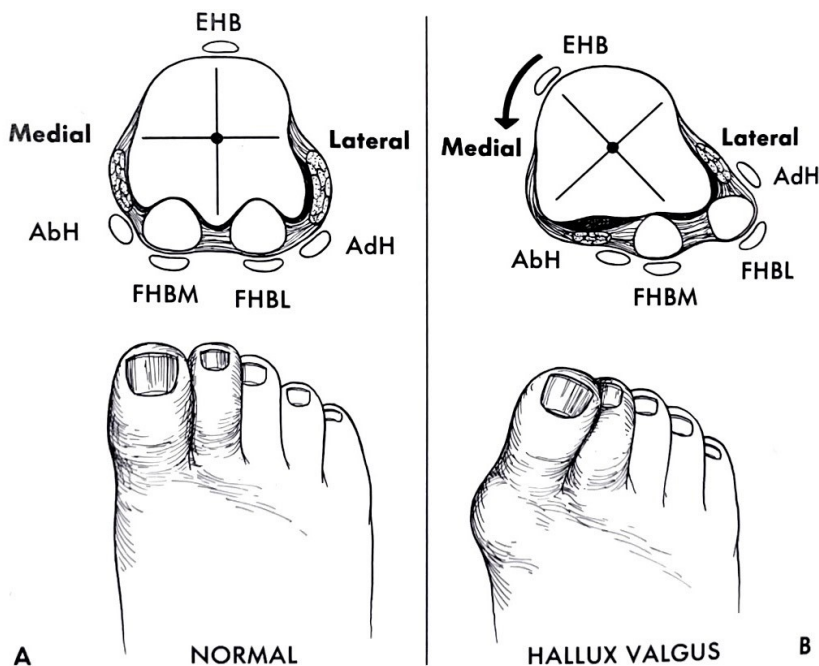
U odmaklim fazama deformiteta na metatarzofalangealnom zglobo palca se javljaju degenerativne promjene u smislu suženja zglobnog prostora, cističnih i osteofitičnih formacija na zglobnim tijelima. (Slika 21) Analizirajući kongruentnost metatarzofalangealnog zgloba palca kod pacijenata sa juvenilnim hallux valgus-om (prosječna starost pojave tegoba 11,8 godina i vremena operacije 15,9 godina) Kaflin (*Coughlin*) je kod njih 47 % utvrdio da nema sublukzacije ovog zgloba. Istovremeno je utvrđeno da je zglobna površina glave prve MT kosti kod ovih slučajeva usmjerena lateralno tako da u odnosu na ortogonalnu liniju osovine ove kosti formira ugao koji u prosjeku iznosi $15,3^\circ$. [13] Dakle, kod hallux valgus deformiteta sa kongruentnim odnosom zglobnih tijela metatarzofalangealnog zgloba palca, veličina hallux valgus deformacije je najvećim dijelom određena veličinom navedenog ugla zglobne površine. U ovom slučaju klinički tok progresije deformiteta je sporiji, a za uspješno liječenje je potrebno primjeniti korektivnu osteotomiju prve MT kosti na distalnom nivou koja omogućava korekciju lateralne angulacije njene distalne zglobne površine. [66,67]

1.2.2. SEZAMOIDNI MEHANIZAM

Metatarzofalangealni zglob palca se anatomske značajno razlikuje od ostala četiri upravo po prisutvu dvije stalne sezamoidne kosti na plantarnoj strani glave prve metatarzalne kosti koje su u višestrukim ligamentarnim vezama sa okolnim strukturama kao i važnim anatomske odnosima sa tetivama brojnih mišića, što omogućava da se ovaj zglob i funkcionalno značajno razlikuje od ostalih. Plantarna strana zglobne površine glave prve MT kosti je niskim uzdužnim grebenom (*crista plantaris*) podijeljena na medijalni i lateralni dio za odgovarajuću sezamoidnu kost. Medijalna sezamoidna kost je sastavni dio tetive medijalne glave kratkog fleksora palca kojoj se priključuje tetiva abduktora palca (*m. abductor hallucis-a*) i imaju zajedničko hvatište na medijalnoj strani baze proksimalne falange palca u 38,5% slučajeva dok je kod 59,6% insercija tetive abduktora istovremeno na medijalnom sezamoidu i na bazi falange a kod 1,8% slučajeva isključivo na medijalnom sezamoidu. [47] Lateralna sezamoidna kost je inkorporirana u tetivu lateralne glave kratkog fleksora palca kojoj se priključuje tetiva aduktora palca (*m. adductor hallucis-a*) i imaju zajedničko hvatište na lateralnoj strani baze proksimalne falange palca. (Slika 13 i Slika 14) Medijalna sezamoidna kost je povezana sa medijalnom stranom glave prve MT kosti medijalnim sezamoidnim ligamentom (*lig. metatarsosesamoidale mediale*), dok je lateralni sezamoid povezan odgovarajućim lateralnim sezamoidnim ligamentom sa lateralnom stranom glave ove kosti (*lig. metatarsosemaoidale laterale*). Ovo su jedine veze sezamoidnog mehanizma sa glavom prve MT kosti (Slika 22 A). Lateralna sezamoidna kost je povezana sa dubokim transverzalnim metatarzalnim ligamentom (*lig. metatarsium transversum profundum*) koji, sa plantarne strane povezuje plantarne jastučice i glave ostalih metatarzalnih kostiju (od druge do pete), održavajući ih u stabilnom međusobnom rastojanju na distalnom nivou. Sezamoidne kosti su međusobno povezane intersezamoidnim ligamentom (*lig. intersesamoideum*) sa čije plantarne strane je između sezamoidnih kostiju fibrozni kanal za prolazak dugog fleksora palca (*m. flexor hallucis longus*) koji prethodno prolazi između dvije glave kratkog fleksora palca i ima hvatište na plantarnoj strani baze distalne falange palca. (Slika 8) Pored navedenih ligamentarnih veza, sezamoidne kosti su povezane medijalnim i lateralnim sagitalnim ligamentom ekstenzorne aponeuroze (*Hood-ov ligament*) koji pojačavaju zglobnu kapsulu i preko kojih su tetive dugog i kratkog ekstenzora palca (*m. extensor hallucis longus et m. extensor hallucis brevis*) povezane sa sezamoidnim mehanizmom. [68]

Plantarna aponeuroza (*aponeurosis plantaris*) polazi od tubera petne kosti i uz hvatište i na sezamoidima prolazi na plantarnu stranu baze proksimalne falange palca gdje joj je čvrsta periostalna insercija. [41] Sezamoidne kosti sa navedenim ligamentarnim insercijama, ovojnicama tetive dugog fleksora kao i navedenih kratkih mišića palca su sastavni dio plantarnog jastučeta koje je dakle vezano za bazu proksimalne falange, prati njene pokrete i na taj način amortizuje kontakt glave prve MT kosti sa podlogom, umanjujući stres opterećenje prenošenja težine tijela na podlogu. Sezamoidne kosti svojom anatomske pozicijom povećavaju snagu kontrakcije kratkog fleksora palca, štite tetivu dugog fleksora palca, podižu glavu prve MT kosti od podloge i povećavaju površinu preko koje se težina tijela prenosi na podlogu. Sezamoidni mehanizam, sa sedam direktnih ligamentarnih veza i sedam mišićno tetivnih (četiri direktne i tri indirektna), značajno doprinosi stabilnosti metatarzofalangealnog zgloba palca. [69] Navedene strukture osiguravaju čvrstu vezu sezamoida sa bazom proksimalne falange palca, dok duboki poprečni metatarzalni ligament svojom insercijom na

lateralni sezamoid zadržava sezamoidni kompleks u stalnom odnosu prema glavi druge metatarzalne kosti. [4,11,38,70,71]



Slika 22. Poprečni presjek kroz glavu prve MT kosti:

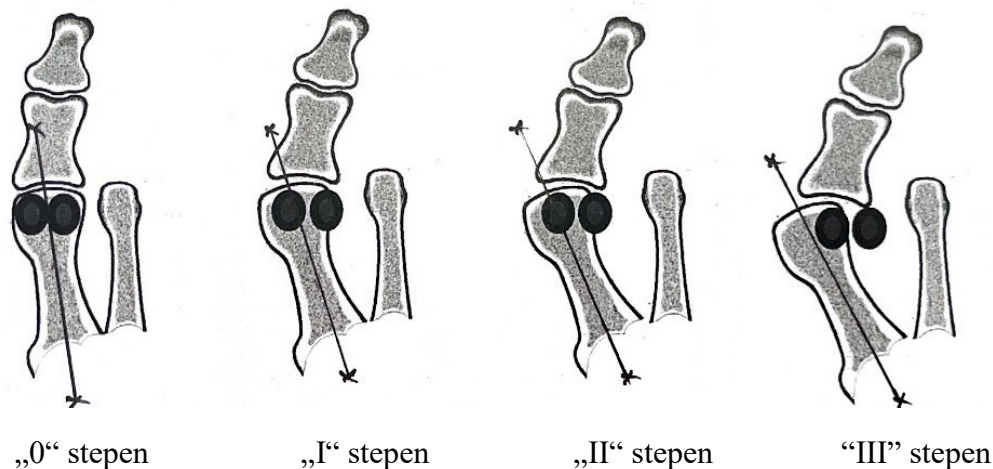
A: Fiziološki odnosi anatomskih struktura;

B: Odnosi anatomskih struktura kod izraženog hallux valgus deformiteta

(Izvor: Canale S. T.: Campbell's operative orthopaedics, ninth edition, Mosby 1998.)

Elongacijom i slabljenjem medijalnog sezamoidnog ligamenta je omogućeno pomjerenje glave prve MT kosti u varus koja, nakon erozije sezamoidnog grebena, prelazi preko medijalnog sezamoida uz istovremenu rotaciju u pronaciju, pri čemu se lateralni sezamoidni ligament značajno skraćuje. Skraćen lateralni sezamoidni ligament predstavlja prepreku ponovnom uspostavljanju anatomskih odnosa sezamoidnog mehanizma i glave prve MT kosti prilikom hirurške korekcije (Slika 22 B). [33,35,72] Stepem medijalnog pomjerenja glave prve MT kosti u odnosu na sezamoidni kompleks, koji je usidren u svojoj anatomskoj poziciji, utvrđujemo pozicijom medijalnog sezamoida u odnosu na osovinu prve MT kosti. (Slika 23) Hardi i Klepam (*Hardy and Clapham*) su definisali klasifikaciju sa sedam pozicija medijalnog sezamoida, koja je za potrebe praktične primjene modifikovana u četiri osnovne pozicije:

- ✓ „0“ stepen : medijalni sezamoid je u anatomskoj poziciji,
- ✓ „I“ stepen : medijalni sezamoid se preklapa sa referentnom linijom za manje od 50% svog obima,
- ✓ „II“ stepen : medijalni sezamoid se preklapa sa referentnom linijom za više od 50% svog obima,
- ✓ „III“ stepen : medijalni sezamoid je potpuno pomjeren bočno izvan referentne linije. [24,45,73-75]



Slika 23. Pozicija medijalnog sezamoida u odnosu na osovinu prve MT kosti kojom se utvrđuje stepen njenog medijalnog pomjeranja (varizacije).

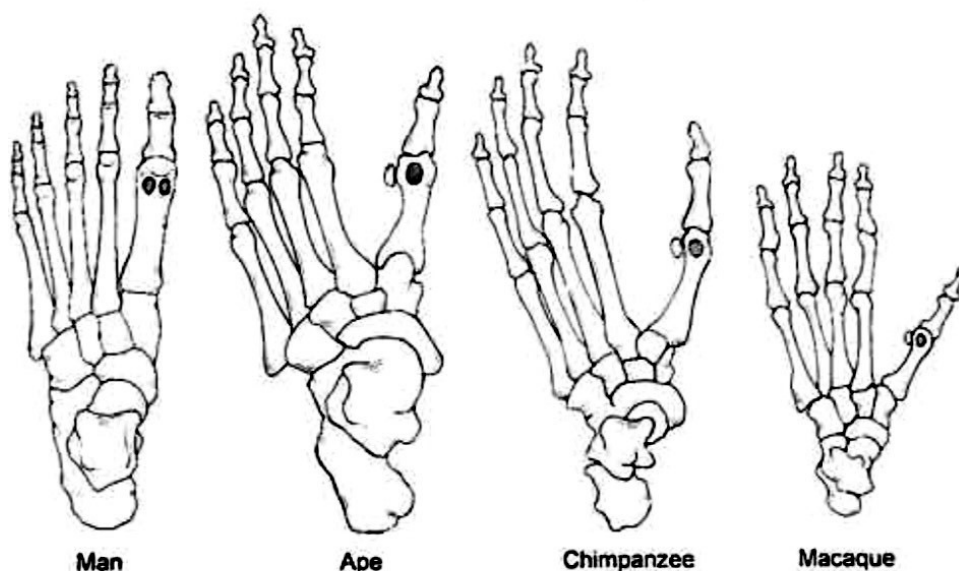
(Izvor: Prema Agrawal Y. Desai A.Mehta J. Lateral sesamoid position in hallux valgus : Corelation with the conventional radiological assessment, *Foot and Ankle Surgery* 17 (2001) 308-311 uz modifikaciju autora)

Utvrđivanje odnosa glave prve MT kosti i sesamoidnog kompleksa je važan kako dijagnostički tako i prognostički alat koji ukazuje i na stepen rizika za recidiv deformiteta nakon hirurške korekcije. Ovo je i razumljivo kada se uzme u obzir činjenica da time istovremeno utvrđujemo i poziciju sesamoidnog plantarnog jastučeta koje ima protektivnu ulogu za glavu prve MT kosti, definišemo stepen odstupanja tetive dugog fleksora palca od osovine prve MT kosti i time utvrđujemo dužinu poluge njenog deformantnog djelovanja kao i poziciju tetive abduktora palca i njegovog izmjenjenog djelovanja.

1.2.3. PRVI METATARZOKUNEIFORMNI ZGLOB

Povećan intermetatarzalni ugao između prve i druge MT kosti je sastavni dio hallux valgus deformiteta i sasvim je sigurno da je posljedica medijalnog pomjeranja prve MT kosti u odnosu na drugu, koja je anatomske najstabilnija i predstavlja osovinu prednjeg dijela stopala. Budući da je prva kuneiformna kost Lisfrankovim ligamentom čvrsto vezana za bazu druge MT kosti, potpuno je jasno da varizaciji prve metatarzalne kosti doprinosi nestabilnost prvog MTC zgloba u horizontalnoj ravni. Jedina struktura koja se opire medijalnom pomjeranju prve MT kosti je dugi peronealni mišić (*m. peroneus longus*) koji, s obzirom na mjesto insercije njegove tetive na lateralnoj strani baze ove kosti, biomehanički ne može da obezbijedi stabilnost ovog zgloba u horizontalnoj ravni. I pored svih, do sada provedenih istraživanja, i dalje ostaje nejasno da li je ovo primarna komponenta deformiteta ili je pak sekundarni efekat izmijenjenih biomehaničkih odnosa na nivou metatarzofalangealnog zgloba palca. [4,64,76] Morfološki gledano prvi MTC zglob je u horizontalnoj ravni poprečno postavljen (transverzalna forma) i kao takav je najstabilniji uz moguće odstupanje u smislu medijalne ukošenosti različitog stepena (kosa forma) čime se stvaraju uslovi za nestabilnost i medijalno pomjeranje prve MT kosti uz povećanje intermetatarzalnog ugla (IMU). (Slika 32).

[16,28,50,51,77] U filogenetskom razvoju ovaj zglob je prošao značajne promjene adaptacije od izrazito kose orijentacije koja je omogućavala da, palac sa pripadajućom prvom MT kosti uz širok obim pokreta, oponira ostalom dijelu stopala i prstima koji su tada bili znatno duži i omogućavali izvođenje pokreta hvatanja, do današnje forme koja obezbjeđuje stabilnost. (Slika 24) Naglašeno kosa forma prvog MTC zgloba se, u određenom smislu, smatra atavizmom koji doprinosi pojavi hallux valgus deformiteta. [2,3,7,78,79] Alvarez (*Alvarez*) skreće pažnju na fiziološki razvojni tok stopala, naglašavajući da u toku osme nedjelje intrauterinog života ugao između prve i druge metatarzalne kosti iznosi 32° , da bi se smanjio na 6 do 9° kod odraslih. [69] U prilog navedenom, Štraus (*Strauss*) je utvrdio promjene orijentacije MTC zgloba u toku embriološkog razvoja, tako da kod fetusa u osmoj nedjelji intrauterinog života iznosi 32° poredeći sa $6,2^\circ$ koliko u prosjeku iznosi kod odraslih. [79-81] Sličan razvojni tok ima proksimalni dio femura u pogledu anteverzije njegove glave i vrata u odnosu na frontalnu ravan.



Slika 24. Uporedni prikaz forme i orijentacije prvog metatarzokuneiformnog zgloba kroz evolutivni razvoj stopala od makaki-a, preko šimpanze i majmuna do čovjeka.

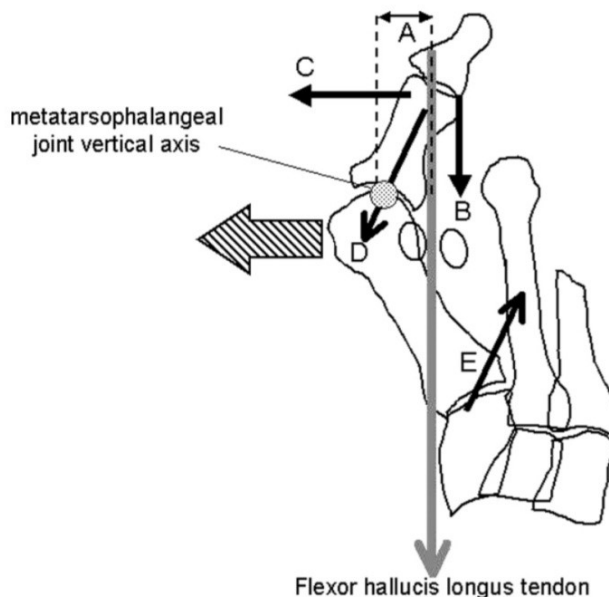
(Izvor: Stephen J. Miller The first metatarsocuneiform joint: Analysis and clinical application, 1995. Chapter 36 (182-188), www.podiatryinstitute.com.)

U poslednjoj deceniji prošlog vijeka Justas (*Eustace*) i saradnici su, prateći morfološke orijentire baze prve MT kosti, skrenuli pažnju na njenu pronaciju kao sastavnu komponentu hallux valgus deformiteta koja je u korelaciji sa povećanjem IMU i kreće se do 30° . [64,82] Većina autora se slaže da je pronacija rezultat pokreta na nivou prvog MTC zgloba u frontalnoj ravni [49,60,83-85] ali se ostavlja i mogućnost torzije kao strukturalne promjene prve MT kosti. [86] Ostaje da se ispita pretpostavljeni pozitivan uticaj broja zglobnih faseta ovog zgloba na njegovu stabilnost u frontalnoj ravni, budući da je trifasetna forma utvrđena isključivo kod stopala bez deformiteta. Ukoliko bi ovo bilo potvrđeno, razumijevanje filogenetskog razvoja ovog biomehanički veoma važnog zgloba prvog niza stopala bi značilo,

da razvoj poprečne forme obezbjeđuje njegovu stabilnost u horizontalnoj ravni, smanjujući rizik od varizacije prve MT kosti a veći broj zglobnih faseta doprinosi stabilnosti u frontalnoj ravni i smanjuje rizik od njene rotacije.

1.2.4. FUNKCIONALNE I STRUKTURALNE PROMJENE MUSKULATURE PALCA

Dinamički stabilizatori prvog metatarzofalangealnog zgloba su kratki fleksor palca, abduktor i aduktor palca koji svojom uravnoteženom aktivnošću održavaju stabilne anatomske odnose zglobnih tijela i u funkcionalnom smislu predstavljaju plantarnu rotatornu manžetnu palca. [4] U normalnim okolnostima tetive dugog fleksora i dugog ekstenzora palca prolaze osovinom prve MT kosti i izvode pokrete u sagitalnoj ravni, fleksiju i ekstenziju palca. Lateralnim pomjeranjem palca se mijenjaju biomehanički odnosi, tako da svaka kontrakcija dugog fleksora pojačava njegovu valgus devijaciju i istovremeno potiskuje glavu prve MT kosti medijalno, koja postupno napušta sezamoidni kompleks. Budući da je tetiva dugog fleksora inkorporirana u intersezamoidni prostor njena pozicija je zadržana u anatomskom položaju ali je sve više udaljena od osovine prve MT kosti i sagitalne ravni pokreta prvog metatarzofalangealnog zgloba tako da se prilikom njegove kontrakcije sada izvode pokreti i oko vertikalne osovine odnosno u horizontalnoj ravni i to u smislu valgizacije palca i varizacije prve MT kosti. (Slika 25) Što je veća migracija glave prve MT kosti medijalno, to je duža poluga sile kojom se izvode pokreti u horizontalnoj ravni i efekat deformacije je utoliko veći, dok se efekat pokreta u sagitalnoj ravni smanjuje. [17,87] Analogno je dešavanje sa tetivom dugog ekstenzora palca, uz činjenicu da ona znatno sporije napušta osovinu prve MT kosti, jer je zadržana ekstenzornom aponeurozom, tako da njen deformantni efekat postaje značajan tek u fazi uznapredovalog deformiteta. [88]



Slika 25. Model izmjenjenog djelovanja muskulature palca koji ukazuje da je varizacija prve MT kosti sekundarna pojava u razvoju hallux valgus deformiteta.

(Izvor: Munuera PV, Dominguez G, Polo J, Rebollo J Medial deviation of the first metatarsal in incipient hallux valgus deformity. Foot Ankle Int. 2006 Dec;27(12):1030-5.)

„A“ poluga deformantnog djelovanja *m.flexor hallucis longus*-a, „B“ sila kontrakcije *m.flexor hallucis longus*-a, „C“ sila frikcije palca i podloge, „D“ rezultanta sile kontrakcije *m. flexor hallucis longus*a i sile frikcije palca i podloge kojom se postiže varizacija prve MT kosti, „E“ sila otpora na nivou prvog MTC zgloba, „široka strelica“ sila rotacionog momenta.

Prema tome, izmijenjeno djelovanje pokretača palca u kombinaciji sa silom frikcije palca i podloge rezultuje silom duž osovine valgizovane proksimalne falange (Slika 25 Strelica D) koja u kombinaciji sa silom otpora na nivou prvog MTC zgloba (Slika 25 Strelica E) dovodi do rotacionog momenta (Slika 25 Prugasta strelica) u smjeru suprotnom kazaljke na satu kojim se potiskuje glava prve MT kosti u varus otvarajući lateralnu stranu MTC zgloba. [17,89] Ovakvo razumijevanje nastanka i progresije deformiteta upućuje na stav da je valgizacija palca inicijalna faza, a da je varizacija prve MT kosti sekundarna pojava u razvoju hallux valgus deformiteta. S obzirom da je u ovim okolnostima skraćen put tetive dugog fleksora i ekstenzora palca, tokom vremena dolazi do njihovih strukturnih promjena u smislu skraćivanja. Jedini mišić koji se u početnoj fazi deformiteta odupire lateralnoj devijaciji palca je njegov abduktor (*m. abductor hallucis*), čija tetiva se postepeno pomjera plantarno i time gubi svoju osnovnu funkciju, doprinoseći rotaciji palca u pronaciju tako da aduktor palca (*m. adductor hallucis*) postaje dominantan u svom djelovanju i svojom kontrakcijom doprinosi valgizaciji palca uz tendenciju skraćivanja njegove tetive.

1.2.5. MEDIJALNO POMJERANJE PRVE METATARZALNE KOSTI (METATARSUS PRIMUS VARUS)

S obzirom na pomjerenje prve MT kosti ne samo u horizontalnoj ravni (*metatarsus primus varus*), sagitalnoj ravni (njena elevacija), već i u u frontalnoj ravni (njena rotacija u pronaciju), hallux valgus moramo razumijevati kao multiplanarni deformitet prvog tarzometatarzalnog niza. [16,60,83] Ipak, dominantna promjena je varizacija prve MT kosti i dobar dio istraživanja ukazuje da je to sekundarna komponenta ovog deformiteta kao posljedica izmjenjenih biodinamičkih odnosa nastalih valgizacijom palca stopala. [4,17,87,90] Metatarsus primus varus je posebno važan za patogenezu juvenilnog hallux valgus-a i njena pojava je dovedena u vezu sa kosom formom prvog MTC zgloba u horizontalnoj ravni. [28,51] Utvrđeno je, da kod devetogodišnje djece sa jednostrano prisutnim hallux valgus deformitetom, IMU na stopalu koje nije zahvaćeno deformitetom iznosi 9,1 stepen i značajno je veći od utvrđenog ugla kod potpuno zdrave djece kod kojih iznosi 7,2 stepena. [91] Ovo pokazuje da povećan IMU (oko gornje granice) predstavlja rizičan faktor za razvoj hallux valgus deformiteta koji nam omogućava predviđanje njegove pojave i razvoja. Ovo je posebno važna pretpostavka za pravovremenu primjenu lateralne hemiepifiziodeze prve MT kosti i eventualne medijalne hemiepifiziodeze proksimalne falange palca. [91,93,94] S obzirom na već pomenutu činjenicu da prva MT kost distalno od njene baze, nema tetivnih ili ligamentarnih hvatišta, važno je naglasiti da su za njenu stabilnost neophodne sljedeće pretpostavke: 1. kongruentni odnosi zglobnih tijela metatarzofalangealnog zgloba palca i njegovo stabilno funkcionisanje prilikom pokreta i opterećenja, 2. anatomske korektna pozicija distalne zglobove površine prve MT kosti koja podstiče stabilnost zgloba, 3. stabilna forma prvog MTC zgloba (prema sadašnjim saznanjima poprečna pozicija u horizontalnoj ravni i veći broj zglobnih faseti), i 4. stabilni biodinamički odnosi djelovanja mišićne strukture palca koje treba da bude uravnoteženo i predstavlja stabilan odgovor na sile izazvane težinom tijela,

reaktivnom silom podloge i elastičnog djelovanja ligamenata i plantarne aponeuroze. Medijalnim pomjeranjem prve MT kosti i njenom elevacijom, težina tijela pri osloncu na podlogu se većim dijelom prenosi na glave ostalih MT kostiju te se razvija transferna metatarzalgija, deformitet malih prstiju, posebno drugog koji je valgizacijom palca najčešće potisnut dorzalno pri čemu se razvija kandžasti prst (*clow toe*) sa dorzalnim klavusom (Slika 18). Zbog hiperekstenzije na nivou metatarzofalangealnog zgloba, plantarno jastučje je pomjereno distalno i time gubi svoju zaštitnu funkciju zbog čega se razvija bolni plantarni klavus ispod glave druge MT kosti. Zbog izmijenjenih biomehaničkih odnosa prednji dio stopala je proširen (*splay foot*) tako da je pritisak obuće izražen na medijalnu stranu glave prve i lateralnu stranu glave pete MT kosti što dovodi do formiranja njene koštane prominencije iznad koje je često prisutna burza sklona uvećanju i povremenom zapaljenju (*bunionette*).

1.3. ETIOLOGIJA HALLUX VALGUS DEFORMITETA

Pored složenih patološkoanatomskih promjena, veoma zahtjevnog i izazovnog liječenja, kompleksna etiologija hallux valgusa čini ovaj deformitet višestruko složenim. Za pojavu i razvoj ovog oboljenja češće optužujemo spoljašnje faktore kao što su fizičko opterećenje i priroda dnevne aktivnosti a posebno korištenje neadekvatne obuće. Polovinom 19 vijeka Durlaher (*Durlaher*) je tvrdio da je za pojavu hallux valgus-a najsigurniji uzrok nošenje prekratkih cipela uskog đona, što je i danas predmet istraživanja jer se nameće potreba za objašnjenjem činjenice, da se kod najvećeg broja korisnika ovakve obuće nikad ne razvije deformitet kao i pokazatelja da se i kod bosonogog stanovništva ipak pojavljivao. [3,95] Provedena istraživanja ne potvrđuju presudnu ulogu obuće i mnogo češće apostrofiraju endogene faktore i to prije svega genetsku predispoziciju, odnos dužina prve i druge metatarzalne kosti, oblik zglobne površine glave prve MT kosti i njenu orijentaciju u odnosu na osovinu ove kosti, oblik i orijentaciju prvog MTC zgloba, dužinu proksimalne i distalne falange palca i interfalangealni ugao (IFU) palca. [5,12,14,37,96,97]

Ovaj deformitet je naročito veliki hirurški izazov, tako da dominiraju istraživanja i objavljeni radovi u kojima se analiziraju rezultati primjenjenog hirurškog liječenja u traganju za sveobuhvatnim hirurškim rješenjem kojem bi se dala prednost u odnosu na preko 140 do sada opisanih, uključujući i njihove modifikacije. Mnogo manje pažnje je posvećeno istraživanjima koja bi definisala doprinos pojedinih, posebno endogenih etioloških faktora za pojavu i razvoj ovog deformiteta u cilju boljeg razumijevanja patološko anatomskih promjena i adekvatnijeg terapijskog pristupa. Izgleda da najmanje odgovora imamo na pitanje ishodišta ovog deformiteta, koje su to pretpostavke za njegovu pojavu i dalju progresiju, da li možemo utvrditi koji je to faktor okidač za pokretanje procesa koji narušava biomehaničku stabilnost prednjeg dijela stopala. U svom pregledu koncepata patogeneze hallux valgus-a, Perera i saradnici 2011. godine ističu da :“Vijek debate nije uspio da riješi značaj endogenih u odnosu na egzogene uzroke u etiologiji hallux valgus-a“. [3,4] Ferreira (*Ferreira*) 2020. godine citira engleskog hirurga Lejka (*Lake*) koji je 1956. godine u svom izlaganju istakao:“ ... mnogo je još kontroverzi u pogledu etiologije za tako jednostavno i uobičajeno stanje tako da i pored širokih anatomskih, statističkih i socioloških studija, problem i dalje nije riješen“. [3]

Najčešće ispisana konstatacija u vezi sa etiologijom ovog deformiteta jeste da je on multifaktorijalno uzrokovan, uključujući više egzogenih i endogenih faktora, ali i oboljenja

vezivnih i mišićnih struktura te drugih deformiteta stopala kod kojih se hallux valgus pojavljuje kao komorbiditet ili komplikacija. Budući da većina objavljenih istraživanja pokazuju visok procenat pozitivne porodične anamneze (oko 80%) i da je prethodno ovo oboljenje najčešće imala majka (kod oko 70% slučajeva sa pozitivnom porodičnom anamnezom), mnogi autori su uvjereni da je naslijeđe važan faktor za pojavu i razvoj ovog deformiteta. [4,5,10,12-14,95] Ovo svakako pokazuje da endogeni etiološki faktori, prije svega morfologija koštanih i zglobnih struktura, imaju poseban značaj i da među njima treba očekivati inicijalni faktor za pokretanje kaskade patogeneze hallux valgus deformiteta. Budući da se radi o složenom deformitetu, svakako nije za očekivati da je on kao takav u cjelosti nasljedan, već da je u pitanju neko od važnih odstupanja koštane i zglobne morfologije, prije svega prvog niza tarzometatarzalnih struktura uključujući i palac stopala ili anomalija u pogledu tetivnih hvatišta mišića stopala i posljedičnog njihovog izmijenjenog biodinamičkog djelovanja. Ovo svakako ide u prilog usaglašenom stavu da se radi o multifaktorijalno uzrokovanom oboljenju uz pretpostavku da je za njegovo razumijevanje potrebno individualizirano pristupiti analizi patološkog obrasca deformiteta i identifikovanju ključnog endogenog etiološkog faktora kojim su stvorene pretpostavke da se uz djelovanje ostalih faktora razvije hallux valgus.

1.3.1. EGZOGENI ETIOLOŠKI FAKTORI

1.3.1.1. OBUĆA

Obuća kao etiološki faktor pojave i razvoja hallux valgus deformiteta je najranije analizirana, još iz perioda sredine 19. vijeka kada je engleski hirurg Durlahe (*Durlacher*) tvrdio da je jedan od najsigurnijih uzroka buniona korištenje prekratkih cipela sa uskim đonom. U prilog ovom zapažanju su bili rezultati analize učestalosti ovog oboljenja kod bosonogog stanovništva u odnosu na obuveno, mada su one bile nepouzdana zbog neutvrđenih dijagnostičkih kriterijuma. [95] Sim Fuk i Hodžston (*Sim Fook and Hodgston*) su ispitali pojavu deformiteta stopala kod grupe od 107 neobuvenih koji su kao ribari živjeli na brodovima i kod 118 obuvenih, koji su koristili platnenu ili otvorenu obuću i utvrdili da je incidenca hallux valgus-a kod prvih 2% a kod druge grupe 33%, dok je pojava metatarsus primus varusa obrnute učestalosti i to 25% kod neobuvenih a samo 6% kod obuvenih. [98] Šajn (*Shine*) je u svom istraživanju pokazao da je u populaciji obuvenih pojava hallux valgusa za više od pet puta češća kod žena dok je u populaciji bosonogih skoro dva puta češći kod muškaraca. [99] Majer (*Meyer*) je utvrdio da je srednja vrijednost hallux valgus ugla kod bosonogih bio 6.5° za razliku od obuvenih kod kojih je iznosio 14°. [100] Značajnu ulogu korištenja modne obuće potvrđuju istraživanja provedena u Japanu u kojima se ističe činjenica da je kod njih ovaj deformitet bio izuzetno rijetka pojava do polovine 20. vijeka, do kada je korištena pretežno otvorena obuća (klompe). Nakon drugog svjetskog rata u Japan je pristigla tzv. zapadna obuća koja je dovela do značajnog povećanja učestalosti hallux valgus-a. [101] Navedena istraživanja zaista pokazuju da je hallux valgus češće prisutan u populaciji koja koristi obuću ali činjenica da je mnogo veći procenat obuvenih kod kojih se nikad nije javio deformitet, zatim razvoj deformiteta u mladalačkom dobu (juvenilni hallux valgus) kao i to da se ipak javlja i kod bosonogih ukazuje da obuća, vrlo vjerovatno, nije inicijalni faktor za pojavu ali da doprinosi razvoju hallux valgus-a. [3,4,97]

Primjena obuće u svrhu zaštite stopala zastupljena je i nekoliko hiljada godina prije nove ere dok je u novijem dobu njena osnovna uloga ugrožena modnim uticajem koji nalaže izradu i primjenu visoke potpetice i uskog prednjeg dijela cipele koji značajno umanjuju komfor i stopalo trpi štetne uticaje. Visoka potpetica dovodi do značajnih promjena u pogledu biomehaničkih odnosa na stopalu:

- ✓ povećanjem potpetice preko četiri centimetra, veći dio težine tijela se prenosi na prednji i medijalni dio stopala i pri tom ima valgizirajući efekat na palac,
- ✓ plantarna aponeuroza, dugi plantarni ligament i druge vezivne straukture koje održavaju uzdužni svod stopala su relaksirane a težina tijela se prenosi pretežno koštanim strukturama,
- ✓ centar gravitacije je pomjeren napred u odnosu na normalnu poziciju, plantarna fleksija u skočnom zglobu umanjuje ili u potpunosti isključuje mahanizam vitla i dovodi do relaksacije mišića lista koji su samo u toliko aktivni da bi održali balans.



Slika 26. Šematski prikaz pozicije glava metatarzalnih kostiju zavisno od forme prednjeg dijela obuće.

A – komotna obuća; B – uzak prednji dio obuće vrši bočni pritisak na glavu prve i pete MT kosti, C – veoma uzak i zašiljen prednji dio obuće – glave prve i pete MT kosti su potisnute naviše i trpe bočni pritisak dok su glave ostalih MT kostiju pomjerene naniže i trpe plantarni pritisak.

(Izvor: Krajčinović J.A. Hirurgija stopala i skočnog zgloba, Medicinski fakultet Novi Sad, 1995.)

Konačan rezultat ovako izmijenjenih biomehaničkih odnosa dovodi do kontrakture Ahilove tetive a nije zanemariv uticaj i na ostale strukture iza skočnog zgloba koje mogu postati skraćene. [102] Opseg navedenih promjena zavisi od dinamike primjene navedene obuće sa visokom potpeticom i vremenskog perioda njene primjene. Uzak prednji dio cipele koji je namijenjen za distalni segment metatarzusa i prste, u zavisnosti od oblika i zapremine, dovodi do povećanog plantarnog i interdigitalnog pritiska (Slika 26). [103]

Epidemiološka istraživanja obrasca izbora cipela pokazuju da se i kod žena percepcija važnosti modnih trendova kroz životne faze mijenja i ustupa mjesto potrebi za udobnom obućom. Nije nađena povezanost između pojave hallux valgus-a i visine potpetice na obući koja se nosi u mlađem životnom dobu (20-29 ili 30-39 godine) dok je potvrđena povezanost nošenja cipela sa uskim prednjim dijelom u koji su ugurani prsti u periodu od 20. do 29. godine i kasnijom pojavom ovog deformiteta. [104] Klajn (*Klein*) i saradnici su proveli ispitivanje uticaja nošenja kratke obuće kod predškolske djece (papuče korištene u vrtiću) na pojavu valgus deformacije palca koje je pokazalo da je 61% djece nosilo zatvorene cipele dva broja kraće što je dovedeno u vezu sa pojavom ovog deformiteta kod 37%, ali se očekuje spontana korekcija u daljem razvoju stopala uz primjenu komotne obuće. [105] Novija istraživanja uticaja korištenja obuće sa visokom potpeticom kod žena starosne dobi 40 do 66 godina pokazuju značajnu razliku u pojavi bola na nivou srednjeg dijela stopala i malih prstiju te pojavi kaloziteta posebno ispod glave prve metatarzalne a potom i ostalih metatarzalnih kostiju, dok nema razlike u pojavi anatomskih deformacija ili oboljenja zglobova, dakle, vrijednosti hallux valgus ugla (HVU) i IMU se ne razlikuju značajno. [106] Prema tome, primjena neudobne obuće češće doprinosi pojavi bolnih stanja srednjeg i prednjeg dijela stopala i formiranju plantarnih ili digitalni klavusa nego razvoju deformiteta.

1.3.1.2. PREKOMJERNO OPTEREĆENJE STOPALA

I pored činjenice da se valgus deformacija palca na stopalu razvija postupno, što ukazuje na, vrlo vjerovatno, ponavljajuće djelovanje deformantne sile, ipak nema dokaza da se profesionalno zanimanje, prekomjerno hodaње ili stajanje kao i nošenje težine, može dovesti u vezu sa njenim nastankom. [14] Za sada, jedini izuzetak su igrači baleta, kod kojih je nađena slaba veza sa pojavom ovog deformiteta. [4] Povećana tjelesna težina (BMI 25 do 29,9) i gojaznost (BMI 30 i više) sa posljedičnim opterećenjem struktura stopala takođe nije dovedena u vezu, naprotiv pokazalo se da osobe normalne tjelesne težine imaju veću vjerovatnoću pojave hallux valgus deformiteta, moguće iz razloga što su više skloni korištenju modno zahtijevne obuće. [107]

1.3.2. ENDOGENI ETIOLOŠKI FAKTORI

Činjenica da se hallux valgus deformitet razvije kod samo malog broja onih koji su izloženi djelovanju egzogenih etioloških faktora kao što je korištenje neudobne obuće i izloženost statičkom opterećenju, kao i to da se on pojavi i kod određenog broja onih koji nisu izloženi ovakvom djelovanju, ukazuje na to da su za pojavu i razvoj ovog deformiteta neophodne individualne pretpostavke endogenog karaktera. Složenost patogeneze i nastalih patološko anatomskih promjena pretpostavlja više mogućih anatomski "slabih tačaka" na prednjem dijelu stopala koje se baziraju na morfološkim karakteristikama koštanih i zglobnih struktura,

posebno prvog tarzometarzalnog niza i palca. Budući da se radi o dvostrukom angulacionom deformitetu u smislu valgizacionog pomjeranja palca na nivou metatarzofalangealnog zgloba distalno i varizacionog pomjeranja prve MT kosti na nivou MTC zgloba proksimalno, važno je da odstupanja morfologije koštanih i zglobnih struktura posmatramo sa aspekta njihovog doprinosa jednoj ili drugoj komponenti deformiteta.

1.3.2.1. NASLJEDNOST

O značaju genetske predispozicije za pojavu i razvoj hallux valgus deformiteta najčešće se zaključuje na osnovu kliničkih i epidemioloških zapažanja da je on prisutan i kod drugih članova porodice. Rezultati istraživanja pokazuju da je porodična anamneza pozitivna kod 63% do 90% pacijenata. [3,4,7,10,14,95] Studija Hardija i Klepama (*Hardy and Clapham*) je pokazala da od 91 slučaja hallux valgus-a, kod njih 63% je potvrđeno prisustvo ovog deformiteta u porodici i to u 77% kod majke a 16 % kod oca. Samo kod jednog slučaja, od 84 zdravih ispitanika kontrolne grupe, je dobijen podatak za prisustvo ovog deformiteta u porodici. [108] Podaci o porodičnoj istoriji su još ubjedljiviji kod juvenilnog hallux valgus-a gdje je utvrđeno prisustvo u tri ili četiri generacije a uloga majke u prenosu oboljenja je potvrđena kod 29 od 31 slučaja (94%). [13] Prema Kilmartinu (*Kilmartin*), Džonstonova (*Johnston*) studija iz šezdesetih godina prošlog vijeka je do tada najbolje izvedena studija koja ja obuhvatila 101 člana jedne porodice kroz sedam generacija kojom je u svakoj generaciji utvrđeno prisustvo deformiteta. Svi pogođeni roditelji, osim kod dva slučaja, su prenijeli deformitet na svoju djecu. Čak i kod dva izuzeta slučaja, deformitet se pojavio kod sljedeće generacije. [95] Navadena studija je ukazala na to da je nasljeđe kao uzrok potencijalno važan faktor a da se ono dešava po principu autozomno dominantnog nasljeđivanja sa nepotpunom ekspresijom. Pike-Vidal (*Pique-Vidal*) i saradnici su u svojoj studiji konstruisali "trogeneracijsku pedigre kartu" za 350 pacijenata sa hallux valgus deformitetom i otkrili da je porodična anamneza pozitivna u 90% slučajeva sa vertikalnim prenosom kroz čak tri generacije u nekim porodicama. [12] Ovim se takođe potvrđuje i pomenuti model nasljeđivanja. Provedene studije pokazuju da je prevalenca hallux valgusa dva puta veća kod bijele rase poredeći sa crnom populacijom u zapadnoj i južnoj Africi, što takođe pokazuje značaj genetske predispozicije. [109,110] U cilju daljeg razumijevanja genetskih pretpostavki za razvoj ovog deformiteta, od posebne je važnosti indentifikovanje genomskih odrednica na pojedinim hromozomima koji determinišu pojave koje utiču na njegov razvoj. Arbejeva (*Arbeeva*) i saradnici su utvrdili lokus "COL..24A1" na prvom hromozomu koji učestvuje u kodiranju kolagena i povezan je sa nastankom ili povećanom frekvencijom hallux valgus deformiteta. [3,111]

Budući da je hallux valgus patološko anatomske veoma složen deformitet, potrebno je razmotriti koje su to anatomske ili funkcionalne karakteristike naslijeđene, a koje mogu predisponirati njegov razvoj u kasnijem životnom toku. Da li se one odnose na odstupanje u razvoju koštanih i zglobnih struktura stopala ili pak mogućih anomalija insercije mišića stopala koji svojim izmijenjenim djelovanjem mogu voditi ka razvoju deformiteta, kao što je to insercija zadnjeg tibijalnog mišića (*m. tibialis posterior*) proširena i na kosu glavu aduktora palca (*m.adductor hallucis*) ili razvijene pomoćne tetive dugog ekstenzora palca (*m. extensor hallucis longus*) sa hvatištem na dorzalni i medijalni aspekt proksimalne falange palca? [112,113] Ispitivanja takođe pokazuju značajnu vezu pojave ovog deformiteta i prisustva

urođene labavosti zglobova, koja se takođe nasleđuje dominantno. Ovo je naročito izraženo kod prisutne hipermobilnosti zglobova šake što se može objasniti analognom koštanom i zglobnom morfologijom i sličnim evolutivnim razvojnim tokom. U slučaju generalizovane labavosti ligamenata kao što je Marfanov (*Marfan*) sindrom, Elers Danlosov (*Ehlers-Danlos*) sindrom kao i kod reumatoidnog poliartritisa, dolazi do razvoja hallux valgus deformiteta kao komorbiditeta ili komplikacije koji je bržeg razvojnog toka, klinički teže forme i postoji visok rizik ka recidivima nakon primijenjenog hirurškog liječenja. U kontekstu nasljednosti kao etiološkog faktora važno je naglasiti činjenicu da je ovaj deformitet značajno češći kod žena, kao i uticaj metatarzalne i digitalne formule kao najupadljivijih karakteristika prednjeg dijela stopala.

POLNO USLOVLJENI DIMORFIZAM STOPALA

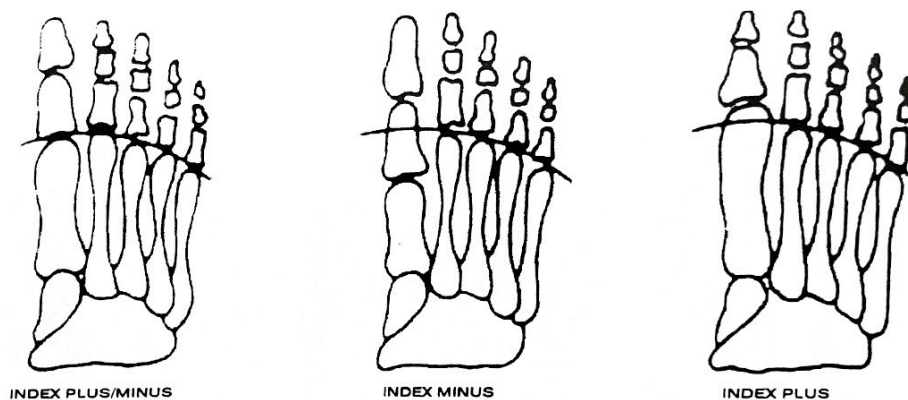
Hallux valgus deformitet je značajno češće prisutan kod žena i studije iznose različite podatke odnosa prema muškoj populaciji, 7:1 kod juvenilnog hallux valgusa a kod odraslih od 10:1 pa do čak 18:1, prema do sada objavljenim rezultatima istraživanja. [3,4,13,14,68] Iako objavljeni podaci najčešće pokazuju odnos kod operativno liječenih pacijenata tako da stvarni odnos zastupljenosti u populaciji nije prikazan, nema sumnje da je prevalencija ovog oboljenja značajno veća kod žena. Mada se čini da bi uticaj egzogenih faktora mogao biti dovoljan razlog, ipak postoje značajne razlike u anatomiji koštanih i zglobnih struktura ženskog stopala koje, vrlo vjerovatno, doprinose češćoj pojavi ovog deformiteta. [114] U populaciji ispitanika bez deformiteta, metatarzalne kosti i falange su kraće kod žena, mada treba napomenuti da je dužina stopala proporcionalna visini tijela. [1,21,115-117] Ova, polno uslovljena razlika je manje izražena kada se uporede pacijenti sa izraženim hallux valgus deformitetom, posebno kada je u pitanju prva metatarzalna kost. Baroko (*Barroco*) i saradnici su, analizirajući 166 stopala zdravih muškaraca i istog broja stopala zdravih žena utvrdili razlike u metatarzalnoj formuli tako da je index minus tip češće zastupljen kod žena (74.1%) u odnosu na muškarce (71.7%) dok je index plus tip podjednako zastupljen (18.1% odnosno 18.7%). [116] Glava prve metatarzalne kosti kod žena je manja i značajno više zaobljena i kao takva doprinosi nestabilnosti metatarzofalangealnog zgloba palca. [23,96] Kod žena postoji veća tendencija varijacije prve metatarzalne kosti što upućuje na veći stepen nestabilnosti u horizontalnoj ravni na nivou prvog MTC zgloba na bazi razlika u njegovoj formi. [50] Ligamentarna labavost i posljedična hipermobilnost zglobova je češća kod žena [117,118] koja dovodi do nestabilnosti prvog MTC i metatarzofalangealnog zgloba palca.

METATARZALNA FORMULA

Metatarzalna formula je definisana odnosom dužina metatarzalnih kostiju od kojeg zavisi raspored opterećenja na nivou glave metatarzalnih kostiju i funkcionisanje prednjeg dijela stopala. (Slika 27) Mjerenja koja se koriste u ovu svrhu se zasnivaju na primjeni Mortonove (*Morthon*) poprečne linije ili Hardi-Klepamove lučne linije. [119] Ipak, najviše povjerenja zaslužuje mjerenje udaljenosti zglobne površine glave metatarzalnih kostiju distalno od Maestrove (*Maestro*) linije koja je okomita na osovinu druge MT kosti na nivou sredine lateralnog sezamoida kroz koju se povlači. U anatomiji prednjeg dijela stopala, druga MT kost i lateralna sezamoidna kost se i u funkcionalnom pogledu mogu smatrati relativno fiksiranim strukturama. [120] Ovako izvršeno mjerenje nam omogućava da utvrdimo distalnu

metatarzalnu parabolu koja pokazuje sukcesivnu proksimalizaciju glave metatarzalnih kostiju, od druge do pete, u skladu sa geometrijskom progresijom uz primjenu faktora “dva” (na pr. 3mm, 6mm, 12mm) koja definiše njihov harmoničan odnos za fiziološku funkciju prednjeg dijela stopala i ravnomjeran raspored opterećenja. [121] Budući da je glava prve MT kosti opterećena dvostruko više u odnosu na ostale, za bezbolno funkcionisanje stopala ali i za eventualni razvoj hallux valgus deformiteta je posebno važan odnos dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije na osnovu kojeg se definišu tri tipa metatarzalne formule:

- a) indeks plus/minus tip : prva i druga metatarzalne kosti su podjednake dužine
- b) indeks minus tip: prva metatarzalna kost je kraća od druge
- c) indeks plus tip: prva metatarzalna je duža od druge



Slika 27. Metatarzalna formula

(Izvor: Krajčinović J.A. Hirurgija stopala i skočnog zgloba, Medicinski fakultet Novi Sad, 1995.)

DIGITALNA FORMULA

Budući da u normalnim okolnostima prsti stopala preuzimaju dio opterećenja i imaju značajnu ulogu u završnoj fazi koraka, posebno palac, veoma je važan i odnos dužine prstiju naročito odnos palca i drugog prsta. (Slika 28) U zavisnosti od ovog odnosa razlikujemo tri tipa digitalne formule:

- a) kvadratno stopalo: palac i drugi prst su jednake dužine
- b) grčko stopalo: palac je kraći od drugog prsta
- c) egipatsko stopalo: palac je duži od drugog prsta



Slika 28. Tri osnovna tipa stopala prema odnosu dužine prstiju

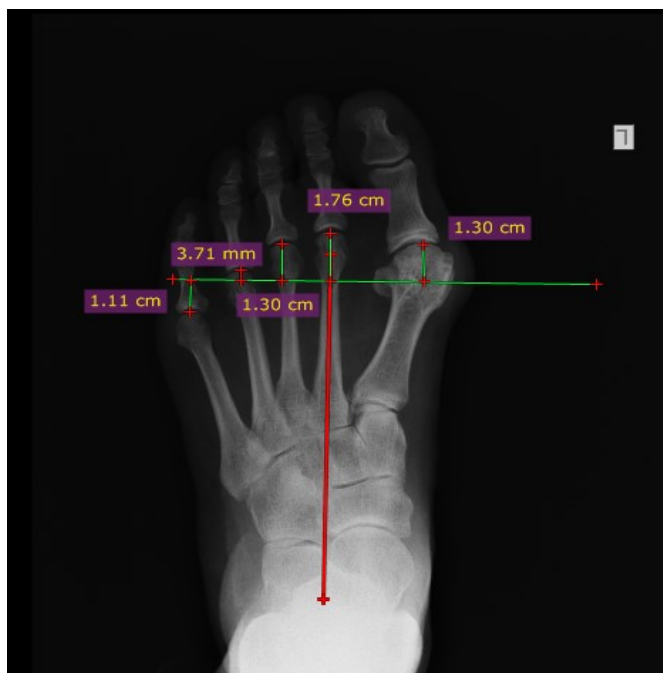
(Izvor: Krajčinović J.A. Hirurgija stopala i skočnog zgloba, Medicinski fakultet Novi Sad, 1995.)

Bilo koja od digitalnih formula se može kombinovati sa bilo kojom metatarzalnom formulom. Ipak, u populaciji je najčešća kombinacija egipatske digitalne formule stopala sa indeks minus tipom metatarzalne formule. Upravo ovaj tip prednjeg dijela stopala favorizuje početak i razvoj deformiteta. [3] Indeks minus tip je najviše zastupljen kod pacijenata sa hallux valgus oboljenjem (63.7% od 319 analiziranih stopala) dok je najmanje zastupljen indeks plus/minus tip (11,3%). [119] Rukis (*Roukis*) i saradnici su mjereći digitalne dužine palca i drugog prsta stopala pri opterećenju od ukupno 166 stopala koja su operativno liječena zbog simptomatskog hallux valgus-a utvrdili da je kod njih 109 (66%) palac duži od drugog prsta, kod 23 (14%) palac kraći dok kod preostalih 20% palac je podjednake dužine sa drugim prstom uz toleranciju od 2 mm. [76] Indeks plus tip metatarzalne formule podstiče pojavu i razvoj ukočenog palca (*hallux rigidus*) kod muškaraca i aseptičnog upalnog procesa sesamoidnih kostiju (*sesamoiditis*) kod žena. Najpovoljniji tip stopala koji se najlakše adaptira modernoj obući je grčki tip stopala u kombinaciji sa plus/minus tipom metatarzalne formule.

1.3.2.2. ODNOS DUŽINA PRVE I DRUGE METATARZALNE KOSTI DISTALNO OD MAESTROVE LINIJE

Druga MT kost je u zglobnim i čvrstim ligamentarnim vezama sa sve tri klinaste kosti, anatomski je stabilna i uvijek duža od prve MT kosti i kao takva predstavlja osovinu stopala. Glave prve i druge MT kosti prenose polovinu opterećenja prednjeg dijela stopala i sa funkcionalnog aspekta je važan njihov odnos prema utvrđenoj poprečnoj liniji čime je definisana pozicija prvog i drugog metatarzofalangealnog zgloba. Zbog toga se morfometrijske studije zasnivaju na mjerenju apsolutnih dužina iskazanih kao relativne vrijednosti ili češće utvrđivanjem odnosa nivoa zglobne površine glave prve i druge metatarzalne kosti primjenom Mortonove transverzalne linije ili pak Hardi Klepamove lučne linije. [7,17,23] Publikovani rezultati istraživanja vezani za uticaj ove morfološke komponente se razlikuju, počev od onih kod kojih dominira utvđen index plus tip metatarzalne formule i čiji rezultati pokazuju da prekomjerna dužina prve MT kosti u odnosu na drugu ima uticaja na pojavu hallux valgus-a, posebno na povećanje IMU između prve i druge metatarzalne kosti, na

povećanje HVU kod juvenilnog hallux valgus-a, do onih koji ističu da ove razlike u dužinama nemaju bitnog uticaja. [4,7,13,23,123] S obzirom da navedena mjerenja ne garantuju visok stepen ponovljivosti i da nisu univerzalno prihvaćena, posebno primjena lučne linije na čiju tačnost mjerenja značajno utiče upravo stepen varizacije prve MT kosti, primjena Maestrove linije u mjerenju distance najudaljenije tačke zglobne površine glave prve i druge MT kosti se čini značajno pouzdanijom, prije svega iz razloga što je bazirana na relativno fiksiranim anatomskim strukturama stopala. (Slika 29) [7,120,122]



Slika 29. Odnos dužina metatarzalnih kostiju distalno od Maestrove linije

Rezultati istraživanja zasnovani na izvršenom mjerenju dužine prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije su pokazali da kod operativno liječenih pacijenata zbog hallux valgus deformiteta, dominira indeks minus tip (kod 63.7% od 319 obrađenih) dok je kod 80 stopala (25.1%) prva MT kost duža od druge (indeks plus tip) a samo kod 36 stopala (11.3%) prva i druga MT kost su jednake dužine (indeks plus/minus tip). Utvrđena je statistički značajna veza između razlike dužina prve i druge MT kosti mjerenih distalno od Maestrove linije i IMU. Pokazano je da, što je kraća prva MT kost i prvi metatarzofalangealni zglob proksimalnije pozicioniran u odnosu na drugi, to je veći IMU. Uticaj ovako utvrđene razlike dužina prve i druge MT kosti na HVU nije dostigao statističku značajnost, ali ukazuje na činjenicu da duža prva MT kost u odnosu na drugu doprinosi povećanju HVU. [122]

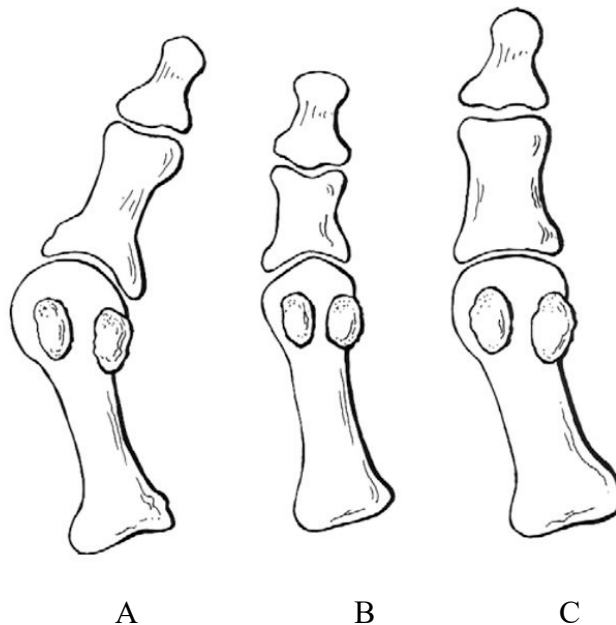
1.3.2.3. DUŽINA PROKSIMALNE I DISTALNE FALANGE PALCA

Dužina proksimalne i distalne falange i interfalangealni ugao (IFU) određuju dužinu i formu palca, definišu digitalnu formulu stopala, ali imaju značaja i sa aspekta dinamičkih biomehaničkih odnosa. Rezultati istraživanja ukazuju na dužu proksimalnu falangu kod

stopala sa hallux valgus deformitetom u odnosu na zdrave, što doprinosi povećanju stepena deformiteta s obzirom da, u tom slučaju, sila kontrakcije dugog fleksora i ekstenzora palca djeluje preko duže poluge na zglobnu površinu glave prve MT kosti. [17] Analizirajući dužine falangi palca, Munuera (*Munuera*) i saradnici su pokazali značajno dužu proksimalnu falangu palca kod muških stopala sa hallux valgus-om u odnosu na kontrolnu grupu, dok se ta razlika kod žena nije pokazala značajnom. [124] Distalna falanga kod muškaraca je takođe duža kod oboljelih, dok kod žena ove razlike u dužini distalne falange nema. Interfalangealni ugao (IFU) koji formiraju osovine proksimalne i distalne falange palca ne bi trebao biti veći od 10°. [5] Njegovo povećanje je najčešće direktna posljedica anatomske abnormalnosti proksimalne falange kod koje je distalna zglobna površina usmjerena lateralno. [17,122] Keflin i saradnici su od 122 obradjena stopala kod 11% našli povećan interfalangealni ugao i utvrdili da postoji slaba obrnuta veza IFU i HVU. [14] Dikson (*Dixon*) i saradnici su utvrdili radiografsko povećanje IFU prilikom postoperativnog praćenja nakon hirurške korekcije halux valgus deformiteta. [125]

1.3.2.4. FORMA GLAVE PRVE METATARZALNE KOSTI

Uočene su tri forme glave prve MT kosti i to: zaobljena, kvadratna i kvadratna sa centralnim izbočenjem ili ševroidna forma. (Slika 30) [4,7,14,23] Ovo je takođe jedan od faktora koji utiče na stabilnost metatarzofalangealnog zgloba palca i shodno tome može se očekivati da zaobljena forma zglobnog tijela najviše doprinosi razvoju hallux valgus deformiteta, posebno povećanju HVU.



Slika 30. Forma glave prve metatarzalne kosti

A: zaobljena forma, B: ševroidna forma, C: kvadratna forma

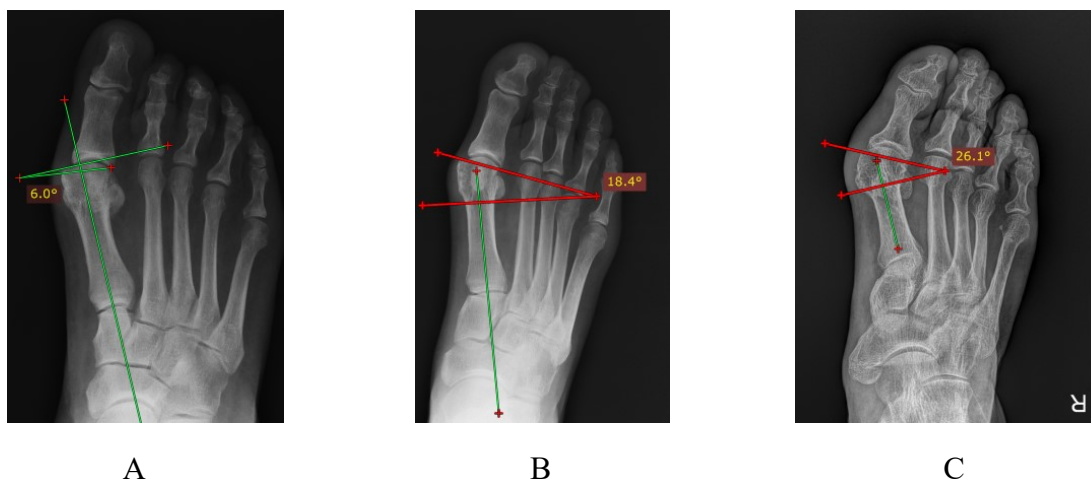
(Izvor: Coughlin J.M.Jones P.C. Hallux valgus: Demographics, Etiology and Radiographic Assesment, Foot and Ankle Int. July 2007.)

Ovo u svom istraživanju potvrđuju Mankuzo (*Mancuso*) i saradnici koji su utvrdili da je kod 91% stopala sa hallux valgus deformitetom upravo zaobljeni oblik a kod kontrolne grupe samo kod 20%, i da kod njih dominiraju kvadratni i ševroidni oblik koji značajno doprinose stabilnosti metatarzofalangealnog zgloba palca. [23]

Da se radi o zaista zasebnim anatomskim formama pokazuje i analiza 478 uzoraka prve MT kosti prirodnog muzeja u Klivlendu, nevezano za pitanje hallux valgus deformiteta, kojom je utvrđeno 75% slučajeva zaobljene forme i 25% ševroidne forme glave ove kosti. [22] Analizirajući oblik glave prve MT kosti kod desetogodišnje djece sa izraženim obostranim hallux valgusom, Kilmartin i Valas (*Walace*) su kod 40% slučajeva utvrdili kvadratni oblik glave naglašavajući vjerovanje da zaobljeni oblik glave, kao izolovan faktor, teško može biti uzrok pojave deformiteta. [91] Slične rezultate su imali Rukis (*Roukis*) i saradnici, vjerujući da je ovo faktor koji uz ostale predisponirajuće faktore doprinosi pojavi i razvoju hallux valgus-a. [76]

1.3.2.5. LATERALNA ANGULACIJA ZGLOBNE POVRŠINE GLAVE PRVE METATARZALNE KOSTI

Zglobna površina glave prve MT kosti se uobičajeno nalazi ortogonalno ili blago usmjerena lateralno u odnosu na njenu osovinu, tako da je u slučaju izraženog hallux valgus deformiteta baza proksimalne falange palca najčešće lateralno subluksirana. Ukoliko je, i pored naglašene valgizacije palca, zadržan kongruentan odnos zglobnih tijela metatarzofalangealnog zgloba, radi se o patološkoj lateralnoj orijentaciji zglobne površine glave prve MT kosti. (Slika 31) Ovakva, valgizaciona forma distalnog dijela prve MT kosti dovodi do pojave hallux valgus deformiteta i izmjenjenih biomehaničkih odnosa prednjeg dijela stopala. U tom slučaju veličini HVU najvećim dijelom doprinosi stepen lateralne angulacije ove zglobne površine a sam deformitet je manje sklon progresiji. [4,72]



Slika 31. Pozicija zglobne površine glave prve MT kosti u odnosu na njenu osovinu je definisana distalnim metatarzalnim artikularnim uglom (DMAU) :

A: normalna, B: umjerena lateralna angulacija, C: naglašena lateralna angulacija

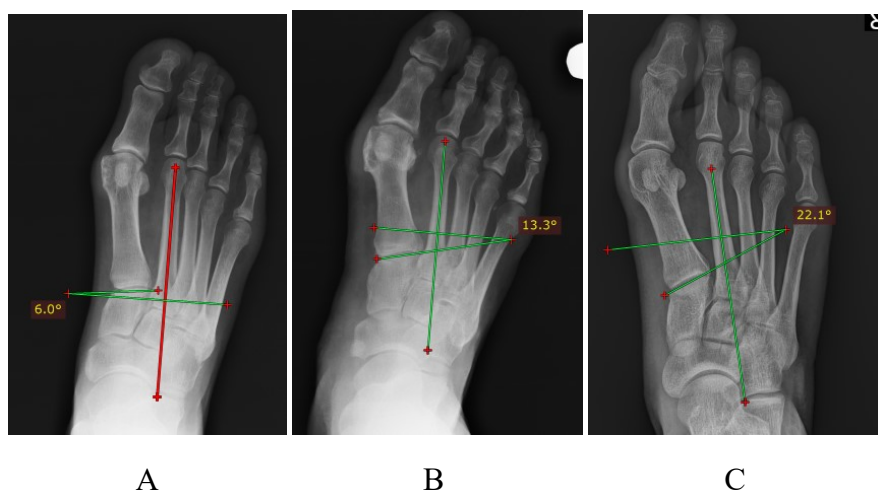
Stepen lateralne angulacije zglobne površine glave prve MT kosti, odnosno njene inklinacije prema proksimalno, je određen distalnim metatarzalnim artikularnim uglom (DMAU) kojeg utvrđujemo povlačeći liniju kroz njenu medijalnu i lateralnu granicu u odnosu na liniju okomitu osovini prve MT kosti. (Slika 31) Prema do sada objavljenim rezultatima istraživanja, izmjerene vrijednosti ovog ugla do osam odnosno deset stepeni se smatraju fiziološkim. [5,13,22,37,72,127] Ispitivanja pokazuju da se češće javlja kod ispitanika kod kojih je došlo do razvoja deformiteta u ranom životnom dobu, prije koštane zrelosti (juvenilni hallux valgus), kao i to da je češće prisutan kod indeks plus tipa metatarzalne formule doprinoseći povećanju HVU. [13,16,72,127,]

Ovakvo, neočekivano stanje, dakle naglašen stepen hallux valgus deformiteta bez subluksacije zglobnih tijela na nivou metatarzofalangealnog zgloba palca (kongruentni hallux valgus deformitet) je moguće zahvaljujući izmijenjenoj, valgizacionoj formi distalnog dijela prve MT kosti. Prema tome na nivou metatarzofalangealnog zgloba palca možemo očekivati da, pored najčešće forme valgizacije palca sa narušenim odnosom zglobnih tijela i određenom lateralnom subluksacijom proksimalne falange, imamo i varijantu izraženog valgusa palca sa kongruentnim odnosom zglobnih tijela pri čemu je naglašena lateralna angulacija zglobne površine glave prve MT kosti (povećan DMAU) ali i treću, kombinovanu varijantu kod koje je pored lateralne angulacije zglobne površine glave prisutna subluksacija baze falange određenog stepena. U cilju dobre korekcije deformiteta i izbjegavanja recidiva kao komplikacije, potrebno je dodatnom distalnom klinastom osteotomijom korigovati prekomjernu angulaciju ove zglobne površine ako je prisutna. [66] Ispitujući efekat distalne zatvarajuće klinaste osteotomije prve MT kosti na lateralnu orijentaciju njene zglobne površine, Lau i Daniel (*Lau and Daniels*) su utvrdili da se za svaki milimetar reseciranog klina postiže korekcije angulacije za 4,7 stepeni. [128]

1.3.2.6. FORMA PRVOG METATARZOKUNEIFORMNOG ZGLOBA U TRANSVERZALNOJ RAVNI

Budući da prva MT kost nema ligamentarnih ili tetivnih hvatišta koja bi osigurala njen odnos prema drugoj MT kosti, za stabilnost ove kosti je posebno važan prvi MTC zglob i njegova forma, naročito u pogledu zglobne orijentacije u transverzalnoj ravni, odnosno da li je postavljen poprečno ili je pak kose forme sa određenim stepenom ukošenosti. [4,17,37] Truslov (*Truslow*) je 1925. godine za hallux valgus deformitet predložio termin *metatarsus primus varus* koji je podržao i Lapidus (*Lapidus*) (1934. godine) uz objašnjenje da je pomjeranje prve MT kosti prema srednjoj liniji tijela (njena varizacija) glavno obilježje ovog deformiteta. Povezanost između metatarsus primus varusa i hallux valgus-a je dobro poznata ali i dalje nije u potpunosti jasno da li je on uzrok ili posljedica. [14,76] U svom filogenetskom razvoju, stopalo je evoluiralo od funkcije hvatanja kojoj pogoduje veći stepen ukošenosti prvog MTC zgloba i naglašen varus prve MT kosti sa većim obimom pokreta (koji je prisutan kod primata) do statičke funkcije preuzimanja i prenošenja težine tijela na podlogu i dinamičke funkcije odbacivanja tijela od podloge u završnoj fazi koraka, koja zahtijeva čvrstu polugu sa stabilnim, poprečno orijentisanim prvim MTC zglobovom (Slika 24). [29,50,51,84,129,130,]

Objavljeni rezultati istraživanja najčešće potvrđuju da kosi oblik prvog MTC zgloba sa različitim stepenom medijalne ukošenosti doprinosi povećanju prvog IMU a time i daljem razvoju hallux valgus deformiteta. [16,28,29,50,51] Doti (*Doty*) i saradnici su došli do zaključka da povećanje medijalne inklinacije prvog MTC zgloba može biti udruženo sa povećanjem IMU dok Dejton (*Dayton*) i ostali potvrđuju linearni odnos između ugla prvog MTC zgloba i IMU ali bez dovoljnog stepena značajnosti. [6,31] Heč (*Hatch*) i ostali su našli da kosa orijentacija ovog zgloba nije u skladu sa povećanjem HVU ali i obrnutu relaciju između povećanja prvog MTC ugla i IMU. [131]



Slika 32. Forma prvog metatarzokuneiformnog zgloba u horizontalnoj ravni je određena uglom distalne artikularne površine prve klinaste kosti (DCAU) .

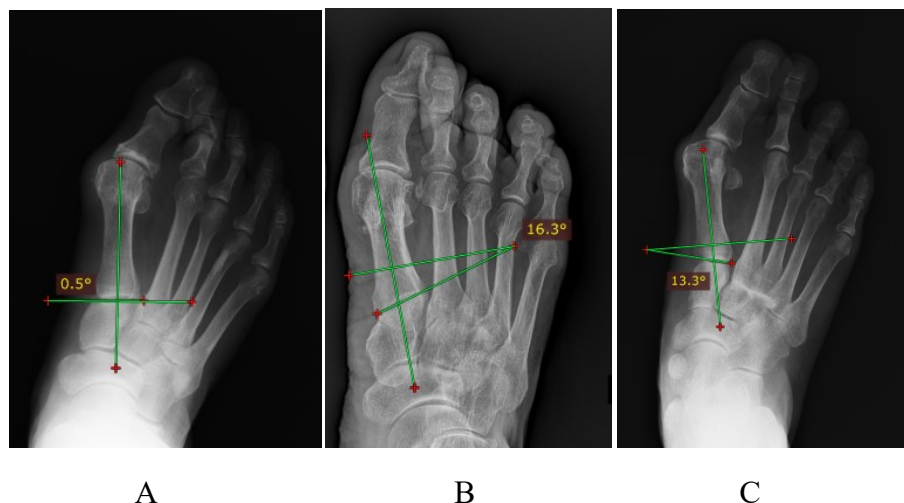
A: poprečna forma, B: kosa forma, C: naglašeno kosa forma

Kada je u pitanju radiografsko definisanje prvog MTC zgloba, primjenjeno je više različitih mjerenja ugla kojeg formira linija distalne zglobne površine prve klinaste kosti sa: linijom proksimalne zglobne površine prve klinaste kosti, linijom osovine prve ili druge MT kosti, medijalnim rubom ili osovinom tijela prve klinaste kosti. [16,28,51,78,96,129,131] U istu svrhu je korištena i linija distalnih zglobnih površina druge i treće klinaste i kuboidne kosti, te linija Šoparovog zgloba (*art.Chopart*). [16,31] Dakle, ne postoji usaglašen stav u pogledu mjerenja radiografskih parametara prvog MTC zgloba ali objavljeni rezultati ukazuju da ukošenost distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti, vrlo vjerovatno, utiče na varizaciju prve MT kosti i povećanje IMU. Brejž (*Brage*) i saradnici ističu de se medijalna inklinacija ovog zgloba, mjereno u odnosu na liniju medijalnog ruba prve klinaste kosti, do osam stepeni smatra normalnim nalazom. [28] Mek Kri (*Mc Crea*) i Lajti (*Lichty*) su za potrebe analize uticaja forme prvog MTC zgloba na varizaciju prve MT kosti (*metatarsus primus adductus*) primjenili mjerenje ugla kojeg formiraju linija ovog zgloba sa linijom koja je okomita na osovinu druge MT kosti. [77,78] Primjenom ove metode mjerenja, Patel i saradnici su kvantitativno prikazali kosinu ovog zgloba i ispitali njegov odnos sa osnovnim parametrima ovog deformiteta. [130]

Pod pretpostavkom da je najveća stabilnost prvog MTC zgloba kada je on poprečno postavljen, dakle paralelno sa linijom koja je povučena okomito na osovinu druge MT kosti, nameće se kao najsigurnije, primjeniti mjerenje ukošenosti distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti u odnosu na ovu liniju, čime definišemo distalni kuneiformni artikularni ugao (DCAU), i utvrditi eventualna odstupanja od najpovoljnije i najstabilnije, poprečne forme ovog zgloba. (Slika 32) Pored toga, druga MT kost je anatomski i biomehanički najstabilnija i u pravom smislu predstavlja osovinu cijelog stopala. [120] Ovako izmjeren ugao distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti neposredno definiše poziciju prvog MTC zgloba u odnosu na osovinu druge MT kosti. Međutim, poziciju prve MT kosti u odnosu na drugu značajno određuje orijentacija zglobne površine njene baze, odnosno njen proksimalni metatarzalni artikularni ugao (PMAU), čiji uticaj je takođe potrebno ispitati.

1.3.2.7. ORIJENTACIJA ZGLOBNE POVRŠINE BAZE PRVE METATARZALNE KOSTI

Izmjereni ugao distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti definiše formu i poziciju prvog MTC zgloba u odnosu na osovinu druge MT kosti, značajno određuje stabilnost ovog zgloba u transverzalnoj ravni i vrlo vjerovatno ima bitnog uticaja na odnos prve i druge MT kosti odnosno na IMU. U skladu sa geometrijskom logikom, možemo očekivati da na poziciju prve MT kosti u odnosu na drugu direktno utiče orijentacija baze ove kosti i njene zglobne površine u transverzalnoj ravni, odnosno njen proksimalni metatarzalni artikularni ugao (PMAU) kojeg je takođe potrebno ispitati na isti način kao i distalni metatarzalni artikularni ugao (DMAU), tj. u odnosu na liniju koja je pod pravim uglom na osovinu prve MT kosti. (Slika 33) Hajer (*Hyer*) i saradnici su, ispitujući uzorke prve MT kosti, koji nisu vezani za hallux valgus deformitet, utvrdili prosječnu ukošenost ovog zgloba od 3.42° , dok su El Said i saradnici, koristeći uzorke prve MT kosti prirodnog muzeja, utvrdili ukošenost zglobne površine baze ove kosti do $13,8^\circ$. [22,29] Na lateralnoj strani baze prve MT kosti su kod 25% slučajeva identifikovali zglobnu površinu za artikulaciju sa drugom MT kosti. [22] Ukoliko je proksimalna zglobna površina prve MT kosti postavljena ortogonalno na njenu osovinu, tada je pozicija prve MT kosti određena formom prvog MTC zgloba odnosno pozicijom distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti koja je definisana njenim distalnim artikularnim uglom (DCAU). Medijalna inklinacija zglobne površine baze prve MT kosti prema distalno doprinosi varizaciji prve metatarzalne kosti (varizirajuća inklinacija) i povećanju IMU dok lateralna inklinacija proksimalne zglobne površine ove kosti takođe prema distalno, koriguje njenu varus poziciju vodeći je u smjeru valgusa (valgizirajuća inklinacija) i dovodi do smanjenja IMU. (Slika 33) Na ovu činjenicu ukazali su Dejvids (*Davids*) 2007. godine a potom Šlikvaj (*Schlickewei*) i Cijang (*Chiang*), prikazujući rezultate primjenjene parcijalne lateralne epifizioze prve MT kosti u liječenju juvenilnog hallux valgus-a, kojom se nepovoljna medijalna inklinacija prevodi u korigovanu valgizirajuću lateralnu inklinaciju. [92-94]



Slika 33. Proksimalni metatarzalni artikularni ugao (PMAU). Pozicija zglobne površine baze prve MT kosti u odnosu na njenu osovinu:

A: lateralna inklinacija prema distalno , B: naglašena lateralna inklinacija prema distalno, C: medijalna inklinacija prema distalno.

2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Osnovni zadatak u ovom radu je da se deskriptivno-analitičkom studijom ispita značaj forme koštanih i zglobnih struktura prednjeg dijela stopala kao mogućih endogenih etioloških faktora u razvoju hallux valgus deformiteta tako da su postavljene sljedeći ciljevi istraživanja:

- 1) Utvrditi da li i u kolikoj mjeri razlika u dužini prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije utiče na razvoj i stepen hallux valgus deformiteta.
- 2) Ispitati zastupljenost pojedinih oblika glave prve MT kosti i položaja njene artikularne površine u odnosu na osovinu ove kosti koji je definisan distalnim metatarzalnim artikularnim uglom (DMAU), kao i korelaciju ovih parametara sa HVU i IMU. Utvrditi valgizacioni potencijal distalne morfologije prve MT kosti odnosno njegov doprinos povećanju HVU.
- 3) Ispitati orijentaciju artikularne površine baze prve MT kosti u odnosu na njenu osovinu koja je definisana proksimalnim metatarzalnim artikularnim uglom (PMAU) i u kolikoj mjeri njena orijentacija utiče na povećanje IMU kao i na razvoj hallux valgus deformiteta.
- 4) Ispitati orijentaciju distalne artikularne površine prve kuneiformne kosti, koja je određena je distalnim kuneiformnim artikularnim uglom (DCAU), i njen doprinos razvoju intenziteta hallux valgus deformiteta, posebno povećanju IMU. Utvrditi varizacioni potencijal prvog MTC zgloba, odnosno njegov doprinos povećanju IMU.
- 5) Ispitati da li odnos dužina prve MT kosti, proksimalne i distalne falange palca, te veličina IFU utiču na razvoj hallux valgus deformiteta.

6) Utvrditi odstupanja morfologije koštano zglobne strukture prvog tarzometatarzalnog niza stopala sa izraženim hallux valgus deformitetom u odnosu na zdrava stopala, kontrolnu grupu.

3. MATERIJAL I METODE

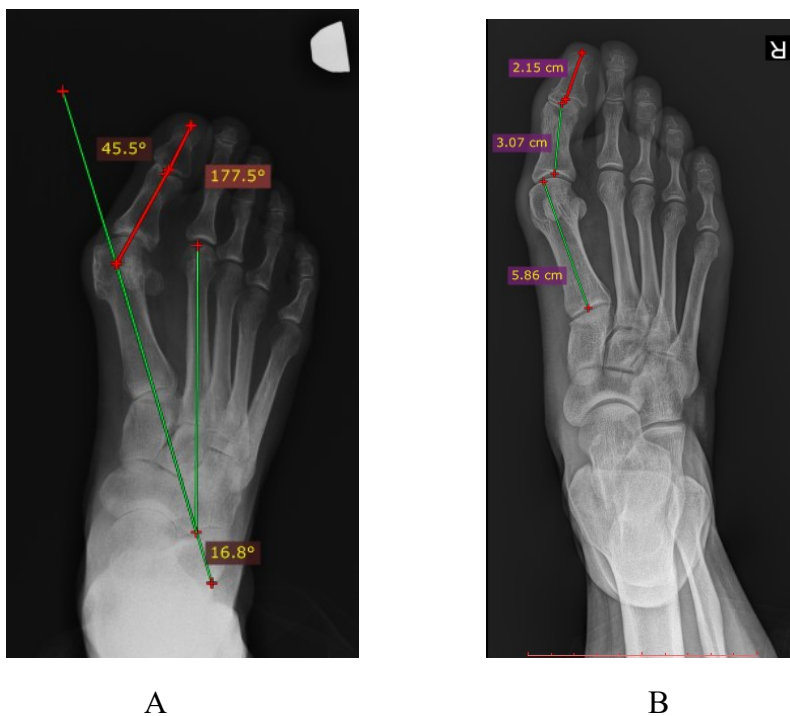
U okviru prospektivne studije, koju sam proveo na Institutu za ortopediju „Banjica“ u Beogradu i Javnoj zdravstvenoj ustanovi Dom zdravlja u Prijedoru, obrađeno je 167 stopala sa izraženim hallux valgus deformitetom kao i 111 stopala bez izraženog deformiteta kao kontrolne grupe. Prilikom obrade pacijenata sa hallux valgus deformitetom, posebnu pažnju posvetio sam sljedećim anamnestičkim podacima: starosna dob, pol, vrijeme početka tegoba, smetnje sa obućom, estetske smetnje, podaci o ovom oboljenju u porodici kao i samostalnoj procjeni pacijenata o tipu pretežno korištene obuće. Kliničkim pregledom sam utvrdio tip stopala u odnosu na digitalnu formulu, eventualno obostranu zahvaćenost i dominantnost deformiteta, prisustvo buniona na nivou glave prve i pete MT kosti kao i deformitete malih prstiju. Za potrebe studije, od ispitanika bez deformiteta (kontrolne grupe), dobio sam podatke o tipu pretežno korištene obuće i o eventualnoj pojavi hallux valgus deformiteta u porodici. S obzirom da je predmet istraživanja usmjeren na endogene etiološke faktore hallux valgus deformiteta, primjenjen je princip jedan ispitanik - jedno obrađeno stopalo na kojem je dominantno izražen deformitet. Iz studije su isključeni slučajevi sa komorbiditetima (reumatska oboljenja, tumorska oboljenja stopala, hiperlaksicitet zglobova, neuromišićna oboljenja), osobe sa udruženim deformitetima stopala (naglašeno ravno stopalo, pes adductus, pes cavus), osobe mlađe od 18 godina kao i slučajevi sa ranijim povredama ili hirurškim zahvatima na koštanim i zglobnim strukturama stopala. Pored kliničke, urađena je i dopunska radiografska obrada digitalnim radiografskim snimanjem stopala uz opterećenje na ravnoj podlozi uz nagib rentgenskog snopa pod uglom od 15 stepeni u odnosu na vertikalnu osovinu i uz odaljenost rentgenske cijevi od jedan metar. Za navedeno istraživanje je dobijena saglasnost Etičke komisije Medicinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, kao i informisana saglasnost učesnika u studiji.

3.1. POSTUPAK PRIMJENJENIH MORFOLOŠKIH MJERENJA

Na dobijenim digitalnim radiografskim snimcima sam izvršio mjerenja dužina koštanih struktura prvog niza stopala i zadatih uglova, u skladu sa preporukama *ad hoc* Odbora američkog udruženja ortopeda za stopalo i skočni zglob (AOFAS). [132] Postupak navedenih mjerenja sam proveo primjenom instaliranog digitalnog programa RadiAnt. (Licenca broj: Z66W-32NM-ANTP-APNJ-S9ZG-WMSL)

1. Nakon povlačenja osovine prve i druge MT kosti i proksimalne falange palca na način da se spoje srednje dijafizne tačke na udaljenosti od jedan do dva centimetra od proksimalnog i distalnog kraja, zatim povlačenjem osovine distalne falange kroz referentnu tačku na vrhu falange i u sredini njene zglobne površine (Slika 34A) omogućeno je mjerenje sljedećih relevantnih uglova:

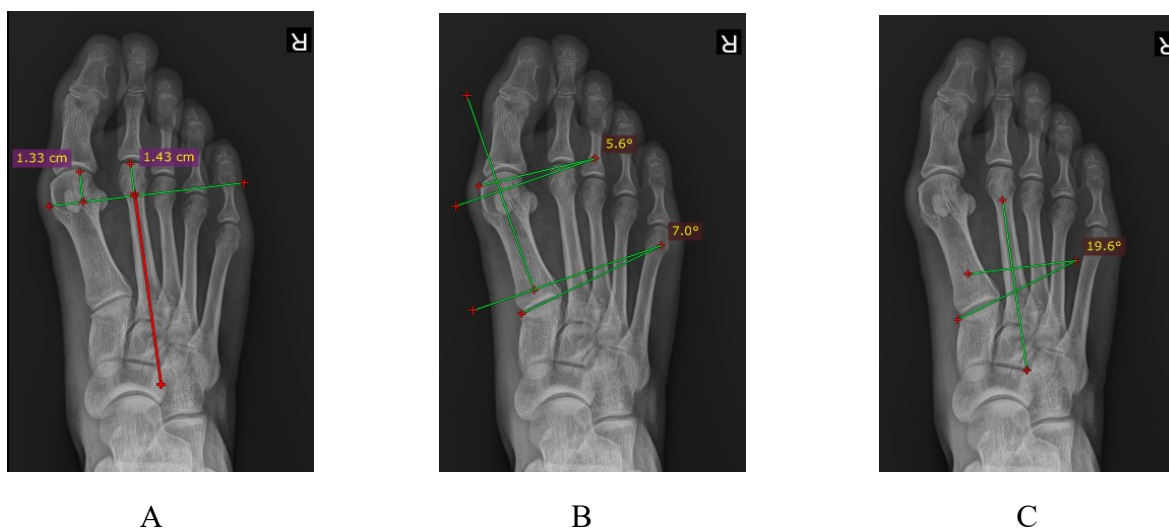
- ✓ hallux valgus ugao (HVU), dobijen presjecanjem osovine prve MT kosti i proksimalne falange palca, do 15° smatra se normalnim nalazom,
 - ✓ intermetatarzalni ugao (IMU), dobijen presjecanjem osovine prve i druge MT kosti, do 9° smatra se normalnim nalazom,
 - ✓ interfalangealni ugao (IFU), dobijen osovinama proksimalne i distalne falange, do 10° smatra se normalnim nalazom.
2. Dužinu prve MT kosti mjerimo od referentne tačke proksimalne zglobne površine koja se nalazi na njoj osovini do krajnje tačke distalne zglobne površine. Istom metodom su izmjerene dužine proksimalne i distalne falange i sve mjere su izražene u milimetrima, (Slika 34B)
 3. Povlačenjem prave koja je okomita na osovину druge MT kosti u nivou sredine lateralnog sesamoida dobije se Maestрова linija i zatim mjerimo:
 - ✓ dužinu prve MT kosti distalno od Maestrove linije mjerenjem rastojanja od M-linije do distalne granice zglobne površine glave prve MT kosti, izražena u milimetrima (Slika 35A),
 - ✓ dužinu druge MT kosti distalno od Maestrove linije mjerenjem rastojanja od M-linije do distalne granice zglobne površine druge MT kosti, izražena u milimetrima, (Slika 35A).



Slika 34. Postupak mjerenja:

- A: relevantnih uglova (HVU = 45.5° , IMU = 16.8° , IFU = 2.5°)
 B: dužina prve MT kosti, proksimalne i distalne falange palca.

4. Povlačenjem linije kroz referentne tačke distalne zglobne površine prve MT kosti (tačka medijalne granice i tačka lateralne granice zglobne površine) dobije se linija koja definiše položaj ove zglobne površine. Povlačenjem linije okomito na osovinu prve MT kosti dobije se ugao nagiba distalne metatarzalne artikularne površine (DMAU) čije vrijednosti do 10° smatraju se normalnim nalazom, (Slika 35B).
5. Linija koju povučemo kroz referentne tačke proksimalne zglobne površine prve MT kosti i linija koja je okomita na osovinu prve MT kosti formiraju ugao proksimalne metatarzalne artikularne površine prve MT kosti (PMAU), (Slika 35B). Mjerenje ovog ugla je analogno mjerenju ugla njene distalne zglobne površine, dakle u odnosu na osovinu prve MT kosti.



Slika 35 . Postupak mjerenja 2:

- A: dužine prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije,
 B: stepena angulacije distalne zglobne površine prve MT kosti (DMAU = 5.6°),
 stepena inklinacije proksimalne zglobne površine prve MT kosti (PMAU = 7.0°),
 C: ugla distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti (DCAU = 19.6°).

6. Povlačenjem linije kroz referentne tačke koje određuju medijalnu i lateralnu granicu distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti dobijemo liniju koja na presjeku sa linijom koju povučemo okomito na osovinu druge MT kosti određuje ugao distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti (DCAU), (Sl. 35C).
7. Analizom linije zglobne površine glave prve MT kosti definišemo njenu formu (zaobljena, kvadratna, ševroidna)
8. Na anteroposteriornim radiografskim snimcima provjeravamo i eventualno prisustvo pes adductus -a, dok na bočnom snimku analiziramo radiografske parametre ravnog stopala i pes cavusa, kako bi te slučajeve isključili iz procesa istraživanja.

3.2. STRUKTURA UZORKA

Studijom je obuhvaćeno 278 ispitanika sa isto toliko obrađenih stopala od kojih su formirane dvije grupe. Prvu grupu čini 167 (60.07%) pacijenata sa hallux valgus deformitetom čiji je HVU \geq 15° dok drugu grupu čini 111 (39.93%) ispitanika bez deformiteta sa izmjerenim HVU $<$ 15° (kontrolna grupa). U grupi sa deformitetom je značajno više žena, njih 144 (86.2%) i 23 muškarca (13.8%) dok su u grupu zdravih ispitanika (bez deformiteta) uključena 62 muškarca (55.9%) i 49 žena (44.1%). U grupi pacijenata sa deformitetom je češće obrađeno lijevo stopalo (97 ili 58.1%). U grupi stopala bez deformiteta je podjednako zastupljeno lijevo (57 ili 51.4%) i desno stopalo (54 ili 48.6%). (Tabela 1)

Tabela1. Struktura obrađenih pacijenata i ispitanika prema polu

POL			
GRUPE	Kategorija	Brojnost	Postotak
G1 Prisutan deformitet (HVU\geq15)	Muški	23	13.8
	Ženski	144	86.2
	Ukupno	167	100.0
G2 Bez deformiteta (HVU$<$15 stepeni)	Muški	54	48.6
	Ženski	57	51.4
	Ukupno	111	100.0
OBRADENO STOPALO			
G1 Prisutan deformitet (HVU\geq15)	Desno	23	13.8
	Lijevo	144	86.2
	Ukupno	167	100.0
G2 Bez deformiteta	Desno	54	48.6
	Lijevo	57	51.4
	Ukupno	111	100.0

Prosječna storošna dob pacijenata sa deformitetom obuhvaćenih studijom je 53.71 godina (Me=53.71) sa standardnom devijacijom od 17.104 godina (SD=17.104), greškom ocjene prosječne starosti od 1.324 godine (SE=1.324) i 95% intervalom ocjene prosječne starosti, 95%CI: od 51.09 do 56.32 godina te rasponom vrijednosti od minimalnih 18 do maksimalnih 90 godina. Za potrebe analize, formirane su tri kategorije u odnosu na starosnu dob pacijenata u vrijeme radiografske obrade i to:

<i>mlađa životna dob</i> (od 18 do 25 godina)	18 slučajeva ili 10.8%,
<i>srednja životna dob</i> (od 25 do 49 godina)	48 slučajeva ili 28.7 %,
<i>starija životna dob</i> (od 50 i više godina)	101 slučaj ili 60.5%.

Dakle, najveći broj obrađenih pacijenata sa izraženim deformitetom je u dobi 50 i više godina, njih 101 ili 60.5%. Početak tegoba vezanih za hallux valgus je najčešće prijavljen za srednju životnu dob (od 25 do 49 godina), kod 98 slučajeva ili 58.7%. (Tabela 2)

Tabela 2. Starosna struktura obrađenih pacijenata i ispitanika

STAROSNA DOB KOD PREGLEDA			
GRUPE	Kategorije	Brojnost	Postotak
G1 Prisutan deformitet (HVU\geq15)	Do 25 godina	18	10.8
	Od 25 –do 49	48	28.7
	50 i više godina	101	60.5
	Ukupno	167	100.0
G2 Bez deformiteta (HVU<15 stepeni)	Do 25 godina	28	25.2
	Od 25 –do 49	45	40.5
	50 i više godina	38	34.2
	Ukupno	111	100.0
STAROSNA DOB KOD POČETKA TEGOBA			
G1 Prisutan deformitet (HVU\geq15)	Do 25 godina	36	21.6
	Od 25 –do 49	98	58.7
	50 i više godina	33	19.8
	Ukupno	167	100.0

Od tegoba vezanih za ovaj deformitet najčešće su navedene smetnje sa korištenjem konvencionalne obuće (98.2%) i prisutan bol prednjeg dijela stopala kod 132 pacijenta ili 79.0%, dok su estetske smetnje istaknute kod 67.1% slučajeva.

U kliničkom nalazu stopala sa deformitetom je utvrđeno prisustvo buniona na nivou medijalne strane glave prve MT kosti kod 123 pacijenta ili 73.7%, dok je bunion na nivou lateralne strane glave pete MT kosti (bunioneta) prisutan kod 27 pacijenata ili 16.2%. Bilateralna zhavaćenost hallux valgus deformitetom je prisutna kod 118 pacijenata ili 70.7% pri čemu je kod 72 (61.01%) pacijenta deformitet dominantno izražen na lijevom stopalu. Deformiteti malih prstiju su češće u formi kanžastog prsta (*claw toe*) i to najčešće drugog prsta, kod 35 (21.0%) pacijenata, potom trećeg kod 15 pacijenata ili 9.0%, dok je četvrti prst deformisan kod samo tri pacijenta. Plantarni klavusi su utvrđeni na nivou glave druge MT kosti kod pet pacijenata (3.0%) a ispod glave treće MT kosti kod tri pacijenta (1.8%).

Podaci koji ukazuju na prisustvo hallux valgus-a u porodici i moguću nasljednost su iskazani kod 104 pacijenta (62.3%) uz činjenicu da su sličan deformitet imale ili imaju baka, majka, tetka ili sestra. Važno je napomenuti da u kontrolnoj grupi ispitanika nije dobijen niti jedan podatak o ovom oboljenju u porodici.

Podaci o pretežno korištenom tipu obuće su zasnovani na osnovu lične procjene svakog pacijenta i ispitanika. Prema tako dobijenim podacima, pretežno usku obući sa povišenom potpeticom je koristilo 108 (64.7%) pacijenata sa deformitetom i 36 (32.4%) ispitanika u kontrolnoj grupi.

Gojaznost kao fenotipska karakteristika osobe sa povećanim udjelom masnog tkiva je utvrđena kod 20 (12.0%) pacijenata sa deformitetom i samo kod jednog slučaja kontrolne grupe.

U pogledu digitalne formule stopala u obe grupe dominira kvadratni tip stopala i to 66.5% kod prve grupe i nešto manji procenat, 58,6% kod kontrolne grupe. Egipatski tip stopala je češće registrovan kod ispitanika bez deformiteta i to kod 26.1%, a nešto manji procenat kod pacijenata odnosno prve grupe u iznosu od 22.2%.

Bilateralna zahvaćenost hallux valgus deformitetom je prisutna kod 118 pacijenata ili 70.7% pri čemu je kod 72 (61.01%) pacijenta deformitet dominantno izražen na lijevom stopalu.

Stepen izraženosti hallux valgus deformiteta je određen vrijednostima hallux valgus ugla (HVU \geq 15°) i intermetatarzalnog ugla između prve i druge MT kosti (IMU $>$ 9°) i u skladu sa tim su formirane tri grupe koje definišu težinu deformiteta [45,72,119] i to:

g1: *blagi* deformitet (HVU $<$ 30° & IMU $<$ 13°),

g2: *umjereni* deformitet (30° \leq HVU $<$ 40° & 13° \leq IMU $<$ 20°),

g3: *teški* deformitet (HVU \geq 40° & IMU \geq 20°).

Budući da prilikom formiranja grupa prema navedenoj klasifikaciji imamo slučajeve koji ne ispunjavaju oba kriterijuma te bi prema tome ostali izvan analize uticaja endogenih etioloških faktora na sveukupan opseg deformiteta, primjenjen je kriterijum definisanih graničnih vrijednosti HVU.

Dobijene vrijednosti izmjerenih razlika u dužinama prve i druge metatarzalne kosti distalno od Maestrove linije (R=d(IMT) – d(II MT)) grupisane su u tri šire grupe :

G1: R $<$ 0, prva MT kost je kraća od druge (indeks minus tip metatarzalne formule),

G2: R=0, prva MT kost je jednaka drugoj (indeks plus-minus tip metatarzalne formule),

G3: R $>$ 0, prva MT kost je duža od druge (indeks plus tip metatarzalne formule).

Izračunate razlike izmjerenih dužina (R) su za potrebe analize njenog uticaja na težinu hallux valgus deformiteta grupisane u pet užih grupa:

g1:(R \leq -6mm): prva MT kost je znatno kraća od druge,

g2:(-6mm $<$ R $<$ 0): prva MT kost je neznatno kraća od druge,

g3:(R=0): prva MT kost je jednaka drugoj,

g4 :(0 $<$ R $<$ 6mm): prva MT kost je neznatno duža od druge,

g5 :(R \geq 6 mm): prva MT kost je znatno duža od druge,

Lateralna orijentacija distalne zglobne površine prve MT kosti određena je njenim distalnim metatarzalnim artikularnim uglom (DMAU) koji se do 10° smatra normalnim nalazom. U cilju utvrđivanja uticaja stepena lateralne angulacije na razvoj i težinu deformiteta su definisana tri stepena angulacije:

1. normalna lateralna angulacija, DMAU $<$ 10°,

2. umjereni lateralna angulacija, 10° \leq DMAU $<$ 20°,

3. naglašena lateralna angulacija, DMAU \geq 20°.

Proksimalni metatarzalni artikularni ugao (PMAU) definiše orijentaciju zglobne površine baze prve MT kosti u odnosu na njenu osovinu. Utvrđene su tri varijante inklinacije ove zglobne površine:

1. medijalna inklinacija, PMAU $<$ 0,

2. umjereni lateralna inklinacija, PMAU $<$ 10°,

3. naglašena lateralna inklinacija, PMAU \geq 10°.

Ugao distalne zglobne površine prve klinaste kosti (*os cuneiforme primum*) (DCAU) istovremeno definiše i medijalnu kosinu prvog metatarzokuneiformnog zgloba prema proksimalno odnosno njegovu formu. Tako su utvrđene tri forme ovog zgloba:

1. poprečna forma, $DCAU < 10^\circ$,
2. kosa forma, $10^\circ \leq DCAU < 20^\circ$,
3. naglašeno kosa forma kod koje je $DCAU > 20^\circ$.

3.3. STATISTIČKA ANALIZA

Deskriptivnom statističkom analizom opisana je distribucija varijabli. Za neprekidne varijable izračunate su prosječne vrijednosti (Me), standardne devijacije (SD), greška ocjene srednje vrijednosti (SE), i 95% CI interval povjerenja, maksimalne i minimalne vrijednosti, a za opis kategorijskih promjenljivih korištena je njihova učestalost (frekvencija) iskazana brojno i postotkom (%).

Za svako istraživačko pitanje i analizirani odnos između varijabli biće grafički prikazan dijagram rasipanja (Scatter Plot), histogram, ili grafikom.

Korelaciona analiza je korištena za ocjenu jačine veze i smjera, između promjenljivih, a kao pokazatelj veze korištena je Pirsonova ili Spirmanova korelacija. Za ispitivanje razlike između posmatranih grupa, u zavisnosti od cilja istraživanja, definisanog istraživačkog pitanja i posmatranih promjenljivih, primijenjen je t-test nezavisnih uzoraka ili njegova neparametarska alternativa Man-Vitnijev „U” test kada je analiziran odnos kategorijalnih promjenljivih sa dvije kategorije. Postojanje i značajnost veze između dvije promjenjljive ocijenjen je Pirsonovim Hi kvadrat testom nezavisnosti. Ovaj test poredi učestalosti slučajeva opažene u svakoj kategoriji, sa vrijednostima koje bi bile očekivane da između dvije mjerene promjenjljive nema nikakve veze. Značajnost veze ocijenjena je koeficijentom signifikantnosti (Sig.), dok je veličina jačine te veze između varijabli ocijenjena Kramerovim V pokazateljem. Rezultat je smatran značajnim ako je $Sig. < 0.05$.

Jednofaktorska analiza varijanse različitih grupa sa naknadnim testovima (eng. One-way ANOVA) koristi se u slučaju kada imamo jednu nezavisnu promjenljivu sa tri ili više grupa. Jednofaktorska znači da se istražuje uticaj samo jedne nezavisne varijable na zavisnu varijablu. Izračunat je pokazatelj (količnik F), koji predstavlja varijansu između grupa podijeljenu varijansom unutar grupa. Velika vrijednost količnika F pokazuje da je veća promjenljivost između grupa nego unutar svake grupe. Statistički značajan pokazatelj F kazuje da treba odbaciti nultu hipotezu tj. tvrdnju, da su prosječne vrijednosti obilježja u populaciji jednake. Međutim on nam ne pokazuje koje se grupe razlikuju što utvrđujemo naknadnim testovima nakon dobijanja značajnog F testa. Kao test naknadnog poređenja (eng. post-hoc tests) korišten je Tukey-ev HSD test stvarne razlike (eng. Honestly Significant Different, HSD), koji se zasniva na pretpostavci da su varijanse između dvije grupe jednake.

Naknadnim poređenjem, pomoću Tukeyevog HSD testa stvarne razlike, ispitana je statistička značajnost razlika između izračunatih prosječnih vrijednosti analiziranih varijabli.

Osim jednofaktorske analize varijanse u slučajevima više grupa korištena je neparametarska alternativa (Kruskal –Volisov test).

Osim ANOVA-e korištena je i multivarijaciona analiza varijanse (MANOVA) i to za potrebe analize uticaja na dvije i više zavisnih promjenljivih koje posmatramo. Ovaj skup multivarijacionih testova značajnosti će pokazati da li se grupe statistički značajno razlikuju po linearnoj kombinaciji zavisno promjenljivih.

U slučajevima ocjene, koliko dobro skup promjenljivih može da predvidi određeni ishod, i koja je promjenljiva tog skupa najbolji prediktor određenog ishoda, primijenjena je standardna višestruka regresija. U ovoj regresionoj tehnici sve prediktorske promjenljive su istovremeno unesene u jednačinu. Ocijenjena je prediktorska moć svake nezavisne promjenljive u objašnjavanju objašnjivog dijela varijanse zavisne varijable.

Obrada podataka dobijenih istraživanjem izvedena je uz pomoć statističkog paketa za analizu podataka IBM SPSS Statistics 26 (eng. Statistical Package for the Social Sciences).

4. REZULTATI

4.1. ODNOS DUŽINA PRVE I DRUGE METATARZALNE KOSTI DISTALNO OD MAESTROVE LINIJE

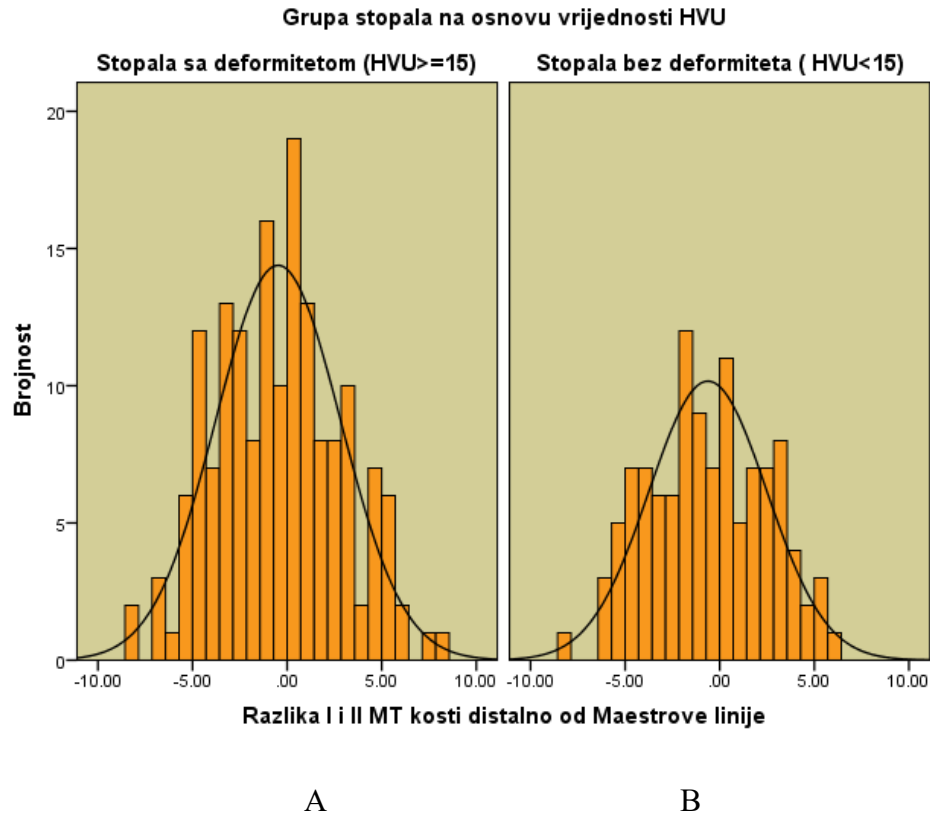
4.1.1. RAZLIKA DUŽINA PRVE I DRUGE METATARZALNE KOSTI

U grupi od 167 opserviranih stopala sa hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) najveći broj njih je sa kraćom prvom MT kosti u odnosu na drugu ($R < 0$), dakle indeks minus tip metatarzalne formule, gdje pripada 90 stopala ili 53.9%. Duža prva MT kost u odnosu na drugu, odnosno indeks plus tip metatarzalne formule, je utvrđena kod 71 stopala ili 42.5%, dok je samo šest stopala ili 3.6% sa podjednakom dužinom prve i druge MT kosti, dakle indeks plus/minus tip metatarzalne formule. U grupi stopala bez deformiteta ($HVU < 15^\circ$) je nešto veći procenat stopala sa indeks minus tipom metatarzalne formule i to 56.8% dok se procenat stopala sa podjednakom dužinom prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije ne razlikuje od prethodne grupe, dakle 3.6%. (Tabela 3)

Tabela 3. Struktura odnosa dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije.

Grupe	Kategorije razlike dužina I i II MT kosti	Broj	Postotak
Prisutan deformitet ($HVU \geq 15^\circ$)	G1: ($R < 0$) Prva MT kost kraća od druge	90	53.9
	G2: ($R = 0$) Prva MT kost jednaka drugoj	6	3.6
	G3: ($R > 0$) Prva MT kost duža od druge	71	42.5
	Ukupno	167	100.0
Bez deformiteta ($HVU < 15^\circ$)	G1: ($R < 0$) Prva MT kost kraća od druge	63	56.8
	G2: ($R = 0$) Prva MT kost jednaka drugoj	4	3.6
	G3: ($R > 0$) Prva MT kost duža od druge	44	39.6
	Ukupno	111	100.0

U postupku utvrđivanja razlike dužina prve i druge MT kosti, prema formuli $R = d(I \text{ MT}) - d(II \text{ MT})$, iznos razlike za kraću prvu MT kost je izražen u negativnim vrijednostima “-“ dok su vrijednosti za dužu prvu MT kost izražene kao pozitivne “+”. Grafički predstavljena preciznija distribucija odnosa navedenih dužina u formi histograma pokazuje približno normalnu distribuciju utvrđenih vrijednosti razlike dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije i to kako kod grupe sa deformitetom tako i kod grupe stopala bez deformiteta. (Slika 36)



Slika 36. Distribucija razlike dužina između prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije (R) opserviranih stopala:

A: sa deformitetom (HVU \geq 15°), B: bez deformiteta (HVU<15°)

Deskriptivne vrijednosti parametara kojima je opisana distribucija izračunatih vrijednosti razlike dužina između prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije pokazuju da:

- ✓ u grupi opserviranih stopala sa deformitetom (HVU \geq 15°), prosječna vrijednost razlike dužina iznosi -0,4787 mm (Me=-0.4787), sa standardnom devijacijom SD=3.30737 mm, i greškom ocjene srednje vrijednosti SE= 0.25593, te 95% CI intervalom ocjene srednje vrijednosti od:-0.9840 do 0.0266 sa rasponom vrijednosti od minimalnih Min.= -8.50 mm do maksimalnih Max.= 8.30 mm, a
- ✓ u grupi stopala bez deformiteta (HVU<15°), prosječna vrijednosti razlike dužina između prve i druge MT kosti je -0,6251 mm Me=-0.6891, sa SD=3.11077, i greškom ocjene prosječne vrijednosti SE=0.29526, i 95% intervalom ocjene prosječne vrijednosti 95% CI: od -1.2103 mm do -0.0400 mm, i rasponom vrijednosti od - 8.50 mm do maksimalnih 6.00 mm. (Tabela 4)

Tabela 4. Deskriptivni pokazatelji analize izmjerene razlike dužina između prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije (R) kod grupe opserviranih stopala sa deformitetom (HVU \geq 15°) i grupe bez deformiteta (HVU $<$ 15°)

Grupe stopala	N	Mean (Me)	Std. Dev. (SD)	Std. Error (SE)	95% Confidence Interval for Mean		Min.	Max.
					Donja granica	Gornja granica		
Prisutan deformitet (HVU \geq 15°)	167	-0.4787	3.30737	0.25593	-0.9840	0.0266	-8.50	8.30
Bez deformiteta (HVU $<$ 15°)	111	-0.6251	3.11077	0.29526	-1.2103	-0.0400	-8.50	6.00
Ukupno	278	-0.5372	3.22541	0.19345	-0.9180	-0.1564	-8.50	8.30

Legenda: Prosječna vrijednost (Mean=Me), Standardna devijacija (Std. Dev.=SD, Greška ocjene prosječne sredine (Std. Error=SE), Interval povjerenja za prosječnu vrijednost (confidence interval for mean), Min.=minimum, Max.=maksimum

U cilju preciznijeg ispitivanja uticaja razlike dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije na veličinu HVU i veličinu IMU, razlika dužina prve i druge MT kosti (R) je grupisana u pet uži grupa primjenom granične vrijednosti od 6 milimetara kao kriterijuma:

- g1: ako je $R \leq -6$ mm : smatramo da je prva MT kost znatno kraća od druge kosti,
- g2: ako je $-6 \text{ mm} < R < 0$: smatramo da je prva kost neznatno kraća od druge,
- g3: ako je $R = 0$: prva i druga MT kost su jednake dužine,
- g4: ako je $0 < R < 6$ mm : smatramo da je prva MT kost neznatno duža od druge,
- g5: ako je $R \geq 6$ mm : smatramo da je prva MT kost znatno duža od druge kosti.

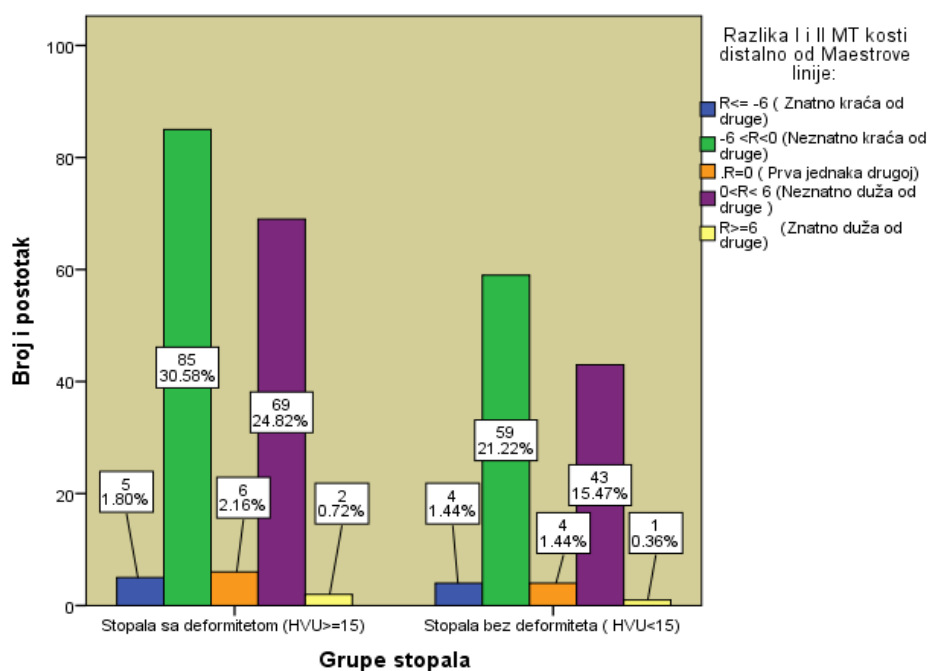
Tabela 5. Distribucija opserviranih stopala prema kategorijama razlike dužina prve i druge MT kosti i u odnosu na prisustvo deformiteta.

Grupa Stopala	Broj i Postotak	Razlika dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije				
		g1: R \leq -6 (Znatno kraća od druge) N=9; 3.2%	g2: -6 <R<0 (Neznatno kraća od druge) N=144;51.8%	g3:R=0 (Prva jednaka drugoj) N=10; 3.6%	g4:0<R< 6 (Neznatno duža od druge) N=112;40.3%	g5:R \geq 6 (Znatno duža od druge) N=3;1.1%
Sa deformitetom (HVU \geq 15°) N=167; 60.1%	Broj	5	85	6	69	2
	% u odnosu na Grupu	3.0%	50.9%	3.6%	41.3%	1.2%
	% u odnosu na Razliku % od Ukupno	55.6%	59.0%	60.0%	61.6%	66.7%
Bez deformiteta (HVU $<$ 15°) N=111; 39.9%	Broj	4	59	4	43	1
	% u odnosu na Grupu	3.6%	53.2%	3.6%	38.7%	0.9%
	% u odnosu na Razliku % od Ukupno	44.4%	41.0%	40.0%	38.4%	33.3%
Ukupno N=278; 100%	Broj	9	144	10	112	3
	% u odnosu na Grupu	3.2%	51.8%	3.6%	40.3%	1.1%
	% u odnosu na Razliku % od Ukupno	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Od 167 opserviranih stopala sa hallux valgus deformitetom, kod pet slučajeva ili 3,0% je prva MT kost za najmanje 6 mm kraća od druge MT kosti što ih svrstava u grupu znatno kraće

prve MT kosti, 85 stopala ili 50.9%, je u grupi neznatno kraće prve MT kosti što znači da je do 6 mm kraća od druge MT kosti. Kod šest stopala ili 3.6% je utvrđena podjednaka dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije, kod 69 slučajeva ili 41.3% prva MT kost neznatno duža od druge, dakle u vrijednosti do 6 mm dok su dva stopala (1.2%) sa znatno dužom prvom MT kosti od druge, u vrijednosti od 6 mm i više, (Tabela 5, Slika 37)

U grupi od 111 stopala bez hallux valgus deformiteta (HVU<15°), od 63 slučajeva sa kraćom prvom MT kosti, kod četiri slučaja ili 3.6% je utvrđena znatno kraća a kod 59 stopala ili 53.2% prva MT kost je neznatno kraća od druge. Kod slučajeva sa dužom prvom MT kosti u odnosu na drugu, njih 43 ili 38.7% je u grupi neznatno duže prve MT kosti a jedno stopalo (0.9%) je sa znatno dužom prvom MT kosti, dakle vrijednost razlike je veća od šest milimetara. Preostala četiri slučaja ili 3.6% imaju podjednaku prvu i drugu MT kost, mjerenu distalno od Maestrove linije.(Tabela 5, Slika 37)



Slika 37. Distribucija opserviranih stopala prema kategorijama razlike dužina prve i druge MT kosti, u odnosu na prisustvo deformiteta. Procentualni iznosi se odnose na ukupan broj opserviranih stopala.

4.1.2. ODNOS RAZLIKE DUŽINA PRVE I DRUGE METATARZALNE KOSTI DISTALNO OD MAESTROVE LINIJE I HALLUX VALGUS UGLA

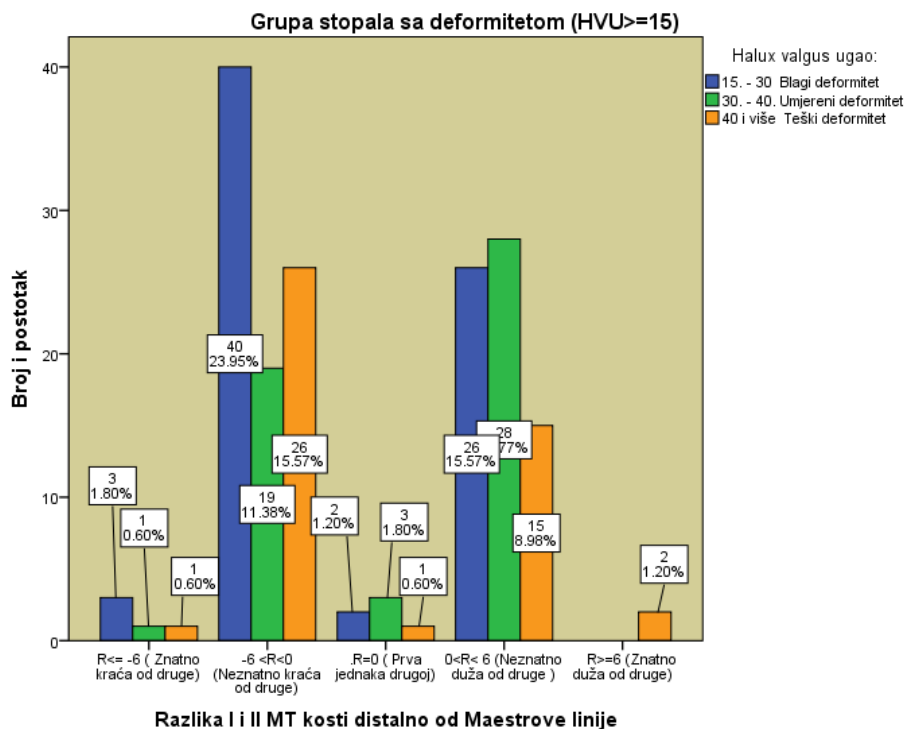
Analizom strukture formiranih grupa prema težini izraženog deformiteta odnosno veličini HVU, u pogledu zastupljenosti stopala prema formiranim užim grupama razlike dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije, pri čemu je korištena granična vrijednost od 6 milimetara, mogu se konstatovati sljedeće činjenice:

- ✓ od pet stopala kod kojih je prva MT znatno kraća od druge ($R \leq -6\text{mm}$), tri ili 60.0% pripadaju grupi blagog deformiteta a po jedno stopalo (20%) grupi umjerenog i teškog stepena deformiteta prema vrijednostima HVU,
- ✓ od 85 stopala sa neznatno kraćom prvom MT kosti ($-6\text{mm} < R < 6\text{mm}$), najveći broj, njih 40 ili 47.1% pripada grupi blagog deformiteta, 19 ili 22.4% umjerenog i 26 stopala ili 30.6% je u grupi teškog stepena hallux valgus deformiteta,
- ✓ kod šest stopala nema razlike u dužini prve i druge MT kosti ($R=0$) od kojih su tri stopala (50.0%) u grupi umjerenog deformiteta, dva stopala (33.3%) pripadaju blagom i jedno stopalo je u grupi teškog stepena deformiteta,
- ✓ od 69 stopala kod kojih je prva MT kost neznatno duža od druge ($0 < R < 6\text{mm}$) njih 28 ili 40.6% pripada grupi umjerenog stepena deformiteta, nešto manji broj, njih 26 ili 37.7% je u grupi blagog i 15 stopala ili 21.7% pripada teškom stepenu deformiteta,
- ✓ samo dva stopala imaju prvu MT kost znatno dužu od druge ($R \geq 6\text{mm}$) i oba pripadaju teškom stepenu hallux valgus deformiteta. (Tabela 6, Slika 38)

Tabela 6. Vrijednosti HVU u odnosu na formirane uže grupe prema vrijednostima razlike dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije (g1-g5).

Kategorije razlike dužina prve i druge MT kosti (mm)	Broj i postotak	Hallux valgus ugao (HVU)			
		Prisutan deformitet N=167		Bez deformiteta N=111	
		15° ≤ HVU < 30° Blagi deformitet N=71 : 42.5%	30° ≤ HVU < 40° Umjereni deformitet N=51:30.5%	HVU ≤ 40° Teški deformitet N=45 : 26.9%	HVU < 15° Stanje normalno N=111: 100%
Razlika dužina prve i druge MT kosti	g1: R ≤ -6mm (Prva znatno kraća od druge) N=5; 3.0%	Broj 3	1	1	
	% u odnosu na Razliku	60.0%	20.0%	20.0%	4
	% u odnosu na HVU	4.2%	2.0%	2.2%	
	% od Ukupno	1.8%	0.6%	0.6%	3.6%
	g2: -6mm < R < 0 (Prva neznatno kraća od druge) N=85; 50.9%	Broj 40	19	26	
	% u odnosu na Razliku	47.1%	22.4%	30.6%	59
	% u odnosu na HVU	56.3%	37.3%	57.8%	
	% od Ukupno	24.0%	11.4%	15.6%	53.2%
	g3: R=0 (Prva jednaka drugoj) N=6; 3.6%	Broj 2	3	1	
	% u odnosu na Razliku	33.3%	50.0%	16.7%	4
	% u odnosu na HVU	2.8%	5.9%	2.2%	
	% od Ukupno	1.2%	1.8%	0.6%	3.6%
	g4: 0 < R < 6mm (Prva neznatno duža od druge) N=69; 41.3%	Broj 26	28	15	
	% u odnosu na Razliku	37.7%	40.6%	21.7%	43
	% u odnosu na HVU	36.6%	54.9%	33.3%	
% od Ukupno	15.6%	16.8%	9.0%	38.7%	
g5: R ≥ 6mm (Prva znatno duža od druge) N=2; 1.2%	Broj 0	0	2	1	
% u odnosu na Razliku	0.0%	0.0%	100.0%		
% u odnosu na HVU	0.0%	0.0%	4.4%		
% od Ukupno	0.0%	0.0%	1.2%	0.9%	
Hi kvadrat test nezavisnosti		$\chi^2(8,167)=13.199$, Sig.=0.105		-	
		Cramer's V=0.199			

Hi kvadrat testom nezavisnosti je utvrđeno da ne postoji statistički značajna veza između utvrđene razlike dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije i veličine HVU: $\chi^2(8,167) = 13.199$, Sig.=0.105, na nivou značajnosti od $p=0.05$, a jačina te veze mjerena Kramerovim V pokazateljem je mala, Cramer's $V=0.199$. Budući da, od ukupno 15 ćelija njih devet ima manje od 5 slučajeva, zaključak do kojeg dolazimo Hi kvadrat testom nije pouzdan. (Tabela 6).



Slika 38. Distribucija vrijednosti HVU opserviranih 167 stopala sa deformitetom u odnosu na formirane uže grupe razlika dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije (g1-g5)

4.1.3. ODNOS RAZLIKE DUŽINA PRVE I DRUGE METATARZALNE KOSTI DISTALNO OD MAESTROVE LINIJE I INTERMETATARZALNOG UGLA

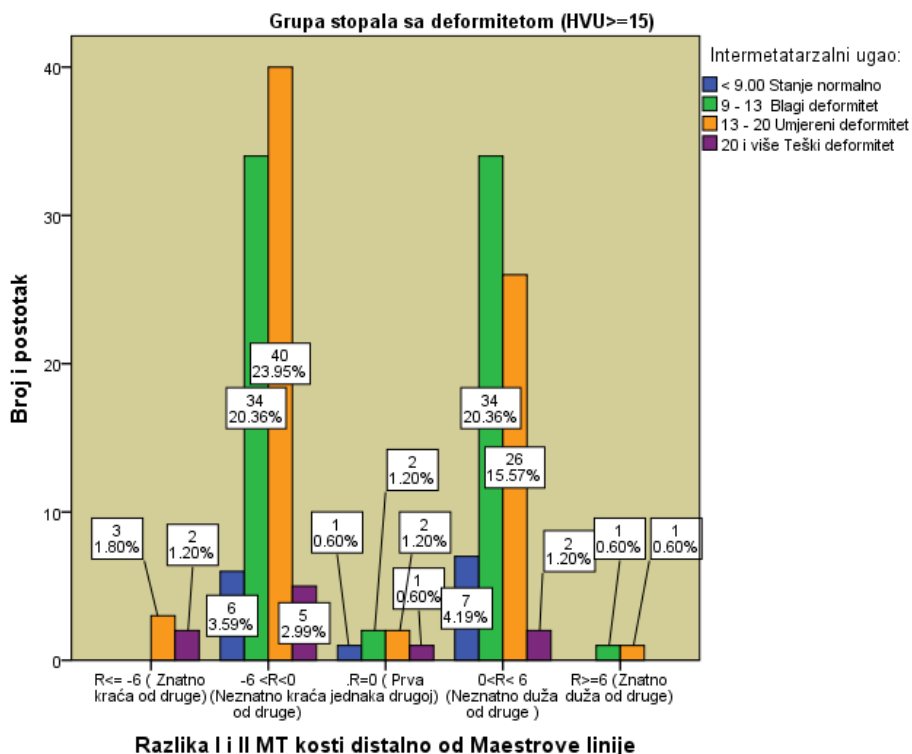
Uvidom u strukturu formiranih grupa prema težini izraženog deformiteta odnosno veličini IMU, u pogledu zastupljenosti stopala prema formiranim užim grupama razlike dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije, pri čemu je korištena granična vrijednost od 6 milimetara, mogu se konstatovati sljedeće činjenice:

- ✓ Od ukupnog broja (N=167) opserviranih stopala sa hallux valgus deformitetom (HVU \geq 15°) kod njih 14 (8.4%) izmjereni IMU je manji od devet stepeni (IMU $<$ 9°) što se prema kriterijumu vrijednosti IMU smatra normalnim nalazom,
- ✓ od pet stopala sa znatno kraćom prvom MT kosti u odnosu na drugu (R \leq -6mm), tri stopala (60%) su u grupi umjerenog deformiteta (13° \leq IMU $<$ 20°) i dva stopala ili 40% u grupi teškog, kod kojeg je IMU \geq 20°,
- ✓ od 85 stopala kod kojih je prva MT kost neznatno kraća od druge (-6mm $<$ R $<$ 0), 40 stopala ili 47.1% je u grupi umjerenog, 34 (40.0%) su u grupi blagog deformiteta (9° \leq IMU $<$ 13°), kod šest stopala (7.1%) je izmjereni IMU manji od 9° dok je pet stopala ili 5.9% u grupi teškog deformiteta,
- ✓ kod šest stopala je podjednaka dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije (R=0mm) od kojih se po dva stopala (33.3%) nalaze u grupi sa blagim i umjerenim stepenom deformiteta a po jedno (16.7%) je u grupi teškog deformiteta i u grupi normalnog nalaza,
- ✓ od 69 stopala kod kojih je prva MT kost neznatno duža od druge (0 $<$ R $<$ 6mm), najveći broj njih (34 stopala ili 49.3%) ima blagi stepen deformiteta, 26 ili 37.7% ima umjereni, kod sedam stopala (10.1%) je izmjereni IMU manji od 9° dok je kod dva stopala (2.9%) prisutan teški stepen deformiteta,
- ✓ kod dva stopala je prva MT kost znatno duža od druge (R \geq 6mm) kod kojih je izražen blagi odnosno umjereni stepen deformiteta, prema vrijednostima IMU. (Tabela 7, Slika 39)

Ordinalni Hi kvadrat test je pokazao da postoji statistički značajna veza između odnosa dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije i veličine IMU: LL(1,167)=17.660 Sig.=0.021 na nivou značajnosti p=0.05, i da je jačina te veze mjerena Kramerovim V pokazateljem srednje jačine, Cramer's V=0.189. S obzirom da je od ukupno 20 ćelija, u 13 ćelija manje od pet ispitivanih slučajeva, u navedeni zaključak do kojeg dolazimo Hi kvadrat testom se ne smijemo pouzdati. (Tabela 7)

Tabela 7. Vrijednosti IMU u odnosu na formirane uže grupe prema vrijednostima razlike dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije (g1-g5) opserviranih stopala sa deformitetom (HVU \geq 15°).

Kategorije razlike dužina prve i druge MT kosti (mm)		Broj i postotak	Intermetatarzalni ugao (IMU)				N=167 p
			IMU<9° Stanje normalno N=14: 8.4%	9°<=IMU<13° Blagi deformitet N=71:42.5%	13°<=IMU<20° Umjereni deformitet N=72: 43.1%	IMU \geq 20° Teški deformitet N=10:6%	
Razlika prve i druge MT kosti	g1: R\leq -6 (Prva znatno kraća od druge) N=5: 3%	Broj % u odnosu na Razliku % u odnosu na IMU % od Ukupno	0 0.0% 0.0%	0 0.0% 0.0%	3 60.0% 1.8%	2 40.0% 1.2%	LL (1,167)=17.660 Sig.=0.021<0,05 Cramer's V=0.189
	g2: -6<R<0 (Prva neznatno kraća od druge) N=85:50.9%	Broj % u odnosu na Razliku % u odnosu na IMU % od Ukupno	6 7.1% 42.9%	34 40.0% 47.9%	40 47.1% 55.6%	5 5.9% 50.0%	
	g3: R=0(Prva jednaka drugoj) N=6: 3.6%	Broj % u odnosu na Razliku % u odnosu na IMU % od Ukupno	1 16.7% 7.1%	2 33.3% 2.8%	2 33.3% 2.8%	1 16.7% 10.0%	
	g4: 0<R<6 (Prva neznatno duža od druge) N=69: 41.3%	Broj % u odnosu na Razliku % u odnosu na IMU % od Ukupno	7 10.1% 50.0%	34 49.3% 47.9%	26 37.7% 36.1%	2 2.9% 20.0%	
	g5: R\geq6 (Prva znatno duža od druge) N=2; 0.6%	Broj % u odnosu na Razliku % u odnosu na IMU % od Ukupno	0 0.0% 0.0%	1 50.0% 1.4%	1 50.0% 1.4%	0 0.0% 0.0%	
			0 0.0%	1 0.6%	0 0.6%	0 0.0%	



Slika 39. Grupe vrijednosti IMU kod opserviranih stopala sa deformitetom u odnosu na razliku dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije. Procentualni iznosi se odnose na ukupan broj opserviranih stopala sa deformitetom.

U grupi od 111 stopala bez deformiteta kod kojih je HVU manji od 15° (HVU<15°) je utvrđeno da je kod 12 slučajeva (10.8%) IMU izmjeren 9° i više što znači da prema klasifikaciji u odnosu na vrijednosti IMU pripadaju grupi blagog deformiteta (9°<=IMU<13°) u kojoj je 10 stopala ili 83.3% sa neznatno kraćom prvom MT kosti od druge (-6mm<R<0), jedno stopalo sa neznatno dužom (8.3%) i jedno sa znatno dužom prvom MT kosti od druge. Kod ostalih 99 stopala (89.2%) je IMU ugao izmjeren manji od 9°, dakle normalan nalaz. (Tabela 8, Slika 40)

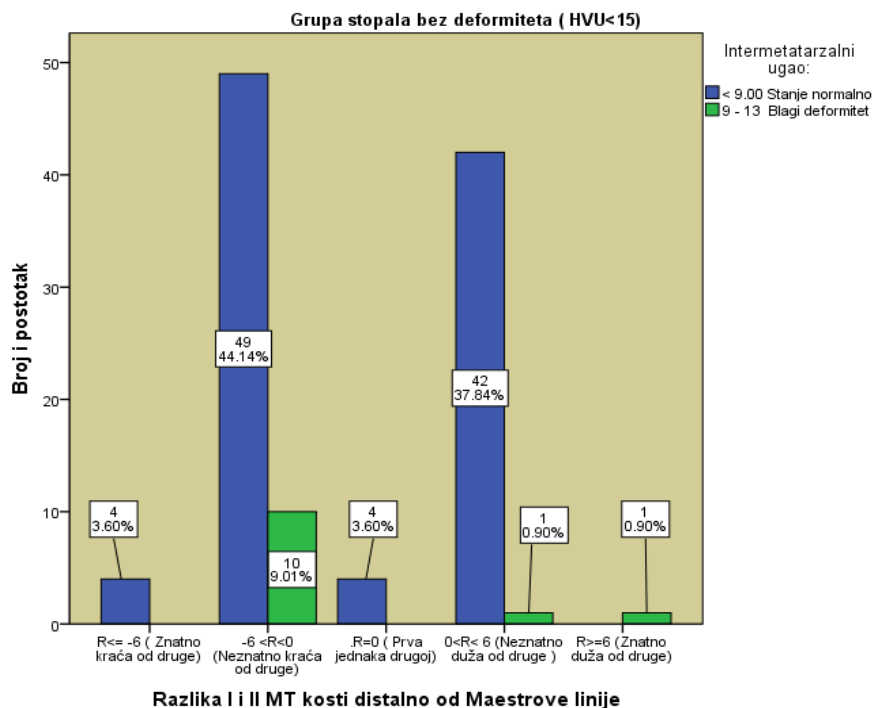
Hi kvadrat test je pokazao da, kod stopala bez deformiteta, ne postoji statistički značajna veza između vrijednosti IMU i odnosa dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije: $\chi^2(4,111)=14.736$, Sig.=0.053 na nivou značajnosti p=0.05, jačina veze mjerena Kramerovim V pokazateljem je srednje jačine: Cramer's V=0.364¹. S obzirom da je od ukupno 10 ćelija, sedam ćelija ima manje od pet ispitivanih slučajeva, u navedeni zaključak do kojeg dolazimo Hi kvadrat testom se ne možemo pouzdati. (Tabela 8)

Tabela 8. Vrijednosti IMU u odnosu na formirane uže grupe razlike dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije (g1-g5) opserviranih stopala bez deformiteta (HVU<15°).

Kategorije razlike dužina prve i druge MT kosti (mm)		Intermetatarzalni gao (IMU)		N=111 p
		IMU < 9° Stanje normalno N=99:89.2%	9°<=IMU<13° Blagi deformitet N=12:10.8%	
Razlika prve i druge MT kosti	g1: R<= -6.00 (Prva znatno kraća od druge) N=4; 3.6%	Broj % u odnosu na Razliku % u odnosu na IMU % od Ukupno	4 100.0% 4.0% 3.6%	0 0.0% 0.0% 0.0%
	g2: -6<R<0 (Prva neznatno kraća od druge) N=59; 53.2%	Broj % u odnosu na Razliku % u odnosu na IMU % od Ukupno	49 83.1% 49.5% 44.1%	10 16.9% 83.3% 9.0%
	g3: R=0 (Prva jednaka drugoj) N=4; 3.6%	Broj % u odnosu na Razliku % u odnosu na IMU % od Ukupno	4 100.0% 4.0% 3.6%	0 0.0% 0.0% 0.0%
	g4: 0<R<6 (Prva neznatno duža od druge) N=43; 38.7%	Broj % u odnosu na Razliku % u odnosu na IMU % od Ukupno	42 97.7% 42.4% 37.8%	1 2.3% 8.3% 0.9%
	g5: R>=6 (Prva znatno duža od druge) N=1; 0.9%	Broj % u odnosu na Razliku % u odnosu na IMU % od Ukupno	0 0.0% 0.0% 0.0%	1 100.0% 8.3% 0.9%

$\chi^2(4,111)=14.736$ Sig.=0.053
Cramer's V=0.364

¹ Napomena 7 cells (70.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 0.11. Ovaj rezultat nije pouzdan jer veliki broj ćelija (70%) ima manje od 5 operacija.



Slika 40. Vrijednosti IMU kod stopala bez deformita (HVU<15°) u odnosu na razliku dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije. Procentualne vrijednosti se odnose na ukupan broj opserviranih stopala bez deformiteta.

4.1.4. KORELACIONA ANALIZA ODNOSA RAZLIKE DUŽINA PRVE I DRUGE METATARZALNE KOSTI I VRIJEDNOSTI HALLUX VALGUS UGLA I INTERMETATARZALNOG UGLA

Prethodno je Kolmogorov-Smirnovim i Shapiro-Wilkovim testom ispitana normalnost raspodjele izračunatih vrijednosti razlike dužina prve i druge MT kosti. Vrijednosti navedenih testova (K-Stest: K-S(167)=0.053; p=Sig.=0.200>0.05) i (S-W(167)=0.988; p=Sig.=0.184>0.05) za grupu opserviranih stopala sa deformitetom (HVU≥15°) kao i vrijednosti (K-S test: K-S(167)=0.053; p=Sig.=0.200>0.05) i (S-W(167)=0.988; p=Sig.=0.184>0.05) za grupu stopala bez deformiteta (HVU<15°) pokazuju da nema statistički značajnog odstupanja od normalne distribucije dobijenih razlika dužina prve i druge MT kosti izmjerenih distalno od Maestrove linije. (Tabela 9, Slika 36)

Tabela 9. Rezultati provjere normalnosti dobijenih vrijednosti razlike prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije u grupi liječenih stopala sa i bez deformiteta.

Grupe	Razlika (R)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistica	df	Sig.	Statistica	df	Sig.
Prisutan deformitet (HVU≥15°)	Razlika (R)	0.053	167	0.200*	0.988	167	0.184
Bez deformiteta (HVU<15°)	Razlika (R)	0.054	111	0.200*	0.986	111	0.278

*This is a lower bound of the true significance. a.Lilliefors Significance Correction

Veza između razlike dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije (R) i veličine HVU i IMU je istražena pomoću koeficijenta Pirsonove linearne korelacije. Preliminarna analiza ispunjenosti pretpostavki o normalnosti, linearnosti i homogenosti varijanse, pokazala je da pretpostavke za primjenu korelacije nisu značajnije narušene.

U grupi stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) dobijena je pozitivna korelacija između razlike dužina R i HVU koja ukazuje da, što je duža prva MT kost odnosno što je veća razlika dužina R to je veći HVU, ali je vrijednost koeficijenta ove korelacije mala ($r=0,085$, $N=167$) i nije pokazala statističku značajnost ($Sig.=0.274$). (Tabela 10, Slika 41)

Istim testom je dobijena negativna korelacija srednje jačine između razlike dužina prve i druge MT kosti (R) i veličine IMU koja pokazuje da, što je kraća prva MT kost, odnosno što je manja razlika R to je veća vrijednost IMU. Dobijeni koeficijent, $r=-0,274$, $N=167$, je sa visokim nivoom povjerenja u dobijeni rezultat, $Sig.=0.000$ i pragom značajnosti $p=0,01$ obostrano. (Tabela 10, Slika 42)

Dobijena je visoka pozitivna korelacija, $r=0,512$, sa visokim nivoom povjerenja ($Sig.=0,000$) između veličina HVU i IMU koja potvrđuje da većim vrijednostima HVU odgovaraju veće vrijednosti IMU. (Tabela 10)

U grupi posmatranih stopala bez deformiteta ($HVU < 15^\circ$), dobijena je pozitivna korelacija srednje jačine, $r=0,286$, $N=111$, između razlike dužina R i veličine HVU koja ima visok nivo povjerenja od, $Sig.=0,002$ i pragom značajnosti $p=0,01$ obostrano. Dakle većoj vrijednosti razlike R odgovara veća vrijednost HVU. (Slika 43A) Ustanovljena je mala negativna korelacija, $r=-0.168$, $N=111$, između razlike dužina R i IMU koja nema značajan nivo povjerenja, $Sig.=0.078 > 0.05$, ali je potvrdila da i u ovom slučaju takođe manjoj vrijednosti razlika R odgovaraju veće vrijednosti IMU. (Tabela 10, Slika 43B)

Tabela 10. Vrijednost Pirsonovih koeficijenata linearne korelacije između HVU, IMU i razlike dužina prve i druge MT kosti (R) u grupi sa i bez deformiteta.

Grupe			IMU	HVU	R
Prisutan deformitet ($HVU \geq 15$)	IMU	Pearson Correlation $p=Sig. (2-tailed)$ N	1 167		
	HVU	Pearson Correlation $p=Sig. (2-tailed)$ N	0.512** 0.000 167	1	
	R=(I)-d(II)	Pearson Correlation $p=Sig. (2-tailed)$ N	-0.274** 0.000 167	0.085 0.274 167	1
					167
Bez deformiteta($HVU < 15$ stepeni)	IMU	Pearson Correlation $p=Sig. (2-tailed)$ N	1 111		
	HVU	Pearson Correlation $p=Sig. (2-tailed)$ N	0.170 0.075 111	1	
	R=(I)-d(II)	Pearson Correlation $p=Sig. (2-tailed)$ N	-0.168 0.078 111	111 0.286** 0.002	111 1
					111

****.** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

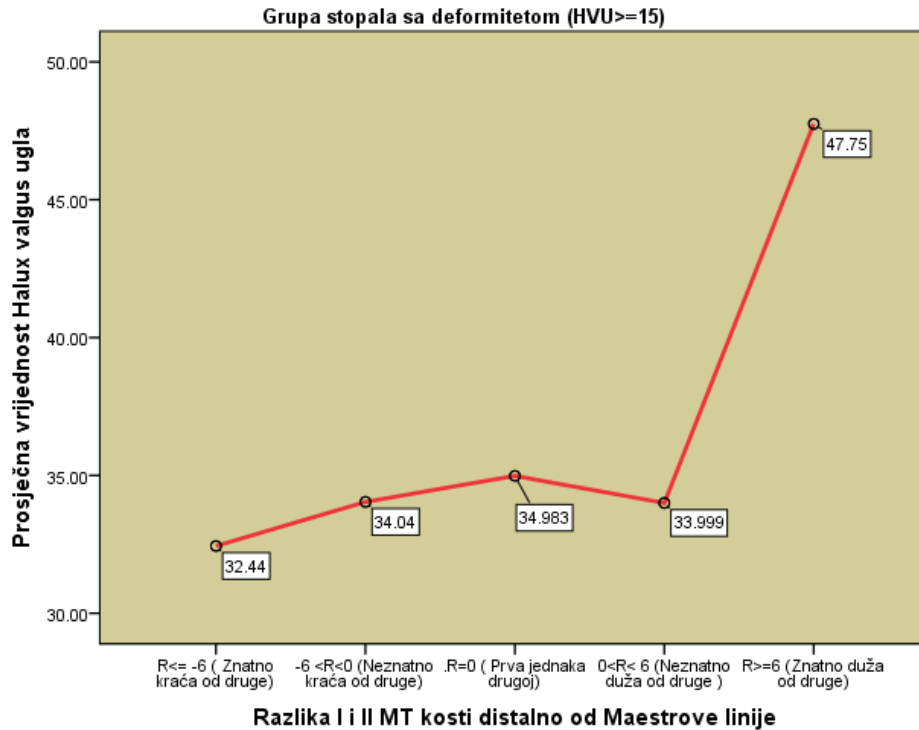
4.1.5. ANALIZA UTICAJA RAZLIKE DUŽINA PRVE I DRUGE METATARZALNE KOSTI NA VRIJEDNOSTI HALUX VALGUS UGLA I INTERMETATARZALNOG UGLA

U cilju detaljne analize, grupa od 167 opserviranih stopala sa hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$), je podijeljena u uže grupe prema utvrđenoj razlici dužina prve i druge MT kosti primjenom granične vrijednosti od 6 mm, tako da su formirane sljedeće grupe: g1: kada je prva MT kost znatno kraća od druge ($R \leq -6\text{mm}$) koju čini pet stopala ($N=5$); g2: kada je prva MT kost neznatno kraća od druge kosti ($-6\text{mm} < R < 0$) u kojoj je 85 stopala ($N=85$); g3: kada je prva MT kost jednaka drugoj ($R=0$) u kojoj je šest stopala ($N=6$); g4: kada je prva MT kost neznatno duža od druge ($0 < R < 6\text{mm}$) u kojoj je 69 stopala ($N=69$) i g5: kada je prva MT kost znatno duža od druge ($R \geq 6\text{mm}$) u kojoj su dva stopala ($N=2$), tako da je analiza izvršena sa formiranih pet grupa analiziranih stopala. (Tabela 11)

Jednofaktorskom analizom varijanse različitih grupa, istražen je uticaj razlike dužina prve i druge MT kosti (R) na veličinu HVU i IMU kod opserviranih stopala sa deformitetom. Utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika u prosječnim vrijednostima HVU za posmatranih pet grupa kod opserviranih stopala sa deformitetom u nivou značajnosti od $p=0,05$: $F(4,162)=0.914$, $\text{Sig.}=0.457$. (Tabela 11, Slika 41)

Tabela 11. Deskriptivni pokazatelji veličine HVU i IMU u odnosu na razliku dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije u grupi opserviranih stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$).

Grupe razlika dužina prve i druge MT kosti sa granicom od 6 mm	N	Mean (Me)	Std. Dev. (SD)	Std. Error (SE)	95% Confidence Interval for Mean		Min.	Max.	
					Lower Bound	Upper Bound			
HVU	g1: $R \leq -6$ (Prva znatno kraća od druge)	5	32.4400	6.91144	3.09089	23.8583	41.0217	26.00	41.60
	g2: $-6 < R < 0$ (Prva neznatno kraća od druge)	85	34.0400	11.44089	1.24094	31.5723	36.5077	16.50	71.30
	g3: $R=0$ (Prva jednaka drugoj)	6	34.9833	9.64705	3.93839	24.8594	45.1073	24.60	52.70
	g4: $0 < R < 6$ (Prva neznatno duža od druge)	69	33.9986	9.10419	1.09602	31.8115	36.1856	21.00	57.20
	g5: $R \geq 6$ (Prva znatno duža od druge)	2	47.7500	6.71751	4.75000	-12.6045	108.1045	43.00	52.50
	Ukupno ANOVA	167	167	34.1731	10.33304	.079959	32.5944	35.7517	16.50
				F(4,162)=0.914, Sig.=0.457					
IMU	g1: $R \leq -6.00$ (Prva znatno kraća od druge)	5	17.5000	5.16285	2.30890	11.0895	23.9105	13.00	23.90
	g2: $-6 < R < 0$ (Prva neznatno kraća od druge)	85	13.9388	3.55381	.38546	13.1723	14.7054	5.40	22.80
	g3: $R=0$ (Prva jednaka drugoj)	6	13.9000	4.75899	1.94285	8.9057	18.8943	8.50	20.40
	g4: $0 < R < 6$ (Prva neznatno duža od druge)	69	12.4362	2.90481	.34970	11.7384	13.1340	6.40	22.80
	g5: $R \geq 6$ (Prva znatno duža od druge)	2	14.0000	2.12132	1.50000	-5.0593	33.0593	12.50	15.50
	Ukupno ANOVA	167	13.424	3.50040	.27087	12.8892	13.9587	5.40	23.90
				F(4,162)=3.811, Sig.=0.005					



Slika 41. Prosječne vrijednosti HVU u odnosu na razliku dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije kod stopala sa hallux valgus deformitetom (HVU \geq 15°).

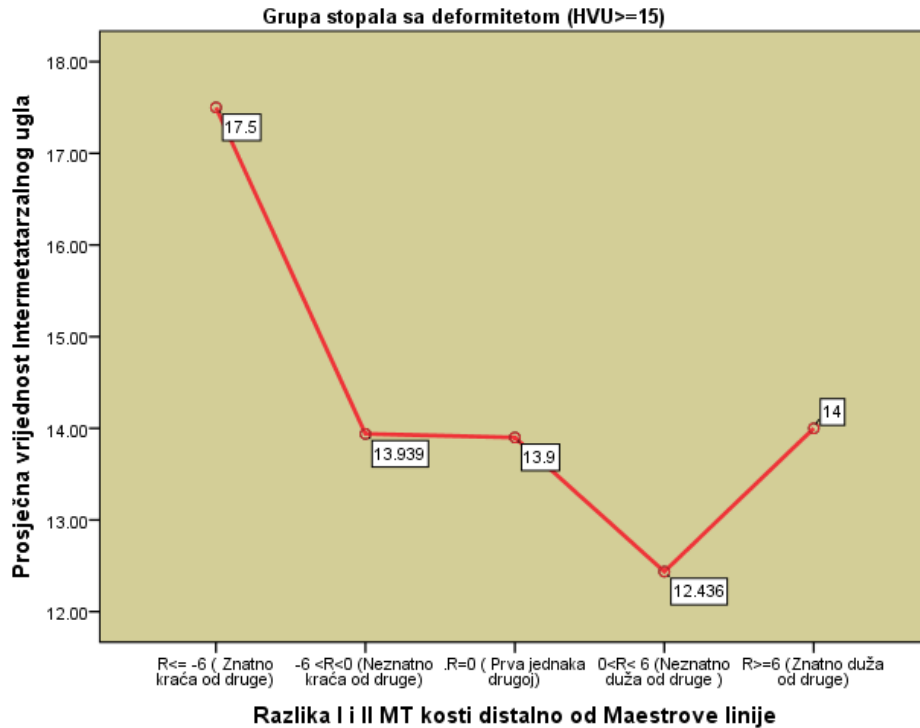
Jednofaktorskom analizom varijanse različitih grupa utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika u prosječnim vrijednostima IMU kod tri grupe; g1 (kada je prva MT kost znatno kraća), g2 (kada je prva MT kost neznatno kraća) i g4 (kada je prva MT kost neznatno duža od druge) opserviranih stopala sa deformitetom: $F(4,162)=3.811$, $\text{Sig.}=0.005$, na nivou značajnosti $p=0.01$. Utvrđena razlika, mjerena eta kvadrat pokazateljem, je srednje veličine, eta kvadrat = $174.936/2033.964 = 0.08$. (Tabela 11, Slika 42)

Takey-vim HSD testom stvarne razlike utvrđeno je da se srednja vrijednost IMU grupe g4 (stopala kod kojih je prva MT kost neznatno duža od druge ($0 < R < 6\text{mm}$) koja iznosi $12,4362^\circ$ stepeni ($N=69$; $\text{Me} = 12.4362^\circ$, sa $\text{SD}=2.90481^\circ$ i $\text{SE}=0.34970^\circ$ i $95\%\text{CI}$: od 11.7384° do 13.1340° te rasponom vrijednosti od $\text{Min}=6.40^\circ$ do $\text{Max.}=22.80^\circ$), statistički značajno razlikuje od srednje vrijednosti IMU grupe g1 (stopala kod kojih je prva MT kost znatno kraća od druge ($R \leq -6\text{ mm}$), koja iznosi $17,5000^\circ$ ($N=5$; $\text{Me}=17.5000^\circ$, $\text{SD}=5.16285^\circ$, $\text{SE}=2.30890^\circ$ i $95\%\text{CI}$: od 11.0895° do 23.9105° , te rasponom vrijednosti od minimalnih 13° do maksimalnih 23.90°), sa prosječnom razlikom od $\text{Mr}=5.06377^\circ$, sa $\text{SE}=1.56407^\circ$ i $\text{Sig.}=0.008^\circ$ na nivou značajnosti od $p=0.01$, kao i od srednje vrijednosti IMU grupe g2 (stopala kod kojih je prva kost neznatno kraća od druge MT kosti ($-6\text{mm} < R < 0$), koja iznosi $13,9388^\circ$ ($N=85$; $\text{Me}=13.9388^\circ$, sa $\text{SD}=3.5538^\circ$, greškom $\text{SE}=.38546^\circ$ i $95\%\text{CI}$: od 13.1723° do 13.7054° i rasponom vrijednosti od $\text{Min.}=5.40^\circ$ do $\text{Max.}=22.80^\circ$), sa prosječnom razlikom od $\text{Mr}=-1.50260^\circ$ i greškom $\text{SE}=0.54441^\circ$, $\text{Sig.}=0.032$ na nivou značajnosti $p=0.05$. (Tabela 12, Slika 42)

Tabela 12. Rezultati primjene Tukeyevog HSD testa kod stopala sa hallux valgus deformitetom (HVU \geq 15°).

Ugao	(I) Razlika I i II MT kosti	(J) Razlika I i II MT kosti	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
						Lower Bound	Upper Bound	
Stopala sa deformitetom (HVU \geq 15°)	(HVU) Hallux valgus ugao	R \leq -6	-6 <R<0 (Neznatno kraća od druge)	-1.60000	4.75997	.997	-14.7316	11.5316
		(Znatno kraća od druge)	.R=0 (Prva jednaka drugoj)	-2.54333	6.26345	.994	-19.8226	14.7359
		0<R< 6 (Neznatno duža od druge)	R \geq 6 (Znatno duža od druge)	-15.31000	8.65420	.395	-39.1847	8.5647
		-6 <R<0 (Neznatno kraća od druge)	R \leq -6 (Znatno kraća od druge)	1.60000	4.75997	.997	-11.5316	14.7316
		(Znatno kraća od druge)	R=0 (Prva jednaka drugoj)	-.94333	4.36932	1.000	-12.9972	11.1105
		0<R< 6 (Neznatno duža od druge)	R \geq 6 (Znatno duža od druge)	-.04145	1.67612	1.000	-4.5825	4.6654
		-6 <R<0 (Neznatno kraća od druge)	R \leq -6 (Znatno kraća od druge)	-13.71000	7.39968	.347	-34.1238	6.7038
		(Znatno kraća od druge)	R=0 (Prva jednaka drugoj)	2.54333	6.26345	.994	-14.7359	19.8226
		0<R< 6 (Neznatno duža od druge)	R \geq 6 (Znatno duža od druge)	.94333	4.36932	1.000	-11.1105	12.9972
		-6 <R<0 (Neznatno kraća od druge)	R \leq -6 (Znatno kraća od druge)	.98478	4.40259	.999	-11.1608	13.1304
		(Znatno kraća od druge)	R=0 (Prva jednaka drugoj)	-12.76667	8.44563	.556	-36.0660	10.5327
		0<R< 6 (Neznatno duža od druge)	R \geq 6 (Znatno duža od druge)	1.55855	4.79054	.998	-11.6573	14.7744
		-6 <R<0 (Neznatno kraća od druge)	R \leq -6 (Znatno kraća od druge)	-.04145	1.67612	1.000	-4.6654	4.5825
		(Znatno kraća od druge)	R=0 (Prva jednaka drugoj)	-.98478	4.40259	.999	-13.1304	11.1608
		0<R< 6 (Neznatno duža od druge)	R \geq 6 (Znatno duža od druge)	-13.75145	7.41938	.347	-34.2196	6.7167
(IMU) Intermetatarzalni gao	(HVU) Hallux valgus ugao	R \leq -6	-6 <R<0 (Neznatno kraća od druge)	15.31000	8.65420	.395	-8.5647	39.1847
		(Znatno kraća od druge)	R=0 (Prva jednaka drugoj)	13.71000	7.39968	.347	-6.7038	34.1238
		0<R< 6 (Neznatno duža od druge)	R \geq 6 (Znatno duža od druge)	12.76667	8.44563	.556	-10.5327	36.0660
		-6 <R<0 (Neznatno kraća od druge)	R \leq -6 (Znatno kraća od druge)	13.75145	7.41938	.347	-6.7167	34.2196
		(Znatno kraća od druge)	R=0 (Prva jednaka drugoj)	3.56118	1.55888	.155	-.7394	7.8617
		0<R< 6 (Neznatno duža od druge)	R \geq 6 (Znatno duža od druge)	3.60000	2.05126	.404	-2.0589	9.2589
		-6 <R<0 (Neznatno kraća od druge)	R \leq -6 (Znatno kraća od druge)	5.06377 [†]	1.56888	.013	.7356	9.3919
		(Znatno kraća od druge)	R=0 (Prva jednaka drugoj)	3.50000	2.83422	.731	-4.3189	11.3189
		0<R< 6 (Neznatno duža od druge)	R \geq 6 (Znatno duža od druge)	-3.56118	1.55888	.155	-7.8617	.7394
		-6 <R<0 (Neznatno kraća od druge)	R \leq -6 (Znatno kraća od druge)	.03882	1.43094	1.000	-3.9088	3.9864
		(Znatno kraća od druge)	R=0 (Prva jednaka drugoj)	1.50259	.54892	.053	-.0117	3.0169
		0<R< 6 (Neznatno duža od druge)	R \geq 6 (Znatno duža od druge)	-.06118	2.42337	1.000	-6.7466	6.6243
		-6 <R<0 (Neznatno kraća od druge)	R \leq -6 (Znatno kraća od druge)	-3.60000	2.05126	.404	-9.2589	2.0589
		(Znatno kraća od druge)	R=0 (Prva jednaka drugoj)	-.03882	1.43094	1.000	-3.9864	3.9088
		0<R< 6 (Neznatno duža od druge)	R \geq 6 (Znatno duža od druge)	1.46377	1.44183	.848	-2.5139	5.4414
Stopala sa deformitetom (HVU \geq 15°)	(IMU) Intermetatarzalni gao	R \leq -6	-6 <R<0 (Neznatno kraća od druge)	-1.00000	2.76592	1.000	-7.7305	7.5305
		(Znatno kraća od druge)	R=0 (Prva jednaka drugoj)	-5.06377 [†]	1.56888	.013	-9.3919	-7.356
		0<R< 6 (Neznatno duža od druge)	R \geq 6 (Znatno duža od druge)	-1.50259	.54892	.053	-3.0169	.0117
		-6 <R<0 (Neznatno kraća od druge)	R \leq -6 (Znatno kraća od druge)	-1.46377	1.44183	.848	-5.4414	2.5139
		(Znatno kraća od druge)	R=0 (Prva jednaka drugoj)	-1.56377	2.42982	.968	-8.2670	5.1395
		0<R< 6 (Neznatno duža od druge)	R \geq 6 (Znatno duža od druge)	-3.50000	2.83422	.731	-11.3189	4.3189
		-6 <R<0 (Neznatno kraća od druge)	R \leq -6 (Znatno kraća od druge)	.06118	2.42337	1.000	-6.6243	6.7466
		(Znatno kraća od druge)	R=0 (Prva jednaka drugoj)	1.00000	2.76592	1.000	-7.5305	7.7305
		0<R< 6 (Neznatno duža od druge)	R \geq 6 (Znatno duža od druge)	1.56377	2.42982	.968	-5.1395	8.2670

U grupi od 111 opserviranih stopala bez deformiteta (N=111) kod kojih je HVU<15° su formirane uže grupe u odnosu na utvrđenu razliku dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije primjenom granične vrijednosti od šest milimetara. Formirano je pet grupa: g1: kada je prva MT kost znatno kraća od druge (R \leq 6 mm) koju čine četiri stopala (N=4) ; g2:kada je prva MT kost neznatno kraća od druge kosti (-6mm<R<0) u kojoj je 59 stopala (N=60) ; g3: kada je prva MT kost jednaka drugoj (R=0) u kojoj su četiri stopala (N=4); g4:kada je prva MT kost neznatno duža od druge (0<R<6mm) u kojoj su 43 stopala (N=43) i g5: kada je prvaMT kost znatno duža od druge (R \geq 6mm) u kojoj je jedno stopalo (N=1). (Tabela 13)



Slika 42. Prosječne vrijednosti IMU odnose na razliku dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije kod stopala sa hallux valgus deformitetom (HVU \geq 15°).

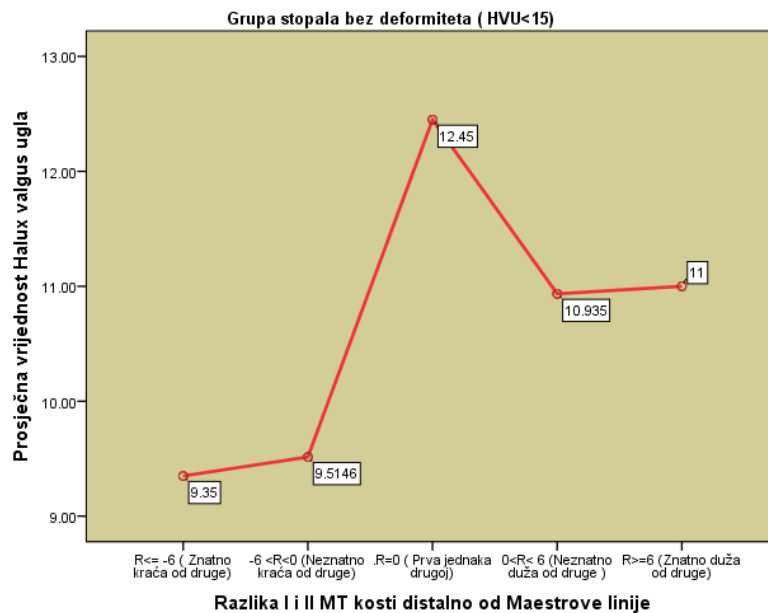
Jednofaktorskom analizom varijanse različitih grupa istražen je uticaj razlike dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije na veličinu HVU i IMU u grupi stopala bez hallux valgus deformiteta (HVU $<$ 15°). Uvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika u prosječnim vrijednostima HVU između posmatranih grupa na nivou signifikantnosti $p=0.05$: $F(4,106)=1.429$, $\text{Sig.}=0.230$. (Tabela 13, Slika 43A)

Nasuprot tome, uticaj razlike dužina između prve i druge MT kosti (R) na veličinu IMU pokazao se statistički značajnim na nivou značajnosti $p=0.05$: $F(4,106)=2.693$, $\text{Sig.}=0.035$. Jačina te veze iskazana eta pokazateljem je srednje jačine uticaja, $\text{Eta kvadrat}=0.08$. (Tabela 13, Slika 43B)

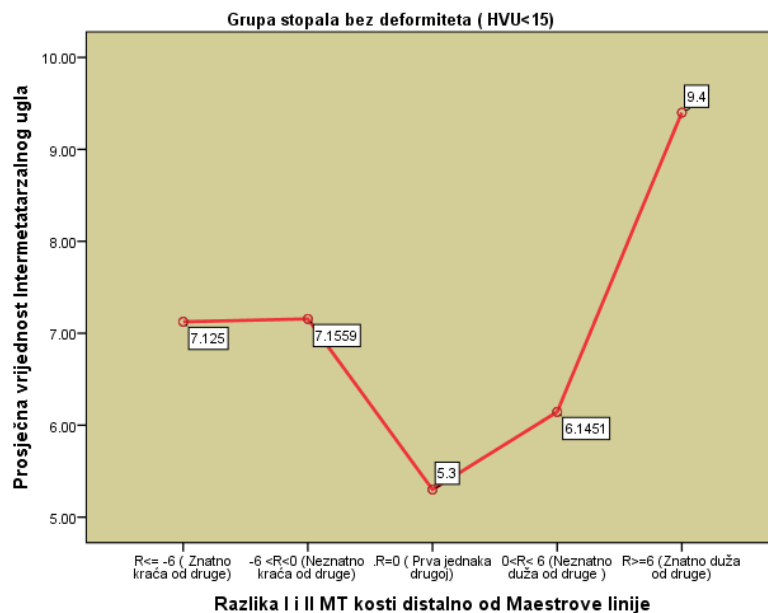
T-testom nezavisnih uzoraka upoređene su vrijednosti uglova HVU i IMU kod formiranih grupa razlike dužina prve i druge MT kosti kod stopala bez deformiteta. Rezultati poređenja su pokazali da se srednja vrijednost IMU grupe g2 ($-6\text{mm}<R<0$) dakle prva MT kost je neznatno kraća od druge, ($N=59$, $\text{Me}=7.1559^\circ$, sa $\text{SD}=2.10928^\circ$ i $\text{SE}=0.27460^\circ$) statistički značajno razlikuje od prosječne vrijednosti IMU u grupi g4 ($0<R<6\text{mm}$) kod kojih je prva MT kost neznatno duža od druge ($N=43$, $\text{Me}=6.1451^\circ$, sa $\text{SD}=1.69099^\circ$ i greškom ocjene $\text{SE}=0.25787^\circ$), sa prosječnom razlikom od -1.01082° ($\text{Mr}=-1.01082^\circ$) i $\text{Sig.}=0.011$, na nivou značajnosti $p=0.05$ (Tabela 14) Istim testom je pokazano da nema statistički značajne razlike u prosječnim vrijednostima HVU kod formiranih grupa razlike dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije kod zdravih stopala na nivou značajnosti $p=0.05$. (Tabela 14)

Tabela 13. Deskriptivni pokazatelji veličine HVU i IMU u odnosu na razliku dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije u grupi opserviranih stopala bez deformiteta (HVU<15°).

Grupe	N	Mean (Me)	Std. Dev. (SD)	Std. Error (SE)	95% Confidence Interval for Mean		Min.	Max	
					Lower Bound	Upper Bound			
HVU	g1: R<= -6. (Prva znatno kraća od druge)	4	9.3500	2.07926	1.03963	6.0414	12.6586	7.50	11.20
	g2: -6<R<0 (Prva neznatno kraća od druge)	59	9.5146	3.76735	.49047	8.5328	10.4964	.00	13.90
	g3: R=0(Prva jednaka drugoj)	4	12.4500	2.51595	1.25797	8.4466	16.4534	8.70	14.10
	g4: 0<R<6 (Prva neznatno duža od druge)	43	10.9349	3.55192	.54166	9.8418	12.0280	.00	14.80
	g5:R>=6 Prva znatno duza od druge	1	11.0000	.	.	.	.	11.00	11.00
	Ukupno	111	10.1780	3.64280	.34576	9.4928	10.8632	.00	14.80
ANOVA					F(4,106)= 1.429, Sig.=0.230				
IMU	g1: R<= -6.00 (Prva znatno kraća od druge)	4	7.1250	2.42264	1.21132	3.2700	10.9800	3.50	8.50
	g2: -6<R<0 (Prva neznatno kraća od druge)	59	7.1559	2.10928	.27460	6.6063	7.7056	2.50	11.60
	g3: R=0(Prva jednaka drugoj)	4	5.3000	1.90962	.95481	2.2614	8.3386	3.50	8.00
	g4: 0<R<6 (Prva neznatno duža od druge)	43	6.1451	1.69099	.25787	5.6247	6.6655	1.20	9.10
	g5:R>=6 Prva znatno duza od druge	1	9.4000	.	.	.	.	9.40	9.40
	Ukupno	111	6.7166	2.01813	.19155	6.3370	7.0962	1.20	11.60
ANOVA					F(4,106)=2.693, Sig.=0.035, Eta kvadrat=0.08				



A



B

Slika 43. Prosječne vrijednosti uglova kod stopala bez deformiteta:

A: HVU u odnosu razliku dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije

B: IMU u odnosu na razliku dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije.

Tabela 14. Rezultati poređenja T-testom, nezavisnih uzoraka prosječnih vrijednosti uglova HVU i IMU među grupama razlika dužine prve i druge MT kosti kod stopala bez deformiteta(HVU<15°).

Ugao	Grupe razlika I i II MT kosti	(N ₁ ,N ₂)	t	df	P=Sig.	Mean Difference (Mr)	Std. Error Difference (SE _R)	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
HVU	g ₁	g ₂	(4,59)	-0.086	61	0.932	-0.16458	1.91291	-3.98967	3.66052
		g ₃	(4,4)	-1.900	6	0.106	-3.10000	1.63197	-7.09329	0.89329
		g ₄	(4,43)	-0.873	45	0.387	-1.58488	1.81559	-5.24167	2.07190
		g ₅	(4,1)	-0.710	3	0.529	-1.65000	2.32469	-9.04819	5.74819
		g ₃	(59,4)	-1.529	61	0.131	-2.93542	1.91978	-6.77427	0.90342
	g ₂	g ₄	(59,43)	-1.926	100	0.057	-1.42031	0.73756	-2.88361	0.04300
		g ₅	(59,1)	-0.391	58	0.697	-1.48542	3.79915	-9.09024	6.11939
		g ₄	(4,43)	0.830	45	0.411	1.51512	1.82563	-2.16189	5.19212
	g ₃	g ₅	(4,1)	0.515	3	0.642	1.45000	2.81292	-7.50196	10.40196
		g ₅	(43,1)	-0.018	42	0.986	-0.06512	3.59298	-7.31605	7.18582
		g ₂	(4,59)	-0.028	61	0.978	-0.03093	1.09832	-2.22717	2.16530
		g ₃	(4,4)	1.183	6	0.281	1.82500	1.54239	-1.94909	5.59909
IMU	g ₁	g ₄	(4,43)	1.072	45	0.290	0.97988	0.91443	-0.86188	2.82164
		g ₅	(4,1)	-0.840	3	0.463	-2.27500	2.70859	-10.89494	6.34494
		g ₃	(59,4)	1.711	61	0.092	1.85593	1.08496	-0.31358	4.02544
	g ₂	g ₄	(59,43)	2.592	100	0.011	1.01082	0.38991	0.23724	1.78439
		g ₅	(59,1)	-1.055	58	0.296	-2.24407	2.12708	-6.50188	2.01374
	g ₃	g ₄	(4,43)	-0.947	45	0.348	-0.84512	0.89202	-2.64173	.95150
		g ₅	(4,1)	-1.920	3	0.151	-4.10000	2.13503	-10.89460	2.69460
	g ₄	g ₅	(43,1)	-1.903	42	0.064	-3.25488	1.71053	-6.70688	-

4.2. DISTALNA MORFOLOGIJA PRVE METATARZALNE KOSTI

4.2.1. FORMA GLAVE PRVE METATARZALNE KOSTI

U grupi od 167 opserviranih stopala sa hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) najveći broj, njih 138 ili 82.6% ima zaobljenu formu glave prve MT kosti, dok je kvadratna forma utvrđena kod 18 (10.8%) i ševroidna forma kod 11 slučajeva dakle samo 6.6%. U grupi stopala bez deformiteta ($HVU < 15^\circ$) je podjednaka zastupljenost zaobljene (48 stopala ili 43.2%) i kvadratne forme (47 stopala ili 42.3%) dok je kod 16 stopala ili 14.4% utvrđena ševroidna forma glave prve MT kosti. (Tabela 15)

Tabela 15. Učestalost forme glave prve MT kosti kod grupe stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) i bez deformiteta ($HVU < 15^\circ$).

Grupe ispitanika	Forma glave prve MT kosti	Broj	Postotak
Prisutan deformitet ($HVU \geq 15^\circ$)	Zaobljena	138	82.6
	Kvadratna	18	10.8
	Ševroidna	11	6.6
	Ukupno	167	100.0
Bez deformiteta ($HVU < 15^\circ$)	Zaobljena	48	43.2
	Kvadratna	47	42.3
	Ševroidna	16	14.4
	Ukupno	111	100.0

A analizom zastupljenosti pojedinih formi glave prve MT kosti u formiranim grupama prema težini deformiteta definisanog vrijednostima izmjerenog HVU možemo uočiti da su:

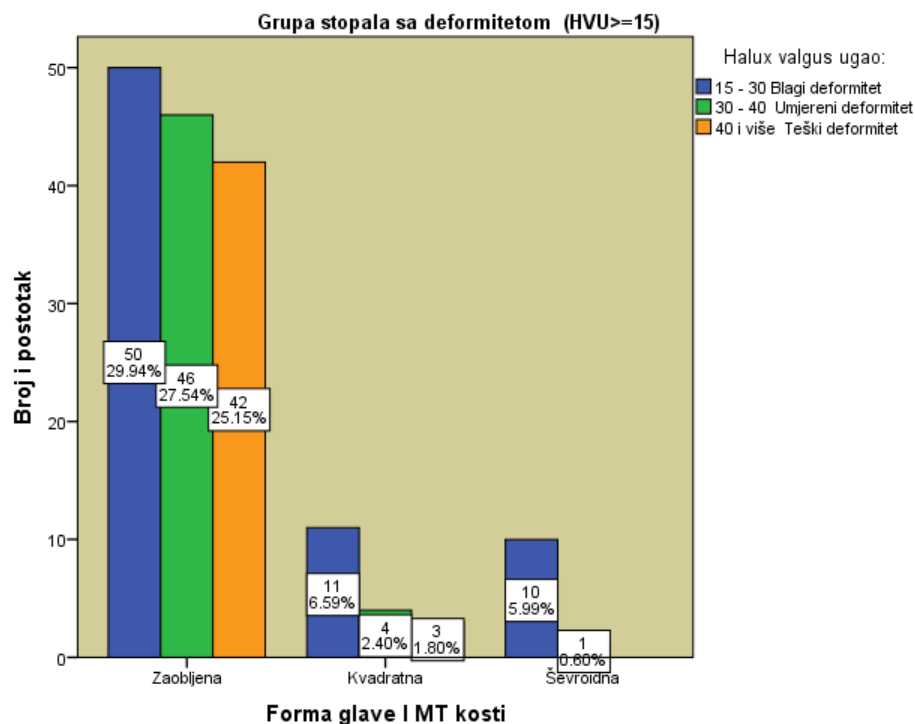
- ✓ stopala sa zaobljenom formom glave prve MT kosti približno podjednako zastupljena u sve tri grupe težine deformiteta prema vrijednostima HVU: 50 stopala ili 36.2% je sa blagim stepenom deformiteta, 46 stopala (33.3%) pripada grupi umjerenog i 42 stopala (30.4%) grupi teškog stepena hallux valgus deformiteta,
- ✓ stopala sa kvadratnom formom glave prve MT kosti su uglavnom sa blagim stepenom deformiteta, njih 11 ili 61.1%, četiri u grupi umjerenog i tri stopala (16.7%) u grupi sa teškim stepenom deformiteta,
- ✓ stopala sa ševroidnom formom su uglavnom u grupi sa blagim stepenom deformiteta, njih 10 ili 90.9% dok je jedno stopalo (9.1%) u grupi sa umjerenim hallux valgus deformitetom. (Tabela 16, Slika 44)

Tabela 16. Odnos forme glave prve MT kosti i veličine HVU kod grupe sa i bez deformiteta.

Forma glave prve MT kosti	Broj i Postotak	Stopala sa deformitetom (HVU>15°) N=167; 100%			Stopala bez Deformiteta (HVU<15°) N=111; 100%
		15°<=HVU<30° Blagi deformitet N=71; 42.5%	30°<=HVU<40° Umjereni deformitet N=51; 30.5%	HVU>=40° Teški deformitet N=45; 26.9%	
Zaobljena N=138; 82.6%;	Broj	50	46	42	48
	% within FGIMT	36.2%	33.3%	30.4%	100.0%
	% within HVU	70.4%	90.2%	93.3%	43.2%
	% od Ukupno	29.9%	27.5%	25.1%	43.2%
Kvadratna N=18; 10.8%	Broj	11	4	3	47
	% within FGIMT	61.1%	22.2%	16.7%	100.0%
	% within HVU	15.5%	7.8%	6.7%	42.3%
	% od Ukupno	6.6%	2.4%	1.8%	42.3%
Ševroidna N=11; 6.6%	Broj	10	1	0	16
	% within FGIMT	90.9%	9.1%	0.0%	100.0%
	% within HVU	14.1%	2.0%	0.0%	14.4%
	% od Ukupno	6.0%	0.6%	0.0%	14.4%
Hi kvadrat test		$\chi^2(4,167) = 15.5164, Sig. = 0.004, Cramer's V=0.216$			-

Legenda: FGIMT- Forme glave prve MT kosti, HVU-hallux valgus ugao

Hi kvadrat test je pokazao da postoji statistički značajna veza između forme glave prve MT kosti i vrijednosti HVU: $\chi^2(4,167)=15.5164$, Sig.=0.004 na nivou značajnosti p=0.01, i da je jačina te veze mjerena Kramerovim V pokazateljem srednje jačine, Cramer's V=0.216. (Tabela 16)



Slika 44. Distribucija vrijednosti HVU u odnosu na formu glave prve MT kosti kod grupe stopala sa deformitetom (HVU>=15°).

A analizom zastupljenosti pojedinih formi glave prve MT kosti stopala sa hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) u formiranim grupama prema težini deformiteta definisanog vrijednostima izmjenjenog IMU je evidentno da je:

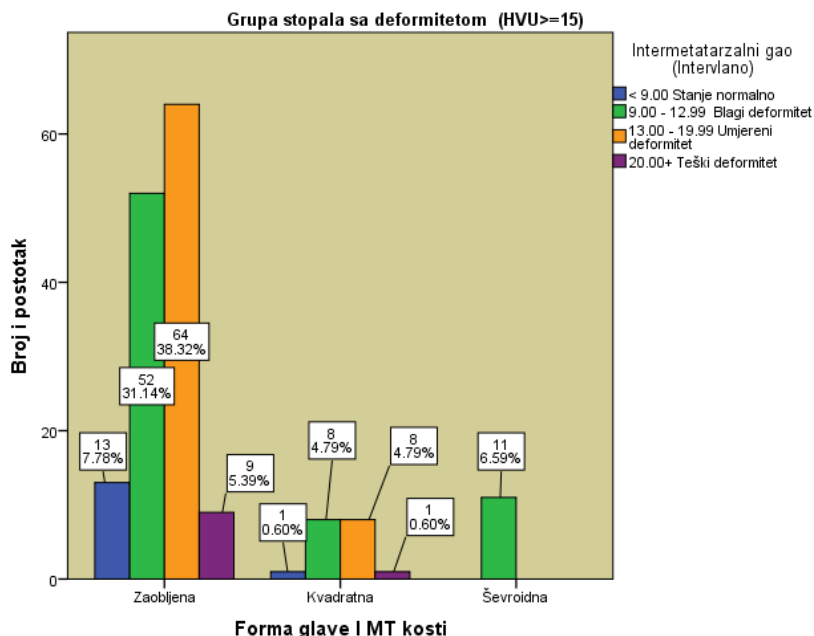
- ✓ kod stopala sa zaobljenom formom glave prve MT kosti najzastupljeniji umjereni deformitet ($13^\circ \leq IMU < 20^\circ$) i to kod 64 stopala ili 46.4% od njih 138 koji čine ovu grupu, zatim blagi deformitet ($13^\circ \leq IMU < 20^\circ$) kod 52 (37.7%) stopala dok je teški deformitet ($IMU \geq 20^\circ$) kod ove forme glave izražen kod devet slučajeva ili 6.5%. Kod 13 stopala ili 9.4% ukupnog broja sa ovom formom glave prve MT kosti je vrijednost IMU manja od 9 stepeni, dakle normalan nalaz.
- ✓ kod kvadratne forme glave prve MT kosti je podjednako zastupljen blagi i umjereni stepen deformiteta sa po osam slučajeva ili 44.4% od ukupnog broja stopala sa ovom formom i po jedan slučaj (5.6%) teškog deformiteta i normalnog nalaza.
- ✓ Kod stopala sa ševroidnom formom glave prve MT kosti, svih 11 slučajeva (100%) imaju izražen blagi stepen deformiteta u odnosu na vrijednosti IMU. (Tabela 17, Slika 45).

Tabela 17. Odnos forme glave prve MT kosti i veličine IMU kod grupe stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$).

Forma glave prve MT kosti	Broj i postotak	(IMU) Intermetatarzalni ugao				N=167 p
		IMU < 9° Stanje normalno N=14; 8.4%	9° <= IMU < 13° Blagi deformitet N=71; 42.5%	13° <= IMU < 20° Umjereni deformitet N=72; 43.1%	IMU >= 20° Teški deformitet N=10; 6.0%	
Zaobljena N=138; 82.6%	Broj	13	52	64	9	$\chi^2(6, 167) = 16.416, Sig. = 0.012,$ Cramer's V=0.222
	% u odnosu na FGIMT	9.4%	37.7%	46.4%	6.5%	
	% u odnosu na IMU	92.9%	73.2%	88.9%	90.0%	
	% od Ukupno	7.8%	31.1%	38.3%	5.4%	
Kvadratna N=18; 10.8%	Broj	1	8	8	1	
	% u odnosu na FGIMT	5.6%	44.4%	44.4%	5.6%	
	% u odnosu na IMU	7.1%	11.3%	11.1%	10.0%	
	% od Ukupno	0.6%	4.8%	4.8%	0.6%	
Ševroidna N=11; 6.6%	Broj	0	11	0	0	
	% u odnosu na FGIMT	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	
	% u odnosu na IMU	0.0%	15.5%	0.0%	0.0%	
	% od Ukupno	0.0%	6.6%	0.0%	0.0%	

Legenda: FGIMT- Forme glave prve MT kosti, IMU-Intermetatarzalni ugao

Hi kvadrat test je pokazao da postoji statistički značajna veza između forme glave prve MT kosti i vrijednosti IMU: $\chi^2(6,167)=16.416$, Sig.=0.012 na nivou značajnosti $p=0.05$, i da je jačina te veze mjerena Kramerovim V pokazateljem srednje jačine, Cramer's V=0.222. (Tabela 17)



Slika 45. Distribucija vrijednosti ugla IMU u odnosu na formu glave prve MT kosti kod grupe stopala sa deformitetom (HVU>=15°).

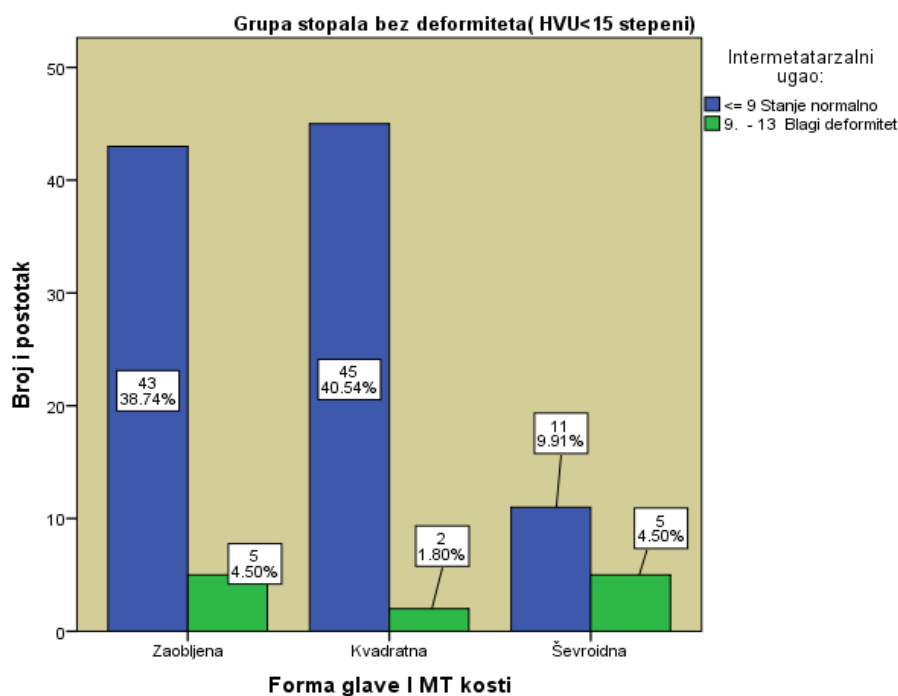
U grupi od 111 stopala bez deformiteta, čiji je HVU manji od 15 stepeni, kod njih 48 je utvrđena zaobljena forma glave prve MT kosti od kojih je najveći broj (43 stopala ili 89.6%) sa normalnim nalazom vrijednosti IMU, dakle manji od 9°, dok je pet slučajeva (10.4%) sa izmjerenim IMU većim od 9° i prema ovim vrijednostima pripadaju blagom deformitetu. Od 47 stopala sa kvadratnom formom, njih 45 ili 95.7% ima normalan nalaz a kod dva slučaja ili 4.3% je IMU veći od 9 stepeni. Od 16 stopala sa ševroidnom formom njih 11 (68.8%) je sa normalnim nalazom IMU dok je kod pet slučajeva ili 31.3% izmjereni IMU veći od 9° i prema kriterijumu klasifikacije u odnosu na IMU pripada blagom deformitetu. (Tabela 18, Slika 46)

Tabela 18. Odnos forme glave prve MT kosti i veličine IMU kod stopala bez deformiteta (HVU<15°).

(FGIMT) Forma glave prve MT kosti		Intermetatarzalni gao (IMU)		N=111, p
		IMU < 9° Stanje normalno N=99; 89.2%	9° <=IMU< 13° Blagi deformitet N=12; 10.8%	
Zaobljena N=48; 43.2%	Broj	43	5	$\chi^2(2, 111) = 9.035$ <i>Sig.</i> 0.001 Cramer's V=0.285
	% u odnosu na FGIMT	89.6%	10.4%	
	% u odnosu na IMU	43.4%	41.7%	
	% od Ukupno	38.7%	4.5%	
Kvadratna N=47; 42.3%	Broj	45	2	
	% u odnosu na FGIMT	95.7%	4.3%	
	% u odnosu na IMU	45.5%	16.7%	
	% od Ukupno	40.5%	1.8%	
Ševroidna N=16; 14.4%	Broj	11	5	
	% u odnosu na FGIMT	68.8%	31.3%	
	% u odnosu na IMU	11.1%	41.7%	
	% od Ukupno	9.9%	4.5%	

Hi kvadrat test je pokazao da, i kod stopala bez deformiteta (HVU<15°), postoji statistički značajna veza između forme glave prve MT kosti i vrijednosti IMU: $\chi^2(2,111)=9.035$, Sig.=0.001 na nivou značajnosti p=0.01, i da je jačina te veze mjerena Kramerovim V pokazateljem srednje jačine, Cramer's V=0.285. (Tabela 18)

Analizirajući deskriptivne vrijednosti HVU kod opserviranih stopala sa hallux valgus deformitetom (HVU>=15°) u odnosu na formu glave prve MT kosti je evidentno da je prosječna vrijednost HVU najveća kod stopala sa zaobljenom formom glave prve MT kosti i iznosi, Me=35.3717° sa standardnom devijacijom (SD=10.2256°) i greškom ocjene (SE=0.87046°). Najmanja izmjerena vrijednost HVU ugla kod stopala sa zaobljenom formom glave prve MT kosti iznosila je Min.=20.30°, a najveća Max.=71.30°. Prosječna vrijednost HVU ugla kod grupe stopala sa kvadratnom formom je manja i iznosi Me=31.2833° uz SD=9.99707° i SE=2.3563°. Najmanja vrijednost HVU u ovoj grupi stopala iznosila je Min.=20.10°, a najveća Max.=53.60°. Najmanja prosječna vrijednost HVU je kod stopala sa ševroidnom formom glave ove kosti i iznosi Me=23.8636° i SD=4.2690° i SE=0.79959°. Najmanja izmjerena vrijednost HVU ugla u ovoj grupi stopala iznosila je Min.=16.50°, a najveća Max.=71.30°. (Tabela 19).



Slika 46. Distribucija vrijednosti ugla IMU u odnosu na formu glave prve MT kosti kod grupe stopala bez deformiteta (HVU<15°).

Tabela 19. Deskriptivni pokazatelji vrijednosti HVU i IMU u odnosu na formu glave prve MT kosti.

Forma glave prve MT kosti	Deskriptivni pokazatelji	Grupe opserviranih stopala			
		Sa deformitetom (HVU \geq 15°)		Bez deformiteta (HVU $<$ 15°)	
		HVU Halux valgus ugao	IMU Intermetatarsalni gao	HVU Halux valgus ugao	IMU –Intermetatarsalni gao
Zaobljena	N	138	138	48	48
	Mean (Me)	35.3717	13.6138	10.4458	6.6146
	Std. Dev. (SD)	10.22561	3.62294	3.29713	1.98162
	Std. Error of Mean (SE)	.87046	0.30841	0.47590	0.28602
	Minimum (Min.)	20.30	5.40	0.00	1.20
	Maximum(Max.)	71.30	23.90	14.50	11.20
Kvadratna	N	18	18	47	47
	Mean (Me)	31.2833	13.2278	9.5821	6.5221
	Std. Dev. (SD)	9.99707	3.12914	3.96497	1.68535
	Std. Error of Mean (SE)	2.35633	0.73755	.57835	0.24583
	Minimum (Min.)	20.10	8.60	0.00	2.70
	Maximum(Max.)	53.60	22.70	14.80	10.30
Ševroidna	N	11	11	16	16
	Mean (Me)	23.8636	11.3636	11.1250	7.5938
	Std. Dev. (SD)	4.26902	1.30098	3.56941	2.80725
	Std. Error of Mean (SE)	1.28716	0.39226	0.89235	0.70181
	Minimum (Min.)	16.50	9.10	0.00	2.50
	Maximum(Max.)	30.30	12.80	13.90	11.60
Ukupno	N	167	167	111	111
	Mean (Me)	34.1731	13.4240	10.1780	6.7166
	Std. Dev. (SD)	10.33304	3.50040	3.64280	2.01813
	Std. Error of Mean (SE)	.79959	0.27087	0.34576	0.19155
	Minimum (Min.)	16.50	5.40	0.00	1.20
	Maximum(Max.)	71.30	23.90	14.80	11.60

Prosječne vrijednosti IMU kod stopala sa deformitetom (HVU \geq 15°) su približno jednakih vrijednosti kod zaobljene Me=13.6138° sa standardnom devijacijom SD=3.62394° i greškom ocjene SE=0.3084° uz Min.=5.40° i Max.=23.90° i kvadratne forme glave prve MT kosti (Me=13.2278°, SD=3.12914°, SE=0.73755°, Min.=8.60°, Max.=22.70°), dok je kod ševroidne forme ovaj ugao manji i u prosjeku iznosi Me=11.3636°, SD=1.30098° i SE=0.39226°. (Tabela 19)

U opserviranoj grupi od 111 stopala bez deformiteta (HVU $<$ 15°), najveća prosječna vrijednost HVU je kod stopala sa ševroidnom formom glave prve MT kosti i iznosi Me=11.1250°, SD=3.56941° sa SE=0.89235°, nešto manja kod zaobljene forme (Me=10.4458, SD=3.29713 i SE=0.47590) dok je najmanja prosječna vrijednost HVU kod kvadratne forme i iznosi Me=9.5821°, SD=3.96497° i SE=0.57835°. Prosječne vrijednosti IMU kod ove grupe su približno izjednačene kod zaobljene (Me=6.6146, SD=1.98162, sa SE=0.28602) i kvadratne forme (Me=6.5221, SD=1.68535 i SE=0.24583) dok je kod ševroidne forme ova vrijednost nešto veća (Me=7.5938, SD=2.80725 i SE=0.7018). (Tabela 19)

Rezultati naknadnog poređenja vrijednosti HVU po grupama, pokazali su da stopala sa zaobljenom formom glave prve MT kosti imaju veću medijanu rezultata (Md=32.35°) od medijane ostale dvije grupe, kvadratne forme (Md=27.65°) i ševroidne (Md=24.6°) forme glave prve MT kosti. Istim redosledom su po veličini poredane i prosječne vrijednosti HVU.

(Tabela 20) Kruskal-Volisonov test je pokazao da postoji statistički značajna razlika između vrijednosti medijana HVU kod stopala sa zaobljenom i ševroidnom formom glave prve MT kosti, Sig.=0.000 na nivou značajnosti p=0.01. (Tabela 21)

Tabela 20. Medijane i srednje vrijednosti HVU i IMU prema formi glave prve MT kosti u grupi stopala sa deformitetom (HVU \geq 15°).

Forma glave prve MT kosti		(HVU) Hallux valgus ugao	(IMU) Intermeta-tarzalni gao
Zaobljena	N	138	138
	Median (Md)	32.3500	13.1500
	Mean (Me)	35.3717	13.6138
	Std. Dev. (SD)	10.22561	3.62294
Kvadratna	N	18	18
	Median (Md)	27.6500	12.9000
	Mean (Me)	31.2833	13.2278
	Std. Dev. (SD)	9.99707	3.12914
Ševroidna	N	11	11
	Median (Md)	24.6000	11.4000
	Mean (Me)	23.8636	11.3636
	Std. Dev. (SD)	4.26902	1.30098
Ukupno	N	167	167
	Median (Md)	31.6000	12.9000
	Mean (Me)	34.1731	13.4240
	Std. Dev. (SD)	10.33304	3.50040

Slično vrijedi i u slučaju poređenja vrijednosti IMU po grupama forme glave prve MT kosti. I u ovom slučaju medijana rezultata kod stopala sa zaobljenom formom glave (Md=13.15°) je veća od medijane rezultata ostale dvije grupe, kvadratne forme sa medijanom (Md=12.9°) i ševroidne forme glave čija je medijana (Me=11.4°). (Tabela 20) Dobijena razlika između vrijednosti rezultata medijana zaobljene i ševroidne forme glave prve MT kosti, koje se odnose na IMU, je statistički značajna, Sig.=0.042 na nivou značajnosti p=0.05. (Tabela 21)

Tabela 21. Rezultati naknadnog poređenja grupa pojedinih formi glave prve MT kosti u vrijednostima HVU i IMU primjenom Kruskal-Volisonovog testa kod stopala sa deformitetom (HVU \geq 15°).

Forma glave I MT kosti		Hallux Vagus ugao (HVU)			
-Sample1. Sample2	Test statistika	Std.Error	Std.Test Statistika	Sig.	Adj.Sig.
Ševroidna-Kvadratna	39.174	18.504	2.117	0.034	0.103
Ševroidna –kvadratna	61.558	15.148	4.064	0.000	0.000
Kvadratna –zaobljena	22.384	12.117	1.847	0.065	0.194
Intermetatarzalni ugao (IMU)					
Ševroidna-Kvadratna	31.470	18.503	1.701	0.089	0.267
Ševroidna –kvadratna	37.205	15.147	2.456	0.014	0.042
Kvadratna –zaobljena	5.736	12.116	0.473	0.636	1.00

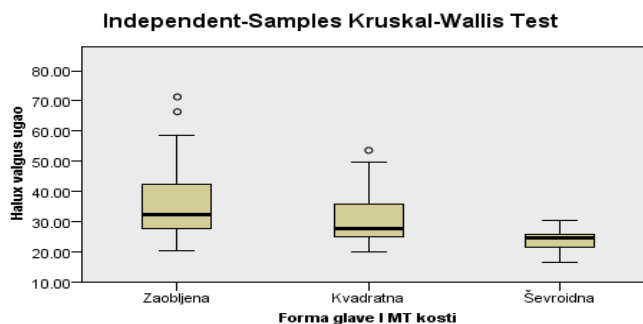
Napomena: Asimptotska signifikantnost i (dvostrani test) se prikazuje., Signifikantnost je na nivou p=0.05, Adj.Sig. - korigovana signifikantnost

Kruskal-Wallis-ov test nezavisnih uzoraka, koji rezultate pretvara u rangove i poredi sredine rangova svake grupe, pokazao je da treba odbaciti nultu hipotezu da je distribucija vrijednosti HVU ista po svim kategorijama forme glave prve MT kosti, odnosno treba da se prihvati alternativna hipoteza da se vrijednosti HVU statistički značajno razlikuju u odnosu na formu glave prve MT kosti, u uzorku od 167 opserviranih stopala sa deformitetom: $\chi^2(2,167)=18.701$, Sig.=0.000, na nivou značajnosti $p=0.01$. (Tabela 22, Slika 47A) Takođe u ovoj grupi opserviranih stopala, ovim testom je potvrđeno da treba prihvatiti hipotezu da se vrijednosti IMU statistički značajno razlikuju u odnosu na formu glave prve MT kosti, $\chi^2(2,167)=6.096$, Sig.=0.047 na nivou značajnosti $p=0.05$. (Tabela 22, Slika 47B)

Tabela 22. Sažetak testa hipoteze o jednakosti vrijednosti HVU i IMU kod kategorija forme glave prve MT kosti u grupi opserviranih stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$).

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Odluka
1	Disatribucija vrijednosti HVU je ista po svim kategorijama forme glave prve MT kosti.	Kruskal-Wallisov test nezavisnih uzoraka	0.000	Odbaciti nultu hipotezu.
2	Disatribucija vrijednosti IMU je ista po svim kategorijama forme glave prve MT kosti.	Kruskal-Wallisov test nezavisnih uzoraka	0.047	Odbaciti nultu hipotezu.

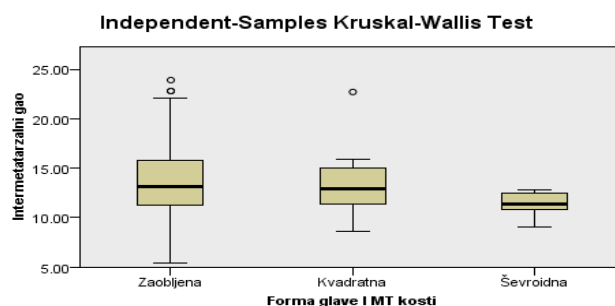
Napomena: Null Hypothesis-Nulta hipoteza, Prikazane su asimptotske značajnosti-nivo značajnosti je $p= 0.05$



Total N	167
Test Statistic	18.701
Degrees of Freedom	2
Asymptotic Sig. (2-sided test)	.000

1. The test statistic is adjusted for ties.

A



Total N	167
Test Statistic	6.095
Degrees of Freedom	2
Asymptotic Sig. (2-sided test)	.047

1. The test statistic is adjusted for ties.

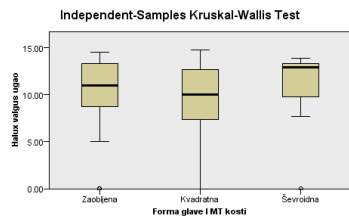
B

Slika 47. Grafička interpretacija rezultata primjene Kruskal Volisovog testa nezavisnih uzoraka o poređenju, A: vrijednosti HVU i B: vrijednosti IMU, u kategorijama forme glave prve MT kosti sa statističkim pokazateljima kod opserviranih stopala sa deformitetom (HVU \geq 15°).

Za razliku od navedenih rezultata kod stopala sa deformitetom, u grupi od 111 stopala bez hallux valgus deformiteta (HVU $<$ 15°), nulta hipoteza je zadržana, odnosno Kruskal-Volisovim testom je pokazano da ne postoji statistički značajna razlika u vrijednostima kako za HVU: $\chi^2(2,111)=2673$, Sig.=0.263, tako i za vrijednosti IMU: $\chi^2(2,111)=2888$, Sig.=0.236, na nivou značajnosti p=0.05. (Tabela 23, Slika 48)

Tabela 23. Sažetak testa hipoteze o jednakostima vrijednosti HVU i IMU kod kategorija forme glave prve MT kosti u grupi opserviranih stopala bez deformitetom (HVU $<$ 15°).

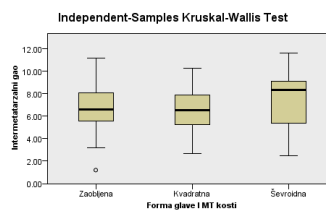
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Odluka
1	Disatribucija vrijednosti HVU je ista po svim kategorijama forme glave prve MT kosti.	Kruskal-Wallisov test nezavisnih uzoraka	0.263	Zadržati nultu hipotezu.
2	Disatribucija vrijednosti IMU je ista po svim kategorijama forme glave prve MT kosti.	Kruskal-Wallisov test nezavisnih uzoraka	0.236	Zadržati nultu hipotezu.



Total N	111
Test Statistic	2.673
Degrees of Freedom	2
Asymptotic Sig. (2-sided test)	.263

1. The test statistic is adjusted for ties.
2. Multiple comparisons are not performed because the overall test does not show significant differences across samples.

A



Total N	111
Test Statistic	2.888
Degrees of Freedom	2
Asymptotic Sig. (2-sided test)	.236

1. The test statistic is adjusted for ties.
2. Multiple comparisons are not performed because the overall test does not show significant differences across samples.

B

Slika 48. Grafička interpretacija rezultata primjene Kruskal-Wolisovog testa nezavisnih uzoraka o uticaju forme glave prve MT kosti na, A: vrijednosti HVU i B: vrijednosti IMU, kod stopala bez deformiteta (HVU<15°).

4.2.2. LATERALNA ANGULACIJA ZGLOBNE POVRŠINE GLAVE PRVE METATARZALNE KOSTI

Lateralna angulacija zglobne površine glave prve MT kosti je utvrđena mjerenjem distalnog metatarzalnog artikularnog ugla (DMAU). Od 167 opserviranih stopala sa deformitetom (HVU \geq 15°), najveći broj, njih 70 ili 41.9% je sa umjerenom lateralnom angulacijom distalne zglobne površine prve MT kosti (10° \leq DMAU<20°), dok je kod 56 slučajeva (33.5%) ovaj ugao u granicama normalnog nalaza (DMAU<10°) a značajan broj, njih 41 ili 24.6% ima naglašenu lateralnu angulaciju ove zglobne površine kod kojih je DMAU veći od 20°.

Tabela 24. Distribucija opserviranih stopala prema stepenu lateralne angulacije definisane distalnim metatarzalnim artikularnim uglom (DMAU) u grupi sa i bez deformiteta.

Grupe stopala :	Grupe po osnovu vrijednosti DMAU	Broj	Postotak
Prisutan deformitet (HVU\geq15°)	DMAU < 10°	56	33.5
	Normalna lateralna angulacija 10° = <DMAU < 20°	70	41.9
	Umjeren lateralna angulacija DMAU \geq 20°	41	24.6
	Naglašena lateralna angulacija		
	Ukupno	167	100.0
Bez deformiteta (HVU<15°)	DMAU < 10°	105	94.6
	Normalna lateralna angulacija 10° = <DMAU < 20°	6	5.4
	Umjeren lateralna angulacija		
	Ukupno	111	100.0

U grupi stopala bez deformiteta, kod samo šest slučajeva ili 5.4% je ovaj ugao veći od 10° (10°<DMAU<20°) dok je preostalih 105 stopala ili 94.6% sa normalnim nalazom (DMAU<10°). U voj grupi dakle, nije bilo stopala sa naglašenom lateralnom angulacijom distalne zglobne površine prve MT kosti. (Tabela 24)

U grupi stopala sa izraženim hallux valgus deformitetom (HVU>=15°) prosječna vrijednost DMAU iznosi Me=15.1228°, sa standardnom devijacijom SD=8.81735 i greškom ocjene SE=0.68231° i najmanjom izmjerenom vrijednosti od Min.=15.1228°, a najvećom od Max.=51.20°, dok je u grupi stopala bez deformiteta (HVU<15°) prosječna vrijednost DMAU ugla iznosila Me=3.9243 stepena sa SD=2.63084° i greškom ocjene SE=0.2497°. Najmanja izmjerena vrijednost DMAU ugla iznosila je Min.=0.60°, a najveća vrijednost Max.=14.80°. (Tabela 25)

Tabela 25. Deskriptivni pokazatelji vrijednosti distalnog metatarzalnog artikularnog ugla (DMAU) kod grupe opserviranih stopala sa deformitetom i bez deformiteta.

Grupe stopala:		N	Mean (Me)		Std.Dev. (SD)	Min	Max
			Statistika	Std. Error (SE)			
Prisutan deformitet (HVU>=15°)	DMAU	167	15.122	.68231	8.81735	15.1228	51.20
	Ugao		8				
Bez deformiteta (HVU<15°)	DMAU	111	3.9243	.24971	2.63084	0.60	14.80
	Ugao						

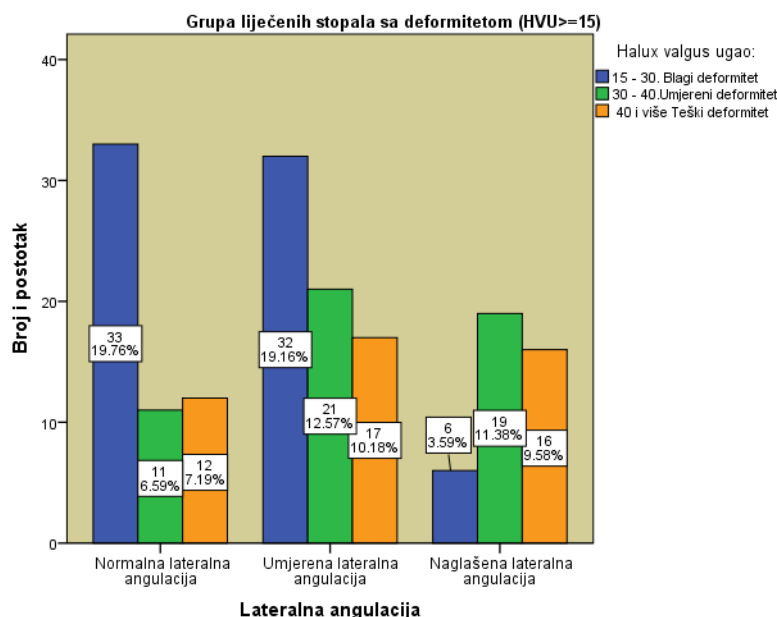
Analiza odnosa stepena lateralne angulacije distalne zglobne površine prve MT kosti i strukture formiranih grupa prema težini hallux valgus deformiteta određenog vrijednostima HVU pokazuje da su:

- ✓ stopala sa normalnom lateralnom angulacijom zglobne površine glave prve MT kosti (DMAU<10°), (N=56) najviše zastupljena u grupi stopala sa blagim deformitetom i to njih 33 ili 58.9% i približno podjednak broj stopala u grupi umjerenog (11 stopala ili 19.6%) i teškog stepena deformiteta, njih 12 ili 21.4%,
- ✓ stopala sa umjerenom lateralnom angulacijom ove zglobne površine (10°<=DMAU<20°), (N=70) su takođe najviše zastupljena u grupi blagog stepena hallux valgus deformiteta prema vrijednostima HVU sa 32 slučaja ili 45.7% a potom u grupi stopala sa umjerenim deformitetom (30°<=HVU<40°) , njih 21 ili 30% i najmanje u grupi teškog stepena deformiteta (HVU>=40°) sa 17 stopala ili 24.3%,
- ✓ stopala sa naglašenom lateralnom angulacijom distalne zglobne površine prve MT kosti (DMA>=20°), (N=41) su najviše zastupljena u grupi umjerenog stepena hallux valgus deformiteta sa 19 stopala ili 46.3%, nešto manjim brojem u grupi teškog deformiteta sa 16 stopala ili 39.0% i najmanji broj ovih stopala , njih 6 ili 14.6% je u grupi blagog stepena deformiteta. (Tabela 26, Slika 49)

Tabela 26. Distribucija stopala različitog stepena lateralne angulacije zglobne površine glave prve MT kosti mjerenu distalnim matetarzalnim artikularnim uglom (DMAU) u odnosu na težinu hallux valgus deformiteta definisanu veličinom HVU.

Stepen lateralne angulacije zglobne površine (DMAU)	Broj i postotak	Hallux valgus ugao (HVU)			Bez deformiteta HVU<15° Normalno stanje N=111
		Stopala sa deformitetom HVU>=15°			
		15°<=HVU<30° Blagi deformitet N=71 ;42.5%	30° <=HVU< 40° Umjereni deformitet N=51 ;30.5%	HVU>=40° Teški deformitet N=45; 26.9%	
Normalna lateralna angulacija (DMAU<10°) N=56; 33.5%	Broj	33	11	12	105
	% u odnosu na DMAU	58.9%	19.6%	21.4%	100.0%
	% u odnosu na HVU	46.5%	21.6%	26.7%	94.6%
	% od Ukupno	19.8%	6.6%	7.2%	94.6%
Umjerena lateralna angulacija (10°<=DMAU<20°) N=70; 41.9%	Broj	32	21	17	6
	% u odnosu na DMAU	45.7%	30.0%	24.3%	100.0%
	% u odnosu na HVU	45.1%	41.2%	37.8%	5.4%
	% od Ukupno	19.2%	12.6%	10.2%	5.4%
Naglašena lateralna angulacija (DMAU>=20°) N=41; 24.6%	Broj	6	19	16	
	% u odnosu na DMAU	14.6%	46.3%	39.0%	
	% u odnosu na HVU	8.5%	37.3%	35.6%	
	% od Ukupno	3.6%	11.4%	9.6%	
		$\chi^2(4, 167) = 19.786, Sig. 0.001,$			---
HI kvadrat test nezavisnosti		Cramer's V=0.243			

Hi kvadrat test nezavisnosti je potvrdio da postoji statistički značajna veza između stepena lateralne angulacije zglobne površine glave prve MT kosti vrijednosti HVU: $\chi^2(4,167)=19.786$, Sig.=0.001 na nivou značajnosti p=0.01, i da je ta veza mjerena mjerena Kramerovim V pokazateljem srednje jačine, Cramer's V=0.243. (Tabela26)



Slika 49. Distribucija vrijednosti HVU u odnosu na lateralnu angulaciju distalne zglobne površine prve MT kosti opserviranih stopala sa izraženim hallux valgus deformitetom (HVU>=15°).

Analiza odnosa između stepena angulacije distalne zglobne površine prve MT kosti i težine hallux valgus deformiteta određene vrijednostima IMU u grupi od 167 stopala sa deformitetom pokazuje da su:

- ✓ stopala sa normalnom lateralnom angulacijom ove zglobne površine ($DMAU < 10^\circ$), ($N=56$) približno podjednako zastupljena u grupi blagog, 25 stopala ili 44.6% i umjerenog stepena hallux valgus deformiteta sa 22 stopala ili 39.3% dok 6 stopala ili 10.7% ima normalan nalaz IMU a 3 stopala ili 5.4% pripadaju grupi teškog stepena deformiteta,
- ✓ stopala sa umjerenom lateralnom angulacijom ($10^\circ \leq DMAU < 20^\circ$) distalne zglobne površine ($N=70$) najviše zastupljena u grupi blagog deformiteta sa 32 stopala ili 45.7%, potom u grupi umjerenog sa 26 stopala ili 37.1% dok 7 stopala ili 10% ima normalan IMU i 5 stopala ili 7.1% pripada teškom deformitetu,
- ✓ stopala sa naglašenom lateralnom angulacijom ($DMAU \geq 20^\circ$), ($N=41$) su najviše zastupljena u grupi umjerenog deformiteta sa 24 stopala ili 58.5% a 14 slučajeva ili 34.1% su u grupi blagog deformiteta dok su 2 stopala ili 4.9% u grupi teškog deformiteta i preostalo jedno stopalo (2.4%) ima normalan IMU. (Tabela 27)

Tabela 27. Distribucija stopala različitog stepena lateralne angulacije zglobne površine glave prve MT kosti mjerenu distalnim matetazalnim artikularnim uglom (DMAU) u odnosu na težinu hallux valgus deformiteta definisanu veličinom IMU.

		Intermetatarzalni ugao (IMU)					
		Stopala sa deformitetom, N=167				Bez deformiteta, N=111	
Lateralna angulacija prema DMAU	Broj i postotak	IMU < 9°	9° <= IMU < 13°	13° <= IMU < 20°	IMU >= 20°	IMU < 9°	9° <= IMU < 13°
		Normalno stanje N=14; 8.4%	Blagi deformitet N=71; 42.5%	Umjereni deformitet N=72; 43.1%	Teški deformitet N=10; 6.0%	Normalno stanje N=99; 89.2%	Blagi deformitet N=12; 10.8%
Normalna lateralna angulacija (DMAU < 10°) N=56; 33.5%	Broj	6	25	22	3	95	10
	% u odnosu na DMAU	10.7%	44.6%	39.3%	5.4%	90.5%	9.5%
	% u odnosu na IMU	42.9%	35.2%	30.6%	30.0%	96.0%	83.3%
Umjeren lateralna angulacija (10° <= DMAU < 20°) N=70; 41.9%	% od Ukupno	3.6%	15.0%	13.2%	1.8%	85.6%	9.0%
	Broj	7	32	26	5	4	2
	% u odnosu na DMAU	10.0%	45.7%	37.1%	7.1%	66.7%	33.3%
Naglašena lateralna angulacija (DMAU >= 20°) N=41; 24.6%	% u odnosu na IMU	50.0%	45.1%	36.1%	50.0%	4.0%	16.7%
	% od Ukupno	4.2%	19.2%	15.6%	3.0%	3.6%	1.8%
	Broj	1	14	24	2		
	% u odnosu na DMAU	2.4%	34.1%	58.5%	4.9%		
	% u odnosu na IMU	7.1%	19.7%	33.3%	20.0%		
	% od Ukupno	0.6%	8.4%	14.4%	1.2%		
(HI kvadrat test nezavisnosti)		$\chi^2(6,167) = 6.552, \text{Sig. } 0.367,$				$\chi^2(1,111) = 3.337, \text{Sig. } 0.067,$	

Kod stopala bez utvrđenog hallux valgus deformiteta ($HVU < 15^\circ$) dominiraju stopala sa normalnom angulacijom distalne artikularne površine prve MT kosti ($DMAU < 10^\circ$), ($N=105$) od kojih njih 95 ili 90.5% ima normalan IMU dok 10 stopala ili 9.5% pripada blagom stepenu

deformiteta prema vrijednostima IMU. Preostalih 6 stopala ove grupe, ima umjerenu lateralnu angulaciju distalne artikularne površine ($10^{\circ} \leq \text{DMAU} < 20^{\circ}$) od kojih je kod 4 slučaja ili 66.7% normalan IMU dok 2 slučaja pripadaju grupi blagog stepena hallux valgus deformiteta prema vrijednostima IMU. (Tabela 27)

Hi kvadrat test je pokazao da, kod stopala sa hallux valgus deformitetom, nije utvrđena statistički značajna veza između stepena lateralne angulacije distalne zglobove površine prve MT kosti mjenog distalnim metatarzalnim artikularnim uglom (DMAU) i vrijednosti IMU: $\chi^2(6,167)=6.552$, Sig.=0,367 na nivou značajnosti $p=0.05$. (Tabela 27)

Isto tako ovim testom je pokazano da i kod stopala bez izraženog hallux valgus deformiteta ne postoji statistički značajna veza između izmjerene lateralne angulacije distalne zglobove površine prve MT kosti (DMAU) i vrijednosti IMU: $\chi^2(1,111)=3.337$, Sig.=0,067. (Tabela 27)

Analizirajući prosječne vrijednosti HVU kod opserviranih stopala sa hallux valgus deformitetom ($\text{HVU} \geq 15^{\circ}$) u zavisnosti od stepena lateralne angulacije distalne artikularne površine prve MT kosti je evidentno da je prosječna vrijednost HVU najveća kod stopala sa naglašenom lateralnom angulacijom ($\text{Me}=39.8073^{\circ}$, $\text{SD}=9.69346^{\circ}$, $\text{SE}=1.51386^{\circ}$), dok je u grupi stopala sa umjerenom lateralnom angulacijom ova vrijednost manja i iznosi $\text{Me}=32.7843^{\circ}$, sa $\text{SD}=8.61548^{\circ}$ i $\text{SE}=1.02975^{\circ}$. Najmanja prosječna vrijednost HVU je bila kod stopala sa normalnim nalazom angulacije zglobove površine glave ove kosti, manjom od 10° i iznosi $\text{Me}=31.7839^{\circ}$, $\text{SD}=11.35202^{\circ}$ i $\text{SE}=1.51698^{\circ}$. (Tabela 28)

Tabela 28. Deskriptivni pokazatelji vrijednosti HVU i IMU u odnosu na lateralnu angulaciju distalne zglobove površine prve MT kosti mjerenu DMAU.

	Deskriptivni pokazatelji	Grupe opserviranih stopala			
		Sa deformitetom ($\text{HVU} \geq 15^{\circ}$)		Bez deformiteta ($\text{HVU} < 15^{\circ}$)	
Lateralna angulacija		HVU-Hallux valgus ugao	IMU-Interme- tatarzalni gao	HVU-Hallux valgus ugao	IMU-Interme- tatarzalni gao
	N	56	56	105	105
Normalna	Mean (Me)	31.7839	12.8607	10.0558	6.6451
lateralna	Std. Dev. (SD)	11.35202	3.42853	3.70101	2.03330
angulacija	Std. Error of Mean (SE)	1.51698	.45816	.36118	.19843
($\text{DMAU} < 10^{\circ}$)	Minimum(Min.)	16.50	7.80	.00	1.20
	Maximum(Max.)	66.40	23.90	14.80	11.60
	N	70	70	6	6
Umjerena	Mean (Me)	32.7843	13.3343	12.3167	7.9667
lateralna	Std. Dev. (SD)	8.61548	3.89205	1.10890	1.27541
angulacija	Std. Error of Mean (SE)	1.02975	.46519	.45271	.52068
($10^{\circ} \leq \text{DMAU} < 20^{\circ}$)	Minimum(Min.)	20.10	5.40	11.00	5.80
	Maximum(Max.)	52.70	22.80	13.60	9.40
	N	41	41		
Naglašena latera- lna angulacija	Mean (Me)	39.8073	14.3463		
($\text{DMAU} \geq 20^{\circ}$)	Std. Dev. (SD)	9.69346	2.68804		
	Std. Error of Mean (SE)	1.51386	.41980		
	Minimum(Min.)	24.00	8.80		
	Maximum(Max.)	71.30	21.10		
	N	167	167	111	111
Ukupno	Mean (Me)	34.1731	13.4240	10.1780	6.7166
	Std. Dev. (SD)	10.33304	3.50040	3.64280	2.01813
	Std. Error of Mean (SE)	.79959	.27087	.34576	.19155
	Minimum(Min.)	16.50	5.40	.00	1.20
	Maximum(Max.)	71.30	23.90	14.80	11.60

Prosječne vrijednosti IMU kod stopala ove grupe približno su izjednačene kod normalne ($Me=12.8607^\circ$, $SD=3.42853^\circ$, $SE=0.45816^\circ$) i umjerene lateralne angulacije zglobne površine glave prve MT kosti ($Me=13.3343^\circ$ i $SD=3.89205^\circ$ $SE=0.46519^\circ$) dok je kod naglašene lateralne angulacije prosječna vrijednost ovog ugla najveća ($Me=14.3463^\circ$ uz $SD=2.68804^\circ$, sa $SE=0.41980^\circ$). (Tabela 28).

U opserviranoj grupi od 111 stopala bez deformiteta ($HVU < 15^\circ$) nije bilo stopala sa naglašenom lateralnom angulacijom distalne zglobne površine prve MT kosti dok je kod šest stopala izmjerena umjerena lateralna angulacija kod kojih prosječna vrijednost HVU iznosi $Me=12.3167^\circ$ sa $SD=1.1089^\circ$, i greškom $SE=0.45271^\circ$, a kod preostalih 105 stopala sa normalnom angulacijom ova vrijednost je manja i iznosi $Me=10.0558^\circ$, $SD=3.70101^\circ$ i $SE=0.36118^\circ$. Prosječne vrijednosti IMU ugla ove grupe su takođe veće kod stopala sa umjerenom lateralnom angulacijom i iznosi $Me=7.9667^\circ$ uz $SD=1.27541^\circ$ i $SE=0.52068^\circ$, dok je kod stopala sa normalnom angulacijom ove zglobne površine prosječna vrijednost IMU $Me=6.6451^\circ$ sa $SD=2.03330^\circ$ i $SE=0.19155^\circ$. (Tabela 28)

Rezultati naknadnog poređenja vrijednosti HVU kod stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) po kategorijama stepena angulacije su pokazali da stopala sa naglašenom lateralnom angulacijom ($DMAU \geq 20^\circ$) imaju veću medijanu rezultata HVU ($Md=36.60^\circ$) od medijane kod stopala sa umjerenom lateralnom angulacijom ($Md=30.35^\circ$) i normalnom angulacijom zglobne površine ($Md=27.95^\circ$). (Tabela 29) Razlika u vrijednostima medijana rezultata HVU kod stopala sa naglašenom i normalnom lateralnom angulacijom distalne zglobne površine je statistički značajna, Adj. Sig.=0.000, kao i razlika u vrijednostima HVU između naglašene i umjerene lateralne angulacije distalne zglobne površine prve MT kosti, Adj. Sig.=0.001. (Tabela 30). Slično je i u slučaju poređenja vrijednosti IMU ugla po kategorijama stepena angulacije zglobne površine glave prve MT kosti. Medijana rezultata IMU kod stopala sa naglašenom lateralnom angulacijom ($Md=14.00^\circ$), veća je od medijane rezultata kod stopala sa umjerenom angulacijom ($Md=12.50^\circ$), kao i od medijane rezultata kod stopala sa normalnom angulacijom ($Md=12.45^\circ$). (Tabela 29)

Tabela 29. Medijane i srednje vrijednosti HVU i IMU prema stepenu lateralne angulacije zglobne površine glave prve MT kosti u grupi stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$).

Lateralna angulacija zglobne površine glave prve MT kosti prema DMAU		Hallux valgus ugao (HVU)	Intermetatarzalni gao (IMU)
Normalna lateralna angulacija (DMAU < 10°)	N	56	56
	Median (Md)	27.9500	12.4500
	Mean (Me)	31.7839	12.8607
	Std. Deviation(SD)	11.35202	3.42853
Umjerena lateralna angulacija (10° ≤ DMAU < 20°)	N	70	70
	Median (Md)	30.3500	12.5000
	Mean (Me)	32.7843	13.3343
	Std. Deviation(SD)	8.61548	3.89205
Naglašena lateralna angulacija (DMAU ≥ 20°)	N	41	41
	Median (Md)	36.6000	14.0000
	Mean (Me)	39.8073	14.3463
	Std. Deviation(SD)	9.69346	2.68804
Ukupno	N	167	167
	Median (Md)	31.6000	12.9000
	Mean (Me)	34.1731	13.4240
	Std. Deviation(SD)	10.33304	3.50040

Razlika između medijana rezultata u vrijednosti IMU kod stopala sa naglašenom angulacijom zglobne površine i stopala sa normalnom angulacijom je statistički značajna Adj. Sig.=0.022. (Tabela 30)

Tabela 30. Rezultati naknadnog poređenja vrijednosti HVU i IMU kod formiranih grupa prema stepenu lateralne angulacije zglobne površine glave prve MT kosti primjenom Kruskal-Volisovog testa kod stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$).

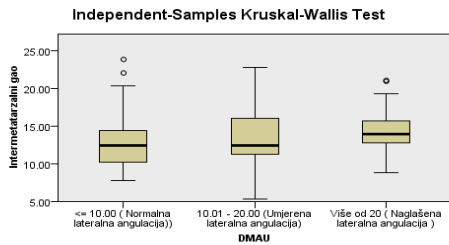
Forma zgloba	Hallux Vagus ugao (HVU)				
	Test statistika	Std.Error	Std.Test Statistika	Sig.	Adj.Sig.
-Forma1. Forma2					
Normalna lateralna angulacija-	-10.032	8.668	-1.157	0.247	0.741
Umjerena lateralna angulacija-					
Normalna lateralna angulacija-	-44.479	9.938	-4.476	0.000	0.000
Naglašena lateralna angulacija-					
Umjerena lateralna angulacija-	-34.447	9.509	-3.623	0.000	0.001
Naglašena lateralna angulacija					
	Intermetatarzalni ugao (IMU)				
Normalna lateralna angulacija-	-6.663	8.668	-0.769	0.442	1.00
Umjerena lateralna angulacija-					
Normalna lateralna angulacija-	-26.702	9.937	-2.687	0.007	0.022
Naglašena lateralna angulacija-					
Umjerena lateralna angulacija-	-20.039	9.508	-2.108	0.035	0.105
Naglašena lateralna angulacija					

Napomena: Signifikantnost je na nivou $p=0.05$, Adj.Sig.-korigovana signifikantnost.

Kruskal-Wolis-ov test nezavisnih uzoraka pokazao je da, za uzorak od $N=167$ slučajeva sa hallux valgus deformitetom čiji je $HVU \geq 15^\circ$, treba odbaciti nultu hipotezu prema kojoj je distribucija vrijednosti HVU ista po svim kategorijama lateralne angulacije zglobne površine glave prve MT mjerene vrijednosima DMAU i da prema tome, treba prihvatiti alternativnu hipotezu po kojoj se vrijednosti HVU statistički značajno razlikuju u odnosu na stepen angulacije distalne zglobne površine: $\chi^2(2,167)=21.369$, Sig.=0.000, na nivou značajnosti $p=0.01$. (Tabela 31, Slika 50A). Takođe u ovoj grupi stopala, ovim istim testom je potvrđeno da treba prihvatiti hipotezu da se vrijednosti IMU statistički značajno razlikuju u odnosu na stepen lateralne angulacije zglobne površine prve MT kosti, $\chi^2(2,167)=21.369$, Sig.=0.022, na nivou značajnosti $p=0.05$. (Tabela 31, Slika 50B).

Tabela 31. Sažetak testa hipoteze o jednakosti vrijednosti HVU i IMU kod kategorija lateralne angulacije zglobne površine glave prve MT kosti u grupi opserviranih stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$).

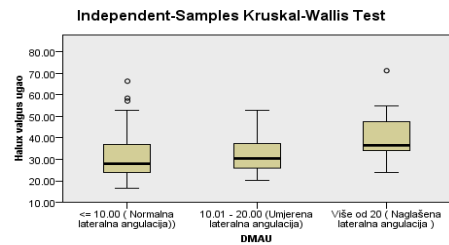
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Odluka
1	Distribucija vrijednosti HVU je ista po svim kategorijama vrijednosti DMAU.	Kruskal-Wallisov test nezavisnih uzoraka	0.000	Odbaciti nultu hipotezu.
2	Distribucija vrijednosti IMU je ista po svim kategorijama vrijednosti DMAU.	Kruskal-Wallisov test nezavisnih uzoraka	0.022	Odbaciti nultu hipotezu.



Total N	167
Test Statistic	7.592
Degrees of Freedom	2
Asymptotic Sig. (2-sided test)	.022

1. The test statistic is adjusted for ties.

A



Total N	167
Test Statistic	21.369
Degrees of Freedom	2
Asymptotic Sig. (2-sided test)	.000

1. The test statistic is adjusted for ties.

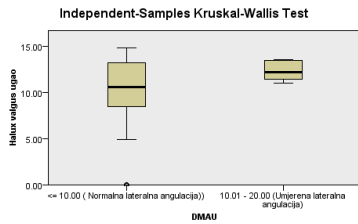
B

Slika 50. Grafička interpretacija rezultata primjene Kruskal-Willisovog testa nezavisnih uzoraka o poređenju, A: vrijednosti HVU i B: vrijednosti IMU, u kategorijama lateralne angulacije zglobne površine glave prve MT koosti mjerene DMAU sa statističkim pokazateljima kod opserviranih stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$).

U grupi stopala bez hallux valgus deformiteta ($HVU < 15^\circ$), nulta hipoteza je zadržana, odnosno Kruskal-Willisovim testom je pokazano da ne postoji statistički značajna razlika u vrijednostima kako HVU: $\chi^2(2,111)=2.060$, Sig.=0.151, tako i u vrijednostima IMU: $\chi^2(2,111)=2943$, Sig.=0.086, na nivou značajnosti $p=0.05$ (Tabela 32, Slika 51).

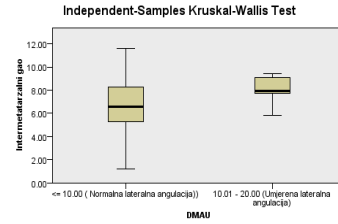
Tabela 32. Sažetak testa hipoteze o jednakostima vrijednosti HVU i IMU kod kategorija lateralne angulacije zglobne površine glave prve MT koosti mjerene vrijednostima DMAU u grupi stopala bez deformiteta ($HVU < 15^\circ$).

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Odluka
1	Disatribucija vrijednosti HVU je ista po svim kategorijama vrijednosti DMAU.	Kruskal-Willisov test nezavisnih uzoraka	0.151	Zadržati nultu hipotezu.
2	Disatribucija vrijednosti IMU je ista po svim kategorijama vrijednosti DMAU.	Kruskal-Willisov test nezavisnih uzoraka	0.086	Zadržati nultu hipotezu.



Total N	111
Test Statistic	2.060
Degrees of Freedom	1
Asymptotic Sig. (2-sided test)	.151

1. The test statistic is adjusted for ties.
 2. Multiple comparisons are not performed because the overall test does not show significant differences across samples.



Total N	111
Test Statistic	2.943
Degrees of Freedom	1
Asymptotic Sig. (2-sided test)	.086

1. The test statistic is adjusted for ties.
 2. Multiple comparisons are not performed because the overall test does not show significant differences across samples.

A

B

Slika 51. Grafička interpretacija rezultata primjene Kruskal-Wallisovog testa nezavisnih uzoraka o poređenju, A: vrijednosti HVU i B: vrijednosti IMU, u kategorijama lateralne angulacije glave prve MT kosti mjerene DMAU sa statističkim pokazateljima kod stopala bez deformiteta ($HVU < 15^\circ$).

4.2.3. VALGIZACIONI POTENCIJAL DISTALNE MORFOLOGIJE PRVE METATARZALNE KOSTI

Veze forme glave prve MT kosti i položaja njene artikularne površine u odnosu na osovinu ove kosti koja je definisana distalnim metatarzalnim artikularnim uglom (DMAU) sa vrijednostima HVU i IMU kao mjerom hallaux valgusa deformiteta, su ocijenjene Spirmanovim (ρ –rho) koeficijentom linearne korelacije. (Tabela 33)

Tabela 33. Koeficijenti Spirmanove (ρ –rho) linearne korelacije hallux valgus ugla, intermetatarzalnog ugla, distalnog metatarzalnog artikularnog ugla i forme glave prve MT kosti u grupi stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$).

Uglovi i forma glave		DMAU	HVU	IMU	FGIMT
DMAU	Correlation Coefficient	1.000	.284**	.131	-.170*
	p=Sig. (2-tailed)	.	.000	.091	.028
	N	167	167	167	167
HVU	Correlation Coefficient	0.284**	1.000	.451**	-.276**
	p=Sig. (2-tailed)	0.000	.	.000	.000
	N	167	167	167	167
IMU	Correlation Coefficient	0.131	0.451**	1.000	-.137
	p=Sig. (2-tailed)	0.091	0.000	.	.077
	N	167	167	167	167
FGIMT	Correlation Coefficient	-0.170*	-0.276**	-0.137	1.000
	p=Sig. (2-tailed)	0.028	0.000	0.077	.
	N	167	167	167	167

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). * . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Legenda:DMAU-distalni metatarzalni artikularni ugao, FGIMT-Forma glave I MT kosti, HVU, IMU, Spearman's rho Correlation Coefficient-Spirmanov koeficijent linearne korelacije.

U grupi od 167 obrađenih stopala sa hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) utvrđeno je postojanje negativne korelacije između forme glave prve MT kosti i lateralne angulacije njene artikularne površine u odnosu na osovinu ove kosti: $\rho = -0.170$, $Sig. = 0.028$, na nivou značajnosti $p = 0.05$. Takođe je utvrđena negativna korelacija srednjeg intenziteta između forme glave prve MT kosti i vrijednosti HVU: $\rho = -0.276$, $Sig. = 0,000$ kao i pozitivna korelacija srednje jačine između stepena angulacije distalne artikularne površine iskazane veličinom DMAU i vrijednosti HVU: $\rho = -0.276$, $Sig. = 0,000$, na nivou signifikantnosti $p = 0,01$ obostrano. (Tabela 33)

Ovaj test je pokazao da utvrđena negativna vrijednost koeficijenta linearne korelacije između forme glave prve MT kosti i IMU nije dostigla statističku značajnost: $\rho = -0.137$, $Sig. = 0.077$, na nivou značajnosti $p = 0.05$, kao što i utvrđena pozitivna vrijednost koeficijenta korelacije između lateralne angulacije artikularne površine glave prve MT kosti (mjerene veličinom DMAU) i IMU takođe nije dostigla statističku značajnost: $\rho = 0.131$, $Sig. = 0.091$, na nivou $p = 0.05$. (Tabela 33)

Ovim testom je istovremeno potvrđena i jaka korelacija između uglova HVU i IMU, $\rho = 0.451$, $Sig. = 0.000$, što je u skladu sa ranije utvrđenom jakom korelacijom između ovih vrijednosti dobijene Pirsonovom linearnom korelacijom ($r = 0.512$, $N = 167$, $Sig. = 0.000$) koja takođe pokazuje da većim vrijednostima HVU odgovaraju veće vrijednosti IMU.

Analiza zavisnosti vrijednosti HVU od lateralne angulacije distalne zglobne površine prve MT kosti mjerene distalnim metatarzalnim artikularnim uglom (DMAU) i forme glave prve MT kosti, Hi kvadrat test je pokazao da postoji statistički značajna veza između vrijednosti HVU i forme glave prve MT kosti kod stopala sa umjerenom lateralnom angulacijom distalne zglobne površine prve MT kosti: $\chi^2(4,70) = 11.822$, $Sig. = 0.019$ na nivou značajnosti $p = 0.05$, i da je jačina te veze mjerena Kramerovim V pokazateljem srednje jačine, Cramer's $V = 0.291$, dok u grupi stopala sa angulacijom manjom od 10° i naglašenom lateralnom angulacijom ($DMAU \geq 20^\circ$) ova zavisnost nije dostigla statističku značajnost.

Valgizacioni potencijal distalne morfologije prve MT kosti odnosno njegov doprinos povećanju HVU ispitati ćemo višestrukom regresionom analizom, koja će nam pokazati koliki dio varijanse zavisne varijable (u ovom slučaju HVU) možemo objasniti varijansom nezavisnih varijabli (FGIMT i DMAU), kao i relativni doprinos svake nezavisne varijable.

Preliminarnom analizom provjerene su osnovne pretpostavke za primjenu višestruke regresione analize. Pretpostavka o multikolinearnosti nije narušena ($Tolerance = 0.974 > 0.1$, $VIF = 1.027 < 10$) (Tabela 35), dok pretpostavke o normalnosti, linearnosti, i homogenosti varijanse takođe nisu značajnije narušene. Kada u model unesemo istovremeno obe promjenljive (DMAU, FGIMT) modelom je objašnjeno 18.7% ukupne varijanse: $F(2,164) = 18.914$, i model je dostigao statističku značajnost, $Sig. = 0.000$. (Tabela 34)

Tabela 34. Rezultati ANOVA i ocjene značajnosti modela kod ocjene HVU ugla za stopala sa i bez deformiteta.

Grupe stopala	ANOVA						R	R Square
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.		
Prisutan deformitet (HVU \geq 15°)	Regression	3321.909	2	1660.954	18.914	0.000 ^c	0.433	0.187
	Residual	14402.20	164	87.818				
	Ukupno	17724.109	166					
Bez deformiteta (HVU $<$ 15°)	Regression	109.139	2	54.569	4.364	0.015	0.273	0.075
	Residual	1350.557	108	12.505				
	Ukupno	1459.696	110					

Na osnovu vrijednosti beta koeficijenata regresione analize slijedi da veći doprinos u objašnjavanju hallux valgus deformiteta, mjenenog vrijednostima HVU, daje promjenljiva lateralna angulacija distalne zglobove površine iskazana vrijednostima DMAU (Beta=0.326), nego forma glave prve MT kosti (FGIMT) čiji doprinos, mjenen ovim koeficijentom, iznosi, Beta=-0.236. Svaka od tih promjenljivih daje jedinstven doprinos predikciji rezultata mjerenja HVU, i taj doprinos regresionoj jednačini je statistički značajan, na nivou značajnosti $p=0.001$. (Tabela 35)

Za stepen lateralne angulacije zglobove površine (DMAU) analiza pokazuje: $t(167)=4.576$, Sig.=0.000, a za formu glave prve MT kosti: $t(167)=-3.315$, Sig.=0.001. (Tabela 35) Na osnovu vrijednosti poludjelimičnog koeficijenta korelacije $r=0.3220$ koji pripada lateralnoj angulaciji distalne zglobove površine, mjenene DMAU, vidimo da ona jedinstveno objašnjava 10.4% ($r^2 = 10.4\%$), uz napomenu da bi ukupni koeficijent determinacije opao da se ta promjenljiva izbacila iz modela, dok forma glave prve MT kosti čiji je poludjelimični koeficijent korelacije $r=-0.2330$ pokazuje da ona jedinstveno objašnjava 5.43% ukupne varijanse vrijednosti HVU ($r^2 = 5.43\%$). Ostali dio varijanse, koliko model objašnjava, sadržan je u zajedničkom preklapanju tih varijabli. Ovi rezultati pokazuju značajan valgizacioni potencijal morfologije distalnog dijela prve MT kosti. (Tabela 35)

Tabela 35. Koeficijenti standardne višestruke regresije za ocjenu zavisnosti HVU od forme glave prve MT kosti i lateralne angulacije njene zglobne površine.

Grupe	Model	Nestandardizovani koeficijenti		Standardizovani koeficijenti	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B		Partial	Part	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Donja granica	Gornja granica			TV	VIF
		Prisutan deformitet HVU>=15°	Constant	33.779			2.331				14.494	0.000	29.177	38.380			0.974	1.027
	FGIMT	-4.349	1.312	-0.236	-3.315	0.001	-6.938	-1.759	-0.251	-0.233	0.974	1.027
	DMAU	0.383	0.084	0.326	4.576	0.000	0.217	0.548	0.336	0.322	0.974	1.027
Bez deformiteta HVU<15°	Constant	8.604	1.020		8.436	0.000	6.583	10.626			1.00	1.00
	FGIMT	0.052	0.478	0.010	0.108	0.914	-0.895	0.999	0.010	0.010	1.00	1.00
	DMAU	0.378	0.128	0.273	2.953	0.004	0.124	0.633	0.273	0.273	1.00	1.00

Napomena:

TV-Tolerance-pokazuje koliki dio varijanse date nezavisne promjenljive nije objašnjen varijansama drugih nezavisnih promjenljivih u modelu i računa se po formuli $1-R^2$ gdje je R – koeficijent korelacije .

VIF-Faktor povećanja varijanse (Variance inflation factor) .Recipročna vrijednost Tolerance a.Nezavisna varijabla: Halux valgus ugao (HVU), Tolerance (TV) , VIF (faktor povećanja varijanse)

Funkcionalna veza HVU i nezavisnih varijabli: forma glave prve MT kosti (FGIMT) i lateralna angulacija distalne zglobne površine prve MT kosti mjerene DMAU iskazana u obliku regresione jednačine glasi:

$$HVU = 33.779 + 0.383 \cdot DMAU - 4.349 \cdot FGIMT \quad (1)$$

Iz ove jednačina imamo posebne regresione jednačine:

✓ za zaobljenu formu glave prve MT kosti glasi

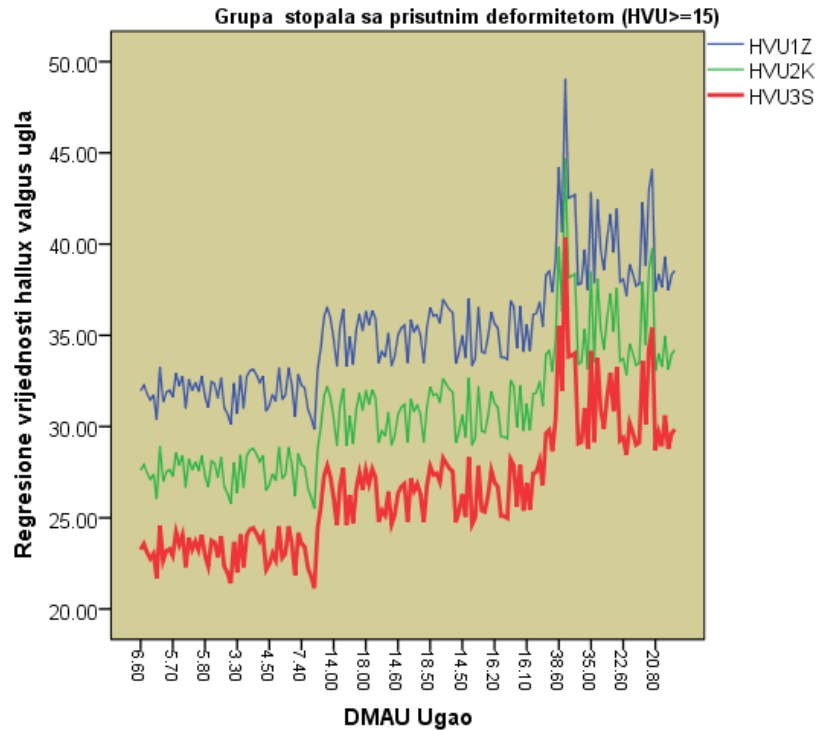
$$HVU1Z = 29.43 + 0.383 \cdot DMAU \quad (2)$$

✓ za kvadratnu formu glave

$$HVU2K = 25.081 + 0.383 \cdot DMAU \quad (3)$$

✓ za ševroidnu formu glave

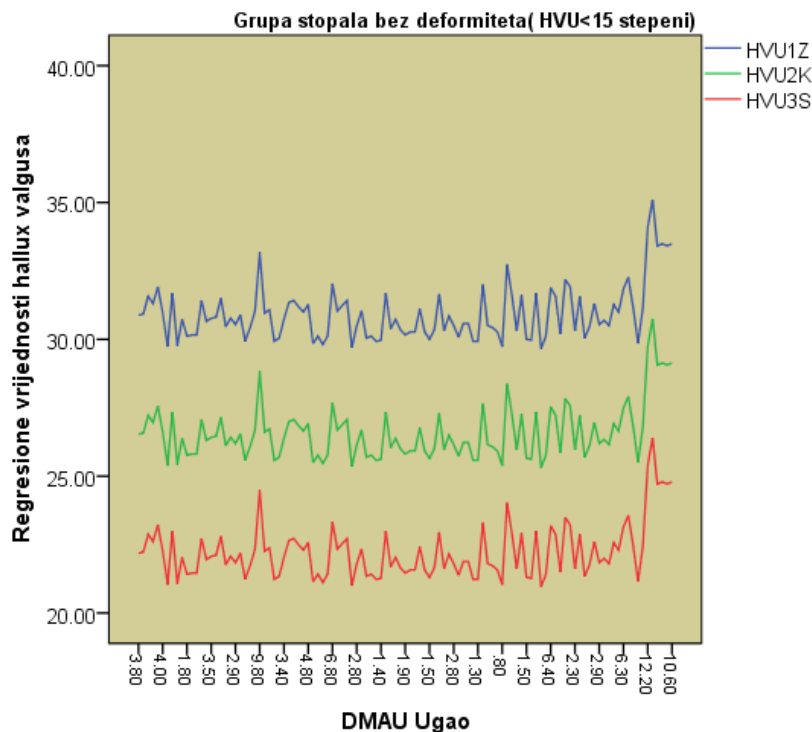
$$HVU3S = 20.732 + 0.383 \cdot DMAU \quad (4)$$



Slika 52. Regresione vrijednosti HVU definisane jednačinama (2), (3), (4) za zaobljenu (HVU1Z), kvadratnu (HVU2K) i ševroidnu (HVU3S) formu glave prve MT kosti kod stopala sa deformitetom.

Grafički prikaz jasno pokazuje da stopalima sa zaobljenom formom glave prve MT kosti pripadaju veće vrijednosti HVU i da linearna funkcija definisana jednačinom za ovu formu glave (2) predstavlja rastuću funkciju, odnosno da većim vrijednostima lateralne angulacije distalne zglobne površine (DMAU) takođe odgovaraju veće vrijednosti HVU, kod stopala sa hallux valgus deformitetom. (Slika 52)

Za opserviranu grupu stopala bez deformiteta čiji je HVU manji od 15°, stopalima sa zaobljenom formom glave prve MT kosti takođe pripadaju veće vrijednosti HVU. (Slika 53) Iako statistički značajan: $F(2,108) = 4.364$, $Sig = 0.015$, model objašnjava veoma malo objašnjive varijanse HVU, svega 7.5%. (Tabela 35)



Slika 53. Regresione vrijednosti HVU definisane jednačinama (2),(3),(4) za zaobljenu (HVU1Z), kvadratnu (HVU2K) i ševroidnu (HVU3S) formu glave prve MT kosti kod stopala bez deformiteta.

4.2.4. DOPRINOS DISTALNE MORFOLOGIJE PRVE METATARZALNE KOSTI POVEĆANJU INTERMETATARZALNOG UGLA

Preliminarnom analizom provjerene su osnovne pretpostavke za primjenu višestruke regresione analize. Pretpostavka o multikolinearnosti nije narušena (Tolerance=0.974>0.1, VIF=1.027<10), kod grupe stopala sa deformitetom, dok pretpostavke o normalnosti, linearnosti i homogenosti varijanse nisu bile značajnije narušene. (Tabela 37)

Tabela 36. Rezultati ANOVA i ocjene značajnosti modela kod ocjene ugla IMU za stopala sa i bez deformiteta.

Grupe stopala	ANOVA						R	R Square
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.		
Prisutan deformitet (HVU>=15°)	Regression	79.227	2	39.614	3.324	0.038	0.19	0.039
	Residual	1954.737	164	11.919			7	
	Ukupno	2033.964	166					
Bez deformiteta (HVU<15°)	Regression	7.202	2	3.601	0.882	0.417	0.12	0.016
	Residual	440.813	108	4.082			7	
	Ukupno	448.015	110					

Kada su u model istovremeno unesene obe promjenljive (DMAU, FGIMT), modelom u cjelini je objašnjeno 3.9% ukupno objašnjive varijanse IMU: $F(2,164)=3.324$, $Sig.=0.038$ i model je dostigao statističku značajnost $Sig.=0.038$ na nivou značajnosti $p=0.05$, kod stopala sa hallux valgus deformitetom. U grupi stopala bez deformiteta, modelom u cjelini je objašnjeno daleko manje, i to 1.6% ukupne objašnjive varijanse ugla IMU: $F(2,108)=0.882$, i model nije dostigao statističku značajnost, $Sig.=0.417$ na nivou značajnosti $p=0.05$. (Tabela 36)

Tabela 37. Koeficijenti standardne višestruke regresije za ocjenu zavisnosti ugla IMU od forme glave prve MT kosti i lateralne angulacije zglobove površine glave prve MT kosti.

Grupe stopala	Model	Nestandardizovani koeficijent		Standardizovani koeficijent	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B		Partial	Part	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error				Donja granica	Gornja granica			TV	VIF
Prisutan deformitet HVU \geq 15°	Constant	13.633	0.859		15.879	0.000	29.177	38.380				
	FGIMT	-0.801	0.483	-0.129	-1.657	0.099	-6.938	-1.759	-0.251	-0.233	0.974	1.027
Bez deformiteta HVU<15°	Constant	6.242	0.583		10.712	0.000	5.087	7.397				
	FGIMT	0.345	0.273	0.121	1.263	0.209	-0.196	0.886	0.121	0.121	1.00	1.00
	DMAU	-0.029	0.073	-0.038	-0.402	0.688	-0.175	0.116	-0.039	-0.038	1.00	1.00

Na osnovu vrijednosti beta koeficijenata regresione analize uočava se, da u objašnjavanju deformiteta mjenog vrijednostima IMU, veći doprinos daje promjenljiva lateralna angulacija distalne zglobove površine mjerena DMAU (Beta=0.130), nego forma glave prve MT kosti, čiji doprinos je mjen beta koeficijentom (Beta=-0.129). (Tabela 37) Svaka od tih promjenljivih daje jedinstven doprinos predikciji rezultata mjenja IMU, i taj doprinos regresionoj jednačini nije statistički značajan na nivou značajnosti $p=0.05$. Za formu glave prve MT kosti iznosi: $t(167)=-1.657$, $Sig.=0.099>0.05$, a za lateralnu angulaciju zglobove površine mjenre DMAU je: $t(167)=1.681$, $Sig.=0.095>0.05$. (Tabela 37) Samim tim kreiranje funkcionalne zavisnosti vrijednosti IMU u odnosu na ove dvije nezavisne varijable nema statističku značajnost.

4.3. PRVI METATARZOKUNEIFORMNI ZGLOB

4.3.1. FORMA PRVOG METATARZOKUNEIFORMNOG ZGLOBA U TRANSFERZALNOJ RAVNI

Forma prvog MTC zgloba u transversalnoj ravni je određena pozicijom distalne artikularne površine prve kuneiformne kosti u odnosu na osovinu druge MT kosti odnosno distalnim kuneiformnim artikularnim uglom (DCAU). Od 167 obrađenih stopala sa izraženim hallux valgus deformitetom (HVU \geq 15°) najveći broj, njih 88 ili 52.7% ima kosu formu ovog zgloba čiji je DCAU od 10° do 20° (10° \leq DCAU<20°), potom je, prema zastupljenosti, naglašeno kosa forma čiji je DCAU veći od 20° (DCAU \geq 20°) i koji je utvrđen kod 62 slučaja ili 37.1%, dok je kod samo 17 slučajeva ili 10.2% prisutna poprečna forma ovog zgloba čiji je DCAU manji od 10° (DCAU<10°). U grupi od 111 zdravih stopala (HVU<15°) nešto je veća

procentualna zastupljenost poprečne (15 stopala ili 13.5%) i kose forme (71 stopalo ili 64%) na račun naglašeno kose forme koja je utvrđena kod 25 stopala ili 22.5%. (Tabela 38)

Tabela 38. Zastupljenost forme prvog MTC zgloba određene distalnim kuneiformnim artikularnim uglom (DCAU) kod stopala sa i bez hallux valgus deformiteta.

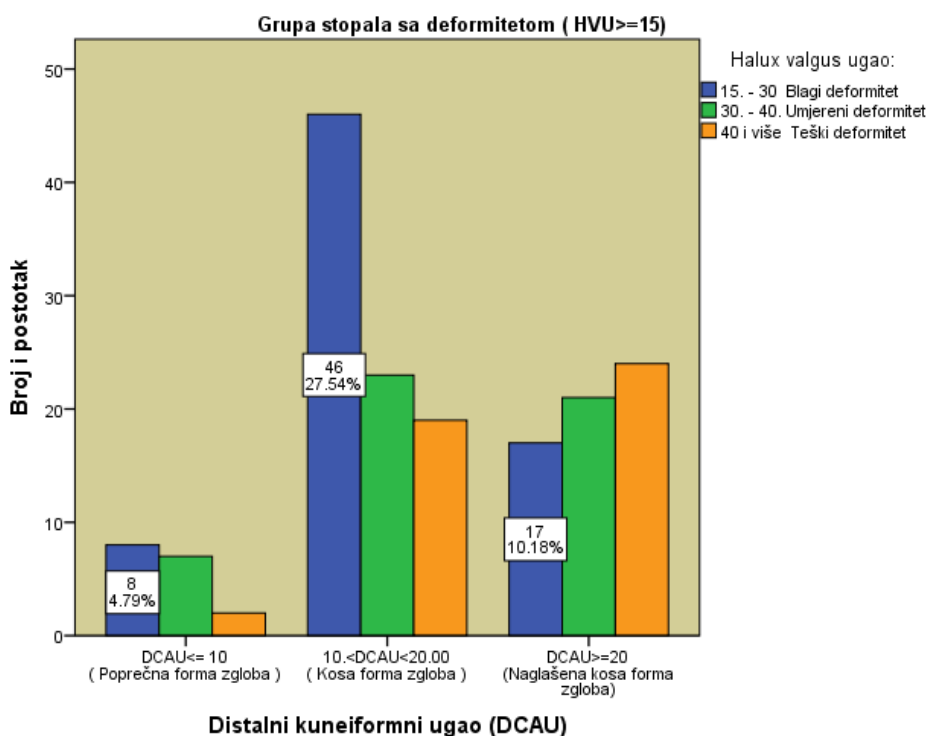
Grupe stopala	Forma prvog MTC zgloba prema vrijednostima DCAU	Učestalost	Postotak
Stopala sa deformitetom (HVU \geq 15°)	Poprečna forma zgloba (DCAU <10°)	17	10.2
	Kosa forma zgloba (10° \leq DCAU<20°)	88	52.7
	Naglašeno kosa forma zgloba (DCAU \geq 20°)	62	37.1
	Ukupno	167	100.0
Stopala bez deformiteta (HVU<15°)	Poprečna forma zgloba (DCAU <10°)	15	13.5
	Kosa forme zgloba (10° \leq DCAU<20°)	71	64.0
	Naglašeno kosa forme zgloba (DCAU \geq 20°)	25	22.5
	Ukupno	111	100.0

- ✓ Analiza strukture grupa pojedinih formi prvog MTC zgloba definisanih prema izmjerenim vrijednostima DCAU u odnosu težinu hallux valgus deformiteta definisane veličinom izmjerenog HVU pokazuje da od 17 stopala (N=17, 10.2%) sa poprečnom formom zgloba (DCAU<10°) njih osam ili 47.1% ima blagi stepen deformiteta (15° \leq HVU<30°), sedam (41.2%) ima umjereni i dva stopala (11.8%) su sa teškim stepenom deformiteta.
- ✓ U grupi od 88 stopala (N=88, 52.7%) sa kosom formom zgloba (10° \leq DCAU<20°) najzastupljenija su stopala sa blagim deformitetom, njih 46 ili 52.3%, zatim stopala sa umjerenim deformitetom(30° \leq HVU<40°) njih 23 ili 26.1%, dok je 19 stopala ili 21.6% sa teškim stepenom deformiteta.
- ✓ Od 62 stopala (N=62, 37.1%) sa naglašeno kosom formom prvog MTC zgloba (DCAU \geq 20°), blagi deformitet je utvrđen kod 17 stopala ili 27.4%, umjereni kod 21 stopala ili 33.9% dok je teški stepen deformiteta (HVU \geq 40°) najbrojniji i to kod 24 stopala ili 38.7%. (Tabela 39, Slika 54)

Hi kvadrat test nezavisnosti je pokazao da postoji statistički značajna veza između forme prvog MTC zgloba određene vrijednostima distalnog kuneiformnog artikularnog ugla (DCAU) i veličine HVU: $\chi^2(4,167)=12.365$, Sig.=0.015 na nivou značajnosti p=0.05. Jačina uticaja forme prvog MTC zgloba na vrijednost HVU mjerena Kramerovim V pokazateljem je srednje jačine, Cramer's V=0.192. (Tabela 39)

Tabela 39. Odnos forme prvog MTC zgloba određene distalnim kuneiformnim artikularnim uglom (DCAU) i veličine HVU u grupi stopala sa i bez deformiteta.

Formaprvog MTC zgloba prema veličini DCAU	Broj i postotak	Hallux valgus ugao (HVU)			
		Grupa stopala sa deformitetom			Bez deformiteta
		Blagi deformitet N=71 ; 42.5%	Umjereni deformitet N=51; 30.5%	Teški deformitet N=45; 26.9%	Normalno stanje N=111 100%
Poprečna forma zgloba (DCAU <10°) N=17; 10.2%	Broj	8	7	2	15
	% u odnosu na DCAU	47.1%	41.2%	11.8%	100.0%
	% u odnosu na HVU	11.3%	13.7%	4.4%	13.5%
Kosa forma zgloba (10°<=DCAU<20°) N=88; 52.7%	Broj	46	23	19	71
	% u odnosu na DCAU	52.3%	26.1%	21.6%	100.0%
	% u odnosu na HVU	64.8%	45.1%	42.2%	64.0%
Naglašeno kosa forma zgloba (DCAU >=20°) N=62; 37.1%	Broj	17	21	24	25
	% u odnosu na DCAU	27.4%	33.9%	38.7%	100.0%
	% u odnosu na HVU	23.9%	41.2%	53.3%	22.5%
	% od Ukupno	10.2%	12.6%	14.4%	22.5%
Chi-Square Tests - Hi kvadrat test nezavisnosti		$\chi^2(4,167) = 12.365, Sig. = 0.015,$			-
		Cramer's V=0.192			



Slika 54. Distribucija hallux valgus deformiteta ocijenjenog vrijednostima HVU u odnosu na formu prvog MTC zgloba definisanu veličinom DCAU kod stopala sa deformitetom (HVU >=15°)

Analiza strukture formiranih grupa prema kategoriji forme prvog MTC zgloba u pogledu zastupljenosti težine hallux valgus deformiteta definisane veličinom izmjenjenog IMU kod stopala sa hallux valgus deformitetom (HVU \geq 15°) pokazuje da:

- ✓ u grupi od 17 stopala (N=17;10.2%) sa poprečnom formom zgloba (DCAU<10°) njih 10 ili 58.8% ima blagi stepen deformiteta, dok je pet stopala (29.4%) sa umjerenim, jedno stopalo ili 5.9% je sa teškim deformitetom (IMU \geq 20°) i kod jednog stopala stanje je bilo sa normalnim nalazom (IMU<9°),
- ✓ u grupi od 88 stopala (N=88;52.7%) sa kosom formom zgloba (10° \leq DCAU<20°), najzastupljenija su bila stopala sa blagim deformitetom, (9° \leq IMU<13°), i to njih 40 ili 45.5%, zatim 33 stopala ili 37.5% sa umjerenim deformitetom, dok su tri stopala (3.4%) sa teškim deformitetom a 12 stopala ili 13.6% je imalo normalan nalaz u pogledu deformiteta ocijenjenog vrijednostima IMU,
- ✓ u grupi od 62 stopala (N=62;37.1%) sa naglašeno kosom formom zgloba (DCAU \geq 20°) je najviše bilo stopala sa umjerenim deformitetom (13° \leq IMU<20°) i to 34 stopala ili 54.8%, potom 21 stopalo ili 33.9% sa blagim deformitetom i šest stopala (9.7%) sa teškim stepenom deformiteta, dok je kod jednog stopala (1.6%) utvrđen normalan nalaz (IMU < 9). (Tabela 40, Slika 55).

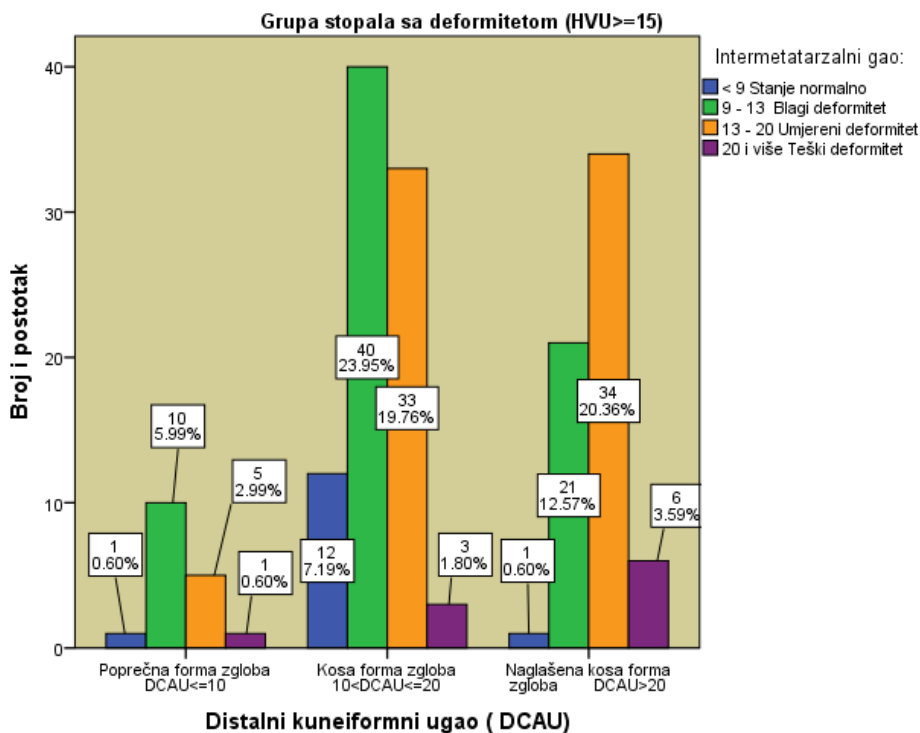
Tabela 40. Odnos forme prvog MTC zgloba definisane distalnim kuneiformnim artikularnim uglom (DCAU) i veličine IMU u grupi stopala sa i bez deformiteta.

Forma prvog MTC zgloba prema veličini DCAU	Broj i postotak	Intermetatarzalni ugao (IMU)					
		Grupa stopala sa deformitetom (G1)				Grupa bez deformiteta (G2)	
		IMU < 9° Stanje normalno N=14;8.4%	9° \leq IMU < 13° Blagi deformitet N=71; 42.5%	13° \leq IMU < 20° Umjereni deformitet N=72; 43.1%	IMU \geq 20° Teški deformitet N=10 6.0%	IMU < 9° Stanje normalno N=99; 89.2%	9° \leq IMU < 13° Blagi deformitet N=12;10.8%
Poprečna forma zgloba (DCAU \leq 10°) G1:N=17; 10.2% G2:N=15;13.5%	Broj	1	10	5	1	13	2
	% u odnosu na DCAU	5.9%	58.8%	29.4%	5.9%	86.7%	13.3%
	% u odnosu na IMU	7.1%	14.1%	6.9%	10.0%	13.1%	16.7%
	% od Ukupno	0.6%	6.0%	3.0%	0.6%	11.7%	1.8%
Kosa forma zgloba (10° \leq DCAU<20°) G1:N=88;52.7% G2:N=71; 64%	Broj	12	40	33	3	66	5
	% u odnosu na DCAU	13,6%	45,5%	37,5%	30 %	93.0%	7.0%
	% u odnosu na IMU	85,7%	56,3%	45,8%	30.0%	66.7%	41.7%
	% od Ukupno	0,6%	6,0%	3,0%	0,6%	59.5%	4.5%
Naglašeno kosa forma zgloba (DCAU \geq 20°) G1:N=62; 37.1% G2:N=25;22.5%	Broj	1	21	34	6	20	5
	% u odnosu na DCAU	1.6%	33.9%	54.8%	9.7%	80.0%	20.0%
	% u odnosu na IMU	7.1%	29.6%	47.2%	60.0%	20.2%	41.7%
	% od Ukupno	0.6%	12.6%	20.4%	3.6%	18.0%	4.5%
Hi kvadrat test nezavisnosti		$\chi^2(6,167) = 14.493, Sig. = 0.025$ Cramer's V=0.208				$\chi^2(2,111) = 3.334,$ Sig.=0.189 Cramer's V=0.173	

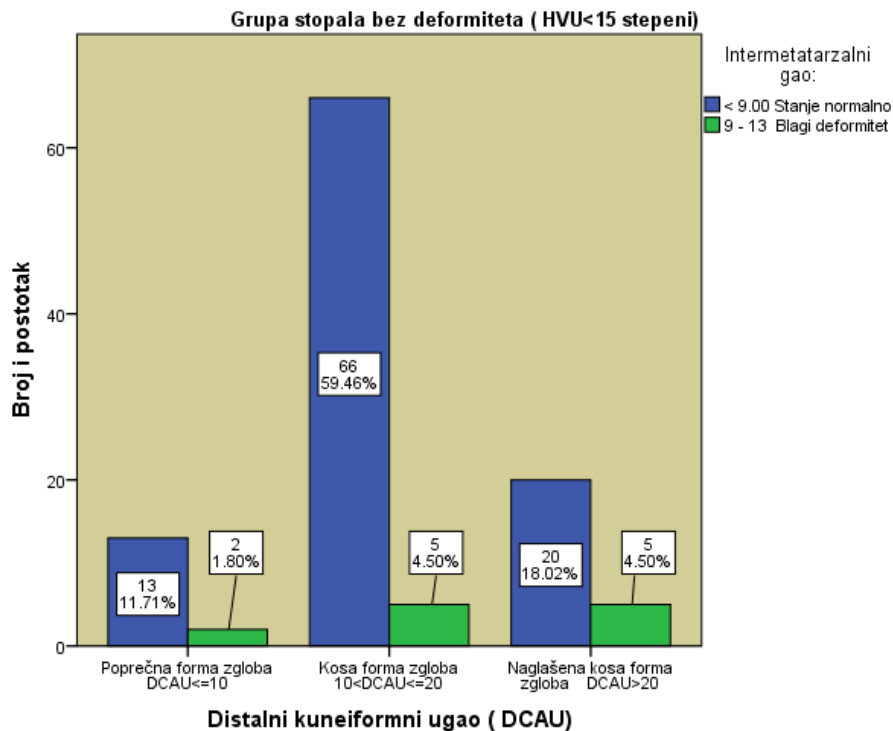
U grupi od 111 stopala bez deformiteta (HVU<15°), od 15 stopala (N=15;13.5% sa poprečnom formom prvog MTC zgloba (DCAU<10°) njih 13 ili 86.7% je sa normalnim nalazom (IMU<9°) dok dva stopala imaju ovaj ugao veći od 9° i pripadaju blagom deformitetu (9° <=IMU< 12°). Od 71 stopala (N=71;63.96%) sa kosom formom ovog zgloba, njih 66 ili 93% imaju normalan nalaz dok pet stopala ili 7% pripada blagom deformitetu. Među stopalima sa naglašeno kosom formom zgloba (DCAU>=20°), 20 stopala ili 80% je sa normalnim nalazom, a 5 stopala ili 20% ima blagi stepen deformiteta prema vrijednostima IMU. (Tabela 40, Slika 56).

Hi kvadrat test nezavisnosti je pokazao da, u grupi od 167 opserviranih stopala sa hallux valgus deformitetom (HVU>=15°), postoji statistički značajna veza između forme prvog MTC zgloba definisane veličinom izmjerjenog distalnog kuneiformnog artikularnog ugla (DCAU) i veličine IMU: $\chi^2(4,167)=14.493$, Sig.=0.025 na nivou značajnosti p=0.05. Jačina uticaja forme prvog MTC zgloba na vrijednosti IMU mjerena Kramerovim V pokazateljem je srednje jačine, Cramer's V=0.208. (Tabela 40)

Isti test je pokazao da ova veza nije statistički značajna kod zdravih stopala, čiji je HVU manji od 15°: $\chi^2(2,111)=3.334$, Sig.=0.189, na nivou značajnosti p=0,05. (Tabela 40)



Slika 55. Distribucija deformiteta ocijenjenog vrijednostima IMU u odnosu na formu prvog MTC zgloba definisanog vrijednostima DCAU.



Slika 56. Distribucija deformiteta ocijenjenog vrijednostima IMU u odnosu na formu prvog MTC zgloba definisanog vrijednostima DCAU kod stopala bez hallux valgus deformiteta (HVU<15°).

Analizom deskriptivnih pokazatelja distribucije vrijednosti HVU u grupi stopala sa deformitetom (HVU≥15°) u zavisnosti od forme prvog MTC zgloba odnosno izmjenjenog distalnog kuneiformnog artikularnog ugla (DCAU) pokazala je, da je prosječna vrijednost HVU najveća kod stopala sa naglašeno kosom formom zgloba (DCAU≥20°, N=62) i ona iznosi Me=37.3790°, sa SD= 10.92697°, greškom ocjene SE=1.38773°, i rasponom vrijednosti od Min.=20.30° do Max.=71.30° dok je u grupi stopala sa kosom formom prvog MTC zgloba (10°≤DCAU<20°, N=88) ova vrijednost manja i iznosi Me=32.4477°, sa SD=9.481° i greškom ocjene SE=1.01068° i rasponom vrijednosti od Min.=18.60° do Max.=66.40°. Najmanja prosječna vrijednost HVU je izmjerena kod stopala sa poprečnom formom prvog MTC zgloba određene izmjenjenim vrijednostima distalnog kuneiformnog artikularnog ugla (DCAU<10°, N=17), Me=31.4118°, sa standardnom devijacijom SD=9.97365°, greškom ocjene SE=2.41896° i rasponom vrijednosti od Min.=16.50° do Max.=57.20°. (Tabela 41, Slika 57A).

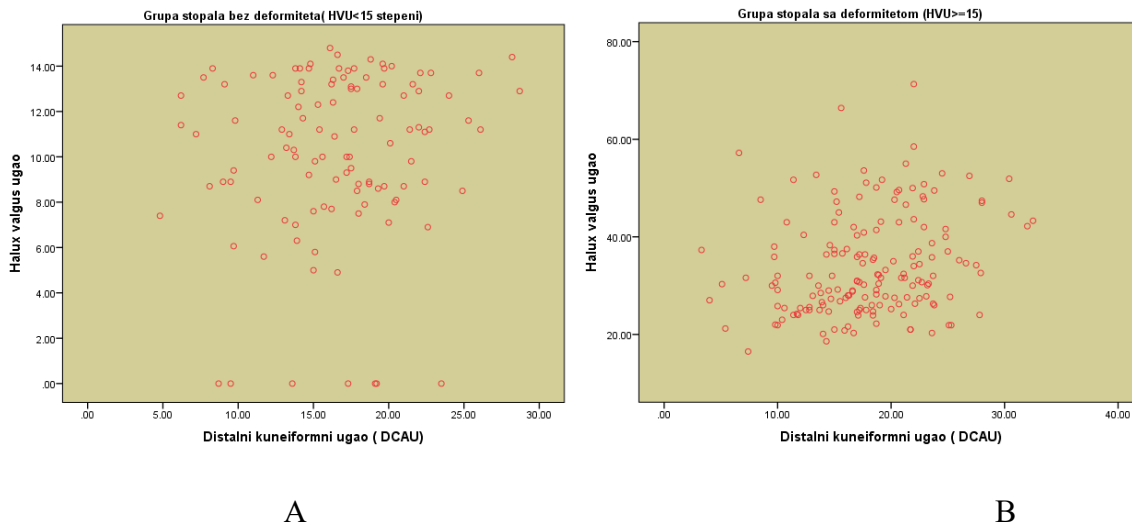
Prosječne vrijednosti IMU kod stopala ove grupe je takođe najveća kod stopala sa naglašeno kosom formom prvog MTC zgloba (DCAU≥20°, N=62) i iznosi Me=14.6210° sa standardnom devijacijom SD=3.64517° i greškom ocjene SE=0.4629° te rasponom vrijednosti od Min.=8.80° do Max.=23.9° dok je ova vrijednost nešto manja kod stopala sa poprečnom formom (DCAU<10°, N=17) i iznosi Me=13.0647° sa SD=3.71449° i SE=0.9009° i rasponom od Min.=8.40° do Max.=22.10°. Najmanja prosječna vrijednost IMU je izmjerena kod stopala sa kosom formom prvog MTC zgloba (10°≤DCAU<20°, N=88) Me=12.6500°, sa

SD=3.14211° i greškom SE=0.33495° te rasponom vrijednosti od Min=5.40° do Max.=21.10°. (Tabela 41, Slika 58A)

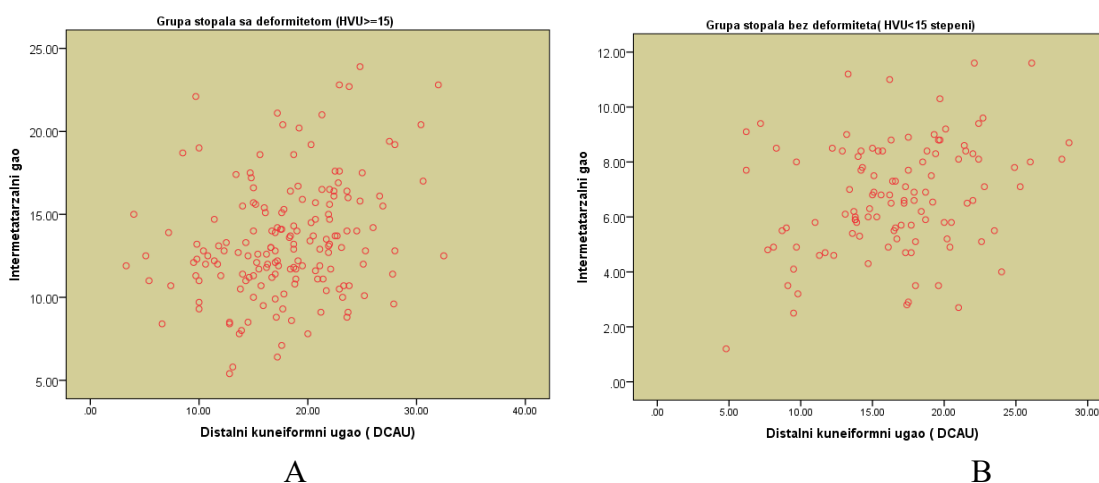
Ugrupi od 111 stopala bez hallux valgus deformiteta (HVU<15°), najveća prosječna vrijednost HVU je u grupi stopala sa naglašeno kosom formom prvog MTC zgloba i iznosi Me=10.8400° sa SD=3.11569° i greškom SE=0.62314° te Min.0.00° i maksimalnom izmjerenom vrijednošću Max.=14.4°, dok je nešto manja u grupi stopala sa kosom formom zgloba Me=10.1704° sa SD=3.65136° i greškom SE=0.43334°, Min.=0.00° i Max=14.8° a najmanja vrijednost HVU je izmjerena kod grupe stopala sa poprečnom formom prvog MTC zgloba i iznosi Me=9.1107°, SD=4.35398°, SE=1.12419°, Min=0.00° i Max.=13.9°. (Tabela 38, Slika 57B) Izmjerena prosječna vrijednost IMU kod stopala bez deformiteta je takođe najveća kod stopala sa naglašeno kosom formom(N=25) i iznosi Me=7.4400°, SD=2.16102°, SE=0.43220°, Min.=2.70° i Max.=11.60°, manja je kod stopala sa kosom formom zgloba (N=71), Me=6.7132°, SD=1.74603°, SE=0.20722°, Min.=2.80° i Max.=11.20° dok je prosječna vrijednost IMU najmanja u grupi stopala sa poprečnom formom zgloba (N=15) i iznosi Me=5.5267°, SD=2.51011°, SE=0.64811°, Min=1.20° i Max.=9.40°. (Tabela 41, Slika 58B)

Tabela 41. Deskriptivne vrijednosti HVU i IMU u odnosu na formu prvog MTC zgloba definisanog distalnim kuneiformnim artikularnom uglom (DCAU) kod grupe stopala sa i bez deformiteta.

Grupe stopala		Sa deformitetom		Bez deformiteta	
Forma prvog MTC zgloba	Deskriptivni parametri	(HVU) Hallux valgus ugao	(IMU) Intermetar-zalni ugao	(HVU) Hallux valgus ugao	(IMU) Intermetatar-zalni ugao
Poprečna forma zgloba (DCAU ≤10°)	N	17	17	15	15
	Prosjek (Me)	31.4118	13.0647	9.1107	5.5267
	Std. Devijacija(SD)	9.97365	3.71449	4.35398	2.51011
	Std. Greška(SE)	2.41896	.90090	1.12419	.64811
	Minimum(Min.)	16.50	8.40	.00	1.20
	Maximum(Max.)	57.20	22.10	13.90	9.40
Kosa forme zgloba (10°<DCAU<20°)	N	88	88	71	71
	Prosjek (Me)	32.4477	12.6500	10.1704	6.7132
	Std. Devijacija(SD)	9.48100	3.14211	3.65136	1.74603
	Std. Greška(SE)	1.01068	.33495	.43334	.20722
	Minimum(Min.)	18.60	5.40	.00	2.80
	Maximum(Max.)	66.40	21.10	14.80	11.20
Naglašeno kosa forma zgloba (DCAU>=20°)	N	62	62	25	25
	Prosjek (Me)	37.3790	14.6210	10.8400	7.4400
	Std. Devijacija(SD)	10.92697	3.64517	3.11569	2.16102
	Std. Greška(SE)	1.38773	.46294	.62314	.43220
	Minimum(Min.)	20.30	8.80	.00	2.70
	Maximum(Max.)	71.30	23.90	14.40	11.60
Ukupno	N	167	167	111	111
	Prosjek (Me)	34.1731	13.4240	10.1780	6.7166
	Std. Devijacija(SD)	10.33304	3.50040	3.64280	2.01813
	Std. Greška(SE)	.79959	.27087	.34576	.19155
	Minimum(Min.)	16.50	5.40	.00	1.20
	Maximum(Max.)	71.30	23.90	14.80	11.60



Slika 57. Dijagram rasipanja vrijednosti HVU u odnosu na distalni kuneiformni artikularni ugao (DCAU) kod stopala: A: sa deformitetom i B: bez deformiteta.



Slika 58. Dijagram rasipanja vrijednosti IMU u odnosu na distalni kuneiformni artikularni ugao (DCAU) kod grupe stopala: A: sa deformitetom i B: bez deformiteta.

Rezultati naknadnog poređenja vrijednosti HVU po kategorijama forme prvog MTC zgloba određenog vrijednostima DCAU, kod stopala sa hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$), su pokazali da stopala sa naglašeno kosom formom ovog zgloba ($DCAU \geq 20^\circ$) imaju veću medijanu rezultata HVU ($Md = 35.10^\circ$) od medijane HVU kod stopala sa poprečnom formom ($DCAU < 10^\circ$) ovog zgloba ($Md = 30.30^\circ$) i njegovom kosom formom ($10^\circ < DCAU < 20^\circ$) kod koje medijana rezultata HVU iznosi 29.15° ($Md = 29.15^\circ$). (Tabela 42)

U slučaju poređenja vrijednosti IMU po kategorijama forme prvog MTC zgloba određenog vrijednostima DCAU, kod stopala sa deformitetom, vidimo da stopala sa naglašeno kosom formom ovog zgloba ($DCAU \geq 20^\circ$) imaju najveću medijanu rezultata IMU ($Md = 14.00^\circ$) dok kod stopala sa kosom formom ($10^\circ < DCAU < 20^\circ$) ona iznosi $Md = 12.50^\circ$ a kod grupe stopala

sa poprečnom formom prvog MTC zgloba ($DCAU < 10^\circ$) je najmanja i iznosi $Me = 12.10^\circ$. (Tabela 42)

Kruskal-Volisovim testom nezavisnih uzoraka ispitana je statistička značajnost razlika u vrijednostima medijana rezultata HVU i IMU u tri grupe forme prvog MTC zgloba određenih prema vrijednostima distalnog kuneiformnog artikularnog ugla (DCAU), kod stopala sa hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$). Razlike u formiranim grupama; grupe od 17 stopala sa poprečnom formom zgloba ($DCAU < 10^\circ$), grupe od 88 stopala sa kosom formom ($10^\circ < DCAU < 20^\circ$), i grupe od 62 stopala sa naglašeno kosom formom ovog zgloba ($DCAU \geq 20^\circ$), u vrijednostima medijane rezultata HVU: $\chi^2(2,167) = 9.575$, $Sig. = 0.008$, i razlike u vrijednostima medijane rezultata IMU: $\chi^2(2,167) = 10.452$, $Sig. = 0.005$, statistički su značajne na nivou značajnosti $p = 0.01$. (Tabela 43, Slika 59)

Tabela 42. Medijane rezultata i srednje vrijednosti HVU i IMU prema formi prvog MTC zgloba definisanog vrijednostima DCAU.

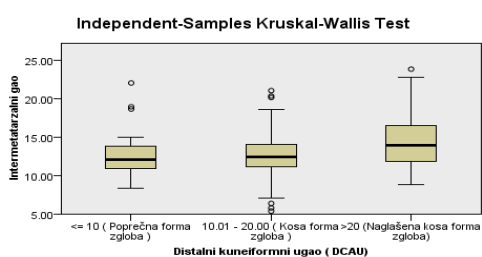
Grupe	Forma prvog MTC zgloba prema veličini DCAU	Deskriptivni parametri	(HVU°) Hallux valgus ugao	(IMU°) Intermetatarsalni gao
Prisutan deformitet (HVU $\geq 15^\circ$)	(DCAU $< 10^\circ$)	Prosjeak(Me)	31.4118	13.0647
	Poprečna forma zgloba	Mediana(Md)	30.3000	12.1000
	N=17	Std. Devijacija(SD)	9.97365	3.71449
	($10^\circ < DCAU < 20^\circ$)	Prosjeak(Me)	32.4477	12.6500
	Kosa forma zgloba	Mediana(Md)	29.1500	12.5000
	N=88	Std. Devijacija(SD)	9.48100	3.14211
	(DCAU $\geq 20^\circ$)	Prosjeak(Me)	37.3790	14.6210
	Naglašeno kosa forma zgloba, N=62	Mediana(Md)	35.1000	14.0000
		Std. Devijacija(SD)	10.92697	3.64517
	Ukupno	Prosjeak(Me)	34.1731	13.4240
	Mediana(Md)	31.6000	12.9000	
	Std. Devijacija(SD)	10.33304	3.50040	
Bez deformiteta (HVU $< 15^\circ$)	(DCAU $\leq 10^\circ$)	Prosjeak(Me)	9.1107	5.5267
	Poprečna forma zgloba N=15	Mediana(Md)	9.4000	4.9000
		Std. Devijacija(SD)	4.35398	2.51011
	($10^\circ < DCAU < 20^\circ$)	Prosjeak(Me)	10.1704	6.7132
	Kosa forma zgloba	Mediana(Md)	10.4000	6.6000
	N=71	Std. Devijacija(SD)	3.65136	1.74603
	(DCAU $\geq 20^\circ$)	Prosjeak(Me)	10.8400	7.4400
	Naglašeno kosa forma zgloba, N=25	Mediana(Md)	11.2000	8.0000
		Std. Devijacija(SD)	3.11569	2.16102
	Ukupno	Prosjeak(Me)	10.1780	6.7166
	Mediana(Md)	11.0000	6.6000	
	Std. Devijacija(SD)	3.64280	2.01813	

Prema tome, potrebno je odbaciti nulte hipoteze i prihvatiti alternativne po kojima se medijane rezultata HVU i IMU statistički značajno razlikuju u odnosu na formu prvog MTC ugla određenog prema izmjenjenim vrijednostima DCAU. (Tabela 43, Slika 59)

Tabela 43. Sažetak testiranja hipoteze o jednakosti u vrijednostima HVU i IMU kod različitih formi prvog MTC zgloba određenih mjerenjem distalnog kuneiformnog artikularnog ugla (DCAU) kod stopala sa hallux valgus deformitetom (HVU \geq 15°).

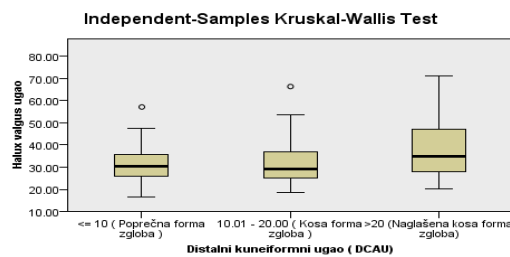
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Odluka
1	Disatribucija vrijednosti HVU je ista po svim formama prvog MTC zgloba određenih vrijednostima DCAU.	Kruskal-Wallisov test nezavisnih uzoraka	0.008	Odbaciti nultu hipotezu.
2	Disatribucija vrijednosti IMU je ista po svim formama prvog MTC zgloba određenih vrijednostima DCAU.	Kruskal-Wallisov test nezavisnih uzoraka	0.005	Odbaciti nultu hipotezu.

Napomena: Signifikantna značajnost je $p=0.05$



Total N	167
Test Statistic	10.452
Degrees of Freedom	2
Asymptotic Sig. (2-sided test)	.005

1. The test statistic is adjusted for ties.



Total N	167
Test Statistic	9.575
Degrees of Freedom	2
Asymptotic Sig. (2-sided test)	.008

1. The test statistic is adjusted for ties.

A

B

Slika 59. Grafička interpretacija rezultata primjene Kruskal-Wallisovog testa nezavisnih uzoraka o poređenju, A: vrijednosti HVU i B: vrijednosti IMU, u različitim formama prvog MTC zgloba određenih izmjerenim vrijednostima distalnog kuneiformnog artikularnog ugla kod stopala sa hallux valgus deformitetom.

Naknadnim poređenjem medijana formiranih grupa prema formi prvog MTC zgloba, kod stopala sa deformitetom, je utvrđeno da se medijana rezultata HVU kod kose forme zgloba (Md=29.15°), statistički značajno razlikuje od medijane grupe stopala sa naglašeno kosom formom zgloba (Md=35.10°), Adj.Sig.=0.010 na nivou značajnosti $p=0.05$, kao i medijana IMU grupe stopala sa kosom formom zgloba (Md=12.50°), i naglašeno kose forme zgloba (Md=14.00°), Adj.Sig.=0.006, na nivou značajnosti $p=0.01$, kod stopala sa deformitetom. (Tabela 44)

Tabela 44. Rezultati naknadnog poređenja grupa pojedinih formi prvog MTC zgloba u vrijednostima HVU i IMU primjenom Kruskal-Volisovog testa kod stopala sa deformitetom (HVU \geq 15°).

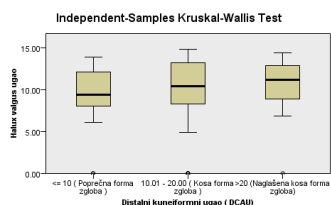
Forma prvog MTC zgloba	Hallux Vagus ugao (HVU)				
-Sample1. Sample2	Test statistika	Std.Error	Std.Test Statistika	Sig.	Adj.Sig.
Poprečna forma- Kosa forma zgloba	-2.961	12.809	-0.231	0.817	1.00
Poprečna forma-Naglašeno kosa forma	-26.377	13.237	-1.993	0.046	0.139
Kosa forma –Naglašeno kosa forma	-23.377	8.017	2.9210.	0.003	0.010
	Intermetatarzalni ugao (IMU)				
Poprečna forma- Kosa forma zgloba	-1.800	12.809	-0.141	0.888	1.000
Poprečna forma-Naglašeno kosa forma	-26.520	13.236	-2.004	0.045	0.135
Kosa forma –Naglašeno kosa forma	-24.720	8.016	-3.084	0.002	0.006

Asimptotska signifikantnost i (dvostrani test) se prikazuje, Signifikantnost je na nivou p=0.05, Adj.Sig.-korigovana signifikantnost

Tabela 45. Sažetak testiranja hipoteze o jednakostima vrijednosti HVU i IMU kod različitih formi prvog MTC zgloba određenih mjerenjem distalnog kuneiformnog artikularnog ugla (DCAU) kod stopala bez hallux valgus deformiteta (HVU<15°).

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Odluka
1	Disatribucija vrijednosti halux vallgus ugla (HVU) je ista po svim formama prvog MTC zgloba određenih vrijednostima DCAU.	Kruskal-Wallisov test nezavisnih uzoraka	0.485	Prihvatiti nultu hipotezu.
2	Disatribucija vrijednosti intermetatarzalnog ugla (IMU) je ista po svim formama prvog MTC zgloba određenih vrijednostima DCAU.	Kruskal-Wallisov test nezavisnih uzoraka	0.036	Odbaciti nultu hipotezu.

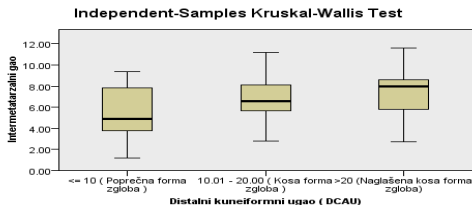
Napomena: Signifikantnost je na nivou p=0.05



Total N	111
Test Statistic	1.445
Degrees of Freedom	2
Asymptotic Sig. (2-sided test)	.485

1. The test statistic is adjusted for ties.
2. Multiple comparisons are not performed because the overall test does not show significant differences across samples.

A



Total N	111
Test Statistic	6.672
Degrees of Freedom	2
Asymptotic Sig. (2-sided test)	.036

1. The test statistic is adjusted for ties.

B

Slika 60. Grafička interpretacija rezultata primjene Kruskal-Volisovog testa nezavisnih uzoraka o poređenju, A: vrijednosti HVU i B: vrijednosti IMU u različitim formama prvog MTC zgloba određenih izmjerenim vrijednostima distalnog kuneiformnog artikularnog ugla (DCAU) kod stopala bez hallux valgus deformiteta.

U grupi od 111 stopala bez deformiteta (HVU<15°) Kruskal-Volisonov test nezavisnih uzoraka je pokazao da nema statistički značajne razlike u vrijednostima medijana HVU ugla u tri grupe forme prvog MTC zgloba utvrđenih prema izmjerenim vrijednostima distalnog kuneiformnog artikularnog ugla (DCAU); HVU: $\chi^2(2,111)=1.446$, Sig.=0.485, na nivou značajnosti p=0.05, dok su razlike u vrijednostima medijana IMU među grupama stopala sa poprečnom formom (DCAU<10°, N=15, Md=4.9°), grupe stopala sa kosom formom (10°<DCAU<20°, N=71, Md=6.6°) i grupe sa naglašeno kosom formom (DCAU>=20°) ovog zgloba (N=25, Md=8°) statistički značajne, IMU; $\chi^2(2,111)=6.672$, Sig.=0.036, na nivou značajnosti p=0.05. Prema tome, u ovoj grupi stopala vrijednosti IMU se statistički značajno razlikuju u odnosu na formu prvog MTC zgloba. (Tabela 45, Slika 60).

Naknadno poređenje medijana rezultata IMU, u ovoj grupi stopala bez deformiteta, pokazuje da se medijana kod grupe stopala sa poprečnom formom (Md=12.10°) statistički značajno razlikuje od medijane stopala sa naglašeno kosom formom, (Md=14.00°) Adj.Sig.=0.030, na nivou značajnosti p=0.05. (Tabela 46)

Tabela 46. Rezultati naknadnog poređenja pojedinih formi MTC zgloba u vrijednostima IMU primjenom Kruskal-Volisonovog testa kod stopala bez deformiteta (HVU<15°).

Forma1.-Forma2	Intermetatarzalni ugao (IMU)				
	Test statistika	Std.Geška	Std.Test Statistika	Sig.	Adj.Sig.
Poprečna forma- Kosa forma zgloba	-15.752	9.144	-0.141	0.084	0.253
Poprečna forma-Naglašena kosa forma	-27.080	10.509	-2.004	0.010	0.030
Kosa forma –Naglašena kosa forma	-11.288	7.483	-3.084	0.131	0.394

Napomena: Asimptotska signifikantnost i (dvastrani test) se prikazuje u tabeli. Signifikantna značajnosti je na nivou p=0.05, Sig-signifikantnost, Adj.Sig. - korigovana signifikantnost.

4.3.2. ORIJENTACIJA ZGLOBNE POVRŠINE BAZE PRVE METATARZALNE KOSTI

Zglobna površina baze prve MT kosti u odnosu na osovinu ove kosti je uglavnom manje ili više ukošena prema distalno pri čemu razlikujemo lateralnu inklinaciju različitog stepena i moguću medijalnu inklinaciju. Stepene inklinacije je definisan mjerenjem proksimalnog metatarzalnog artikularnog ugla (PMAU). U grupi od 167 obrađenih stopala sa hallux valgus deformitetom (HVU>=15°) najviše je zastupljena lateralna inklinacija sa PMAU manjim od 10° (127 ili 76%), kod 23 stopala ili 13.8% je utvrđena naglašena lateralna inklinacija (PMAU>=10°) dok je kod 17 stopala ili 10.2% utvrđena medijalna inklinacija od kojih je kod 15 slučajeva izmjerena vrijednost PMAU do -10° a samo kod dva slučaja ova vrijednost je ispod -10° (-11.2° i -13°). (Tabela 47) Od 111 obrađenih zdravih stopala (HVU<15°) kod jedne polovine (56 ili 50,5%) je utvrđena naglašena lateralna inklinacija zglobne površine baze prve MT kosti dok preostalih 55 stopala ili 49.5% ima lateralno ukošenu ovu zglobnu površinu sa PMAU manjim od 10° dok medijalne inklinacije u ovoj grupi nije bilo. (Tabela 47)

Tabela 47. Zastupljenost kategorija inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti definisane proksimalnim metatarzalnim artikularnim uglom (PMAU) kod stopala sa i bez deformiteta.

Grupe stopala	Kategorije inklinacije po osnovu vrijednosti PMAU	Učestalost	Postotak
Stopala sa deformitetom (HVU \geq 15°)	Medijalna inklinacija (PMAU $<0^\circ$)	17	10.2
	Lateralna inklinacija (0° \leq PMAU $<10^\circ$)	127	76.0
	Naglašeno lateralna inklinacija (PMAU $\geq 10^\circ$)	23	13.8
	Ukupno	167	100.0
Stopala bez deformiteta (HVU $<15^\circ$)	Lateralna inklinacija (0° \leq PMAU $<10^\circ$)	55	49.5
	Naglašeno lateralna inklinacija (PMAU $\geq 10^\circ$)	56	50.5
	Ukupno	111	100.0

Analizom distribucije pojedinih kategorija inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti u formiranim grupama prema težini hallux valgus deformiteta definisane vrijednostima HVU se vidi da su stopala sa medijalnom inklinacijom (PMAU $<0^\circ$) podjednako zastupljena (po sedam stopala ili 41.2%) u grupi blagog (15° \geq HVU $<30^\circ$) i umjerenog stepena deformiteta (30° \leq HVU $<40^\circ$) dok su preostala tri stopala ili 17.6% u grupi stopala sa teškim deformitetom (HVU $\geq 40^\circ$).

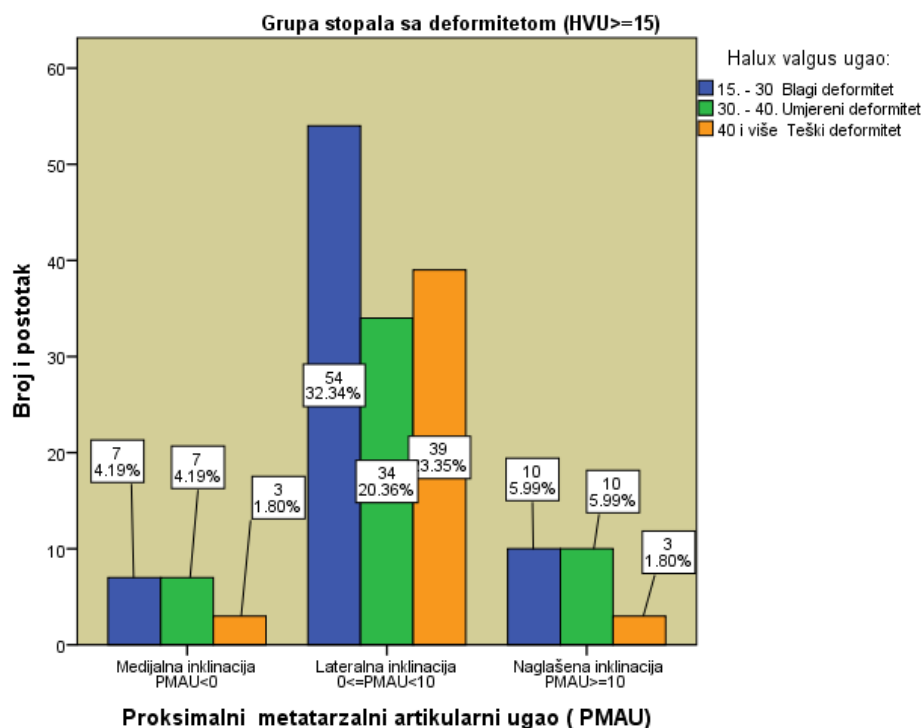
Od 127 stopala sa lateralnom inklinacijom (PMAU $<10^\circ$) najveći broj je zastupljen u grupi blagog deformiteta (54 ili 42.5%) a približno podjednako u grupi umjerenog (34 ili 26.8%) i teškog stepena deformiteta 39 stopala ili 30.7%.

Stopala sa naglašeno lateralnom inklinacijom (N=23) su podjednako zastupljena u grupi sa blagim i umjerenim stepenom deformiteta (po 10 stopala ili 43.5%) dok su tri stopala (13%) u grupi teškog stepena hallux valgus deformiteta. (Tabela 48, Slika 61)

Hi kvadrat test nezavisnosti je pokazao da ne postoji statistički značajna veza između inklinacije artikularne površine baze prve MT kosti i veličine HVU: $\chi^2(4,167)=5.356$, Sig.=0.253 na nivou značajnosti p=0.05. Jačina uticaja inklinacije ove zglobne površine na HVU, mjerena Kramerovim V pokazateljem, također nije pokazala statističku značajnost na nivou značajnosti p=0.05, Cramer's V=0.127, Sig.=0.253. (Tabela 48)

Tabela 48. Distribucija pojedinih kategorija inklinacije artikularne površine baze prve MT kosti prema grupama stepena deformiteta definisanih vrijednostima HVU kod stopala sa bez hallux valgus deformiteta.

Kategorije inklinacije po osnovu vrijednosti PMAU	Broj i postotak	Hallux valgus ugao (HVU)			
		Grupa stopala sa deformitetom			Bez deformiteta
		Blagi deformitet N=71;42.5%	Umjereni deformitet N=51;30.5%	Teški deformitet N=45;26.9%	Normalno stanje N=111, 100%
Medijalna inklinacija (PMAU<0°) N=17;10.2%	Broj	7	7	3	
	% u odnosu na PMAU	41.2%	41.2%	17.6%	
	% u odnosu na HVU	9.9%	13.7%	6.7%	
Lateralna inklinacija 0<=PMAU<10 N=127; 76.0%	% od Ukupno	4.2%	4.2%	1.8%	
	Broj	54	34	39	55
	% u odnosu na PMAU	42.5%	26.8%	30.7%	100.0%
Naglašeno lateralna inklinacija PMAU>=10° N=23; 13.8%	% u odnosu na HVU	76.1%	66.7%	86.7%	49.5%
	% od Ukupno	32.3%	20.4%	23.4%	49.5%
	Broj	10	10	3	56
	% u odnosu na PMAU	43.5%	43.5%	13.0%	100%
	% u odnosu na HVU	14.1%	19.6%	6.7%	50.5%
	% od Ukupno	6.0%	6.0%	1.8%	50.5%
	Chi-Square Tests - Hi kvadrat test nezavisnosti	$\chi^2(4,167) = 5.356, Sig. = 0.253,$ Cramer's V=0.127			-



Slika 61. Zastupljenost stepena deformiteta ocijenjenog vrijednostima HVU u odnosu na kategorije inklinacije proksimalne artikularne površine prve MT kosti mjerene PMAU kod grupe stopala sa deformitetom (HVU>=15°).

Uvidom u distribuciju pojedinih kategorija inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti u formiranim grupama prema težini hallux valgus deformiteta definisane vrijednostima IMU se vidi da, od ukupno 167 obrađenih stopala sa hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$), stopala sa medijalnom inklinacijom ($PMAU < 0^\circ$, $N=17$) su podjednako zastupljena u grupi stopala sa blagim ($9^\circ \leq IMU < 13^\circ$), njih sedam ili 41.2% i umjerenim stepenom deformiteta ($13^\circ \leq IMU < 20^\circ$) gdje pripada osam stopala ili 47.1%, dok preostala dva pripadaju teškom stepenu deformiteta ($IMU \geq 20^\circ$). Od 127 stopala sa lateralnom inklinacijom ($0^\circ \leq PMAU < 10^\circ$) baze prve MT kosti, najveći broj je u grupi sa umjerenim (59 stopala ili 46.5%) i blagim deformitetom gdje pripadaju 53 stopala ili 41.7%. Osam stopala ili 6.3% je u grupi teškog deformiteta čiji je IMU veći od 20° , dok je njih sedam ili 5.5% u grupi stopala sa IMU manjim od 9° . Stopala sa naglašeno lateralnom inklinacijom ($PMAU \geq 10^\circ$), koja formiraju grupu od 23 slučaja, uglavnom pripadaju grupi sa blagim stepenom deformiteta (11 ili 47.8%), stopalima sa normalnim IMU njih sedam ili 30.4%, dok je samo pet stopala ili 21.7% sa umjerenim stepenom deformiteta a nema ih u grupi teškog deformiteta. (Tabela 49, Slika 62)

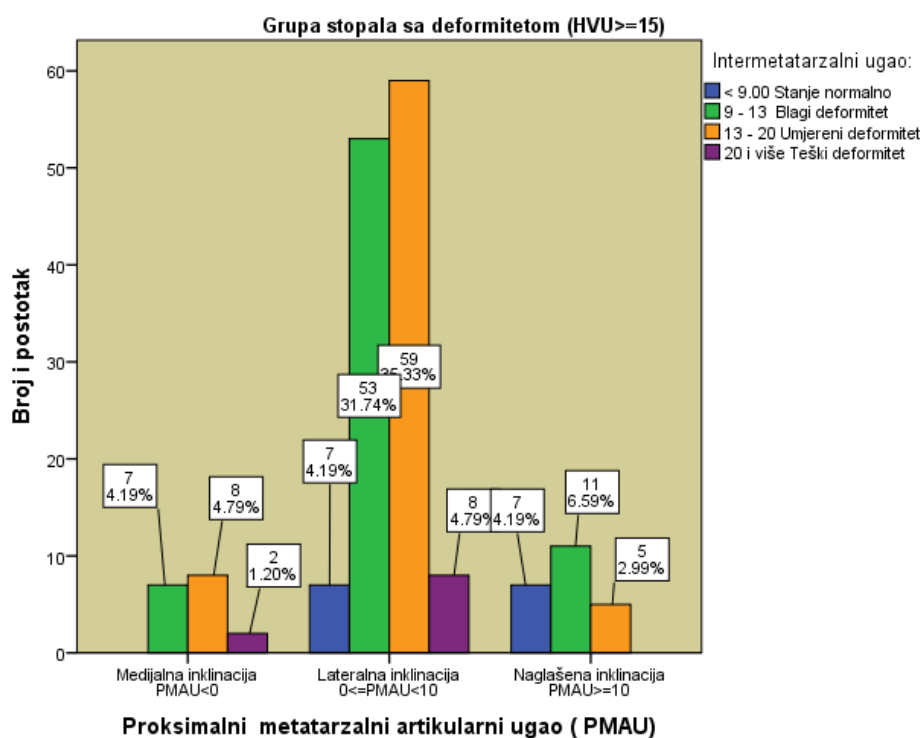
U grupi od 111 obrađenih stopala bez deformiteta ($HVU < 15^\circ$) nije bilo slučajeva sa medijalnom inklinacijom baze prve MT kosti i njene zglobne površine, tako da od 55 stopala sa lateralnom inklinacijom njih 10 ili 18.2% pripadaju grupi blagog deformiteta prema vrijednostima IMU ($9^\circ \leq IMU < 13^\circ$) dok je preostalih 45 (81.8%) u grupi sa normalnim nalazom ($IMU < 9^\circ$). Od 56 stopala sa naglašeno lateralnom inklinacijom samo dva stopala pripadaju grupi blagog deformiteta dok ostalih 54 ili 96.4% su u grupi stopala sa normalnim vrijednostima IMU. (Tabela 49, Slika 63)

Tabela 49. Distribucija pojedinih kategorija inklinacije artikularne površine baze prve MT kosti prema grupama stepena deformiteta definisanih vrijednostima IMU kod stopala sa i bez hallux valgus deformiteta.

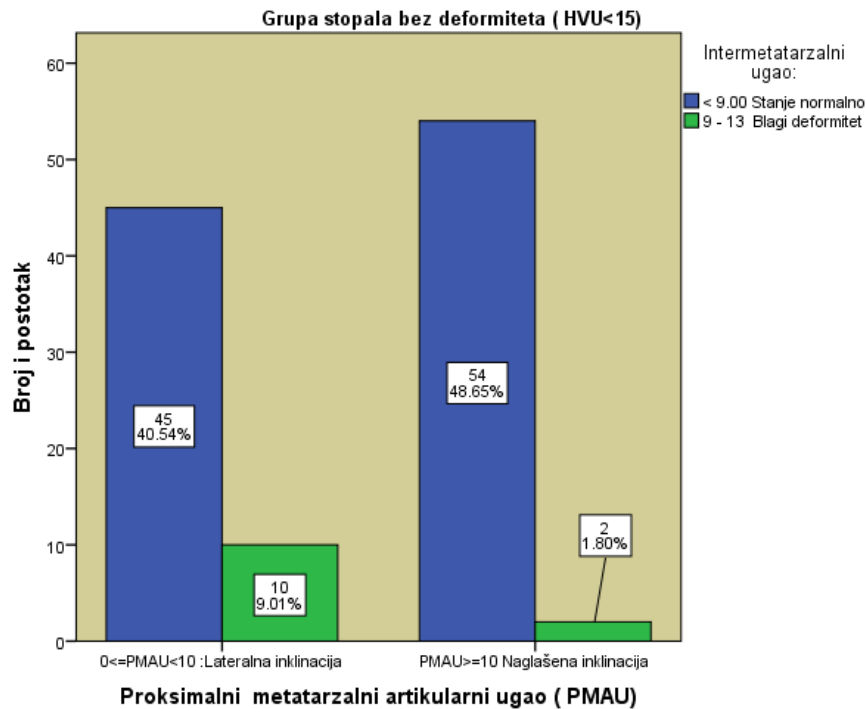
Kategorije inklinacije prema vrijednosti PMAU	Broj i postotak	Intermetatarzalni ugao (IMU)					
		Grupa stopala sa deformitetom (G1)			Bez deformiteta (G2)		
		IMU < 9° Stanje normalno N=14;8.4%	9° ≤ IMU < 13° Blagi deformitet N=71; 42.5%	13° ≤ IMU < 20° Umjereni deformitet N=72; 43.1%	IMU ≥ 20° Teški deformitet N=10; 6.0%	IMU < 9° Stanje normalno N=99; 89.2%	9° ≤ IMU < 13° Blagi deformitet N=12; 10.8%
Medijalna inklinacija (PMAU < 0°) G1:N=17;10.2% G2:N=0	Broj % u odnosu na PMAU % u odnosu na IMU % od Ukupno		7 41.2% 9.9% 4.2%	8 47.1% 11.1% 4.8%	2 11.8% 20.0% 1.2%		
Lateralna inklinacija 0° ≤ PMAU < 10° G1N=127;76.0% G2N=55;49.55%	Broj % u odnosu na PMAU % u odnosu na IMU % od Ukupno	7 5.5% 50.0% 4.2%	53 41.7% 74.6% 31.7%	59 46.5% 81.9% 35.3%	8 6.3% 80.0% 4.8%	45 81.8% 45.5% 40.5%	10 18.2% 83.3% 9.0%
Naglašeno lateralna inklinacija PMAU ≥ 10° G1:N=23; 13.8% G2:N=56;50.45%	Broj % u odnosu na PMAU % u odnosu na IMU % od Ukupno	7 30.4% 50.0% 4.2%	11 47.8% 15.5% 6.6%	5 21.7% 6.9% 3.0%	0 0.0% 0.0% 0.0%	54 96.4% 54.5% 48.6%	2 3.6% 16.7% 1.8%
Hi kvadrat test nezavisnosti			$\chi^2(6,167) = 21.366, Sig. = 0.002,$ Cramer's V=0.253			$\chi^2(1,111) = 6.143,$ Sig.=0.013, Cramer's V=0.235	

Hi kvadrat test nezavisnosti pokazuje da je, kod stopala sa hallux valgus deformitetom (HVU \geq 15°), utvrđena statistički značajna veza između orijentacije artikularne površine baze prve MT kosti predstavljene kroz tri navedene kategorije u zavisnosti od vrijednosti PMAU i vrijednosti IMU: $\chi^2(6,167)=21.366$, Sig.=0,002 na nivou značajnosti p=0.01. Jačina uticaja navedene inklinacije proksimalne artikularne površine prve MT kosti na vrijednost IMU, mjerena Kramerovim V pokazateljem je srednje jačine i pokazala je statističku značajnost na nivou p=0.01, Cramer's V=0,253, Sig.=0.002. (Tabela 49)

Isto tako, ovim testom je pokazano da i kod stopala bez izraženog hallux valgus deformiteta postoji statistički značajna veza između inklinacije artikularne površine baze prve MT kosti mjerene vrijednostima PMAU i vrijednosti IMU: $\chi^2(1,111)=6.143$, Sig.=0,013 na nivou značajnosti p=0,05 a jačina uticaja ocijenjena Kramerovim V pokazateljem (Cramer's V=0,235) je takođe srednje jačine. (Tabela 49)



Slika 62. Distribucija stepena deformiteta ocijenjenog vrijednostima IMU u odnosu na kategorije inklinacije proksimalne artikularne površine prve MT kosti mjerene PMAU kod grupe stopala sa deformiteta (HVU \geq 15°).



Slika 63. Distribucija blagog stepena deformiteta prema vrijednostima IMU u odnosu na utvrđene kategorije inklinacije proksimalne artikularne površine prve MT kosti mjerene PMAU kod grupe stopala bez deformiteta (HVU<15°).

Deskriptivne vrijednosti HVU u zavisnosti od kategorije inklinacije artikularne površine baze prve MT kosti pokazuju da je kod stopala sa hallux valgus deformitetom ovaj ugao najveći u grupi stopala sa lateralnom inklinacijom (N=127): Me=34.6441°,SD=10.73238° i SE=0.95238° nešto manja kod medijalne inklinacije (N17): Me=33.7765°,SD=11.18183° i SE=2.68774° a najmanje prosječne vrijednosti HVU su u grupi stopala sa naglašeno lateralnom inklinacijom (N=23): Me=31.8652°, SD=7.04354° i SE=1.46868°. (Tabela 50, Slika 64A)

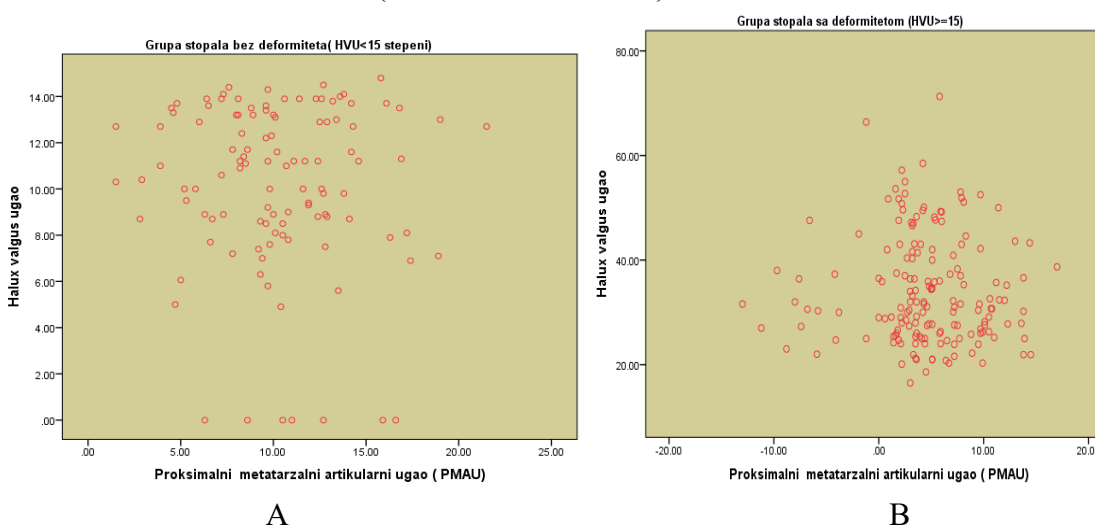
U grupi od 111 obrađenih stopala bez hallux valgus deformiteta nije bilo slučajeva sa medijalnom inklinacijom baze prve MT kosti i njene artikularne površine a podjednaka je zastupljenost u kategorijama lateralne inklinacije. Kod 55 stopala sa lateralnom inklinacijom prosječna vrijednost HVU iznosi: Me=10.4811°, SD=3.26421° i SE=0.44015° a nešto je manja u grupi od 56 stopala sa naglašeno lateralnom inklinacijom: Me=9.8804°, SD=3.98704° i SE=0.53279°. (Tabela 50, Slika 64B)

Prosječne vrijednosti IMU kod 167 obrađenih stopala sa hallux valgus deformitetom (HVU>=15°) su u skladu sa logičnim očekivanjem, tako da je najveća kod stopala sa medijalnom inklinacijom (N=17): Me=15,4059°, SD=3.44719° i SE=0.83607°, i rasponom od Min.=11.90° do Max.=22.10°; manja kod 127 stopala lateralne inklinacije: Me=13.6696°, SD=3.35294° i SE=0.29753° i rasponom od Min.=7.80° do Max.=23.90° dok je najmanja u grupi od 23 stopala sa naglašeno lateralnom inklinacijom zglobne površine baze prve MT kosti: Me=10.6174°, SD=2.79507° i SE:0.58281° i rasponom od Min=5.40° do Max.=15.00°. (Tabela 50, Slika 65A)

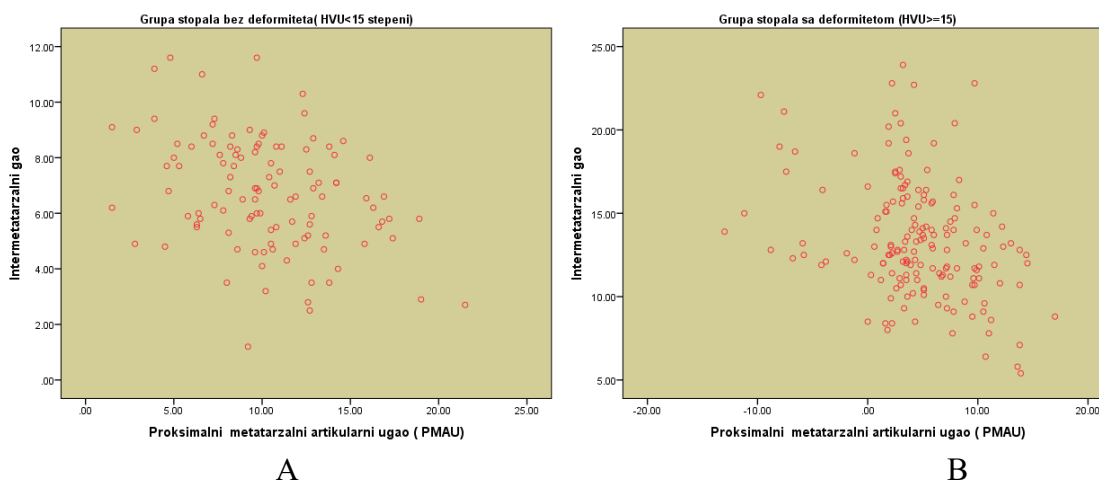
Tabela 50. Deskriptivne vrijednosti HVU i IMU u odnosu na kategorije inklinacije proksimalne artikularne površine prve MT kosti mjerene PMAU kod grupe stopala sa i bez deformiteta.

Grupe stopala		Sa deformitetom		Bez deformiteta	
Kategorije inklinacije prema PMAU	Deskriptivni parametri	(HVU) Hallux valgus ugao	(IMU) Intermetatarsalni gao	(HVU) Hallux valgus ugao	(IMU) Intermetatarsalni gao
PMAU < 0° Medijalna inklinacija	N	17	17		
	Prosjeck(Me)	33.7765	15.4059		
	Std. Devijacija(SD)	11.08183	3.44719		
	Std. Greška(SE)	2.68774	0.83607		
	Minimum(Min.)	22.00	11.90		
0 ≤ PMAU < 10° Lateralna inklinacija	N	127	127	55	55
	Prosjeck(Me)	34.6441	13.6669	10.4811	7.3273
	Std. Devijacija(SD)	10.73283	3.35294	3.26421	1.98078
	Std. Greška(SE)	0.95238	0.29753	0.44015	0.26709
	Minimum(Min.)	16.50	7.80	.00	1.20
PMAU ≥ 10° Naglašeno lateralna inklinacija	N	23	23	56	56
	Prosjeck(Me)	31.8652	10.6174	9.8804	6.1168
	Std. Devijacija(SD)	7.04354	2.79507	3.98704	1.88529
	Std. Greška(SE)	1.46868	0.58281	0.53279	0.25193
	Minimum(Min.)	21.90	5.40	0.00	2.50
Ukupno	N	50.00	15.00	14.80	10.30
	Prosjeck(Me)	34.1731	13.4240	10.1780	6.7166
	Std. Devijacija(SD)	10.33304	3.50040	3.64280	2.01813
	Std. Greška(SE)	0.79959	0.27087	0.34576	0.19155
	Minimum(Min.)	16.50	5.40	0.00	1.20
	Maximum(Max.)	71.30	23.90	14.80	11.60

Kod obrađenih 111 stopala bez hallux valgus deformiteta, prosječna vrijednost IMU je također manja u grupi od 56 stopala sa naglašeno lateralnom inklinacijom: Me=6.1168°, SD=1.88529° i SE=0.25193° i rasponom od Min.=2.50° do Max.=10.30° u odnosu na grupu od 55 sa lateralnom inklinacijom: Me=7.3273°, SD=1.98078° i SE=0.26709° i rasponom od Min.=1.20° do Max.=11.60°. (Tabela 50. Slika 65B)



Slika 64. Dijagram rasipanja vrijednosti HVU u odnosu na proksimalni metatarsalni artikularni ugao (PMAU) sa deformitetom (A) i bez deformiteta (B)



Slika 65. Dijagram rasipanja vrijednosti IMU u odnosu na proksimalni metatarzalni artikularni ugao (PMAU) kod stopala sa deformitetom (A) i bez deformiteta (B)

Naknadnim poređenjem vrijednosti medijane rezultata HVU prema kategorijama inklinacije artikularne površine baze prve MT kosti koje su definisane u skladu sa izmjerenim vrijednostima PMAU, kod stopala sa hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$), uočavamo da je vrijednost medijane rezultata HVU najveća u grupi stopala sa lateralnom inklinacijom ($0^\circ \leq PMAU < 10^\circ$), $Md = 32.00^\circ$ i približno podjednake vrijednosti kod stopala sa naglašeno lateranom inklinacijom ($PMAU \geq 10^\circ$), ($Md = 30.70^\circ$) i medijalnom inklinacijom ($PMAU < 0^\circ$) baze prve metatarzalne kosti ($Md = 30.60^\circ$) uz napomenu da kod ove dvije kategorije vrijednosti medijana rezultata HVU ne prate prosječne vrijednosti ovog ugla. Kod stopala bez deformiteta ($HVU < 15^\circ$) medijana rezultata HVU je manja kod stopala sa naglašeno lateralnom inklinacijom ($N = 56$) zglobne površine, $Md = 10.50^\circ$ u odnosu na stopala sa lateralnom inklinacijom ($N = 55$), $Md = 11.10^\circ$. (Tabela 51)

Analizirajući medijane rezultata vrijednosti IMU, kod stopala sa hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$), vidimo da su one u skladu sa prosječnim vrijednostima IMU i najveća je kod 17 stopala sa medijalnom inklinacijom, $Md = 13.90^\circ$, manja kod 127 stopala sa lateralnom inklinacijom, $Md = 13.10^\circ$ a najmanja kod 23 stopala sa naglašeno lateralnom inklinacijom baze prve MT kosti, $Md = 11.10^\circ$.

Kod stopala bez deformiteta ($HVU < 15^\circ$) veličina medijane rezultata IMU je takođe manja kod 56 stopala sa naglašeno lateralnom inklinacijom ove zglobne površine, $Md = 5.85^\circ$ u odnosu na medijane kod 55 stopala sa lateralnom inklinacijom kod kojih je $Md = 7.70^\circ$. (Tabela 51)

Tabela 51. Medijane i srednje vrijednosti HVU i IMU prema kategoriji inklinacije artikularne površine baze prve MT kosti defirnisanih prema vrijednostima PMAU.

	Kategorije inklinacije prema vrijednosti PMAU	Deskriptivni parametri	(HVU°) Hallux valgus ugao	(IMU°) Intermetatarzalni gao
Prisutan deformitet (HVU \geq 15°)	PMAU < 0°: Medijalna inklinacija	Prosjek (Me)	33.7765	15.4059
		Mediana (Md)	30.6000	13.9000
		Std. Devijacija (SD)	11.08183	3.44719
	0° \leq PMAU<10° : Lateralna inklinacija	Prosjek (Me)	34.6441	13.6669
		Mediana (Md)	32.0000	13.1000
		Std. Devijacija (SD)	10.73283	3.35294
	PMAU \geq 10° : Naglašeno lateralna inklinacija	Prosjek (Me)	31.8652	10.6174
		Mediana (Md)	30.7000	11.1000
		Std. Devijacija (SD)	7.04354	2.79507
	Ukupno	Prosjek (Me)	34.1731	13.4240
Mediana (Md)		31.6000	12.9000	
Std. Devijacija (SD)		10.33304	3.50040	
Bez deformiteta (HVU<15°)	0° \leq PMAU<10° : Lateralna inklinacija	Prosjek (Me)	10.4811	7.3273
		Mediana (Md)	11.1000	7.7000
		Std. Devijacija (SD)	3.26421	1.98078
	PMAU \geq 10° : Naglašeno lateralna inklinacija	Prosjek (Me)	9.8804	6.1168
		Mediana (Md)	10.5000	5.8500
		Std. Devijacija (SD)	3.98704	1.88529
	Ukupno	Prosjek (Me)	10.1780	6.7166
Mediana (Md)		11.0000	6.6000	
		Std. Devijacija (SD)	3.64280	2.01813

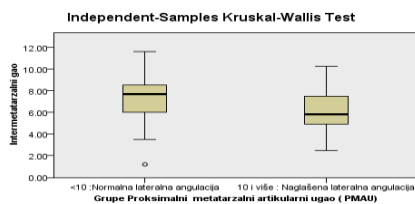
Tabela 52. Sažetak testiranja hipoteze o jednakostima vrijednosti IMU kod različitih kategorija inklinacije artikularne površine baze prve MT kosti određenih mjerenjem proksimalnog metatarzalnog artikularnog ugla (PMAU) kod stopala sa i bez hallux valgus defromiteta.

Grupa	Nulta Hipoteza	Test	Sig.	Odluka
Stopala sa deformitetom (HVU \geq 15°).	Disatribucija vrijednosti IMU je ista po svim kategorijama inklinacije proksimalne artikularne površine prve MT kosti, mjerene proksimalnim metatarzalnim artikularnim uglom (PMAU).	Kruskal-Wallisov test nezavisnih uzoraka	0.000	Odbaciti nultu hipotezu.
Stopala bez deformiteta (HVU<15°)	Disatribucija IMU je ista po svim kategorijama inklinacije proksimalne artikularne površine prve MT kosti, mjerene proksimalnim metatarzalnim artikularnim uglom (PMAU).	Kruskal-Wallisov test nezavisnih uzoraka	0.001	Odbaciti nultu hipotezu.

Napomena: Signifikantna značajnost je p=0.05

Kruskal-Wallisov test nezavisnih uzoraka je otkrio statistički značajnu razliku vrijednosti IMU u tri formirane kategorije inklinacije: grupe od 17 stopala sa medijalnom inklinacijom (PMAU<0°), 127 stopala sa lateralnom inklinacijom (0° \leq PMAU<10°) i grupe od 23 stopala sa naglašeno lateralnom inklinacijom (PMAU \geq 10°) proksimalne artikularne površine prve MT kosti mjerene proksimalnim metatarzalnim artikularnim uglom (PMAU) kod stopala sa deformitetom: $\chi^2(2,167)= 18.220$, Sig.=0.000 na nivou značajnosti p=0.01. (Tabela 52, Slika 66A), kao i kod stopala bez deformiteta: $\chi^2(1,111)=10.111$, Sig.=0.001 na nivou značajnosti

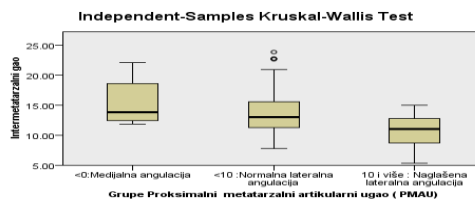
$p=0.01$. (Tabela 52, Slika 66B) Prema tome, vrijednosti IMU se statistički značajno razlikuju u odnosu na orijentaciju i stepen inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti, kako kod stopala sa hallux valgus deformitetom tako i kod stopala bez ovog deformiteta.



Total N	111
Test Statistic	10.112
Degrees of Freedom	1
Asymptotic Sig. (2-sided test)	.001

1. The test statistic is adjusted for ties.
2. Multiple comparisons are not performed because there are less than three test fields.

A



Total N	167
Test Statistic	18.220
Degrees of Freedom	2
Asymptotic Sig. (2-sided test)	.000

1. The test statistic is adjusted for ties.

B

Slika 66. Grafička interpretacija rezultata primjene Kruskal-Volisoovog testa nezavisnih uzoraka o poređenju vrijednosti IMU u kategorijama inklinacije articularne površine baze prve MT kosti, mjerene proksimalnim metatarzalnim artikularnim uglom (PMAU) kod stopala: A) sa deformitetom i B) bez deformiteta.

Tabela 53. Rezultati naknadnog poređenja grupa pojedinih kategorija inklinacije articularne površine baze prve MT kosti mjerene PMAU u vrijednostima IMU primjenom Kruskal-Volisoovog testa kod stopala sa hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$).

Kategorije inklinacije		Intermetatarzalni ugao (IMU)				
Kategorija 1.	Kategorija 2	Test statistika	Std.Error	Std. Test Statistika	Sig.	Adj.Sig.
Naglašeno lateralna	Lateralna inklinacija	39.020	10.956	3.561	0.000	0.001
Naglašeno lateralna	Medijalna inklinacija	62.147	15.464	4.019	0.000	0.000
Lateralna	Medijalna inklinacija	23.127	12.486	1.852	0.064	0.192

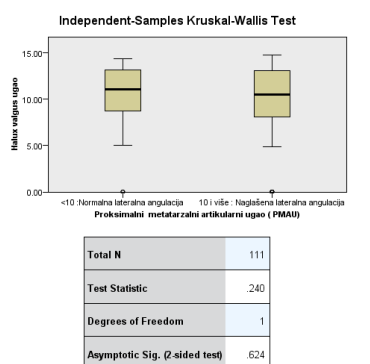
Napomena: Signifikantnost je na nivou $p=0.05$, Adj.Sig.-korigovana signifikantnost

Rezultati naknadnog poređenja IMU po kategorijama inklinacije određenih prema izmjerenim vrijednostima stepena i smjera inklinacije proksimalne articularne površine prve MT kosti (PMAU), pokazali su da se vrijednosti IMU u grupi sa naglašeno lateralnom inklinacijom ($PMAU \geq 10^\circ$) značajno razlikuju od vrijednosti IMU ugla kod stopala sa lateralnom inklinacijom ($0^\circ \leq PMAU < 10^\circ$), Adj.Sig.=0.001, kao i od vrijednosti IMU ugla kod stopala sa medijalnom inklinacijom ($PMAU < 10^\circ$) proksimalne articularne površine prve MT kosti, Adj.Sig.=0.000, na nivou statističke značajnosti $p=0.01$. (Tabela 53)

Kruskal-Volisov test nezavisnih uzoraka o poređenju vrijednosti HVU u odnosu na kategorije inklinacije artikularne površine baze prve MT kosti mjerene proksimalnim metatarzalnim artikularnim uglom (PMAU) je pokazao da te razlike nisu statistički značajne kako kod grupe od 167 obrađenih stopala sa hallux valgus deformitetom (Sig.=0.773), tako i kod 111 stopala bez deformiteta, Sig.=0.624. (Tabela 54, Slika 67 A i B)

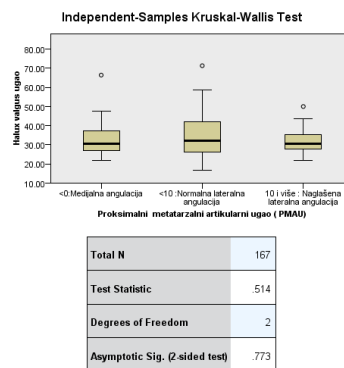
Tabela 54. Sažetak testiranja hipoteze o jednakostima vrijednosti HVU kod različitih kategorija inklinacije artikularne površine baze prve MT kosti određenih mjerenjem PMAU, kod stopala sa i bez hallux valgus defromiteta.

Grupa	Nulta Hipoteza	Test	Sig.	Odluka
Stopala sa deformitetom (HVU \geq 15°).	Disatribucija vrijednosti HVU je ista po svim kategorijama vrijednosti proksimalnog metatarzalnog artikularnog ugla (PMAU)	Kruskal-Wallisov test nezavisnih uzoraka	0.773	Zadržati nultu hipotezu.
Stopala bez deformiteta (HVU $<$ 15°)	Disatribucija vrijednosti HVU je ista po svim kategorijama vrijednosti proksimalnog metatarzalnog artikularnog ugla (PMAU)	Kruskal-Wallisov test nezavisnih uzoraka	0.624	Zadržati nultu hipotezu.



1. The test statistic is adjusted for ties.
2. Multiple comparisons are not performed because the overall test does not show significant differences across samples.

A



1. The test statistic is adjusted for ties.
2. Multiple comparisons are not performed because the overall test does not show significant differences across samples.

B

Slika 67. Grafička interpretacija rezultata primjene Kruskal-Volisovog testa nezavisnih uzoraka o poređenju vrijednosti HVU u kategorijama inklinacije artikularne površine baze prve MT kosti mjerene proksimalnim metatarzalnim artikularnim uglom (PMAU) kod stopala: A : sa deformitetom i B: bez deformiteta.

4.3.3. VARIZACIONI POTENCIJAL MORFOLOGIJE PRVOG METATARZOKUNEIFORMNOG ZGLOBA

Veza forme prvog MTC zgloba definisane uglom distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti (DCAU), orijentacije proksimalne artikularne površine prve MT kosti mjerene proksimalnim metatarzalnim artikularnim uglom (PMAU), i relevantnih uglova hallux valgus deformiteta koji definišu njegovu težinu (IMU i HVU) je ocijenjena Spirmanovim (ρ -rho) koeficijentom linearne korelacije rangova. (Tabela 55)

Potvrđena je, već ranije pokazana, jaka korelacija između uglova HVU i IMU, (N=167, $\rho = 0.528$, Sig.=0.000), na nivou značajnosti $p=0.01$.

Utvrđena je pozitivna korelacija srednje jačine između morfologije zglobnih tijela prvog MTC zgloba odnosno, forme prvog MTC zgloba definisane DCAU i orijentacije proksimalne artikularne površine prve MT kosti mjerene proksimalnim metatarzalnim artikularnim uglom (PMAU), tako da većim vrijednostima DCAU odgovaraju veće vrijednosti PMAU, (N=167, $\rho = 0.384$, Sig.=0.000), na nivou značajnosti $p=0.01$ (Tabela 55)

Utvrđeno je da u grupi opserviranih stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) postoji pozitivna korelacija slabije jačine između forme prvog MTC zgloba odnosno orijentacije distalne artikularne površine prve kuneiformne kosti mjerene DCAU i vrijednosti IMU (N=167, $\rho = 0.230$, Sig.=0.003 na nivou značajnosti $p=0.01$ ali i pozitivna korelacija stepena ukošenosti odnosno forme prvog MTC zgloba i HVU (N=167, $\rho = 0.238$, Sig.=0.002) na nivou značajnosti $p=0.01$. (Tabela 55)

Utvrđena je takođe i negativna korelacija srednje jačine $\rho = -0.325$, Sig.=0.000, između orijentacije proksimalne artikularne površine prve MT kosti mjerene PMAU i vrijednosti IMU, na nivou signifikantnosti $p=0.01$ obostrano, dok negativna korelacija sa HVU (N=167, $\rho = 0.020$) nije dostigla statističku značajnost, na nivou $p=0.05$, Sig.=0.796, u grupi stopala sa deformitetom. (Tabela 55)

U grupi stopala bez deformiteta je takođe utvrđena pozitivna statistički značajna korelacija slabije jačine između orijentacije distalne artikularne površine prve kuneiformne kosti mjerene uglom DCAU i IMU: (N=111, $R=0.242$, Sig.=0.010) , kao i HVU: (N=111, $R=0.272$, Sig.=0.004), na nivou značajnosti $p=0.01$. (Tabela 55) U istoj grupi stopala je takođe utvrđena i negativna korelacija srednje jačine (N=111, $R=-0.303$, Sig=0.001), između orijentacije proksimalne artikularne površine prve MT kosti mjerene PMAU i vrijednosti IMU, na nivou signifikantnosti $p=0.01$ obostrano. (Tabela 55)

Tabela 55. Vrijednosti Spirmanovih koeficijenata linearne korelacije rangova za stopala sa i bez deformiteta.

			HVU	IMU	PMAU	DCAU
Prisutan deformitet (HVU \geq 15°)	HVU	Spirmanov ro	1.000	0.528**	-0.020	0.230**
		p=Sig. (2-tailed)	.	0.000	0.796	0.003
		N	167	167	167	167
	IMU	Spirmanov ro	.528**	1.000	-0.325**	0.238**
		p=Sig. (2-tailed)	0.000	.	.000	0.002
		N	167	167	167	167
	PMAU	Spirmanov ro	-0.020	-0.325**	1.000	0.384**
		p=Sig. (2-tailed)	0.796	0.000	.	.000
		N	167	167	167	167
	DCAU	Spirmanov ro	0.230**	0.238**	0.384**	1.000
		p=Sig. (2-tailed)	0.003	0.002	0.000	.
		N	167	167	167	167
Bez deformiteta (HVU<15°)	HVU	Spirmanov ro	1.000	0.096	-0.047	0.111
		p=Sig. (2-tailed)	.	0.315	0.626	0.246
		N	111	111	111	111
	IMU	Spirmanov ro	0.096	1.000	-.303**	0.242*
		p=Sig. (2-tailed)	0.315	.	0.001	0.010
		N	111	111	111	111
	PMAU	Spirmanov ro	-0.047	-0.303**	1.000	0.272**
		p=Sig. (2-tailed)	0.626	0.001	.	0.004
		N	111	111	111	111
	DCAU	Spirmanov ro	.111	0.242*	0.272**	1.000
		p=Sig. (2-tailed)	0.246	0.010	0.004	.
		N	111	111	111	111

Legenda:**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Analizom zastupljenosti kategorija inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti kod različitih formi prvog MTC zgloba definisanih DCAU uočavamo da kod 17 stopala sa poprečnom formom prvog MTC zgloba (DCAU<10°) dominiraju stopala sa medijalnom inklinacijom baze prve MT kosti (10 stopala, 58.8%) a preostalih sedam stopala (41.2%) ima lateralnu inklinaciju i kod njih je blagi stepen deformiteta prema veličini IMU, dakle nema stopala sa naglašenom lateralnom inklinacijom kod ove forme zgloba. (Tabela 56, Slika 68A) Kod naglašeno kose forme prvog MTC zgloba (DCAU \geq 20°, N=62) nema medijalne inklinacije, dominira lateralna sa 49 stopala ili 79% sa pretežno umjerenim i blagim stepenom deformiteta kao i pet slučajeva teškog, dok je preostalih 13 stopala ili 21% je sa naglašeno lateralnom inklinacijom kod kojih je izražen blagi i umjereni stepen deformiteta prema veličini IMU. (Tabela 56, Slika 68B)

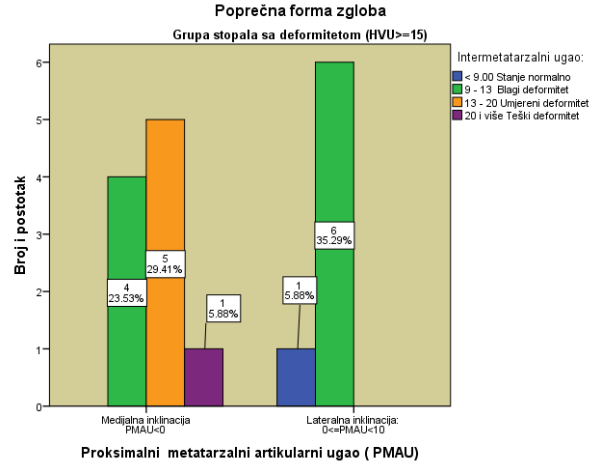
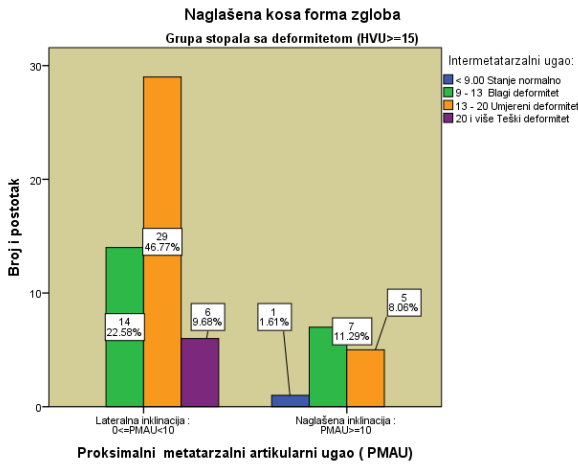
Kod 88 stopala sa kosom formom prvog MTC zgloba (10° \leq DCAU<20°) su zastupljene sve tri kategorije inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti, dominira lateralna inklinacija, 71 stopalo ili 80.7% , u ovoj grupi je i sedam stopala sa medijalnom inklinacijom i kod ove dvije kategorije je pretežno umjereni i blagi stepen deformiteta dok je 10 stopala ili 11.4% sa naglašeno lateralnom inklinacijom i kod njih je IMU manji od 9° ili blagi stepen deformiteta. (Tabela 56, Slika 69)

Hi kvadrat test je pokazao da je samo kod kose forme prvog MTC zgloba ($10^{\circ} \leq \text{DCAU} < 20^{\circ}$) izražena jaka statistički značajna veza između stepena inklinacije određene PMAU i vrijednosti IMU na nivou značajnosti $p=0.01$, $\chi^2(6,88)=25.285$, $\text{Sig.}=0.000$, Cramer's $V=0.536$. (Tabela 56)

Tabela 56. Odnos vrijednosti IMU i orijentacije (inklinacije) proksimalne artikularne površine baze prve MT kosti (mjerene PMAU) u odnosu na formu metatarzokuneiformnog zgloba (mjerene DCAU) kod stopala sa deformitetom ($\text{HVU} \geq 15^{\circ}$).

DCAU Forma MTC zgloba	Kategorije inklinacije baze prve MT kosti prema DMAU	Broj i postotak	(IMU) Intermetatarzalni gao				N=167 p
			IMU < 9° Stanje normalno N=14; 8.4%	9° <=IMU < 13° Blagi deformitet N=71 ;42.5%	13° <=IMU < 20° Umjereni deformitet N=72 ;43.1%	IMU >=20° Teški deformitet N=10;6.0%	
DCAU <= 10° Poprečna forma zgloba N=17	PMAU <0°	Broj	0	4	5	1	$\chi^2(3,17) = 7.091c$ $\text{Sig.} = 0.069$ Cramer's $V=0.646$ Linear-by-Linear=0.015
	Medijalna inklinacija	% u odnosu na PMAU	0.0%	40.0%	50.0%	10.0%	
	N=10;58.8%	% u odnosu na IMU	0.0%	40.0%	100.0%	100.0%	
	0° < PMAU < 10°	% od Ukupno	0.0%	23.5%	29.4%	5.9%	
	Broj		1	6	0	0	
	Lateralna inklinacija	% u odnosu na PMAU	14.3%	85.7%	0.0%	0.0%	
	N=7; 41.2%	% u odnosu na IMU	100.0%	60.0%	0.0%	0.0%	
	% od Ukupno		5.9%	35.3%	0.0%	0.0%	
	Ukupno	Broj	1	10	5	1	
	N=17 100%	% u odnosu na PMAU	5.9%	58.8%	29.4%	5.9%	
10° <= DCAU < 20° Kosa forma zgloba N=88	PMAU <0°	Broj	0	3	3	1	$\chi^2(6,88) = 25.285$, $\text{Sig.} = 0.000$ Cramer's $V=0.536$
	Medijalna inklinacija	% u odnosu na PMAU	0.0%	42.9%	42.9%	14.3%	
	N=7; 8.0%	% u odnosu na IMU	0.0%	7.5%	9.1%	33.3%	
	0° < PMAU < 10°	% od Ukupno	0.0%	3.4%	3.4%	1.1%	
	Broj		6	33	30	2	
	Lateralna inklinacija	% u odnosu na PMAU	8.5%	46.5%	42.3%	2.8%	
	N=71; 80.7%	% u odnosu na IMU	50.0%	82.5%	90.9%	66.7%	
	10° <= PMAU <= 20°	% od Ukupno	6.8%	37.5%	34.1%	2.3%	
	Broj		6	4	0	0	
	Naglašeno lateralna inklinacija	% u odnosu na PMAU	60.0%	40.0%	0.0%	0.0%	
N=10;11.4%	% u odnosu na IMU	50.0%	10.0%	0.0%	0.0%		
% od Ukupno		6.8%	4.5%	0.0%	0.0%		
Ukupno	Broj	12	40	33	3		
N=88, 100%	% u odnosu na PMAU	13.6%	45.5%	37.5%	3.4%		
% od Ukupno		13.6%	45.5%	37.5%	3.4%		
DCAU >= 20° Naglašena kosa forma zgloba N=62	0° < PMAU < 10°	Broj	0	14	29	6	$\chi^2(3,62) = 8.103e$ $\text{Sig.} = 0.044$ Cramer's $V=0.362$
	0°	% u odnosu na PMAU	0.0%	28.6%	59.2%	12.2%	
	Lateralna inklinacija	% u odnosu na IMU	0.0%	66.7%	85.3%	100.0%	
	N=49; 79%	% od Ukupno	0.0%	22.6%	46.8%	9.7%	
	PMAU >= 10°	Broj	1	7	5	0	
	10°	% u odnosu na PMAU	7.7%	53.8%	38.5%	0.0%	
	Naglašeno lateralna inklinacija	% u odnosu na IMU	100.0%	33.3%	14.7%	0.0%	
	N=13; 21%	% od Ukupno	1.6%	11.3%	8.1%	0.0%	
	Ukupno	Broj	1	21	34	6	
	N=62 ; 100%	% u odnosu na PMAU	1.6%	33.9%	54.8%	9.7%	
% od Ukupno		1.6%	33.9%	54.8%	9.7%		

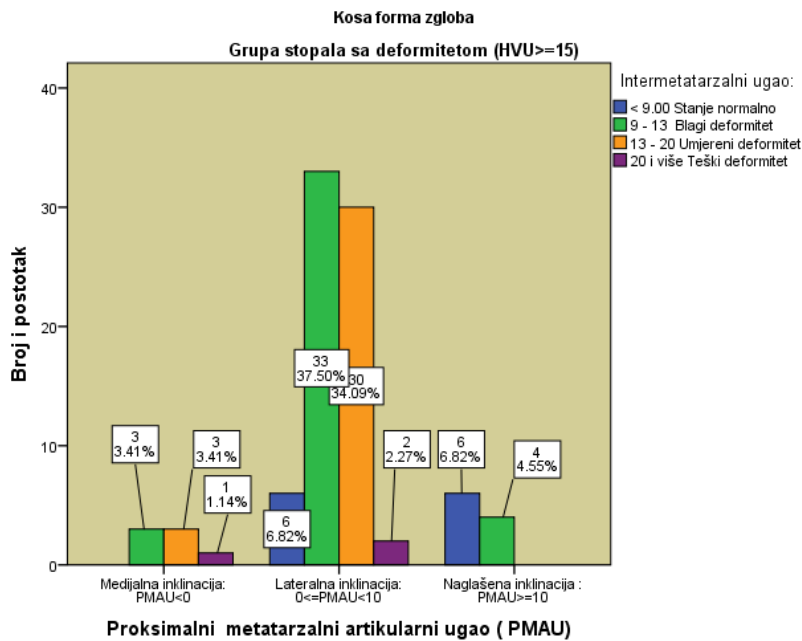
Legenda: Distalni kuneiformni ugao (DCAU), Proksimalni metatarzalni artikularni ugao (PMAU),



A

B

Slika 68. Odnos vrijednosti uglova IMU i pozicije proksimalne artikularne površine baze prve MT kosti (mjerene PMAU) kod A) poprečne i B) naglašeno kose forme MTC zgloba kod stopala sa deformitetom.



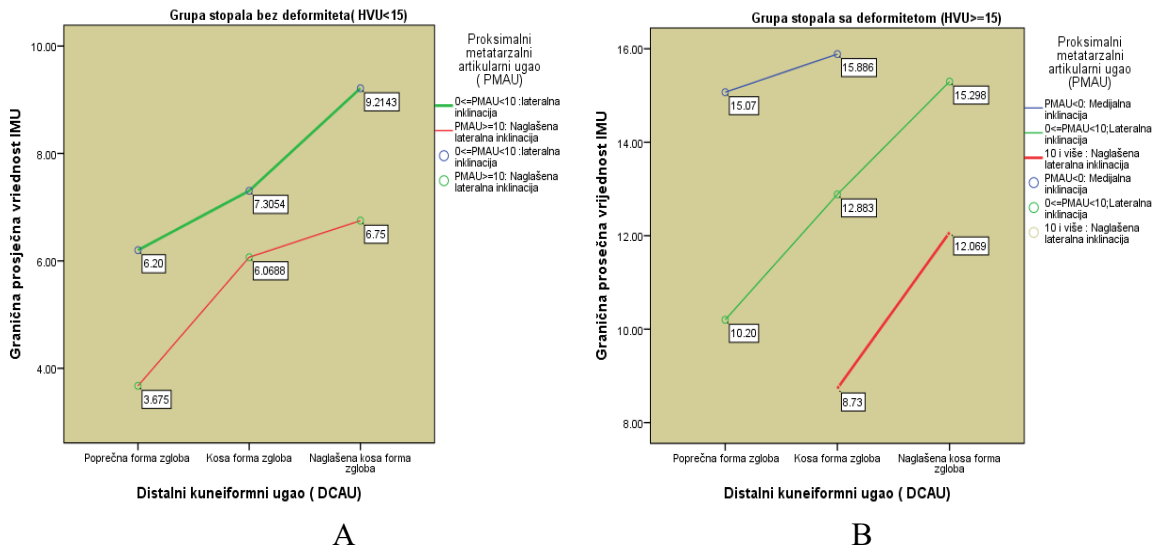
Slika 69. Odnos vrijednosti uglova IMU i pozicije proksimalne artikularne površine baze prve MT kosti (mjerene PMAU) kod kose forme MTC zgloba kod stopala sa deformitetom.

Tabela 57. Prosječne vrijednosti IMU u odnosu na kategorije proksimalnog metatarzalnog artikularnog ugla (PMAU) i distalnog kuneiformnog artikularnog ugla (DCAU) kod grupe stopala sa i bez deformiteta.

Grupe	Forma prvog MTC zgloba (DCAU)	Kategorije inklinacije baze prve MT kosti (PMAU)	Mean (Me) (IMU°)	Std. Deviation (SD)	N
Prisutan deformitet (HVU \geq 15°)	Poprečna forma zgloba (DCAU<10°)	Medijalna inklinacija	15.0700	3.59105	10
		Lateralna inklinacija	10.2000	1.08321	7
		Ukupno	13.0647	3.71449	17
	Kosa forma zgloba (10° \leq DCAU<20°)	Medijalna inklinacija	15.8857	3.44791	7
		Lateralna inklinacija	12.8831	2.65432	71
		Naglašeno lateralna inklinacija	8.7300	2.65876	10
		Ukupno	12.6500	3.14211	88
	Naglašeno kosa forma zgloba (DCAU \geq 20°)	Lateralna inklinacija	15.2980	3.70301	49
		Naglašeno lateralna inklinacija	12.0692	1.94138	13
		Ukupno	14.6210	3.64517	62
Bez deformiteta (HVU<15°)	Poprečna forma zgloba (DCAU<10°)	Lateralna inklinacija	6.2000	2.57332	11
		Naglašeno lateralna inklinacija	3.6750	1.04682	4
		Ukupno	5.5267	2.51011	15
	Kosa forma zgloba (10° \leq DCAU<20°)	Lateralna inklinacija	7.3054	1.54073	37
		Naglašeno lateralna inklinacija	6.0688	1.74816	34
		Ukupno	6.7132	1.74603	71
	Naglašeno kosa forma zgloba (DCAU \geq 20°)	Lateralna inklinacija	9.2143	1.88275	7
		Naglašeno lateralna inklinacija	6.7500	1.88188	18
		Ukupno	7.4400	2.16102	25

Analizom prosječnih vrijednosti IMU u grupi stopala sa deformitetom (HVU \geq 15°) uočavamo da je ona najveća u kombinaciji kose forme prvog MTC zgloba (10° \leq DCAU<20°) i medijalne inklinacije proksimalne artikularne površine prve MT kosti (Me=15.8857°) te u kombinaciji naglašeno kose forme prvog MTC zgloba (DCAU \geq 20°) sa lateralnom inklinacijom baze prve MT kosti (Me=15.2980°). Najmanja prosječna vrijednost IMU je kod stopala sa kosom formom prvog MTC zgloba i naglašeno lateralnom inklinacijom baze prve MT kosti i njene zglobne površine (Me=8.7300°). (Tabela 57, Slika70A).

Prosječne vrijednosti IMU, kod stopala bez hallux valgus deformiteta (HVU<15°), veće su kod stopala sa naglašeno kosom formom prvog MTC zgloba i to kod lateralne ali i kod naglašeno lateralne inklinacije baze prve MT kosti i njene zglobne površine. Prosječne vrijednosti IMU značajno su manje kod naglašeno lateralne inklinacije baze prve MT kosti i njene zglobne površine i to kod sve tri forme prvog MTC zgloba. (Tabela 57, Slika 70B)



Slika 70. Grafički prikaz zavisnosti vrijednosti IMU u odnosu na proksimalni metatarzalni artikularni ugao (PMAU) i formu prvog MTC zgloba određenog vrijednostima distalnog kuneiformnog artikularnog ugla (DCAU) u grupi stopala: A) sa deformitetom i B) bez deformiteta.

Varizacioni potencijal prvog MTC zgloba, odnosno njegov doprinos varijaciji prve MT kosti i povećanju IMU, ocijenjen je standardnom višestrukom regresionom analizom, koja će pokazati koliki dio varijanse zavisne varijable (u ovom slučaju IMU) možemo objasniti varijansom nezavisnih varijabli *orijentacija proksimalne artikularne površine prve MT kosti* mjerene proksimalnim metatarzalnim artikularnim uglom (PMAU) i *formom prvog MTC zgloba koji je određen pozicijom distalne artikularne površine prve kuneiformne kosti* mjerene DCAU, kao i relativni doprinos svake nezavisne varijable.

Preliminarnom analizom su provjerene osnovne pretpostavke za primjenu standardne višestruke regresione analize. Pretpostavka o multikolinearnosti nije narušena kako u grupi stopala sa deformitetom (Tolerance=0.828>0.1, VIF=1.208<10), tako i u grupi stopala bez deformiteta (Tolerance=0.926>0.1, VIF=1.080<10, dok pretpostavke o normalnosti, linearnosti, i homogenosti varijanse nisu bile značajnije narušene. (Tabela 59)

Kada su u model unesene istovremeno obe promjenljive (PMAU, DCAU) modelom u cjelini je objašnjeno 27.7% ukupno objašnjive varijanse vrijednosti IMU ugla: $F(2,164)=31.355$ i model je dostigao statističku značajnost Sig.=0.000 na nivou $p=0.01$ u grupi stopala sa deformitetom, dok je u grupi stopala bez deformiteta modelom objašnjeno 22.6% objašnjive varijanse vrijednosti ugla IMU: $F(2,108)=15.733$ i model je dostigao statističku značajnost Sig.=0.000, na nivou značajnosti $p=0.01$. (Tabela 58)

Tabela 58. Rezultati ANOVA i ocjena značajnosti modela ocjene zavisnosti IMU od orijentacije proksimalne artikularne površine prve MT kosti mjerene PMAU i forme prvog MTC zgloba određene pozicijom distalne artikularne površine prve kuneiformne kosti mjerene DCAU za stopala sa i bez deformiteta.

Grupe stopala	ANOVA						R	R Square
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.		
Prisutan deformitet (HVU \geq 15°)	Regression	562.612	2	281.306	31.35	0.000 ^c	0.526	0.277
	Residual	1471.352	164	8.972	5			
	Ukupno	2033.964	166					
Bez deformiteta (HVU<15°)	Regression	101.080	2	50.540	15.73	0.000	0.475	0.226
	Residual	346.935	108	3.212	3			
	Ukupno	448.015	110					

Legenda : a. Zavisna varijabla: Intermetatarzalni gao (IMU)

b. Prediktori: (Konstanta), Distalni kuneiformni ugao (DCAU), Proksimalni metatarzalni artikularni ugao (PMAU)

Tabela 59. Koeficijenti standardne višestruke regresije za ocjenu zavisnosti IMU od orijentacije proksimalne artikularne površine prve MT kosti mjerene PMAU i forme prvog MTC zgloba određene pozicijom distalne artikularne površine prve kuneiformne kosti mjerene DCAU za stopala sa i bez deformiteta.

Grupe stopala	Model	Nestandardizovani koeficijenti		Standardizovani koeficijenti	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B		Partial	Part	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error				Donja granica	Gornja granica			TV	VIF
Prisutan deformitet HVU \geq 15°	Constant	15.627	1.101		14.193	.000	13.453	17.800				
	PMAU	-3.761	0.522	-0.526	-7.208	.000	-4.792	-2.731	-0.490	-0.479	0.828	1.208
	DCAU	2.404	0.402	0.436	5.972	.000	1.609	3.199	0.423	0.397	0.828	1.208
Bez deformiteta HVU<15°	Constant	8.092	0.949		8.526	.000	6.211	9.974				
	PMAU	-1.627	0.354	-0.405	-4.603	.000	-2.328	0.927	-0.405	-0.390	0.926	1.080
	DCAU	1.292	0.298	0.382	4.337	.000	0.701	1.882	0.385	0.367	0.926	1.080

Legenda: a. Nezavisna varijabla: Intermetatarzalni ugao (IMU), Tolerance (TV) , VIF (faktor povećanja varijanse)

Na osnovu vrijednosti Beta koeficijenata standardne višestruke regresije u grupi stopala sa deformitetom veći doprinos u objašnjavanju deformiteta mjenog vrijednostima IMU daje varijabla *orijentacija proksimalne artikularne površine prve MT kosti* mjerene PMAU, (Beta=-0.526), od doprinosa koji daje promjenljiva *forma prvog MTC zgloba određena pozicijom distalne artikularne površine prve kuneiformne kosti* mjerena DCAU (Beta=0.436), dok je u grupi stopala bez deformiteta doprinos varijable PMAU vrijednosti IMU takođe bio veći (Beta=-0.405) od doprinosa varijable DCAU koji je iznosio Beta=0.382 (Tabela 59)

Svaka od tih promjenljivih daje jedinstven doprinos predikciji rezultata mjerenja IMU i taj doprinos regresionoj jednačini je statistički značajan. Za varijablu, *orijentacija proksimalne artikularne površine prve MT kosti* mjerene PMAU on iznosi (N=167, B=-3.761; t(167)=-7.208, Sig.=0.000), a za *poziciju distalne artikularne površine prve kuneiformne kosti* mjerene

DCAU iznosi (N=167, B=2.404; t(167)=5.972, Sig.=0.000) u grupi stopala sa deformitetom, dok u grupi stopala bez deformiteta taj doprinos predikciji rezultata mjerenja IMU za varijablu mjerenu PMAU iznosi (N=111, B=-1.627; t(111)= -4.603, Sig.=0.000), a za varijablu mjerenu DCAU iznosi (N=111, B=1.292; t(111)= 4.337, Sig.=0.000). (Tabela 59)

Na osnovu vrijednosti poludjelimičnog koeficijenta korelacije $r=-0.479$ (Tabela 59, kolona Part²), vidimo da od ukupne varijanse IMU, varijabla *orijentacija proksimalne artikularne površine prve MT kosti* mjerena PMAU jedinstveno objašnjava 22.94% ($r^2=22.94$) u slučaju grupe stopala sa deformitetom, a 15.21% u grupi stopala bez deformiteta. Važno je napomenuti da bi za toliko opao ukupni koeficijent determinacije³ kada bi se ova promjenljiva izbacila iz modela. Varijabla koja definiše formu prvog MTC zgloba određenu *pozicijom distalne artikularne površine prve kuneiformne kosti* mjerene DCAU u grupi stopala sa deformitetom jedinstveno objašnjava 15.76% varijanse zavisne varijable (IMU), dok u grupi stopala bez deformiteta objašnjava 13.47% varijanse zavisne varijable, vrijednosti IMU. (Tabela 59)

4.3.4. DOPRINOS MORFOLOGIJE PRVOG METATARZOKUNEIFORMNOG ZGLOBA POVEĆANJU HALLUX VALGUS UGLA

Prethodnom analizom su provjerene osnovne pretpostavke za primjenu višestruke regresione analize. Pokazalo se da pretpostavka o multikolinearnosti nije narušena (Tolerance =0.828>0.1, VIF=1.208<10), kod stopala sa deformitetom, dok pretpostavke o normalnosti, linearnosti i homogenosti varijanse nisu bile značajnije narušene. (Tabela 61)

Tabela 60. Rezultati ANOVA i ocjena značajnosti modela ocjene zavisnosti HVU od orijentacije proksimalne artikularne površine prve MT kosti mjerenu PMAU i forme prvog MTC zgloba određene pozicijom distalne artikularne površine prve kuneiformne kosti mjerene DCAU za stopala sa i bez deformiteta.

Grupe stopala	ANOVA							
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	R	R Square
Prisutan deformitet (HVU \geq 15°)	Regression	1376.338	2	688.169	6.904	0.001	0.279	0.078
	Residual	16347.77	164	99.682				
	Ukupno	17724.11	166					
Bez deformiteta (HVU<15°)	Regression	49.766	2	24.883	1.906	0.154	0.185	0.034
	Residual	1409.930	108	13.055				
	Ukupno	1459.696	110					

Legenda: a. Zavisna varijabla: (HVU) Halux valgus ugao

b. Prediktori: (Konstanta), Distalni kuneiformni ugao (DCAU), Proksimalni metatarzalni artikularni ugao (PMAU).

² Part-Semipartial correlation coefficients (Poludjelimični koeficijent korelacije)

³ R² Square- Ukupni koeficijent determinacije modela.

Kada su u model istovremeno unesene obe promjenljive (PMAU i DCAU) modelom je u cjelini objašnjeno 7.8% ukupno objašnjive varijanse HVU: $F(2,164)=6.904$, $Sig.=0.001$ i model je dostigao statističku značajnost na nivou $p=0.01$, kod stopala sa deformitetom. U grupi stopala bez deformiteta, modelom je objašnjeno svega 3.4% od ukupno objašnjive varijanse HVU: $F(2,108)=1.906$, $Sig.=0.154$, dakle model nema statističku značajnost na nivou $p=0.05$. (Tabela 60)

Tabela 61. Koeficijenti standardne višestruke regresije za ocjenu zavisnosti HVU od orijentacije proksimalne artikularne površine prve MT kosti mjerenu PMAU i forme prvog MTC zgloba određene pozicijom distalne artikularne površine prve kuneiformne kosti mjerene DCAU za stopala sa i bez deformiteta.

Grupe stopala	Model	Nestandardizovani koeficijenti		Standardizovani koeficijenti	t	Sig	95.0% Confidence Interval for B		Partial	Part	Collinearity Statistics		
		B	Std. Error				Beta	Donja granica			Gornja granica	TV	VIF
Prisutan deformitet HVU \geq 15°	Constant	30.802	3.670		8.393	0.000	23.55	38.04					
	PMAU	-3.791	1.739	-.180	-2.180	0.031	5	8	-.168	-.163	.82	1.208	
	DCAU	4.886	1.342	.300	3.642	0.000	7.226	2.237	.274	.273	.82	1.208	
Bez deformiteta HVU<15°	Constant	10.339	1.913		5.404	0.000	6.547	14.13					
	PMAU	-.939	.713	-.129	-1.317	0.191	2	.474	-.126	-.125	.926	1.080	
	DCAU	1.048	.600	.171	1.745	0.084	2.352	-1.142	2.238	.166	.165	.92	1.080

Legenda a.Nezavisna varijabla: Halux valgus ugao (HVU), Tolerance (TV), VIF (faktor povećanja varijanse)

Na osnovu vrijednosti beta koeficijenata regresione analize uočava se da u objašnjavanju deformiteta mjenenog vrijednostima HVU, veći doprinos ima forma prvog MTC zgloba određena distalnim artikularnim uglom prve kuneiformne kosti (DCAU) (Beta=0.300) u odnosu na orijentaciju i stepen inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti određenu PMAU čiji je beta koeficijent manji (Beta=-0.180).

Svaka od ovih promjenljivih ima poseban doprinos regresionoj jednačini povećanja HVU, taj doprinos za formu prvog MTC zgloba iznosi: $t(167)=3.642$, $Sig.=0.000$ i ima statističku značajnost na nivou $p=0.01$, dok za PMAU iznosi: $t(167)=-2.180$, $Sig.=0.031$ i doprinos regresionoj jednačini rezultata HVU je takođe statistički značajan i to na nivou $p=0.05$. Na osnovu poludjelimičnog koeficijenta korelacije za varijablu forma MTC zgloba $r=0.273$, vidimo da njen pojedinačni doprinos povećanju HVU iznosi 7.45% ($r^2=7.45$), dok ovaj koeficijent za PMAU iznosi: $r=-.163$, i pojedinačni doprinos ove varijablje iznosi 2.65% ($r^2=2.65$). Ipak, ukupni i pojedinačni doprinos morfologije prvog MTC zgloba povećanju HVU, odnosno valgizaciji palca stopala, nije od velikog značaja. (Tabela 61)

4.4. UTICAJ DUŽINA PRVOG NIZA STOPALA I INTERFALANGEALNOG UGLA NA RAZVOJ HALLUX VALGUS DEFORMITETA

4.4.1. UTICAJ DUŽINA PRVE METATARZALNE KOSTI, PROKSIMALNE I DISTALNE FALANGE PALCA STOPALA NA HALLUX VALGUS UGAO I INTERMETATARZALNI UGAO

Deskriptivni parametri dužina koštanih struktura prvog niza stopala u odnosu na stepen hallux valgus deformiteta definisanog veličinom HVU pokazuju da je:

- ✓ u grupi stopala sa *blagim deformitetom* ($15^{\circ} \leq HVU < 30^{\circ}$) prosječna vrijednost dužine prve MT kosti $Me=58.6310$ mm, sa $SD=6.71260$ mm, sa greškom ocjene $SE=0.79664$ mm, i rasponom vrijednosti dužina od minimalnih $Min.=43.80$ mm dok maksimalnih $Max.=73.50$ mm, a prosječna vrijednost dužine proximalne falange $Me=29.5465$ mm, sa $SD=2.58760$ mm, greškom ocjene $SE=0.30709$ mm i rasponom od $Min.=21.70$ mm do $Max.=35.10$ mm, dok je prosječna vrijednost dužine distalne falange izmjerena $Me=23.2451$ mm, sa $SD=2.35626$ mm i greškom ocjene $SE=0.27964$ mm i rasponom vrijednosti od $Min.=17.80$ mm do $Max.=28.30$ mm,
- ✓ u grupi stopala sa *umjerenim deformitetom* ($30^{\circ} \leq HVU < 40^{\circ}$) prosječna vrijednost dužine prve MT kosti $Me=58.9765$ mm, sa $SD=6.45426$ mm, sa greškom ocjene $SE=0.90378$ mm, i rasponom vrijednosti dužina od minimalnih $Min.=43.50$ mm do maksimalnih $Max.=74.70$ mm, a prosječna vrijednost dužine proximalne falange $Me=29.3059$ mm, sa $SD=3.07489$ mm i greškom ocjene $SE=0.43057$ mm i rasponom od $Min.=22.00$ mm do $Max.=35.60$ mm, dok je prosječna vrijednost dužine distalne falange izmjerena $Me=22.8157$ mm, sa $SD=2.55330$ mm i greškom ocjene $SE=0.35753$ mm i rasponom vrijednosti od $Min.=17.50$ mm do $Max.=28.50$ mm,
- ✓ U grupi stopala sa *teškim deformitetom* ($HVU \geq 40^{\circ}$) prosječna vrijednost dužine prve MT kosti $Me=59.0622$ mm, sa $SD=6.44150$ mm, sa greškom ocjene $SE=0.96024$ mm, i rasponom vrijednosti dužina od minimalnih $Min.=43.90$ mm dok maksimalnih $Max.=73.20$ mm, a prosječna vrijednost dužine proximalne falange $Me=28.7444$ mm, sa $SD=2.74057$ mm i greškom ocjene $SE=0.40854$ mm i rasponom od $Min.=22.80$ mm do $Max.=34.90$ mm, dok je prosječna vrijednost dužine distalne falange izmjerena $Me=22.9733$ mm, sa $SD=2.42481$ mm i greškom ocjene $SE=0.36147$ mm i rasponom vrijednosti od $Min.=18.70$ mm do $Max.=28.60$ mm (Tabela 62).

Jednofaktorskom analizom varijanse istražen je uticaj dužina prve MT kosti, proximalne falange i distalne falange na stepen deformiteta definisan veličinom HVU. U grupi od 167 stopala sa deformitetom nije utvrđena statistički značajna razlika u dužini prve MT kosti; $F(2,164)=0.073, Sig.=0.930$, u dužini proximalne falange: $F(2,164)=1.154, Sig.=0.318$, niti u dužini distalne falange palca: $F(2,164)=0.485, Sig.=0.617$ kod stopala sa blagim, umjerenim i teškim stepenom deformiteta na nivou statističke značajnosti $p=0.05$, (Tabela 62)

Tabela 62. Deskriptivni pokazatelji dužine prve MT kosti, dužine proksimalne i distalne falange palca u odnosu na veličinu HVU u grupi stopala sa i bez prisustva deformiteta.

Grupe stopala	Halux valgus ugao (HVU)	Deskriptivni parametri	Dužina prve metatarzalne kosti (mm) (DIMTK)	Dužina proksimalne falange (mm) (DPROXF)	Dužina distalne falange (mm) (DISTF)
Prisutan deformitet (HVU \geq 15°)	15° \leq HVU $<$ 30°	N	71	71	71
	Blagi deformitet	Prosjek (Me)	58.6310	29.5465	23.2451
		Std. Devijacija (SD)	6.71260	2.58760	2.35626
		Std. greška (SE)	0.79664	0.30709	0.27964
		Minimum (Min.)	43.80	21.70	17.80
		Maximum(Max.)	73.50	35.10	28.30
	30° \leq HVU $<$ 40°	N	51	51	51
	Umjereni deformitet	Prosjek (Me)	58.9765	29.3059	22.8157
		Std. Devijacija (SD)	6.45426	3.07489	2.55330
		Std. greška (SE)	0.90378	0.43057	0.35753
		Minimum (Min.)	43.50	22.00	17.50
		Maximum(Max.)	74.70	35.60	28.50
	HVU\geq 40° Teški deformitet	N	45	45	45
		Prosjek (Me)	59.0622	28.7444	22.9733
		Std. Devijacija (SD)	6.44150	2.74057	2.42481
Std. greška (SE)		0.96024	0.40854	0.36147	
Minimum (Min.)		43.90	22.80	18.70	
		Maximum(Max.)	73.20	34.90	28.60
ANOVA			F (2,164)=0.073, Sig.=0.930	F(2,164)=1.154, Sig.=0.318	F(2,164)=0.485 Sig.=0.617
Bez deformiteta (HVU $<$ 15°)		N	111	111	111
	HVU < 15° Stanje normalno	Prosjek (Me)	57.8622	30.4387	24.0324
		Std. Devijacija (SD)	5.29320	3.34895	2.71096
		Std. greška (SE)	0.50241	0.31787	0.25731
		Minimum (Min.)	44.20	22.80	17.30
		Maximum(Max.)	74.30	39.20	34.50

Legenda: DIMTK-Dužina prve metatarzalne kosti (mm), DPROXF -Dužina proksimalne falange (mm), DISTF-Dužina distalne falange (mm).

Rezultati ocjene deskriptivnih parametara dužina koštanih struktura prvog niza kod stopala sa deformitetom (HVU \geq 15°) u odnosu na vrijednost ugla IMU su pokazali da je:

- ✓ u grupi od 14 stopala sa *normalnim stanjem* (IMU $<$ 9°), prosječna vrijednost dužine prve MT kosti Me=58.6071 mm, sa SD=6.34052 mm, sa greškom ocjene SE=1.69458 mm, i rasponom vrijednosti dužina od minimalnih Min.=43.50 mm do maksimalnih Max.=69.30 mm, a prosječna vrijednost dužine proximalne falange Me=30.1429 mm, sa SD=2.58567 mm, sa greškom SE=0.69105 mm i rasponom od Min.=25.60 mm do Max.=34.00 mm, dok je prosječna vrijednost dužine distalne falange izmjerena Me=23.2286 mm sa SD=2.54239 mm i greškom ocjene SE=0.67948 mm i rasponom vrijednosti od Min.=17.50 mm do Max.=27.40 mm,
- ✓ u grupi od 71 stopala sa *blagim deformitetom* (9° \leq IMU $<$ 13°), prosječna vrijednost dužine prve MT kosti Me=58.6718 mm, sa SD=6.52696 mm, sa greškom ocjene SE=0.77461 mm, i rasponom vrijednosti dužina od minimalnih Min.=45.20 mm do maksimalnih Max.=74.70 mm, a prosječna vrijednost dužine proximalne falange Me=29.4901 mm, sa SD=2.71226 mm i greškom ocjene SE=0.32189 mm i rasponom

od Min.=21.70 mm do Max.=34.60 mm, dok je prosječna vrijednost dužine distalne falange izmjerena Me=23.2268 mm, sa SD=2.48274 mm i greškom ocjene SE=0.29465 mm i rasponom vrijednosti od Min.=17.80 mm do Max.=28.50 mm,

- ✓ u grupi od 72 stopala sa *umjerenim defomritetom*, ($13^{\circ} \leq \text{IMU} < 20^{\circ}$) prosječna vrijednost dužine prve MT kosti Me=59.1431 mm, sa SD=6.93176 mm, sa greškom ocjene SE=0.81692 mm, i rasponom vrijednosti dužina od minimalnih Min.=43.80 mm dok maksimalnih Max.=74.40 mm, a prosječna vrijednost dužine proximalne falange Me=28.9569 mm, sa SD=2.96771 mm i greškom ocjene SE=0.34975 mm i rasponom od Min.=22.00 mm do Max.=35.60 mm, dok je prosječna vrijednost dužine distalne falange izmjerena Me=22.9056 mm, sa SD=2.50407 mm i greškom ocjene SE=0.29511 mm i rasponom vrijednosti od Min.=18.40 mm do Max.=28.60 mm,
- ✓ U grupi od 10 stopala sa *teškim deformitetom* ($\text{IMU} \geq 20^{\circ}$) prosječna vrijednost dužine prve MT kosti Me=58.3900 mm sa SD=3.96301 mm, sa greškom ocjene SE=1.25321 mm, i rasponom vrijednosti dužina od minimalnih Min.=51.80 mm do maksimalnih Max.=64.60 mm, a prosječna vrijednost dužine proximalne falange Me=29.2569 mm, sa SD=2.78746 mm i greškom ocjerne SE=0.21570 mm, 28.7444 mm, sa SD=2.74057 mm i greškom ocjene SE=0.40854 mm i rasponom od Min.=21.70 mm do Max.=35.60 mm, dok je prosječna vrijednost dužine distalne falange izmjerena Me=22.4300 mm, i SD=1.07295 mm, te greškom ocjene SE=0.33930 mm i rasponom vrijednosti od Min.=20.10 mm do Max.=23.80 mm (Tabela 63).

Deskriptivni parametri dužina koštanih struktura prvog niza kod stopala bez deformiteta ($\text{HVU} < 15^{\circ}$) pokazuju da je:

- ✓ kod 99 stopala sa izmjerenim IMU manjim od 9° prosječna vrijednost dužine prve MT kosti Me=58.1455 mm, sa SD=5.44296 mm, sa greškom ocjene SE=0.54704 mm, i rasponom vrijednosti dužina od minimalnih Min.=44.20 mm dok maksimalnih Max.=74.30 mm, a prosječna vrijednost dužine proximalne falange Me=30.6040 mm, sa SD=3.33065 mm, sa greškom SE=0.33474 mm i rasponom od Min.=22.80 mm do Max.=39.20 mm, dok je prosječna vrijednost dužine distalne falange izmjerena Me=24.1030 mm sa SD=2.78434 mm i greškom ocjene SE=0.27984 mm i rasponom vrijednosti od Min.=17.30 mm do Max.=34.50 mm,
- ✓ kod 12 stopala čiji je IMU veći od 9° i koja pripadaju grupi *blagog deformiteta* ($9^{\circ} \leq \text{IMU} < 13^{\circ}$), prosječna vrijednost dužine prve MT kosti Me=55.5250 mm, sa SD=3.09196 mm, sa greškom ocjene SE=0.89257 mm, i rasponom vrijednosti dužina od minimalnih Min.=51.10 mm do maksimalnih Max.=61.20 mm, a prosječna vrijednost dužine proximalne falange Me=29.0750 mm, sa SD=3.32405 mm i greškom ocjene SE=0.95957 mm, te rasponom od Min.=24.40 mm do Max.=36.70 mm, dok je prosječna vrijednost dužine distalne falange izmjerena Me=23.4500 mm, sa SD=2.00250 mm i greškom ocjene SE=0.57807 mm i rasponom vrijednosti od Min.=19.80 mm do Max.=28.00 mm. (Tabela 63)

Jednofaktorskom analizom varijanse istražen je uticaj dužina prve MT kosti, proksimalne i distalne falange na stepen deformiteta mjeren IMU. U grupi stopala sa deformitetom ($\text{HVU} \geq 15^{\circ}$) nije utvrđena statistički značajna razlika u dužini prve MT kosti; F

(2,164)=0.088,Sig.=0.967, u dužini proksimalne falange: F(2,164)=1.151,Sig.=0.330, niti u dužini distalne falange: F(2,164)=0.447, Sig.=0.719 kod stopala sa blagim, umjerenim i teškim stepenom hallux valgus deformiteta na nivou statističke značajnosti p=0.05.

Tabela 63. Deskriptivni pokazatelji dužine prve MT kosti, dužine proksimalne i distalne falange palca u odnosu na veličinu IMU ugla u grupi sa i bez prisustva deformiteta.

Grupe stopala	Intermetatarzalni gao (IMU)	Deskriptivni parametri	Dužina prve metatarzalne kosti (mm) (DIMTK)	Dužina proksimalne falange (mm) (DPROXF)	Dužina distalne falange (mm) (DISTF)	
Prisutan deformitet (HVU>=15°)	IMU < 9°	N	14	14	14	
	Stanje normalno	Prosijek (Me)	58.6071	30.1429	23.2286	
		Std. Devijacija (SD)	6.34052	2.58567	2.54239	
		Std. greška (SE)	1.69458	.69105	.67948	
		Minimum (Min.)	43.50	25.60	17.50	
		Maximum(Max.)	69.30	34.00	27.40	
	9° <=IMU<13°	N	71	71	71	
	Blagi deformitet	Prosijek (Me)	58.6718	29.4901	23.2268	
		Std. Devijacija (SD)	6.52696	2.71226	2.48274	
		Std. greška (SE)	.77461	.32189	.29465	
		Minimum (Min.)	45.20	21.70	17.80	
		Maximum(Max.)	74.70	34.60	28.50	
	13° <=IMU< 20°	N	72	72	72	
	Umjereni deformitet	Prosijek (Me)	59.1431	28.9569	22.9056	
		Std. Devijacija (SD)	6.93176	2.96771	2.50407	
		Std. greška (SE)	.81692	.34975	.29511	
		Minimum (Min.)	43.80	22.00	18.40	
		Maximum(Max.)	74.40	35.60	28.60	
	IMU >= 20° Teški deformitet	N	10	10	10	
	Prosijek (Me)	58.3900	28.5200	22.4300		
	Std. Devijacija (SD)	3.96301	1.99655	1.07295		
	Std. greška (SE)	1.25321	.63137	.33930		
	Minimum (Min.)	51.80	24.80	20.10		
	Maximum(Max.)	64.60	31.40	23.80		
Ukupno	N	167	167	167		
	Prosijek (Me)	58.8527	29.2569	23.0407		
	Std. Devijacija (SD)	6.52564	2.78746	2.42857		
	Std. greška (SE)	.50497	.21570	.18793		
	Minimum (Min.)	43.50	21.70	17.50		
		Maximum(Max.)	74.70	35.60	28.60	
	ANOVA		F (2,164)=0.088,	F(2,164)=1.151,	F(2,164)=0.447	
			Sig.=0.967	Sig.=0.330	Sig.=0.719	
Bez deformiteta (HVU<15°)	IMU < 9°	N	99	99	99	
	Stanje normalno	Prosijek (Me)	58.1455	30.6040	24.1030	
		Std. Devijacija (SD)	5.44296	3.33065	2.78434	
		Std. greška (SE)	.54704	.33474	.27984	
		Minimum (Min.)	44.20	22.80	17.30	
		Maximum(Max.)	74.30	39.20	34.50	
	9° <=IMU<13°	N	12	12	12	
	Blagi deformitet	Prosijek (Me)	55.5250	29.0750	23.4500	
		Std. Devijacija (SD)	3.09196	3.32405	2.00250	
		Std. greška (SE)	.89257	.95957	.57807	
		Minimum (Min.)	51.10	24.40	19.80	
		Maximum(Max.)	61.20	36.70	28.00	
	Ukupno	N	111	111	111	
		Prosijek (Me)	57.8622	30.4387	24.0324	
		Std. Devijacija (SD)	5.29320	3.34895	2.71096	
		Std. greška (SE)	.50241	.31787	.25731	
		Minimum (Min.)	44.20	22.80	17.30	
			Maximum(Max.)	74.30	39.20	34.50
		ANOVA		F (1,111)=2.663	F(1,111)=2.257	F(1,111)= 0.619
			Sig.=0.106	Sig.=0.136	Sig.=0.433	

Analiza je pokazala da u grupi stopala bez deformiteta (HVU<15°) nije utvrđena statistički značajna razlika u dužini prve MT kosti: F(1,111)=2.663,Sig.=0.106, u dužini proksimalne

falange: $F(1,111)=2.257$, $Sig.=0.136$, niti u dužini distalne falange: $F(1,111)=0.619$, $Sig.=0.433$ kod stopala sa normalnim nalazom i kod stopala sa blagim stepenom deformiteta prema vrijednostima IMU, na nivou statističke značajnosti $p=0.05$. (Tabela 63)

4.4.2. UPOREDNA ANALIZA DUŽINA PRVE METATARZALNE KOSTI, PROKSIMALNE I DISTALNE FALANGE KOD STOPALA SA HALLUX VALGUS DEFORMITETOM U ODNOSU NA STOPALA BEZ DEFORMITETA

Rezultati deskriptivne analize dužina koštanih struktura 167 obrađenih stopala sa hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) pokazuju da je prosječna dužine prve MT kosti $Me=58.8527$ mm sa $SD=6.52564$ mm, $SE=0.50497$ mm i rasponom izmjerene vrijednosti od $Min.=43.50$ do $Max.=74.70$ mm; prosječna dužina proksimalne falange iznosi $Me=29.2569$ mm sa $SD=2.78746$ mm, $SE=0.50497$ mm i rasponom dužina od $Min.=21.70$ mm do $Max.=35.60$ mm te prosječna vrijednost dužine distalne falange $ME=23.0407$ mm, sa $SD=2.42857$ mm, $SE=0.18793$ mm i rasponom izmjerenih dužina od $Min.=17.50$ mm do $Max.=28.60$ mm. (Tabela 64)

Kod kontrolne grupe od 111 stopala bez hallux valgus deformiteta ($HVU < 15^\circ$), prosječna dužina prve MT kosti je nešto manja $Me=57.8622$ mm sa $SD=5.29320$ mm, $SE=0.50241$ mm i rasponom vrijednosti od $Min.=44.20$ mm do $Max.=74.70$ mm; prosječna dužina proksimalne falange je veća u odnosu na stopala sa deformitetom, $Me=30.4378$ mm sa $SD=3.34895$ mm, $SE=0.31787$ i rasponom izmjerene dužine od $Min.=22.80$ mm do $Max.=39.20$ mm kao i prosječna dužina distalne falange koja je takođe veća kod ove grupe stopala i iznosi $Me=24.0324$ mm, sa $SD=2.71096$ mm, $SE=0.25731$ mm i rasponom izmjerene dužine od $Min.=17.30$ mm do $Max.=34.50$ mm. (Tabela 64)

Tabela 64. Deskriptivni pokazatelji dužine prve MT kosti, dužine proksimalne i distalne falange palca u grupi stopala sa i bez hallux valgus deformiteta.

Grupe stopala	Deskriptivni parametri	Dužina prve metatarzalne kosti (mm)	Dužina proksimalne falange (mm)	Dužina distalne falange (mm)
Prisutan deformitet ($HVU \geq 15^\circ$)	N	167	167	167
	Prosjeak (Me)	58.8527	29.2569	23.0407
	Std. Devijacija (SD)	6.52564	2.78746	2.42857
	Std. Greška (SE)	0.50497	0.21570	0.18793
	Minimum (Min.)	43.50	21.70	17.50
	Maximum(Max.)	74.70	35.60	28.60
Bez deformiteta ($HVU < 15^\circ$)	N	111	111	111
	Prosjeak (Me)	57.8622	30.4387	24.0324
	Std. Devijacija (SD)	5.29320	3.34895	2.71096
	Std. Greška (SE)	0.50241	0.31787	0.25731
	Minimum (Min.)	44.20	22.80	17.30
	Maximum(Max.)	74.30	39.20	34.50
Ukupno	N	278	278	278
	Prosjeak (Me)	58.4572	29.7288	23.4367
	Std. Devijacija (SD)	6.07306	3.07350	2.58646
	Std. Greška (SE)	0.36424	0.18434	0.15513
	Minimum (Min.)	43.50	21.70	17.30
	Maximum(Max.)	74.70	39.20	34.50

T-testom nezavisnih uzoraka je izvršena uporedna analiza dužine prve MT kosti kod grupe stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) i stopala bez deformiteta ($HVU < 15^\circ$). Nije bilo statistički značajne razlike između dužina prve MT kosti kod 167 stopala sa deformitetom ($N=167$, $Me=58.8527$ mm, $SD=6.52564$ mm) u odnosu na 111 stopala bez deformiteta

(N=111, Me=57.8622 mm, SD=5.29320 mm): $t(278)=1.391$, Sig.=0.166. Razlika između srednjih vrijednosti mjerenih dužina ove koštane strukture po grupama (prosječna razlika je iznosila $Mr=0.99053$ mm, sa 95%CI: od -0.47150mm do 2.45257mm) je vrlo mala, eta kvadrat=0.00696⁴. (Tabela 65)

T-test nezavisnih uzoraka primjenjen pri poređenju dužina proksimalne falange kod 167 stopala sa deformitetom i grupe 111 stopala bez prisustva deformiteta je pokazao da postoji statistički značajna razlika između dužine proksimalne falange u grupi sa deformitetom (N=167, Me=29.2569 mm, SD=2.78746mm) i njene dužine u grupi stopala bez deformiteta (N=111, Me=30.4387, SD=3.34895): $t(278)=-3.077$, Sig.=0.002. Razlika između srednjih vrijednosti mjerenih dužina ove koštane strukture po grupama (prosječna razlika je iznosila $Mr=-1.1818$ mm, sa 95%CI: od -1.93922mm do -0.42449 mm) je umjerena, eta kvadrat=0.0332. (Tabela 65)

Slično, T-test nezavisnih uzoraka je pokazao da se dužine distalne falange kod grupe stopala sa deformitetom (N=167, Me=23.0407mm, SD=2.42857mm) i grupe stopala bez deformiteta (N=111, Me=24.0324, SD=2.71096), statistički značajno razlikuju: $t(278)=-3.182$, Sig.=0.002. Razlika između prosječnih dužina distalne falange ($Mr=-0.99171$ mm, sa 95%CI: od -1.60523mm do -0.37820 mm) je umjerena, eta kvadrat=0.0354. (Tabela 65)

Tabela 65. Rezultati T-testa nezavisnih uzoraka u poređenju dužina prve MT kosti, proksimalne i distalne falange kod stopala sa hallux valgus deformitetom u odnosu na stopala bez deformiteta.

Varijable	Pretpostavka da su:	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2tailed)	Mean Difference (Mr)	Std. Error Difference SEd	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
DIMTK	Jednake varijanse	5.782	0.017	1.334	276	0.183	0.99053	0.74268	-0.47150	2.45257
	Različite varijanse			1.391	265.178	0.166	0.99053	0.71233	-0.41200	2.39307
DPROXF	Jednake varijanse	5.833	0.016	-3.192	276	0.002	-1.18185	0.37030	-1.91082	-0.45289
	Različite varijanse			-3.077	205.723	0.002	-1.18185	0.38414	-1.93922	-0.42449
DISTF	Jednake varijanse	0.691	0.407	-3.182	276	0.002	-0.99171	0.31165	-1.60523	-0.37820
	Različite varijanse			-3.112	217.618	0.002	-0.99171	0.31863	-1.61972	-0.36371

Legenda: DIMTK-Dužina prve metatarzalne kosti (mm), DPROXF- Dužina proksimalne falange (mm),DISTF- Dužina distalne falange (mm)

⁴ Veličina uticaja u T-testu nezavisnih uzorka koja ukazuje na veličinu razlike između grupa, i ocijenjena je pokazateljm Eta kvadrat koji se računa prema formuli $\text{Eta kvadrat} = \frac{t^2}{t^2 + (N_1 + N_2 - 2)}$ i smjernice za tumačenje ove veličina glase: 0.01= mali uticaj; 0.06= umjeren uticaj ;0.14= veliki uticaj. (Cohen, J.W.(1988), Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd edn). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, str.284-287)

4.4.3. ODNOS INTERFALANGEALNOG UGLA PALCA PREMA HALLUX VALGUS UGLU I INTERMETATARZALNOM UGLU

Od 167 obrađenih stopala sa izraženim Hallux valgus deformitetom (HVU \geq 15°) kod nešto više od pola ovog broja, njih 87 ili 52.1% ima IFU manji od 10 stepeni (normalan nalaz) od kojih je veći broj u grupi teškog stepena deformiteta (35 stopala ili 40.2%), 29 stopala ili 33.3% je u grupi umjerenog dok su 23 stopala (26.4%) u grupi blagog stepena hallux valgus deformiteta. Kod druge polovine stopala ove grupe, njih 80 ili 47.9% je izmjeren IFU veći od 10 stepeni, dakle prisutan je interfalangealni deformitet, od kojih je 48 stopala ili 60.0% u grupi blagog deformiteta, 22 (27.5%) u grupi umjerenog i samo 10 stopala ili 12.50% je u grupi teškog stepena hallux valgus deformiteta. (Tabela 66, Slika 71)

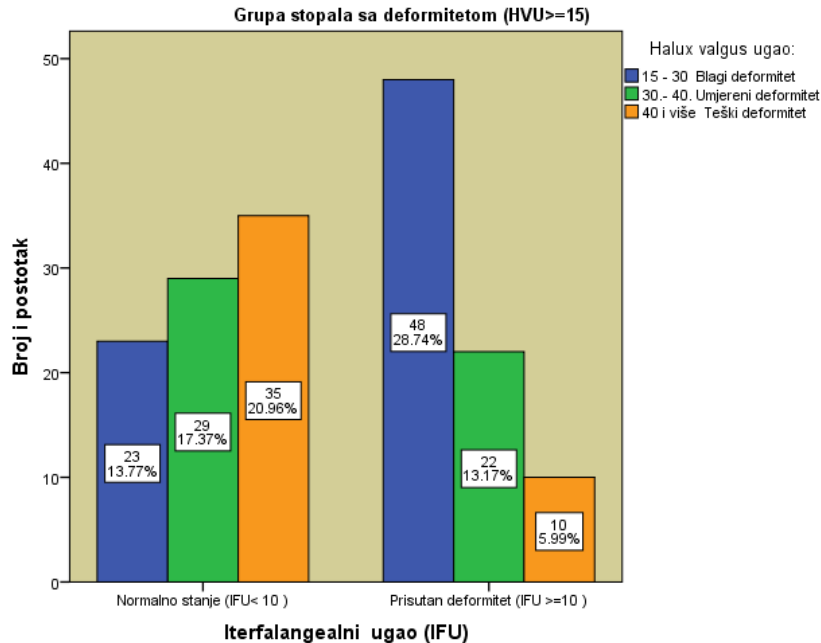
Hi kvadrat test nezavisnosti je pokazao da, kod stopala sa deformitetom, postoji statistički značajna veza između vrijednosti IFU i vrijednosti HVU: $\chi^2(2,167)=23.400$, Sig.=0.000, na nivou značajnosti p=0.01, dok Kramerov V pokazatelj ocjenjuje da je ovo veza srednje jačine, Cramer's V=0.374. (Tabela 66)

Od 111 stopala, bez hallux valgus deformiteta (HVU<15°), kod samo 13 stopala ili 11.7% je utvrđen IFU manji od 10° (normalan nalaz) dok je kod 98 stopala ili 88.3% izmjereni IFU veći od 10°, dakle izražen interfalangealni valgus palca stopala. (Tabela 66)

Tabela 66. Distribucija interfalangealnog deformiteta palca stopala određenog IFU u formiranim grupama prema težini hallux valgus deformiteta definisanog vrijednostima HVU.

		(HVU) Halux valgus ugao				
		Prisutan deformitet (HVU \geq 15°)			Bez deformiteta (HVU<15°)	
		(15° \leq HVU <30°) Blagi deformitet	(30° \leq HVU < 40) Umjereni deformitet	HVU \geq 40 Teški deformitet	Normalno stanje	
Prisutan deformitet (HVU \geq 15°)	Normalno stanje	Count	23	29	35	13
	IFU (IFU< 10°)	% within IFU	26.4%	33.3%	40.2%	100.0%
		% within HVU	32.4%	56.9%	77.8%	11.7%
		% of Total	13.8%	17.4%	21.0%	11.7%
	Prisutan deformitet (IFU \geq 10°)	Count	48	22	10	98
		% within IFU	60.0%	27.5%	12.5%	100.0%
		% within HVU	67.6%	43.1%	22.2%	88.3%
	Ukupno	% of Total	28.7%	13.2%	6.0%	88.3%
		Count	71	51	45	111
		% within IFU	42.5%	30.5%	26.9%	100.0%
N=167; 100%	% within HVU	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
	% of Total	42.5%	30.5%	26.9%	100.0%	
	HI Kvadrat test nezavisnosti	$\chi^2(2,167) = 23.400$, Sig.=0.000, Cramer's V=0.374				-

Legenda: IFU -Interfalangealni ugao,



Slika 71. Distribucija vrijednosti HVU u odnosu na vrijednost interfalangealnog ugla (IFU) odnosno prisustvo interfalangealnog deformiteta kod grupe stopala sa hallux valgus deformitetom.

Analiza zastupljenosti interfalangealnog deformiteta palca stopala u formiranim grupama prema težini hallux valgus deformiteta definisanih vrijednostima IMU pokazuje da od 87 stopala bez interfalangealnog deformiteta (IFU < 10°) najviše ih (45 stopala ili 51.7%) pripada umjerenom deformitetu, potom 28 stopala ili 32.2% blagom, 10 stopala (11.5%) teškom stepenu, dok četiri stopala (4.6%) imaju IMU manji od 9°, normalan nalaz prema kriterijumu IMU. Od 80 stopala kod kojih je prisutan interfalangealni deformitet palca čiji je IFU veći od 10° (IFU ≥ 10°), najveći broj pripada grupi blagog deformiteta (43 stopala ili 53.8%), 27 stopala ili 33.8% grupi umjerenog stepena deformiteta dok 10 stopala ima normalan IFU, manji od 10°. (Tabela 67, Slika 72)

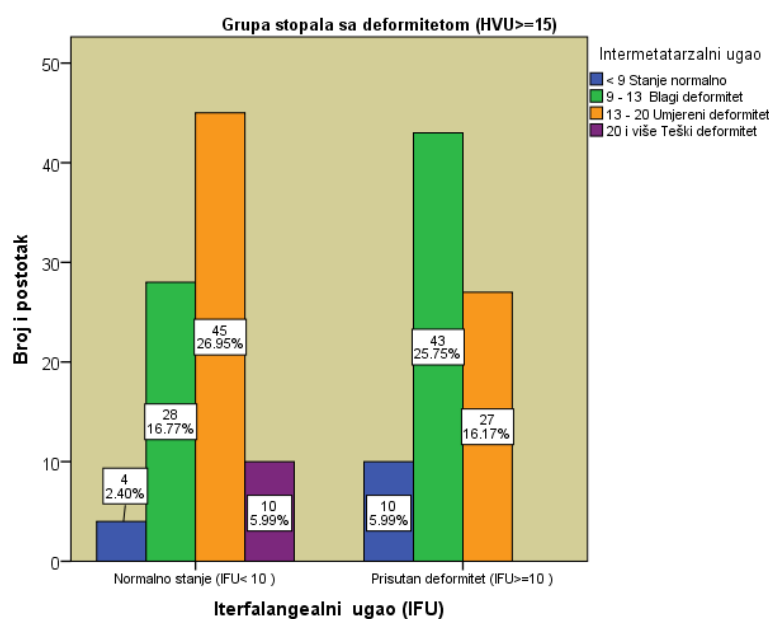
Hi kvadrat test nezavisnosti je pokazao da, kod stopala sa hallux valgus deformitetom (HVU ≥ 15°), postoji statistički značajna veza između vrijednosti IFU i vrijednosti IMU: $\chi^2(3,167)=19.982$, Sig.=0.000, na nivou značajnosti p=0.01, dok Kramerov V pokazatelj ocjenjuje da je ovo veza srednje jačine, Cramer's V=0.572. (Tabela 67)

Od ukupno 111 obrađenih stopala bez deformiteta (HVU < 15°), kod njih 13 ili 11.7% je utvrđena normalna vrijednost IFU (IFU < 10°) i uglavnom su zastupljena u grupi sa normalnim IMU, njih 11 ili 84.6%, dok su preostala dva u grupi blagog deformiteta. Od 98 stopala kod kojih je prisutan interfalangealni deformitet (IFU ≥ 10°), njih 88 ili 89.8% pripadaju grupi normalnog IMU (IMU < 9°) dok je 10 stopala (10.2%) u grupi blagog deformiteta. (Tabela 67, Slika 73)

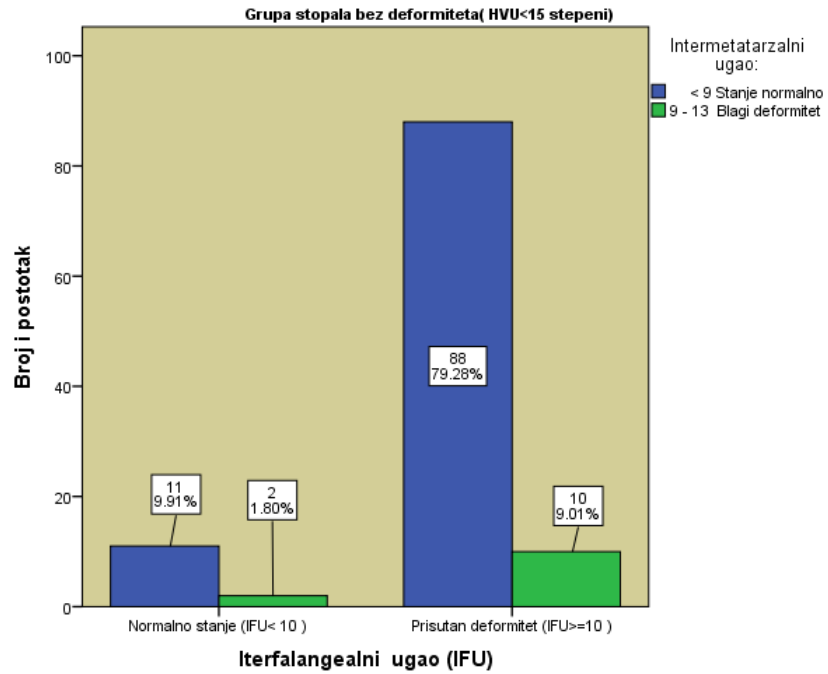
Hi kvadrat test nezavisnosti pokazuje da, kod stopala bez hallux valgus deformita (HVU < 15°), ne postoji statistički značajna veza između vrijednosti IFU i vrijednosti IMU: $\chi^2(1,111)=0.319$, Sig.=0.572, na nivou značajnosti p=0.05. (Tabela 67)

Tabela 67. Distribucija interfalangealnog deformiteta palca stopala određenog veličinom IFU u formiranim grupama prema težini hallux valgus deformiteta definisanog vrijednostima IMU.

Grupe stopala			(IMU) Intermetatarzalni gao				p
			IMU < 9°	9 ≤ IMU < 13	13° ≤ IMU < 20°	IMU ≥ 20°	
			Stanje normalno	Blagi deformitet	Umjereni deformitet	Teški deformitet	
Prisutan deformitet (HVU ≥ 15°)	IFU ugao	Normalno stanje (IFU < 10°)	Count: 4	Count: 28	Count: 45	Count: 10	$\chi^2(3,167) = 19.982$, Sig.=0.000, Cramer's V=0.346
		% within IFU	4.6%	32.2%	51.7%	11.5%	
		% within IMU	28.6%	39.4%	62.5%	100.0%	
		N=87; 52.1%	% of Total: 2.4%	% of Total: 16.8%	% of Total: 26.9%	% of Total: 6.0%	
		Prisutan deformitet (IFU ≥ 10°)	Count: 10	Count: 43	Count: 27	Count: 0	
		% within IFU	12.5%	53.8%	33.8%	0.0%	
		% within IMU	71.4%	60.6%	37.5%	0.0%	
		N=80; 47.9%	% of Total: 6.0%	% of Total: 25.7%	% of Total: 16.2%	% of Total: 0.0%	
		Ukupno	Count: 14	Count: 71	Count: 72	Count: 10	
		N=167; 100%	% within IFU: 8.4%	% within IFU: 42.5%	% within IFU: 43.1%	% within IFU: 6.0%	
		% within IMU: 100.0%	% within IMU: 100.0%	% within IMU: 100.0%			
		% of Total: 8.4%	% of Total: 42.5%	% of Total: 43.1%	% of Total: 6.0%		
Bez deformiteta (HVU < 15°)	IFU ugao	Normalno stanje (IFU < 10°)	Count: 11	Count: 2			$\chi^2(1,111) = 0.319$, Sig.=0.572, Cramer's V=0.054
		% within IFU	84.6%	15.4%			
		% within IMU	11.1%	16.7%			
		N=13; 11.7%	% of Total: 9.9%	% of Total: 1.8%			
		Prisutan deformitet (IFU ≥ 10°)	Count: 88	Count: 10			
		% within IFU	89.8%	10.2%			
		% within IMU	88.9%	83.3%			
		N=98; 88.3%	% of Total: 79.3%	% of Total: 9.0%			
		Ukupno	Count: 99	Count: 12			
		N=111; 100%	% within IFU: 89.2%	% within IFU: 10.8%			
		% within IMU: 100.0%	% within IMU: 100.0%				
		% of Total: 89.2%	% of Total: 10.8%				



Slika 72. Distribucija vrijednosti IMU ugla u odnosu na vrijednost interfalangealnog ugla odnosno prisustva interfalangealnog deformiteta kod grupe stopala sa deformitetom.



Slika 73. Distribucija vrijednosti IMU ugla u odnosu na vrijednost interfalangnog ugla kod grupe stopala bez deformiteta.

5. DISKUSIJA

Činjenica da, i pored velikog broja predloženih modaliteta operativnog liječenja hallux valgus deformiteta, relativno često nismo zadovoljni postignutim rezultatom, usmjerava na potrebu boljeg razumijevanja nastalih patološko anatomskih promjena na oboljelom stopalu, posebno prepoznavanju ključnih etioloških pretpostavki koje su dovele do pojave i kasnije progresije deformiteta. Kada za etiologiju ovog oboljenja kažemo da je ona multifaktorijalna, time svakako nismo pružili odgovor na osnovna pitanja, već smo ih samo otvorili sa naglaskom njihovog širokog obuhvata. U istom smislu možemo razumjeti i konstataciju da je ovaj deformitet nasljednog karaktera, da se nasljeđuje dominantno sa nepotpunom ekspresijom jer, s obzirom na kompleksnost deformiteta koji se manifestuje promjenama na skoro svim strukturama prednjeg dijela stopala, teško može da se održi pretpostavka njegove jedinstvene genetske podloge. [10] Zbog toga je naročito važno analizirati endogene etiološke faktore i stepen njihovog uticaja na razvoj osnovnih komponenti deformiteta, odnosno, valgizaciju palca na nivou metatarzofalangealnog zgloba i varizaciju prve metatarzalne kosti na nivou prvog MTC zgloba. Početkom prošlog vijeka Morton je ukazao na značaj kratke prve MT kosti i kose forme prvog MTC zgloba za razvoj ovog deformiteta, kao i na potrebu preoperativne analize ovih komponenti u cilju adekvatnijeg hirurškog pristupa u njegovom liječenju. Lapidus je podržao ovakav stav u pogledu značaja prvog MTC zgloba, predstavljajući ga kao posebnu, genetski određenu karakteristiku, naročito u slučaju naglašeno kose forme koja doprinosi nestabilnosti ovog zgloba i za koju je vjerovao da predstavlja određen stepen atavizma, zbog čega je predložio korektivnu osteotomiju zglobnih tijela i artrodezu ovog zgloba. [133] Okrugla forma glave prve MT kosti je značajno češća kod stopala sa deformitetom i vjeruje se da ona, za razliku od kvadratne i ševroidne forme, pogoduje razvoju nestabilnosti prvog metatarzofalangealnog zgloba. [5,23,91] Nestabilnost prvog MTC i prvog metatarzofalangealnog zgloba, kao dva susjedna zgloba prvog niza prednjeg segmenta stopala, narušava biomehaničke odnose, mijenja funkcionalni efekat dugih mišića stopala, dovodeći do dinamičke nestabilnosti i dalje progresije deformiteta. [2] Etiopatogenetski gledajući, čini se da su Burns (*Burns*) i Meham (*Mecham*) u velikoj mjeri u pravu kada konstatuju da: "U realnosti, hallux abductovalgus je kombinacija deformiteta i abnormalnosti." [7]

Budući da je osnovni cilj ovog istraživanja analizirati uticaj morfologije koštanih i zglobnih struktura za pojavu i razvoj hallux valgus deformiteta, u studiju su uključeni slučajevi koji su imali potrebu za pregledom ortopeda zbog tegoba vezanih za prednji dio stopala i kod kojih je utvrđen ovaj deformitet a ne samo oni kod kojih je primjenjeno operativno liječenje. Ovako dizajnirana studija je omogućila da u strukturi opserviranih pacijenata imamo ravnomjernije uključene slučajeve različitog stepena deformiteta što implicira i opseg prisutnih tegoba, kliničkih i radiografskih parametara i sveukupno, koliko je to moguće, najbolje reprezentuje stanje prisutnog hallux valgus deformiteta u populaciji. Prosječna starosna dob 167 pacijenata kod kojih je utvrđen hallux valgus deformitet je 53.71 godina od kojih je 101 pacijent ili 60.5% sa 50 i više godina. U pogledu polne strukture značajno je više žena, njih 144 ili 86.2% u odnosu na 23 muškarca ili 13.8%, što potvrđuje da je ovaj deformitet značajno češći kod žena, međutim ovaj odnos (6,2 : 1) manji je u poređenju sa ranije objavljenim rezultatima istraživanja koji pokazuju znatno veći odnos u korist žena, 10:1 i više. [3.4,13.14,68] Ovo je i razumljivo kada uzmemo u obzir činjenicu da se najveći

broj istraživanja bazira na obradi operativno liječenih pacijenata u čijoj strukturi je značajno više žena koje, zbog izraženih smetnji u korištenju obuće i estetskih smetnji, imaju dodatni motiv za operativno liječenje.

U pogledu subjektivnih tegoba zbog ovog deformiteta, najčešće su apostrofirane smetnje u pogledu korištenja konvencionalne obuće (98.2%), ponavljani bol u predjelu prednjeg dijela stopala (79%) te estetske smetnje kod 67.1% pacijenata. Bilateralna zahvaćenost ovog oboljenja odnosno deformiteta je prisutna kod 118 pacijenata ili 70.7% pri čemu je kod njih 72 (61.01%) dominantno izražena promjena na lijevom stopalu. Prisustvo buniona na nivou medijalne strane glave prve MT kosti utvrđeno je kod 132 pacijenta ili 73.7% dok je bunion na nivou lateralne strane glave pete MT kosti (bunioneta) prisutan kod 27 (16.2%) pacijenata. Udruženi deformiteti malih prstiju su najčešće u formi kandžastog prsta sa najčešćom manifestacijom na drugom prstu (kod 35 pacijenata ili 21%), potom trećeg prsta kod 15 pacijenata ili 9%. Plantarni klavusi su najčešće prisutni na nivou glave druge MT kosti, kod pet pacijenata ili 3%, dok je na nivou glave treće MT kosti kod samo tri pacijenta ili 1.8%.

Dobijeni podaci u pogledu pretežno korištene obuće u periodu prije pojave deformiteta se zasnivaju na samostalnoj procjeni svakog pacijenta i u skladu sa tim pokazuju da je 108 pacijenata ili 64.7% koristilo pretežno usku obuću sa visokom potpeticom. U grupi ispitanika, kod kojih nije prisutan hallux valgus deformitet, potvrđan odgovor o korištenju uske modne obuće je dobijen od njih 36 ili 32.4%. Gojaznost, koja je posljedica konstitucionalno povećanog udjela masnog tkiva, utvrđena je kod 20 pacijenata ili 12 % i samo kod jednog slučaja kontrolne grupe. Prisustvo ovog oboljenja u porodici, sumnja na moguću porodičnu opterećenost ovim oboljenjem i eventualnu nasljednost potvrđeni su kod 104 pacijenta ili 62.3% uz češće iznesen podatak da su slične promjene na stopalu bile ili jesu izražene kod bake, majke, tetke ili sestre. Važno je naglasiti da u kontrolnoj grupi, dakle kod ispitanika bez deformiteta, nije dobijen niti jedan potvrđan odgovor za ovo oboljenje u porodici. Dobijeni odgovori na ovo pitanje su u skladu sa ranije objavljivanim podacima u kojima se iznosi da 63% do 90% pacijenata potvrđuju prisustvo ovog oboljenja u porodici, mada se mora uzeti u obzir da je određen broj negativnih odgovora motivisan tradicionalnom potrebom da se zaštititi podatak porodičnog opterećenja bilo kojim oboljenjem. [3,4,7,10,14,95,108] U pogledu digitalne formule stopala nema značajne razlike u strukturi formiranih grupa. Naime, i kod pacijenata sa deformitetom kao i kod kontrolne grupe dominira kvadratni tip stopala (66.5% u odnosu na 58.6%) potom je egipatsko stopalo zastupljeno kod 22.2% pacijenata i nešto veći procenat kod ispitanika bez deformiteta (26.1%). Grčko stopalo je nešto manje zastupljeno kod pacijenata sa deformitetom 11.4% u odnosu na 15.3% kod kontrolne grupe.

Konfiguracija prednjeg dijela stopala je određena digitalnom i metatarzalnom formulom koja je definisana odnosom dužina prvog i drugog prsta te odnosom prve i druge MT kosti na distalnom nivou. U ovom istraživanju je, za utvrđivanje odnosa dužina prve i druge MT kosti, primjenjeno mjerenje njihovih dužina distalno od Maestrove linije. Od 167 analiziranih stopala sa hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$), kod šest slučajeva ili 3.6% je utvrđeno da se distalne zglobove površine prve i druge MT kosti nalaze na istom nivou tako da nema razlike u njihovim dužinama distalno od Maestrove linije, odnosno da je u pitanju indeks plus/minus tip metatarzalne formule. Kod 71 stopala ili 42.5% prva MT kost je duža od druge, indeks plus tip od kojih je kod 69 stopala razlika u dužini do 6 mm a kod dva stopala je 6 mm i više. Kod znatno većeg broja ispitanih stopala, njih 90 ili 53.9% je utvrđeno

da je prva MT kost kraća od druge (indeks minus tip) od kojih je kod njih 85 izmjereno skraćeno do 6 mm dok je kod pet slučajeva ova razlika 6 mm i više. Podaci dobijeni mjerenjem kod stopala kontrolne grupe, stopala bez deformiteta ($HVU < 15^\circ$), se ne razlikuju značajno uz konstataciju da je nešto veći procenat indeks minus tipa (56.8%) na račun indeks plus tipa koji je zastupljen kod 39.6% obrađenih slučajeva. Dobijeni rezultati su u skladu sa ranije objavljenim, koji takođe pokazuju da je indeks minus tip najzastupljeniji. [134,135] Budući da je kliničkim pregledom utvrđeno da je najviše zastupljena kvadratna digitalna formula, kod 66.5% slučajeva sa deformitetom, to nas upućuje na vjerovanje da je najčešća kombinacija kvadratnog stopala sa indeks minus tipom metatarzalne formule.

Razlika dužina prve i druge MT kosti (R) dobijena je prema formuli $R = d(IMT) - d(IIMT)$, tako da su kod kraće prve MT kosti ove vrijednosti razlike dužina negativnog predznaka ($R < 0$), dok pozitivne vrijednosti ($R > 0$) definišu dužu prvu MT kost u odnosu na drugu. Ovako utvrđene vrijednosti razlike dužina imaju približno normalnu distribuciju. Prosječna vrijednost ovako dobijene razlike dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije kod stopala sa izraženim deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) iznosi $Me = -0.4787$ mm. Dobijeni rezultati su u skladu sa ranije objavljenim rezultatima istraživanja primjenom istog metoda mjerenja u odnosu na Maestrovu liniju, koja su izvršena na radiografskim filmovima uz nešto veći procenat indeks minus tipa metatarzalne formule (63.7%) dok je dobijena prosječna razlika dužina nominalno veća ($Me = -1.4169$). [122] Ovi rezultati odstupaju od ranije objavljenih a koji su dobijeni mjerenjem odnosa distalnih dijelova prve i druge MT kosti (metatarzalna protruzija) primjenom Hardi Klepamove lučne linije i kojim je utvrđeno da je kod stopala sa hallux valgus deformitetom prva MT kost duža od druge (indeks plus tip metatarzalne formule) kod 71% do 77.3% obrađenih slučajeva. [13,23,124] Ova razlika u dobijenim rezultatima je, vrlo vjerovatno, zbog primjenjene drugačije metode mjerenja. Istom tom metodom mjerenja je kod juvenilnog hallux valgusa utvrđen veći broj izmjerenih slučajeva sa podjednakom relativnom dužinom distalnih segmenata prve i druge MT kosti uz toleranciju od 1 mm (bez protruzije), dok je podjednak broj slučajeva sa kraćom odnosno dužom prvom MT kosti. [13]

Veza između razlike dužina prve i druge MT kosti izmjerenih distalno od Maestrove linije (R) i veličine HVU istražena je pomoću koeficijenta Pirsonove linearne korelacije i ona pokazuje da je u grupi stopala sa deformitetom kod kojih je HVU veći od 15° dobijena pozitivna korelacija što ukazuje da, što je duža prva MT kost, odnosno što je veća razlika dužina R, to je veći HVU. Međutim vrijednost dobijenog koeficijenta Pirsonove linearne korelacije je mala ($r = 0.085$, $N = 167$) i nije pokazala statističku značajnost na nivou $p = 0.05$. Da ne postoji statistički značajna veza između utvrđene razlike dužina prve i druge MT kosti na distalnom nivou i veličine HVU pokazuje i Hi kvadrat test nezavisnosti, $Sig. = 0.105 > 0.05$. Urađena je dalja analiza uticaja razlike dužina prve druge MT kosti distalno od Maestrove linije primjenom jednofaktorske analize varijanse kojom je utvrđeno da ne postoji statistički značajna razlika, u prosječnim vrijednostima HVU za posmatranih pet grupa stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$), na nivou značajnosti $p = 0.05$.

Navedeni rezultati analize su potvrdili ranije objavljene rezultate istraživanja uticaja razlike dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije na veličinu HVU, dobijenih provedenom studijom u kojoj je obrađeno 319 operativno liječenih stopala zbog hallux valgus deformiteta i primjenjenim mjerenjem na radiografskim filmovima, koji su takođe pokazali da postoji pozitivna korelacija odnosno, tendencija da dužu prvu MT kost prati veća vrijednost HVU ali je ta veza slaba i nema statističku značajnost. [122]

Dakle, kod stopala sa izraženim hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) nije utvrđena statistički značajna korelacija između razlike dužina prve i druge MT kosti i vrijednosti HVU. Dobijena pozitivna korelacija samo ukazuje na tendenciju da dužu prvu MT kost u odnosu na drugu, odnosno veću razliku dužina (R), prati veći HVU ali je ona bez statističke značajnosti. Rezultati analize takođe pokazuju da nema statistički značajnog uticaja ove razlike dužina na vrijednosti HVU.

U grupi od 111 stopala bez deformiteta čiji je HVU manji od 15° je, pomoću koeficijenta Pirsonove linearne korelacije, dobijena pozitivna korelacija između razlike dužina prve i druge MT kosti i veličine HVU srednje jačine ($r=0.286$, $N=111$) koja statistički ima visok nivo povjerenja, $Sig.=0.002$. Dakle dužoj prvoj MT kosti na distalnom nivou, odnosno većoj vrijednosti razlike R, odgovara veća vrijednost HVU. Jednofaktorska analiza varijanse je pokazala da ne postoji statistički značajna razlika u prosječnim vrijednostima HVU između posmatranih grupa na nivou značajnosti od $p=0.05$. Prema tome, kod stopala bez deformiteta ($HVU < 15^\circ$) postoji statistički značajna pozitivna korelacija između razlike dužina prve i druge MT kosti distalno od Maestrove linije i veličine HVU ali nema statistički značajnog uticaja na vrijednosti HVU.

Veza između razlike dužina prve i druge MT kosti izmjerenih distalno od Maestrove linije (R) i veličine IMU, istražena pomoću koeficijenta Pirsonove linearne korelacije, pokazuje da je u grupi stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$), dobijena negativna korelacija srednje jačine što ukazuje da, što je kraća prva MT kost odnosno što je manja razlika dužina R, to je veća vrijednost IMU. Vrijednost dobijenog koeficijenta Pirsonove linearne korelacije ($r=0.274$, $N=167$) pokazuje visok nivo povjerenja u dobijeni rezultat i ova veza je statistički značajna, $Sig.=0.000$, na nivou značajnosti $p=0.01$. Da postoji statistički značajna veza između utvrđene razlike dužina prve i druge MT kosti na distalnom nivou i vrijednosti IMU pokazuje i Ordinalni Hi kvadrat test nezavisnosti, $Sig.=0.021$, na nivou značajnosti $p=0.05$ a izračunati Kramerov V pokazatelj (Cramer's $V=0.189$) ukazuje da je ova veza srednje jačine. Analiza uticaja razlike dužina prve druge MT kosti distalno od Maestrove linije na IMU, primjenom jednofaktorske analize varijanse, utvrdila je da postoji statistički značajna razlika u prosječnim vrijednostima IMU kod tri od pet ispitivanih grupa i to: grupa kod koje je prva MT kost znatno kraća od druge (6 i više mm), grupa kod koje je prva MT kost neznatno kraća (do 6 mm) i grupa kod koje je prva MT kost neznatno duža od druge (do 6 mm) na nivou značajnosti $p=0.01$. Utvrđena razlika, mjerena eta kvadrat pokazateljem je srednje veličine, $etakvadrat=0.08$.

Primjenom Takey-evog testa stvarne razlike utvrđeno je da se srednja vrijednost IMU grupe u kojoj je prva MT kost neznatno duža od druge ($0 < R < 6\text{mm}$) statistički značajno razlikuje od srednje vrijednosti IMU grupe koju formiraju stopala čija je prva MT kost znatno kraća od druge ($R \leq -6\text{mm}$) na nivou značajnosti $p=0.01$. Takođe je pokazano da se srednja vrijednost IMU ove grupe (kada je prva MT kost neznatno duža od druge ($0 < R < 6\text{mm}$)) statistički značajno razlikuje i od srednje vrijednosti IMU grupe stopala kod kojih je prva MT kost neznatno kraća od druge ($-6\text{mm} < R < 0$) na nivou značajnosti $p=0.05$.

Utvrđena statistički značajna veza između razlike dužina prve i druge MT kosti mjerene distalno od Maestrove linije i IMU, kao i statistički značajan uticaj navedene razlike na izmjerene vrijednosti IMU, potvrđuju ranije objavljene rezultate provedenog istraživanja u kojem je obrađeno 319 stopala, kod kojih je primijenjeno operativno liječenje zbog izraženog

hallux valgus deformiteta, mjerenjem navedenih dužina distalno od Maestrove linije, koristeći filmove radiografske dijagnostike. Tako je pokazana statistički značajna veza negativnog predznaka između razlike dužina prve i druge MT kosti i vrijednosti IMU (Sig.=0,001) kao i statistički značajna razlika vrijednosti IMU između formiranih grupa razlike dužina ovih MT kostiju (Sig.=0.002). [122]

Navedeni rezultati analize su pokazali da, kod stopala sa hallux valgus deformitetom (HVU \geq 15°), postoji negativna statistički značajna korelacija između razlike dužina prve i druge MT kosti mjerena distalno od Maestrove linije i IMU, što pokazuje da što je kraća prva MT kost na distalnom nivou odnosno što je manja vrijednost razlike dužina R, to je veći IMU. Utvrđen je i statistički značajan uticaj ove razlike dužina na vrijednosti IMU. Prema tome, ovim je potvrđeno da razlika u dužinama prve i druge MT kosti mjerena distalno od Maestrove linije značajno utiče na vrijednosti IMU, odnosno na hallux valgus deformitet.

U grupi od 111 stopala bez deformiteta (HVU $<$ 15°), pomoću koeficijenta Pirsonove linearne korelacije je dobijena slaba negativna korelacija između razlike dužina prve i druge MT kosti i veličine IMU ($r=-0,186$, $N=111$) koja statistički nema značajan nivo povjerenja, Sig.=0,078 ali koja ipak pokazuje da i u ovom slučaju kraćoj prvoj MT kosti na distalnom nivou odnosno manjoj vrijednosti razlike dužina (R), odgovaraju veće vrijednosti IMU. Jednofaktorska analiza varijanse pokazala je da postoji statistički značajna razlika u prosječnim vrijednostima IMU između posmatranih grupa razlike dužina ovih MT kostiju na distalnom nivou odnosno značajan uticaj na vrijednosti IMU na nivou značajnosti $p=0.05$. Jačina tog uticaja je iskazana eta pokazateljem (Eta kvadrat=0,08) je srednjeg intenziteta. Naknadnim poređenjem pomoću Takeyevog HSD testa stvarne razlike, utvrđeno je da se srednja vrijednost grupe od 59 stopala kod koje je prva MT kost neznatno kraća od druge ($-6\text{mm}\leq R<0$) statistički značajno razlikuje od prosječne vrijednosti IMU u grupi sa 43 stopala čija je prva MT kost neznatno duža od druge ($0<R<6\text{mm}$), na nivou $p=0.05$. Prema navedenim rezultatima, kod stopala bez hallux valgus deformiteta, ne postoji statistički značajna veza na, nivou značajnosti $p=0.05$, između razlike dužina prve i druge MT kosti na distalnom nivou i IMU, ali je utvrđen statistički značajan uticaj ove razlike dužina na vrijednosti IMU na nivou statističke značajnosti $p=0.05$.

U morfologiji distalnog dijela prve MT kosti koja bi mogla predisponirati pojavi i razvoju hallux valgus deformiteta naročito se ističu forma glave ove kosti i naglašena angulacija njene zglobne površine u odnosu na osovinu same kosti. Čini se da je veoma važno ispitati njihov doprinos pojavi i intenzitetu razvoja ovog deformiteta odnosno povećanju HVU i eventualnog uticaja na IMU, kako pojedinačno tako i u smislu njihovog konjugovanog djelovanja. Analizom linije koja definiše zglobnu površinu glave prve MT kosti uočene su tri različite forme ovog zglobnog tijela prvog metatarzofalangealnog zgloba koje mogu biti od značajnog uticaja na njegovu stabilnost. Zaobljena forma glave prve MT kosti se smatra značajnom predispozicijom za nestabilnost zgloba palca i kao takva može imati značajan doprinos valgizaciji proksimalne falange palca i razvoju hallux valgus deformiteta. Za druge dvije radiografski utvrđene forme, kvadratnu i ševroidnu, smatra se da doprinose stabilnosti prvog metatarzofalangealnog zgloba. Moguća rezerva u pogledu analize ovog morfološkog parametra je sadržana u činjenici da nije mjerljivog karaktera i da je utvrđivanje oblika ovog zglobnog tijela bazirana na ocjeni radiografske forme na opisani način, uz moguću subjektivni uticaj istraživača. Kilmartin je osmislio tehniku mjerenja kojom je kvantifikovao milimetarsku

razliku između zaobljene i kvadratne forme i dokazao je veoma jaku statističku povezanost između objektivnog mjerenja i rezultata slobodne procjene analizom linije zglobne površine. [91] Drugi mogući uticaj na radiografsku formu glave prve MT kosti je vezan za očekivanu pronacionu rotaciju ove kosti koja bi mogla biti razlog njenih različitih radiografskih formi kod stopala sa izraženim hallux valgus deformitetom. [60] Analizom anatomske uzoraka MT kostiju Prirodnog muzeja u Klivlendu, El Said i saradnici su utvrdili 359 uzoraka (ili 75%) sa zaobljenom formom i 119 (ili 25%) sa ševroidnom formom glave prve MT kosti i time su potvrdili različite anatomske forme glave prve MT kosti. [22]

Od 167 stopala sa hallux valgus deformitetom, čiji je HVU veći od 15° , kod najvećeg broja, njih 138 ili 82.6% je utvrđena zaobljena forma glave prve MT kosti. Kvadratna forma je prisutna kod 18 slučajeva ili 10.8% dok je kod 11 slučajeva (6.6%) bila ševroidna forma. Kod stopala bez izraženog deformiteta (zdrava stopala) je podjednaka zastupljenost zaobljene, njih 48 (43.2%) i kvadratne forme kod 47 stopala ili 42.3%, dok je kod preostalih 16 slučajeva ili 14.4% prisutna ševroidna forma. Ovakvi pokazatelji u strukturi forme glave prve MT kosti kod stopala sa hallux valgus deformitetom kod kojih dominira zaobljena forma u odnosu na zdrava stopala, je u skladu sa ranije objavljenim rezultatima u kojima se zastupljenost zaobljene forme navodi od 91% , 71% ili 40%. [14,23,91]

Analizom formiranih grupa stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) prema težini deformiteta *definisanoj vrijednostima HVU u odnosu na formu glave prve MT kosti* je upadljivo da se u grupama umjerenog i teškog stepena deformiteta nalazi procentalno najviše zaobljene forme (90.2% kod umjerenog, odnosno 93.3% kod teškog stepena), dok je u grupi sa blagim deformitetom ova zastupljenost 70,4%. Hi kvadrat test je pokazao statistički značajnu vezu između forme glave ovog zglobnog tijela i vrijednosti HVU (Sig.=0.004), a jačina te veze je srednjeg stepena (Cramer's $s = 0.216$). Deskriptivne vrijednosti HVU u odnosu na formu glave prve MT kosti pokazuju da je njegova prosječna vrijednost najveća kod stopala sa zaobljenom glavom $Me = 35.3717^\circ$, manja kod kvadratne forme $Me = 31.2833^\circ$ i najmanja kod ševroidne forme $Me = 23.8636^\circ$. Rezultati naknadnog testa poređenja vrijednosti HVU po grupama su pokazali da stopala sa zaobljenom formom imaju najveću medijanu rezultata HVU ($Md = 32.35^\circ$), potom je medijana kod kvadratne forme ($Md = 27.6^\circ$) i najmanja kod ševroidne forme ($Md = 24.6^\circ$). Kruskal–Volisov test je pokazao da postoji značajna razlika između vrijednosti medijana HVU kod stopala sa zaobljenom i ševroidnom formom, Sig.=0,000. Kruskal–Volisov test nezavisnih uzoraka je takođe pokazao, da se vrijednosti HVU statistički značajno razlikuju u odnosu na formu glave prve MT kosti, u uzorku od 167 opserviranih stopala sa deformitetom (Sig.=0.000) na nivou značajnosti $p = 0.01$.

Prema navedenim rezultatima je evidentno da je utvrđena statistički značajna korelacija između forme glave prve MT kosti i HVU ali i statistički značajan uticaj navedene forme na povećanje HVU odnosno lateralno pomjeranje palca stopala.

Analizom formiranih grupa stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) prema težini deformiteta *definisanoj vrijednostima IMU u odnosu na formu glavu prve MT kosti* je evidentno da je zaobljena forma procentualno podjednako raspoređena u sve četiri grupe, dok je kvadratna forma podjednako zastupljena u grupi blagog i umjerenog ($13^\circ \leq IMU < 20^\circ$) stepena a svi slučajevi ševroidne forme su u grupi blagog deformiteta ($9^\circ \leq IMU < 13^\circ$). Hi kvadrat test je pokazao statistički značajnu vezu između forme glave prve MT kosti i vrijednosti IMU na nivou značajnosti $p = 0.05$, a jačina te veze je srednjeg stepena (Cramer's $s = 0.222$). Navedena, statistički značajna veza nije očekivana i ona je, vrlo vjerovatno, rezultat indirektnog djelovanja na varizaciju prve MT kosti pogodovanjem za deformantno djelovanje mišića

pokretača palca, dakle, nastupanju dinamičke nestabilnosti prvog niza stopala što treba biti predmet daljih istraživanja.

Prosječne vrijednosti IMU su približne veličine kod zaobljene ($Me=13.6138^\circ$) i kvadratne ($Me=13.2278^\circ$) dok je kod ševroidne forme ovaj ugao manji i iznosi $Me=11.3636^\circ$. Rezultati naknadnog testa poređenja vrijednosti IMU po grupama su pokazali da stopala sa zaobljenom formom imaju veću medijanu rezultata ($Md=13.15^\circ$) od medijane kod kvadratne forme ($Med=12.9^\circ$) i od medijane ševroidne forme ($Md=11.4^\circ$). Kruskal–Volisov test je pokazao da dobijena razlika između vrijednosti medijana IMU kod stopala sa zaobljenom i ševroidnom formom je statistički značajna ($Sig.=0.042$) na nivou značajnosti $p=0.05$. Kruskal-Wolis-ov test nezavisnih uzoraka je pokazao da treba prihvatiti hipotezu da se vrijednosti IMU statistički značajno razlikuju u odnosu na formu glave prve MT kosti, u uzorku od 167, opserviranih stopala sa deformitetom ($Sig.=0.047$) na nivou značajnosti $p=0.05$.

Prikazani rezultati pokazuju da forma glave prve MT kosti ima takođe statistički značajnu vezu i sa vrijednostima IMU, ali i manji, mada statistički ipak značajan, uticaj na povećanje IMU, odnosno medijalno pomjeranje prve metatarzalne kosti.

Rezultati statističke analize su pokazali da forma glave prve MT kosti ima statistički veoma značajnu povezanost sa HVU kao i značajan uticaj na vrijednosti HVU na nivou značajnosti $p=0.01$, ali i, mada graničnu, ali ipak značajnu vezu sa IMU i uticaj na njegovu vrijednost na nivou značajnosti $p=0.05$. Dakle, forma glave prve MT kosti značajno utiče na vrijednosti HVU a pokazani uticaj i na IMU potvrđuje doprinos ove morfološke karakteristike razvoju hallux valgus deformiteta.

Kada su u pitanju zdrava stopala ($HVU<15^\circ$), najveća prosječna vrijednost HVU je kod stopala sa ševroidnom formom glave prve MT kosti, nešto je manja kod zaobljene i najmanja je kod kvadratne forme. U opserviranoj grupi od 111 zdravih stopala, kod njih 12 ili 10,8% je IMU veći od 9° i prema tome pripadaju grupi umjerenog deformiteta ($9^\circ \leq IMU < 13^\circ$) koju čine pet slučajeva zaobljene (41.7%) i toliko ševroidne forme (41.7%) te dva slučaja kvadratne forme (16,7%). Preostalih 99 slučajeva imaju normalne vrijednosti IMU i među njima je podjednak broj zaobljene (43.4%) i kvadratne forme (45.5%) dok je 11.1% slučajeva sa ševroidnom formom. Hi kvadrat test je pokazao da, i kod stopala bez deformiteta postoji statistički značajna veza između forme glave prve MT kosti i vrijednosti IMU na nivou značajnosti $p=0.01$, i da je jačina te veze mjerena Kramerovim V pokazateljem srednje jačine, Cramer's $V=0.285$. Prosječne vrijednosti IMU su približno izjednačene kod zaobljene i kvadratne forme, dok je kod ševroidne forme ova vrijednost nešto veća. Kruskal-Volisovim testom je pokazano da kod stopala bez deformiteta ne postoji statistički značajna razlika u prosječnim vrijednostima kako za HVU tako i za IMU na nivou značajnosti $p=0.05$. Prema navedenom, kod stopala bez deformiteta postoji statistički značajna veza između forme glave prve MT kosti i IMU, međutim, utvrđeno je da ne postoji značajan uticaj forme glave prve MT kosti na vrijednosti HVU i IMU.

Pozicija distalne zglobne površine prve MT kosti u odnosu na njenu osovinu je višestruko važna u razumijevanju hallux valgus deformiteta. Njena lateralna angulacija sa DMAU većim od 10° narušava biomehaničke odnose, posebno dinamičku ravnotežu funkcije mišića pokretača palca tako što u tom slučaju gube potencijal svoje osnovne funkcije izvođenja pokreta u sagitalnoj ravni (fleksija i ekstenzija palca) i poprimaju deformantnu ulogu koja dovodi do pokreta u transverzalnoj ravni, u smislu valgizacije palca. Povećana lateralna angulacija ove zglobne površine je značajno češća kod juvenilnog hallux valgusa, značajno je

naglašenija kod pacijenata sa pozitivnom porodičnom anamnezom tako da sve upućuje da se radi o ekspresiji naslijeđene karakteristike u morfologiji distalnog dijela prve MT kosti. [13,127] El Said i saradnici su, analizirajući uzorke 239 parova prve MT kosti različite starosne dobi, dobili prosječne vrijednosti DMAU od 14 stepeni medijalne do 30 stepeni lateralne angulacije, ali su analizom uticaja starosne dobi došli do zaključka njegovog povećanja za 1 do 3 stepena za svakih 10 godina. Ovaj nalaz ukazuje na potrebu dodatnog istraživanja kojim bi se ispitala potencijalna remodelacija glave ove kosti djelovanjem deformantnih sila kojima je izložena. Naglašena lateralna angulacija distalne zglobne površine prve MT kosti usložnjava pristup hirurškom liječenju, kojim pored korekcije dvostrukog angulacionog deformiteta na nivou dva susjedna zgloba, moramo obezbijediti i korekciju navedene angulacije. U protivnom se suočavamo sa rizikom da, primjenom varizacije osteotomije na proksimalnom nivou ove kosti ili primjenom osteotomije translacije, dodatno pogoršamo poziciju metatarzofalangealnog zgloba palca u smislu njene lateralne orijentacije, stvarajući uslove za pojavu recidiva i drugih komplikacija. [13,72]

U grupi od 167 stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) utvrđeno je da lateralna angulacija distalne zglobne površine prve MT kosti mjerena DMAU u prosjeku iznosi $Me = 15.1228^\circ$, od kojih je najveći broj (70 ili 41.9%) sa umjerenim stepenom angulacije ($10^\circ \leq DMAU < 20^\circ$) i 41 stopalo ili 24,6% je sa naglašenom lateralnom angulacijom ($DMAU \geq 20^\circ$) dok preostalih 56 stopala imaju DMAU manji od 10° , normalan nalaz. Dobijene prosječne vrijednosti DMAU su u skladu sa ranije objavljenim rezultatima istraživanja. [16,22] U grupi obrađenih 111 zdravih stopala ($HVU < 15^\circ$), njih 105 ili 94.6% ima normalan DMAU a samo kod šest slučajeva ili 5.4% je umjereni stepenom angulacije dok je prosječna vrijednost angulacije iznosila $Me = 3.9243^\circ$.

Analizom formiranih grupa prema težini hallux valgus deformiteta *određenog vrijednostima HVU u odnosu na stepen angulacije distalne zglobne površine prve MT kosti* vidimo da je u grupi blagog stepena deformiteta ($15^\circ < HVU < 30^\circ$) približno podjednak broj stopala sa normalnom angulacijom (46.5%) i sa umjerenom angulacijom (45.1%); u grupi umjerenog stepena deformiteta je najviše stopala sa umjerenom angulacijom (41.2%) i naglašenom lateralnom angulacijom (37.3%), dok u grupi sa teškim stepenom deformiteta ($HVU \geq 40^\circ$) takodje dominiraju stopala sa umjerenom (37.8%) i naglašenom (35.6%) lateralnom angulacijom distalne zglobne površine. Hi kvadrat test nezavisnosti je potvrdio da postoji statistički značajna veza između stepena lateralne angulacije zglobne površine glave prve MT kosti i vrijednosti HVU (Sig.=0.001) na nivou značajnosti $p=0.01$, i da je ta veza mjerena Kramerovim V pokazateljem srednje jačine, Cramer's $V=0.243$. Kajzer (*Kaiser*) i saradnici su u svom istraživanju takođe pokazali da stepen lateralne angulacije ove zglobne površine ima jaku korelaciju sa vrijednostima HVU i sugerišu na potencijalnu mogućnost da je ovo glavni pokretač deformacije kod juvenilnog hallux valgus deformiteta. [16]

Ako analiziramo prosječne vrijednosti HVU, u grupi stopala sa deformitetom, u zavisnosti od stepena lateralne angulacije distalne zglobne površine prve MT kosti, tada vidimo da je ona najveća kod stopala sa naglašenom lateralnom angulacijom $Me = 39.8073^\circ$, potom u grupi sa umjerenom lateralnom angulacijom $Me = 32.7843^\circ$ i najmanja kod stopala sa normalnim DMAU, $Me = 31.7839^\circ$. Naknadna poređenja vrijednosti HVU po kategorijama stepena angulacije distalne zglobne površine pokazuju da stopala sa naglašenom angulacijom imaju najveću medijanu rezultata HVU ($Md = 36.6^\circ$), potom stopala sa umjerenom angulacijom ($Md = 30.35^\circ$), a najmanju stopala sa normalnim DMAU koja iznosi $Md = 27.95^\circ$. Dobijena razlika u vrijednostima HVU kod stopala sa naglašenom u odnosu na normalnu angulaciju

distalne zglobne površine prve MT kosti je statistički značajna (Sig.=0,000), kao i razlika između grupe stopala sa naglašenom u odnosu na stopala sa umjerenom angulacijom, Sig.=0,001. Kruskal-Volisov test nezavisnih uzoraka je pokazao da se u grupi analiziranih 167 stopala sa deformitetom, vrijednosti HVU statistički značajno razlikuju u odnosu na stepen izražene lateralne angulacije distalne zglobne površine prve MT kosti na nivou značajnosti $p=0.01$ (Sig.=0.000).

Analiza odnosa hallux valgus deformiteta čija je težina određena *vrijednostima IMU i stepena lateralne angulacije distalne zglobne površine prve MT kosti* u grupi obrađenih 167 stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) pokazuje ravnomjerniji odnos zastupljenosti stopala prema navedenoj angulaciji u formiranim grupama deformiteta. Kako je već navedeno, u ovoj grupi smo imali 14 stopala sa IMU manjim od 9° (normalan nalaz) sa ravnomjernim procentualnim odnosom normalne (42.9%) i umjerene (50%) lateralne angulacije. U grupi blagog deformiteta ($9^\circ < IMU < 13^\circ$) je najveći broj stopala sa umjerenom lateralnom angulacijom (45.1%) potom 35.2% sa normalnom i 19.7% stopala sa naglašenom lateralnom angulacijom. U grupi umjerenog deformiteta ($13^\circ < IMU < 20^\circ$) približno je podjednaka zastupljenost stopala sa umjerenom (36.1%), naglašenom (33.3%) i normalnom (30.6%) angulacijom distalne zglobne površine. Grupu od 10 stopala sa teškim deformitetom ($IMU \geq 20^\circ$) čini 50% slučajeva sa umjerenom, 30% sa normalnom i 20% sa naglašenom lateralnom angulacijom distalne zglobne površine. Hi kvadrat test je pokazao da, kod stopala sa hallux valgus deformitetom, nije utvrđena statistički značajna veza između stepena lateralne angulacije distalne zglobne površine prve MT kosti mjenog distalnim metatarzalnim artikularnim uglom (DMAU) i vrijednosti IMU na nivou značajnosti $p=0.05$ (Sig.=0.367). Ranije objavljeni rezultati su pokazali ipak značajnu korelaciju između stepena lateralne angulacije ove zglobne površine i IMU. [16]

Prosječne vrijednosti IMU su približno izjednačene kod prve dvije grupe prema stepenu lateralne angulacije i to kod normalne angulacije $Me=12.8607^\circ$, umjerene $Me=13.3343^\circ$ a kod naglašene lateralne angulacije je nešto veća $Me=14.3463^\circ$. Poređenjem vrijednosti IMU po kategorijama stepena angulacije distalne zglobne površine vidimo da je najveća medijana rezultata IMU kod grupe sa naglašenom angulacijom ($Md=14^\circ$), potom kod umjerene angulacije ($Md=12.50^\circ$) koja je približno jednaka medijani vrijednosti IMU kod stopala sa normalnom angulacijom ($Md=12.45^\circ$). Dobijena razlika između medijana u vrijednosti IMU kod stopala sa naglašenom i stopala sa normalnom angulacijom je statistički značajna na nivou značajnosti $p=0.05$ (Sig.=0.022). Kruskal-Volisov test nezavisnih uzoraka je pokazao da se vrijednosti IMU statistički značajno razlikuju u odnosu na stepen lateralne angulacije distalne zglobne površine prve MT kosti na nivou značajnosti $p=0.05$.

Za grupu od 111 stopala bez hallux valgus deformiteta ($HVU < 15^\circ$), testovi su pokazali da ne postoji veza između stepena lateralne angulacije distalne zglobne površine prve MT kosti i vrijednosti HVU i IMU a Kruskal-Volisovim testom je pokazano da ne postoji statistički značajna razlika u vrijednostima kako za HVU tako i vrijednosti ugla IMU, na nivou značajnosti $p=0.05$.

Dobijenim rezultatima primjenjene statističke analize pokazana je značajna veza između stepena lateralne angulacije distalne zglobne površine prve MT kosti i HVU, dok se veza sa IMU nije pokazala statistički značajnom. Primjenom Kruskal-Volisovog testa potvrđen je statistički značajan uticaj na HVU i nešto manji ali ipak statistički značajan uticaj na veličinu

IMU. Time je potvrđen uticaj navedene lateralne angulacije distalne zglobne površine na vrijednosti HVU i IMU kod stopala sa izraženim hallux valgus deformitetom čiji je HVU veći od 15°. Dakle, dokazano je da naglašenoj lateralnoj angulaciji distalne zglobne površine prve MT kosti odgovaraju veće vrijednosti HVU i IMU.

Da bismo, pored utvrđenog pojedinačnog uticaja forme glave prve MT kosti i lateralne angulacije njene zglobne površine na vrijednosti HVU, istražili i **konjugovani doprinos distalne morfologije prve MT kosti povećanju HVU, odnosno njen sveukupni valgizacioni potencijal**, urađena je i dodatna analiza.

Spirmanovim testom linearne korelacije u grupi od 167 obrađenih stopala sa hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) utvrđeno je postojanje negativne korelacije između forme glave prve MT kosti i lateralne angulacije njene artikularne površine (DMAU): $\rho = -0.170$, $Sig. = 0.028$, na nivou značajnosti $p = 0.05$. Takođe je utvrđena negativna korelacija srednjeg intenziteta između forme glave prve MT kosti i vrijednosti HVU: $\rho = -0.276$, $Sig. = 0.000$, kao i pozitivna korelacija srednje jačine između stepena angulacije distalne artikularne površine iskazane u vrijednostima DMAU i vrijednosti HVU: $\rho = -0.276$, $Sig. = 0.000$, na nivou signifikantnosti $p = 0,01$ obostrano.

Ovaj test je pokazao da utvrđena negativna vrijednost koeficijenta linearne korelacije između forme glave prve MT kosti i IMU nije dostigla statističku značajnost, kao što i utvrđena pozitivna vrijednost Spirmanovog koeficijenta korelacije između lateralne angulacije artikularne površine glave prve MT kosti (DMAU) i IMU takođe nije dostigla statističku značajnost na nivou $p = 0.05$.

Višestruka regresiona analiza pokazuje da svaka od posmatranih promjenljivih varijabli imaju jedinstven statistički značajan doprinos regresionoj jednačini koji za lateralnu artikularnu angulaciju iznosi: $t(167) = 4.576$ i $Sig. = 0.000$ dok je za formu glave prve MT kosti nešto manji: $t(167) = -3.315$ i $Sig. = 0.001$. Vrijednost Beta koeficijenata regresione analize pokazuje da veći doprinos u objašnjavaanju stepena deformiteta iskazanog vrijednostima HVU daje lateralna angulacije distalne zglobne površine ($Beta = 0.326$) nego forma glave prve MT kosti ($Beta = 0.236$). Dvofaktorskom analizom varijanse modela u koji su unesene obe promjenljive varijable (forma glave prve MT kosti i DMAU) pokazano je da je ovim modelom u cjelini objašnjeno *18.7% ukupne varijanse* i model je dostigao statističku značajnost na nivou $p = 0.01$ ($Sig. = 0.000$). Dobijena vrijednost poludjelimičnog koeficijenta korelacije koji za lateralnu angulaciju artikularne površine iznosi: $r = 0.3220$ i pokazuje da ona objašnjava 10.4% ($r^2 = 10.4\%$), dok je vrijednost poludjelimičnog koeficijenta za formu glave prve MT kosti znatno manja: $r = -0.2330$ i pokazuje da ona objašnjava 5.43% ukupne varijanse vrijednosti HVU ($r^2 = 5.43\%$). Preostali dio varijanse, koliko model objašnjava, je rezultat zajedničkog preklapanja ovih varijabli. Grafička prezentacija vrijednosti utvrđenih regresionih jednačina jasno pokazuje da stopalima sa zaobljenom formom glave prve MT kosti pripadaju veće vrijednosti HVU kao i da većim vrijednostima lateralne angulacije distalne zglobne površine prve MT kosti (DMAU) takođe odgovaraju veće vrijednosti HVU.

Analiza mogućeg uticaja distalne morfologije prve MT kosti (forme glave prve MT kosti i lateralne angulacije distalne artikularne površine) na povećanje IMU kod stopala sa deformitetom pokazuje da je ovako formiranim modelom objašnjeno svega 3.9% ukupne objašnjive varijanse IMU na nivou značajnosti 0,05. Prema vrijednostima beta koeficijenata

regresione analize je evidentno da u objašnjavanju deformiteta mjenenog vrijednostima IMU, veći doprinos daje promjenljiva lateralna angulacija distalne zglobne površine (DMAU) (Beta=0.130), nego forma glave prve MT kosti, čiji doprinos je mjenen beta koeficijentom (Beta=-0.129). Svaka od tih promjenljivih daje zaseban doprinos vrijednostima IMU, ali taj doprinos regresionoj jednačini nije statistički značajan na nivou značajnosti $p=0.05$. Dakle, prema dobijenim rezultatima možemo konstatovati da forma glave prve MT kosti i stepen lateralne angulacije njene zglobne površine, mjenene DMAU, nemaju značajnog uticaja na povećanje vrijednosti IMU kod stopala sa hallux valgus deformitetom.

Na osnovu rezultata višestruke regresione analize, konstruisanih regresionih jednačina i interpretacije grafičke prezentacije, zaključujemo da kod stopala sa hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) zaobljenoj formi glave prve MT kosti i većem stepenu njene lateralne angulacije (veći DMAU) odgovaraju veće vrijednosti HVU u odnosu na stopala sa kvadratnom i ševroidnom formom. Ovim smo potvrdili da zaobljena forma glave prve MT kosti i lateralna angulacija njene zglobne površine značajno doprinose povećanju HVU, a time i razvoju hallux valgus deformiteta.

U strukturi složenih patološko anatomskih promjena kod hallux valgus deformiteta, pored valgizacije palca stopala, ističe se varizacija prve MT kosti, što ga u osnovi čini dvostrukim angulacionim deformitetom na nivou dva susjedna zgloba prvog niza stopala, prvom metatarzofalangealnom i prvom MTC zglobu. Da je za varizaciju prve MT kosti „odgovornost“ na prvom MTC zglobu govori i činjenica čvrste ligamentarne veze distalnog segmenta prve kuneiformne kosti i baze druge MT kosti (Lisfrankov ligament), dok je prva MT kost lišena ligamentarnih i tetivnih pripoja koji bi direktno doprinosili njenoj stabilnosti. Budući da je prvi MTC zglob formiran od dominantno zaravnjenih zglobnih površina, distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti i zglobne površine baze prve MT kosti, i da se na njegovom nivou odvijaju isključivo pokreti klizanja, postaje razumljivo koliko je značajna morfologija ovih zglobnih tijela za poziciju prve u odnosu na drugu MT kost i za stabilnost ovog zgloba. Uočeno je da je prvi MTC zglob najčešće kose forme sa različitim stepenom medijalne ukošenosti a veoma rijetko poprečne forme za koju se smatra da doprinosi njegovoj stabilnosti u transverzalnoj ravni. S obzirom na prirodu zglobnih tijela, forma ovog zgloba je u stvari određena pozicijom distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti koja je definisana distalnim kuneiformnim artikularnim uglom (DCAU). Do sada su primjenjene različite metode mjerenja stepena medijalne ukošenosti ove zglobne površine koristeći osovinu prve MT kosti, liniju distalne zglobne površine druge i treće kuneiformne kosti, osovinu ili liniju medijalnog ruba prve kuneiformne kosti, tako da ne postoji konsenzus u ovom pogledu. [16,28,29,50,51] Mek Kri (*Mc Crea*) i Lajti (*Lichty*) su primjenili mjerenja DCAU u odnosu na liniju koja je okomita na osovinu druge MT kosti. Ovo se čini kao najprihvatljivija metoda, budući da je druga MT kost najstabilniji segment prednjeg dijela stopala, a istovremeno predstavlja i osovinu stopala. [77,78,120,130] Brejđž (*Brage*) i saradnici iznose stav da se medijalna ukošenost distalne zglobne površine prve klinaste kosti do osam stepeni smatra normalnim nalazom, a da, u skladu sa rezultatima i drugih istraživanja, dalje povećanje stepena ukošenosti ove zglobne površine doprinosi povećanju IMU. [28,29,50,51] Rezultati mjerenja distalnog kuneiformnog artikularnog ugla (DCAU) u odnosu na liniju koja je okomita na osovinu druge MT kosti pokazuju da je kod 167 obrađenih stopala sa hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) najveći broj slučajeva (88, 52.7%) sa kosom formom

prvog MTC zgloba, kod kojih je izmjereni DCAU od 10° do 20° , a potom naglašeno kosa forma ($DCAU \geq 20^\circ$) sa 62 stopala ili 37.1% a samo kod 17 stopala (10.2%) je utvrđena poprečna forma ovog zgloba kod koje je DCAU manji od 10° .

Analizom zastupljenosti pojedinih formi prvog MTC zgloba u formiranim grupama prema težini hallux valgus deformiteta definisanim veličinom HVU, uočavamo da su poprečna forma ($DCAU < 10^\circ$) i kosa forma ($10^\circ \leq DCAU < 20^\circ$) najviše zastupljeni u grupi blagog stepena deformiteta, dok je naglašeno kosa forma ($DCAU \geq 20^\circ$) u grupi teškog i nešto manje u grupi umjerenog stepena hallux valgus deformiteta. Hi kvadrat testom je pokazano da postoji statistički značajna veza između forme prvog MTC zgloba određene izmjerenim DCAU i vrijednosti HVU (Sig.=0.015), na nivou značajnosti $p=0.05$, kao i da je ta veza srednje jačine (Cramer's $V=0.192$). Analiza zastupljenosti pojedinih formi ovog zgloba u grupama formiranim prema težini deformiteta u skladu sa vrijednostima IMU pokazuje da su poprečna i kosa forma najviše zastupljeni u grupi blagog deformiteta, dok je naglašeno kosa forma najzastupljenija u grupi umjerenog stepena deformiteta ($13^\circ \leq IMU < 20^\circ$). Hi kvadrat test je pokazao statistički značajnu vezu između forme prvog MTC zgloba određene izmjerenim DCAU i vrijednosti IMU na nivou značajnosti $p=0.05$ (Sig.=0.025) a Kramerov V pokazatelj ukazuje da se radi o vezi srednje jačine (Cramer's $V=0.208$). Navedeni rezultati, koji pokazuju statistički značajnu vezu između forme prvog MTC zgloba koja je utvrđena vrijednostima izmjerenog ugla distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti (DCAU) i vrijednosti HVU i IMU, u skladu su sa ranije objavljenim istraživanjima u kojima su primjenjene različite metode mjerenja ovog ugla, ali koji takođe pokazuju značajnu korelaciju između stepena medijalne ukošenosti prvog MTC zgloba i IMU ali i HVU. [16,28,50,51]

Prosječna vrijednost HVU je najveća kod 62 stopala sa naglašeno kosom formom ($DCA \geq 20^\circ$) i iznosi $Me=37.3790^\circ$ kao i medijana rezultata ($Md=35.10^\circ$) a najmanja prosječna vrijednost HVU je kod 17 stopala sa poprečnom formom MTC zgloba ($DCAU < 10^\circ$) i iznosi $Me=31.4118^\circ$, dok je najmanja medijana rezultata HVU kod stopala kose forme ($10^\circ \leq DCAU < 20^\circ$) i iznosi $Md=29.15^\circ$. Kruskal-Volisov test nezavisnih uzoraka je pokazao statistički značajnu razliku u vrijednostima medijana rezultata HVU u ove tri grupe stopala formirane prema izmjerenim vrijednostima DCAU na nivou značajnosti $p=0.01$ (Sig.=0.008). Naknadnim poređenjem medijana formiranih grupa prema formi prvog MTC zgloba je pokazano da se medijana rezultata HVU kose forme ($Md=29.15^\circ$) statistički značajno razlikuje od medijane stopala sa naglašeno kosom formom ($Md=35.10^\circ$) na nivou značajnosti $p=0.05$ (Adj. Sig.=0.010). Ovim je pokazan statistički značajan uticaj forme prvog MTC zgloba, koji je definisan DMAU, na vrijednosti HVU. Prosječna vrijednost IMU je takođe najveća kod 62 stopala sa naglašeno kosom formom prvog MTC zgloba i iznosi $Me=14.6210^\circ$ kao i medijana rezultata IMU ($Md=14.00^\circ$) a najmanja prosječna vrijednost IMU je kod 88 stopala sa kosom formom ovog zgloba i iznosi $Me=12.65^\circ$, dok je najmanja medijana rezultata IMU kod 17 stopala sa poprečnom formom ($Md=12.10^\circ$). Kruskal-Volisov test pokazao je statistički značajnu razliku u vrijednostima medijana rezultata IMU kod tri formirane grupe stopala prema formi prvog MTC zgloba, na nivou značajnosti $p=0.01$ (Sig.=0.005). Naknadnim poređenjem medijana rezultata IMU između formiranih grupa pokazano je da se medijana grupe sa kosom formom zgloba ($Md=12.5^\circ$) statistički značajno razlikuje od medijane rezultata IMU stopala u grupi naglašeno kose forme ($Md=14.00^\circ$) na

nivou $p=0.01$ (Adj.Sig.=0.006). Dobijeni rezultati navedenih analiza pokazuju statistički značajan uticaj forme prvog MTC zgloba na vrijednosti IMU.

Na osnovu provedene analize evidentno je da, kod stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$), postoji statistički značajna povezanosti forme prvog MTC zgloba, određene pozicijom distalne artikularne površine prve kuneiformne kosti mjerene DCAU, sa vrijednostima HVU i IMU a rezultati Kruskal-Volisoovog testa pokazuju statistički značajan uticaj forme ovog zgloba na vrijednosti IMU (Sig.=0.005) kao i na HVU (Sig.=0.008). Statistički značajnom pokazala se i razlika u vrijednostima medijane rezultata IMU (Sig.=0.006) i HVU (Sig.=0.010) kod stopala sa kosom formom u odnosu na medijanu rezultata ovih uglova kod stopala sa naglašenom kosom formom prvog MTC zgloba. Prema tome, navedeni rezultati pokazuju, ne samo postojanje veze između forme prvog MTC zgloba i vrijednosti HVU i IMU, već i činjenicu da je uticaj forme ovog zgloba, određene izmjerenim vrijednostima distalnog kuneiformnog artikularnog ugla (DCAU), na IMU i HVU statistički značajan na nivou značajnosti $p=0.01$. Time je potvrđeno da kosa forma prvog MTC zgloba značajno utiče na IMU i HVU, a time i na razvoj hallux valgus deformiteta koji je definisan ovim uglovima.

Kod 111 obrađenih stopala bez deformiteta ($HVU < 15^\circ$), nešto je veći procenat poprečne forme prvog MTC zgloba ($DCAU < 10^\circ$), 15 stopala ili 13.5%, na račun naglašeno kose forme ($DCAU \geq 20^\circ$) koja je utvrđena kod 25 stopala ili 22.5%, dok je najveći procenat kose forme ovog zgloba ($10^\circ \leq DCAU < 20^\circ$), kod 71 stopala ili 64%. Iako u ovoj grupi imamo 12 stopala čiji je IMU veći od 9° i po tom kriterijumu pripadaju grupi blagog deformiteta ($9^\circ \leq IMU < 13^\circ$), od kojih je pet stopala (41.7%) sa naglašeno kosom i pet sa kosom formom prvog MTC zgloba, Hi kvadrat test pokazuje da nema statistički značajne veze između forme prvog MTC zgloba definisane veličinom DCAU i vrijednosti IMU na nivou značajnosti $p=0.05$. Prosječna vrijednost IMU je takodje najveća kod 25 stopala sa naglašeno kosom formom MTC zgloba ($DCAU \geq 20^\circ$) i iznosi $Me=7.44^\circ$ kao i medijana rezultata ($Md=8.00^\circ$) dok je najmanja kod 15 stopala poprečne forme ovog zgloba ($Me=5.5267^\circ$) kao i medijana rezultata IMU ove grupe stopala koja iznosi $Md=4.90^\circ$. Kruskal-Volisoov test nezavisnih uzoraka pokazao je statistički značajnu razliku u vrijednostima medijana rezultata IMU u tri formirane grupe stopala prema formi prvog MTC zgloba određene izmjerenim vrijednostima DCAU na nivou značajnosti $p=0.05$ (Sig.=0.036). Naknadnim međusobnim poređenjem tri formirane grupe stopala je pokazano da se medijana rezultata IMU kod stopala sa naglašeno kosom formom ($Md=8.00^\circ$) statistički značajno razlikuje od medijane stopala sa poprečnom formom prvog MTC zgloba ($Md=4.90^\circ$) na nivou značajnosti $p=0.05$ (Adj.Sig.=0.030). I pored činjenice da nije utvrđena statistički značajna veza između forme prvog MTC zgloba i IMU, rezultati Kruskal-Volisoovog testa ipak pokazuju da se vrijednosti IMU statistički značajno razlikuju u odnosu na formu prvog MTC zgloba određene stepenom medijalne ukošenosti distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti, odnosno DCAU, čak i kod stopala ove grupe, bez hallux valgus deformiteta čiji je HVU manji od 15° . Prosječna vrijednost HVU, kod ove grupe (zdravih) stopala, je najveća kod 25 stopala sa naglašeno kosom formom prvog MTC zgloba ($Me=10.84^\circ$) kao i medijana rezultata HVU koja iznosi $Md=11.20^\circ$ a najmanja kod 15 stopala sa poprečnom formom ovog zgloba ($DCAU < 10^\circ$) i iznosi $Me=9.1107^\circ$, kao i medijana rezultata ovog ugla ($Md=9.40^\circ$). Kruskal-Volisoov test nezavisnih uzoraka pokazao je da nema statistički značajne razlike u vrijednostima medijana

HVU u tri formirane grupe stopala prema formi prvog MTC zgloba, na nivou značajnosti $p=0.05$.

Dakle, kod stopala bez hallux valgus deformiteta nije pokazana statistički značajna povezanost forme prvog MTC zgloba i IMU, ali je pokazan statistički značajan uticaj na vrijednosti IMU (Sig.=0.036), kao i statistički značajna razlika medijana rezultata IMU između stopala sa naglašenom kosom formom i stopala sa poprečnom formom prvog MTC zgloba, Sig.=0.030. Uticaj forme prvog MTC zgloba na HVU kod stopala bez deformiteta nije pokazao statističku značajnost.

Dok pozicija distalne zglobne površine prve klinaste kosti određuje stepen medijalne ukošenosti, odnosno formu prvog MTC zgloba, čini se da **orijentacija baze prve MT kosti i njene zglobne površine** u odnosu na osovinu ove kosti, direktno utiče na položaj prve MT kosti u odnosu na drugu, odnosno stepen njene varizacije. Ukoliko je proksimalna zglobna površina prve MT kosti postavljena ortogonalno na njenu osovinu (neutralna orijentacija), tada je pozicija ove kosti određena pozicijom distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti, koja je definisana njenim distalnim artikularnim uglom (DCAU). Medijalna inklinacija zglobne površine baze prve MT kosti prema distalno doprinosi njenoj varizaciji (varizirajuća inklinacija) i povećanju IMU, dok lateralna inklinacija proksimalne zglobne površine ove kosti koriguje njenu varus poziciju, vodeći je u smjeru valgusa (valgizirajuća inklinacija) i tako dovodi do smanjenja IMU. Na ovoj činjenici se zasnivaju proksimalne korektivne osteotomije prve MT kosti kojima se promjenom pozicije osovine ove kosti u odnosu na njenu bazu povećava lateralna inklinacija proksimalne zglobne površine i time postiže korekcija IMU. Na isti način, primjenom parcijalne lateralne epifiziodeze prve MT kosti, u liječenju juvenilnog hallux valgusa, takođe se povećava lateralna inklinacija njene baze, čime se smanjuje varus pozicija ove kosti kao bitne komponente hallux valgus deformiteta. [72,92-94] Orijetacija i stepen inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti definisan je mjerenjem proksimalnog metatarzalnog artikularnog ugla (PMAU) i pokazuje da u grupi od 167 obrađenih stopala sa hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) dominiraju stopala sa lateralnom inklinacijom kod koje je PMAU manji od 10° ($0^\circ \leq PMAU < 10^\circ$) (127 stopala ili 76.0%), dok je kod 23 stopala PMAU veći od 10° ($PMAU \geq 10^\circ$) i pripadaju grupi stopala sa naglašenom lateralnom inklinacijom. Kod 17 stopala (10.2%) utvrđena je medijalna inklinacija proksimalne zglobne površine prve MT kosti, uglavnom do 10° .

Distribucija pojedinih kategorija inklinacije proksimalne zglobne površine prve MT kosti u formiranim grupama prema težini deformiteta *mjerene vrijednostima HVU*, pokazuje da je 17 stopala sa medijalnom inklinacijom podjednako zastupljena u grupi blagog i umjerenog stepena (po 7 stopala ili 41.2%) i 3 stopala (17.6%) u grupi teškog deformiteta. Kategoriju lateralne inklinacije ($0^\circ \leq PMAU < 10^\circ$) čini 127 stopala koja su najviše zastupljena u grupi blagog (54, 42.5%) i grupi teškog stepena (39, 30.7%), dok su stopala sa naglašenom lateralnom inklinacijom baze prve MT kosti i njenom zglobnom površinom najviše zastupljena u grupi blagog i umjerenog stepena hallux valgus deformiteta (po 10 stopala ili 43.5%). Hi kvadrat test je pokazao da ne postoji statistički značajna veza između orijentacije i stepena inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti i vrijednosti HVU na nivou značajnosti $p=0.05$. Prosječna vrijednost HVU je najveća kod 127 stopala sa lateralnom inklinacijom proksimalne zglobne površine prve MT kosti i iznosi $Me=34.6441^\circ$, kao i

medijana rezultata HVU ($Md=32.00^\circ$) a najmanja prosječna vrijednost je u grupi od 23 sa naglašenom lateralnom inklinacijom $Me=31.8652^\circ$ dok je medijana rezultata HVU najmanja kod stopala sa medijalnom inklinacijom ($Md=30.60^\circ$) i razlika je sasvim mala u odnosu na naglašenu lateralnu inklinaciju ($Md=30.70^\circ$). Kruskal-Volisonov test nezavisnih uzoraka pokazao je da nema statistički značajne razlike u poređenju vrijednosti HVU u odnosu na orijentaciju baze prve MT kosti i njene zglobne površine mjerene PMAU na nivou značajnosti $p=0.05$. ($Sig=0.773$) Rezultati primjenjenih testova pokazuju da orijentacija zglobne površine baze prve MT kosti, koja je definisana PMAU, nema statistički značajnu vezu sa veličinom HVU, kao i činjenicu da nema statistički značajne razlike u vrijednostima HVU u odnosu na orijentaciju i stepen inklinacije ove zglobne površine kod stopala sa hallux valgus deformitetom.

Pojedine kategorije inklinacije proksimalne zglobne površine prve MT kosti su, u formiranim grupama prema težini deformiteta *mjerene vrijednostima IMU*, tako raspoređene da je 17 stopala sa medijalnom inklinacijom približno podjednako zastupljeno u grupi umjerenog stepena (8 stopala ili 47.1%) i u grupi blagog stepena (7 stopala ili 41.2%), dok su dva stopala (11.8%) u grupi teškog deformiteta. Najveći broj stopala je sa lateralnom inklinacijom ($0^\circ \leq PMAU < 10^\circ$), njih 127 ili 76.0%, koja su najviše zastupljena u grupi umjerenog (59 stopala, 46.5%) i grupi blagog stepena (53 stopala, 41.7%) dok su stopala sa naglašenom lateralnom inklinacijom baze prve MT kosti i njenom zglobnom površinom najviše zastupljena u grupi blagog (11 slučajeva, 47.8%) i grupi stopala sa normalnim nalazom IMU, njih sedam ili 30.4%, dok je preostalih pet stopala u grupi umjerenog stepena hallux valgus deformiteta. Hi kvadrat test nezavisnosti pokazuje da je utvrđena statistički značajna veza između orijentacije i stepena inklinacije artikularne površine baze prve MT kosti definisane izmjerenim PMAU i vrijednosti IMU na nivou značajnosti $p=0.01$ ($Sig.=0.002$), a jačina utvrđene veze je srednjeg intenziteta, mjerena Kramerovim V pokazateljem, Cramer's $V=0.253$.

Analiza prosječnih vrijednosti IMU pokazuje da je ovaj ugao u prosjeku najveći kod 17 stopala sa medijalnom inklinacijom proksimalne zglobne površine prve MT kosti, kod kojih su vrijednosti izmjerenog PMAU izražene kao negativne ($PMAU < 0^\circ$), $Me=15.4059^\circ$, kao i medijana rezultata IMU ($Md=13.90^\circ$), a najmanji kod 23 stopala sa naglašenom lateralnom inklinacijom $Me=10.6174^\circ$, kao i medijana rezultata IMU ove grupe stopala, $Md=11.10^\circ$. Kruskal-Volisonov test nezavisnih uzoraka pokazao je statistički značajnu razliku vrijednosti IMU u tri formirane kategorije inklinacije na nivou značajnosti $p=0.01$ ($Sig.=0.000$). Rezultati naknadnog poređenja IMU po kategorijama inklinacije određenih prema orijentaciji i stepenu inklinacije proksimalne artikularne površine prve MT kosti pokazali su da se vrijednosti IMU u grupi sa naglašenom lateralnom inklinacijom ($PMAU \geq 10^\circ$) značajno razlikuju od vrijednosti IMU ugla kod stopala sa lateralnom inklinacijom ($0^\circ \leq PMAU < 10^\circ$) ($Adj.Sig.=0.001$), kao i od vrijednosti IMU ugla kod stopala sa medijalnom inklinacijom ($PMAU < 0^\circ$) proksimalne artikularne površine prve MT kosti, $Adj.Sig.=0.000$, na nivou statističke značajnosti $p=0.01$. Ovim je pokazan statistički značajan uticaj orijentacije i stepena inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti na vrijednosti IMU.

Dakle, dobijeni rezultati primjenjene analize potvrđuju statistički značajnu povezanost orijentacije proksimalne zglobne površine prve MT kosti u transverzalnoj ravni definisane PMAU sa vrijednostima IMU, dok rezultati Kruskal-Volisonovog testa pokazuju da postoji statistički značajan uticaj orijentacije i stepena inklinacije ove zglobne površine na veličinu IMU na nivou značajnosti $p=0,01$. ($Sig.=0.000$) Rezultati pokazuju i visoku statističku

značajnost razlike medijana ovog ugla u grupi stopala sa naglašenom lateralnom inklinacijom u odnosu na grupu stopala sa lateralnom inklinacijom na nivou $p=0.01$ (Adj.Sig.=0.001) kao i razliku medijana ovog ugla grupe stopala sa naglašenom lateralnom inklinacijom u odnosu na grupu stopala sa medijalnom inklinacijom na nivou $p=0.01$ (Adj.Sig.=0.000). Istim analizama je pokazano da ne postoji statistički značajna povezanost orijentacije zglobne površine baze prve MT kosti sa HVU, niti uticaja na njegovu vrijednost. Tako je potvrđeno da pozicija artikularne površine baze prve MT kosti značajno utiče na IMU, a time i na hallux valgus deformitet mjeren ovim uglom.

U grupi od 111 obrađenih stopala bez deformiteta ($HVU < 15^\circ$) nema slučajeva sa medijalnom inklinacijom zglobne površine baze prve MT kosti, polovina grupe, 56 stopala ili 50.5% ima naglašenu lateralnu inklinaciju, dok 55 stopala ili 49.5% ima lateralnu inklinaciju ove zglobne površine. Budući da 12 stopala ove grupe imaju IMU veći od 9° i da prema ovom kriterijumu pripadaju grupi blagog deformiteta ($9^\circ \leq IMU < 13^\circ$), važno je naglasiti da njih 10 ima lateralnu inklinaciju baze prve MT kosti i njene zglobne površine dok samo dva stopala imaju naglašenu lateralnu inklinaciju ($PMAU \geq 10^\circ$). Hi kvadrat test nezavisnosti je pokazao da i kod stopala bez hallux valgus deformiteta postoji statistički značajna veza između stepena inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti prema izmjerenim vrijednostima PMAU i veličine IMU na nivou značajnosti $p=0.05$ (Sig.=0.013), a prema Kramerovom V pokazatelju ova veza je srednje jačine. Prosječne vrijednosti IMU su, kako to i očekujemo, manje kod 56 stopala sa naglašenom lateralnom inklinacijom ($PMAU \geq 10^\circ$) zglobne površine baze prve MT kosti i iznosi $Me=6.1168^\circ$ kao i njihova medijana rezultata IMU, $Md=5.85^\circ$ u odnosu na preostalih 55 stopala koja čine grupu sa lateralnom inklinacijom ($0^\circ \leq PMAU < 10^\circ$), čija je prosječna vrijednost IMU, $Me=7.3273^\circ$ i medijana rezultata IMU, $Md=7.70^\circ$. Kruskal-Volisov test nezavisnih uzoraka pokazao je statistički značajnu razliku vrijednosti IMU u dvije formirane kategorije prema stepenu lateralne inklinacije mjerene PMAU kod stopala bez hallux valgus deformiteta na nivou značajnosti $p=0.01$ (Sig=0.001). Prema navedenim rezultatima, i kod stopala bez hallux valgus deformiteta ($HVU < 15^\circ$), postoji statistički značajna veza između stepena lateralne inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti, koja je definisana PMAU i vrijednosti IMU, ali i statistički značajna razlika vrijednosti IMU u zavisnosti od kategorije inklinacije ove zglobne površine, dok ova morfološka karakteristika nema statistički značajnog uticaja na vrijednosti HVU.

U cilju analize odnosa zglobnih tijela prvog MTC zgloba u skladu sa njihovom morfologijom, te njihovog objedinjenog uticaja na vrijednosti IMU urađene su dodatne analize. Tako je Spirmanov koeficijent (ρ -rho) linearne korelacije rangova pokazao pozitivnu korelaciju između forme prvog MTC zgloba definisane uglom distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti (DCAU) i orijentacije proksimalne zglobne površine prve MT kosti definisane PMAU, tako što većim vrijednostima DCAU (većem stepenu medijalne ukošenosti distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti) odgovaraju veće vrijednosti PMAU odnosno veći stepen lateralne inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti, ($N=167$, $\rho = -0.384$, Sig.=0.000).

Kada je u pitanju morfologija baze prve MT kosti, ovaj test je pokazao statistički značajnu negativnu korelaciju između orijentacije njene zglobne površine definisane PMAU i vrijednosti IMU ($\rho = -0.325$, Sig.=0.000) dok negativna korelacija sa veličinom HVU nije dostigla statističku potvrdu na nivou značajnosti $p=0.05$. Ovim je potvrđena Kruskal-

Volisovim testom pokazana činjenica značajnog uticaja orijentacije i stepena inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti, tako što je IMU najveći kod medijalne inklinacije (prikazane negativnim vrijenostima, $PMAU < 0$), a najmanji kod stopala sa naglašenom lateralnom inklinacijom, $PMAU \geq 10^\circ$.

Pokazana je pozitivna korelacija između forme prvog MTC zgloba, odnosno ugla distalne artikularne površine prve kuneiformne kosti (DCAU) i vrijednosti IMU na nivou značajnosti $p=0.01$ (Sig.=0.003), kao i pozitivna korelacija ove distalne morfologije prve kuneiformne kosti i HVU takođe na nivou značajnosti $p=0.01$ (Sig.=0.002) u grupi stopala sa deformitetom. Time je potvrđen Kruskal-Volisovim testom pokazan, statistički značajan uticaj forme prvog MTC zgloba na IMU i HVU tako što veći stepen medijalne ukošenosti distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti odnosno veći DCAU prate i veće vrijednosti IMU i HVU.

U grupi od 111 stopala bez deformiteta, Spirmanov test linearne korelacije rangova je potvrdio negativnu korelaciju srednje jačine između stepena inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti (PMAU) i vrijednosti IMU, na nivou značajnosti $p=0.01$ (Sig.=0.001), kao i takođe statistički značajnu pozitivnu korelaciju slabije jačine između distalne morfologije prve kuneiformne kosti (DCAU) i vrijednosti IMU na nivou značajnosti 0.05, kao i vrijednosti HVU na nivou značajnosti $p=0.01$.

Kada analiziramo odnos orijentacije i stepena inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti (PMAU) i vrijednosti IMU u odnosu na formu prvog MTC zgloba određenu DCAU, vidimo da je samo kod kose forme prvog MTC zgloba ($10^\circ \leq DCAU < 20^\circ$) izražena jaka statistički značajna veza između stepena inklinacije određene PMAU i vrijednosti IMU na nivou značajnosti $p=0.01$, (Sig.=0.000), Cramer's $V=0.536$. Prosječne vrijednosti IMU najveće su kod stopala sa medijalnom inklinacijom ($PMAU < 0^\circ$) i ona u stvari predstavlja varizirajući tip inklinacije, a najmanje kod naglašene lateralne inklinacije ($PMAU \geq 10^\circ$) koja predstavlja valgizirajući tip inklinacije baze prve MT kosti.

Stopala sa medijalnom inklinacijom zglobne površine baze prve MT kosti najviše su zastupljena (10, 58.8%) kod poprečne forme prvog MTC zgloba ($0^\circ < DCAU < 10^\circ$), a preostalih sedam ili 41.2% kod kose forme i nema ih kod naglašeno kose forme ovog zgloba. Naglašena lateralna inklinacija ove zglobne površine na bazi prve MT kosti najzastupljenija je kod naglašeno kose forme prvog MTC zgloba sa izrazito kosom zglobnom površinom prve kuneiformne kosti ($DCAU \geq 20^\circ$). Čini se da naglašena lateralna inklinacija baze prve MT kosti kompenzuje izrazito kosu zglobnu površinu prve kuneiformne kosti, ublažavajući njen efekat na poziciju ove kosti u odnosu na drugu MT kost. Ovo bi svakako trebao biti predmet daljeg istraživanja anatomskih odnosa zglobnih tijela prvog MTC zgloba.

Standardna višestruka regresiona analiza je pokazala da se modelom u kojeg je uključena forma prvog MTC zgloba definisana DCAU i orijentacija zglobne površine baze prve MT kosti definisana stepenom njene inklinacije (PMAU), dakle, obe promjenljive koje karakterišu morfologiju prvog MTC zgloba u transverzalnoj ravni, objašnjava 27.7% *ukupno objašnjive varijanse vrijednosti IMU* na nivou značajnosti $p=0.01$ (Sig.=0.000). Vrijednosti Beta koeficijenta ove analize otkrivaju da orijentacija zglobne površine baze prve MT kosti ima veći doprinos (Beta=-0.526) u objašnjavanju deformiteta mjenog vrijednostima IMU od

doprinos koji daje forma prvog MTC zgloba određena DCAU, $\text{Beta}=0.436$. Višestruka regresiona analiza pokazuje da svaka od posmatranih promjenljivih varijabli imaju jedinstven, statistički značajan doprinos regresionoj jednačini koji za orijentaciju zglobne površine baze prve MT kosti definisane PMAU iznosi: $t(167)=-7.208$ i $\text{Sig.}=0,000$ dok je za formu prvog MTC zgloba definisane DCAU nešto manji: $t(167)=5.972$ i $\text{Sig.}=0,001$. Dobijena vrijednost poludjelimičnog koeficijenta korelacije koji za orijentaciju zglobne površine baze prve MT kosti (PMAU) iznosi: $r = -0.479$ i pokazuje da ona objašnjava 22.94% objašnjive varijanse vrijednosti IMU, dok je vrijednost poludjelimičnog koeficijenta za formu prvog MTC zgloba definisanu DCAU: $r = 0.397$ i pokazuje da ona objašnjava 15.76% ukupne varijanse vrijednosti IMU.

Dakle, prema dobijenim rezultatima analize, varizacioni potencijal morfologije prvog MTC zgloba iznosi 27.7% od ukupno objašnjive nastale vrijednosti IMU, koliko morfologija ovog zgloba ima udjela u varizaciji prve MT kosti i povećanju IMU, pri čemu orijentacija i stepen inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti definisane PMAU ima veći doprinos, 22.94%, dok forma prvog MTC zgloba određena DMAU, objašnjava 15.76% nastale varizacije prve MT kosti odnosno veličine IMU, kod stopala sa hallux valgus deformitetom.

Analiza mogućeg uticaja morfologije prvog MTC zgloba na povećanje HVU kod stopala sa deformitetom pokazuje da je ovako formiranim modelom objašnjeno svega 7.8% ukupne objašnjive varijanse HVU na nivou značajnosti $p=0,01$. Prema vrijednostima beta koeficijentata regresione analize evidentno je da u objašnjavanju deformiteta mjerenog vrijednostima HVU, veći doprinos daje promjenljiva, forma prvog MTC zgloba (DCAU) ($\text{Beta}=0.300$), nego orijentacija zglobne površine baze prve MT kosti čiji doprinos je mjeren beta koeficijentom ($\text{Beta}=-0.180$). U skladu sa navedenim, svaka od promjenljivih ima zaseban doprinos regresionoj jednačini povećanja HVU i on je za formu prvog MTC zgloba statistički značajan na nivou $p=0.01$, dok je za orijentaciju zglobne površine baze prve MT kosti (PMAU) takođe značajan ali na nivou $p=0.05$. Ipak, u skladu sa dobijenim rezultatima primjenjene analize, ukupni i pojedinačni doprinos morfologije prvog MTC zgloba povećanju HVU nije od velikog značaja.

Istim testovima je pokazano da, kod 111 stopala bez hallux valgus deformiteta ($\text{HVU}<15^\circ$), morfologija prvog MTC zgloba u transverzalnoj ravni objašnjava 22.6% ukupno objašnjive varijanse IMU od čega 15.21% objašnjava orijentacija zglobne površine baze prve MT kosti definisana izmjerenim PMAU, dok 13.47% objašnjava forma prvog MTC zgloba definisana DCAU. Objedinjeni doprinos ovih promjenljivih na povećanje HVU je 3.4%, a njihov pojedinačni doprinos regresionoj jednačini rezultata HVU nije statistički značajan (za PMAU $\text{Sig.}=0.191$ a za DCAU $\text{Sig.}=0.084$).

Metatarzalna formula definiše odnos dužina metatarzalnih kostiju na distalnom nivou, odnosno poziciju metatarzofalangealnih zglobova i ona je od značaja kako za funkciju prednjeg dijela stopala tako i za estetski efekat na stopalo u cjelini. Većina istraživača je saglasna da je za pojavu i razvoj hallux valgus deformiteta naročito važan odnos dužina prve i druge MT kosti tako da se najčešće analiziraju sa aspekta njihovih relativnih dužina. [124] Na značaj kratke prve MT kosti je u prvoj trećini 20. vijeka ukazao Morton (*Morton*), koji je vjerovao da ona vodi stopalo u pronaciju i povećava opterećenje na nivou glave prve MT

kosti, te dovodi do hiperomobilnosti ove kosti. Čini se da je mogući doprinos apsolutne dužine prve MT kosti i proksimalne falange u potencijalnoj dinamičkoj nestabilnosti prvog niza stopala, budući da je njome određena dužina poluge preko koje mišići, globalni pokretači palca i stopala, imaju direktan efekat na prvi metatarzofalangealni zglob a indirektno na prvi MTC zglob, mada još uvijek nije potpuno jasno da li i u kolikoj mjeri dužina ovih koštanih struktura imaju uticaja na biomehanička zbivanja na stopalu. [4,17,124,136]

Prosječna apsolutna dužina prve MT kosti kod 167 stopala sa hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) iznosi $Me=58.8527$ mm sa $SD=6.52564$ mm i ona je najkraća kod stopala sa blagim stepenom deformiteta definisanog prema veličini HVU ($Me=58.6310$ mm, $SD=6.71269$ mm), nešto je duža kod stopala sa umjerenim i najveća dužina ove kosti je kod stopala sa teškim stepenom deformiteta ($HVU \geq 40^\circ$) i iznosi $Me=59.0622$ mm uz $SD=6.44426$ mm. Jednofaktorska analiza varijanse je pokazala da nema statistički značajne razlike u apsolutnim dužinama prve MT kosti kod stopala sa različitim stepenom hallux valgus deformiteta definisanog veličinom HVU na nivou značajnosti $p=0.05$.

Prosječna dužina proksimalne falange palca kod stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) iznosi $Me=29.2569$ mm sa $SD=2.78746$ mm i ona je najkraća kod stopala sa teškim stepenom deformiteta ($Me=28.7444$ mm, $SD=2.74057$ mm), duža kod stopala sa umjerenim, a najduža kod stopala sa blagim stepenom hallux valgus deformitea ($15^\circ < H = VU < 30^\circ$) i iznosi $Me=29.5465$ mm uz $SD=2.58760$ mm. Jednofaktorska analiza varijanse je pokazala da nema statistički značajne razlike u dužini proksimalne falange palca kod stopala sa različitim stepenom deformiteta definisanog veličinom HVU na nivou značajnosti $p=0.05$.

Prosječna dužina distalne falange palca kod 167 stopala sa hallux valgus deformitetom iznosi $Me=23.0407$ mm sa $SD=2.42857$ mm i njena dužina je najveća kod stopala sa blagim deformitetom ($Me=23.2451$ mm, $SD=2.35626$ mm), nešto manja kod teškog a najmanja kod umjerenog stepena hallux valgus deformiteta, $Me=22.8157$ mm sa $SD=2.5530$ mm. Jednofaktorska analiza varijanse pokazuje da nema statistički značajne razlike u dužini distalne falange palca kod stopala sa različitim stepenom deformiteta definisanog veličinom HVU na nivou značajnosti 0.05.

Istim postupkom je istražen uticaj dužine navadenih koštanih struktura u grupi stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) na vrijednosti IMU i pokazano je da nema statistički značajne razlike u apsolutnim dužinama prve MT kosti kod stopala sa blagim, umjerenim i teškim stepenom hallux valgus deformiteta definisanog vrijednostima IMU, kao ni u apsolutnim dužinama proksimalne falange palca kod stopala sa navedenim stepenima deformiteta određenih IMU na nivou značajnosti $p=0.05$. Isto tako nije nađena statistički značajna razlika u apsolutnim dužinama distalne falange palca kod stopala sa blagim, umjerenim i teškim stepenom hallux valgus deformiteta određenih IMU na nivou značajnosti $p=0.05$.

Prema navedenim rezultatima analize je evidentno da nema statistički značajne razlike u apsolutnim dužinama prve MT kosti, proksimalne i distalne falange palca kod stopala sa blagim, umjerenim i teškim stepenom deformiteta kako prema veličini HVU tako i IMU, pa prema tome nema statistički značajnog uticaja navedenih dužina na vrijednosti HVU i IMU.

Prosječna apsolutna dužina prve MT kosti kod 111 stopala bez hallux valgus deformiteta (HVU<15°) iznosi Me=57.8622 mm i SD=5.29320 mm i manja je kod 12 stopala sa IMU većim od 9° u odnosu na 99 stopala sa normalnim nalazom, IMU<9°. Jednofaktorskom analizom varijanse je pokazano da navedena razlika dužina prve MT kosti kod stopala sa blagim stepenom deformiteta i normalnim nalazom IMU nije statistički značajna na nivou značajnosti p=0.05. Istim postupkom je pokazano da i kod ove grupe stopala nema statistički značajne razlike u apsolutnim dužinama proksimalne falange niti u dužinama distalne falange kod stopala sa blagim stepenom deformiteta (9°<=IMU<13°) i stopala sa izmjerenim normalnim IMU na nivou značajnosti p=0.05.

Deskriptivna analiza dužina prve MT kosti kod 167 obrađenih stopala sa hallux valgus deformitetom (HVU>=15°) pokazuje da njena apsolutna dužina u prosjeku iznosi Me=58.8527 mm sa SD=6.52564 mm dok je prosječna dužina prve MT kosti kod 111 stopala zdravih stopala (HVU<15°) manja i iznosi Me=57.8622 mm sa SD=5.29320 mm. T-testom nezavisnih uzoraka je izvršena uporedna analiza dužina prve MT kosti kod ove dvije grupe stopala i on je pokazao da nema statistički značajne razlike između dužina ove kosti kod stopala sa deformitetom u odnosu na zdrava stopala na nivou značajnosti p=0.05.

Analiza je pokazala da prosječna apsolutna dužina proksimalne falange palca kod 167 stopala sa deformitetom (HVU>=15°) iznosi Me=29.2569 mm sa SD=2.78746 mm dok je ova dužina kod stopala bez deformiteta (HVU<15°) veća i iznosi Me=30.4387 mm sa SD=3.34895 mm. T-testom nezavisnih uzoraka je izvršeno poređenje apsolutnih dužina proksimalne falange palca kod 167 stopala sa deformitetom u odnosu na 111 stopala bez deformiteta i on je pokazao da postoji statistički značajna razlika na nivou značajnosti od p=0.01 (Sig.=0.002). Prema tome, proksimalna falanga palca je statistički značajno kraća kod stopala sa hallux valgus deformitetom u odnosu na zdrava, stopala bez ovog deformiteta. Dobijeni rezultati se razlikuju od ranije objavljenih. Munuera i saradnici su pokazali da je proksimalna falanga kod stopala sa hallux valgus deformitetom duža u odnosu na izmjerene dužine kod zdravih stopala.[124] Dogan i saradnici su prikazali rezultate mjerenja koštanih struktura stopala bez prisutnog deformiteta i dobijene vrijednosti su u skladu sa vrijednostima dužine proksimalne falange ovog istraživanja kod zdravih stopala. [1]

Analiza dužine distalne falange palca je pokazala da je kod 167 stopala sa hallux valgus deformitetom prosječna vrijednost njene dužine Me=23.0407 mm sa SD=2.42857 mm i da je manja u odnosu na prosječnu dužinu ove koštane strukture kod 111 stopala bez deformiteta koja iznosi Me=24.0324 mm, sa SD=2.71096 mm. T-test nezavisnih uzoraka je pokazao da se razlike dužina distalne falange kod stopala sa deformitetom statistički značajno razlikuju od dužina ove kosti kod zdravih stopala na nivou značajnosti p=0.01 (Sig.=0.002) Dakle, i distalna falanga palca je statistički značajno kraća kod stopala sa hallux valgus deformitetom u odnosu na stopala bez ovog deformiteta

Valgizacija distalne falange palca stopala u odnosu na proksimalnu falangu je najčešće uslovljena lateralnom angulacijom distalne zglobne površine proksimalne falange tako da dolazi do interfalangealnog deformiteta u smislu interfalangealnog hallux valgusa (*hallux valgus interphalangeus*) koji je karakterisan povećanim interfalangealnim uglom (IFU>=10°). [5,17,122] Od 167 obrađenih stopala sa deformitetom (HVU>=15°) kod 87 (52.1%) je utvrđen

normalan IF ugao ($IFU < 10^\circ$) i većina njih pripada grupi teškog (35, 40.2%) i umjerenog stepena (29, 33.3%) hallux valgus deformiteta prema veličini HVU. Obrnuto, od 80 stopala (47,9%) kod kojih je prisutan interfalangealni deformitet ($IFU \geq 10^\circ$), najveći broj pripada grupi stopala sa blagim (48, 60.0%) i umjerenim stepenom (22, 27.5%) hallux valgus deformiteta prema veličini HVU. Hi kvadrat test nezavisnosti je pokazao da, kod stopala sa deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$), postoji negativna statistički značajna veza između vrijednosti IFU i vrijednosti HVU na nivou značajnosti $p=0.01$ (Sig.=0.000). Ranije objavljeni rezultati su u skladu sa navedenim uz napomenu da su Keflin i saradnici od 122 obradjena stopala kod samo 11% našli povećan interfalangealni ugao ali su takođe utvrdili da postoji slaba obrnuta veza IFU i HVU. [14] Posebno skreće pažnju istraživanje kojim su Dikson (*Dixon*) i saradnici utvrdili radiografsko povećanje IFU prilikom postoperativnog praćenja nakon hirurške korekcije halux valgus deformiteta. [125] Ovo bi moglo biti moguće objašnjenje za činjenicu da stopala sa većim HVU imaju izmjeren manji IFU iz razloga, što je distalna falanga palca kod njegove valgus pozicije oslonjena na drugi prst tako da radiografsko snimanje ne prikazuje realan odnos proksimalne i distalne falange. Nakon operativne korekcije distalna falanga je slobodna i tada se radiografski prikaže realan IF ugao.

Slična je zastupljenost stopala sa hallux valgus deformitetom ($HVU \geq 15^\circ$) ali sa normalnim vrijednostima IFU ($IFU < 10^\circ$), u odnosu na formirane grupe prema težini deformiteta prema veličini IMU, od kojih najveći broj pripada umjerenom i blagom deformitetu dok stopala sa izraženim interfalangealnim deformitetom ($IFU > 10^\circ$) najvećim brojem pripadaju u grupi blagog deformiteta prema veličini IMU. Hi kvadrat test nezavisnosti je pokazao da kod stopala sa hallux valgus deformitetom postoji statistički značajna veza između IFU i vrijednosti IMU na nivou značajnosti $p=0.01$ (Sig.=0,000). Za objašnjenje ove statistički značajne povezanosti bi bilo potrebno izvršiti dodatna istraživanja u pogledu orijentacije proksimalne i distalne zglobove površine proksimalne falange.

Od 111 obrađenih stopala bez hallux vlgus deformiteta ($HVU < 15^\circ$), kod samo 13 stopala ili 11.7% je izmjeren normalan IFU i ona su uglavnom sa normalnim IMU ($IMU < 9^\circ$), dok je kod 98 stopala ili 88.3% ove grupe utvrđen interfalangealni deformitet ($IFU \geq 10^\circ$) od kojih njih 88 ili 89.8% ima normalan IMU dok je kod 10 stopala (10.2%) IMU veći od 9° . Hi kvadrat test nezavisnosti je pokazao da kod stopala bez hallux valgus deformiteta ne postoji statistički značajna veza između IFU i vrijednosti IMU, na nivou značajnosti od $p=0.05$.

6. ZAKLJUČCI

1. Kod stopala sa hallux valgus deformitetom utvrđena je negativna statistički značajna korelacija između razlike dužina prve i druge MT kosti mjerenih distalno od Maestrove linije i vrijednosti IMU, što pokazuje da što je kraća prva MT kost u odnosu na drugu na distalnom nivou, to je veći IMU. Utvrđen je također, značajan uticaj ove razlike dužina na veličinu IMU, odnosno na stepen medijalnog pomjeranja (varizaciju) prve MT kosti, a time i na razvoj hallux valgus deformiteta.

Primjenjena analiza je pokazala da nema statistički značajne veze između razlike dužina prve i druge MT kosti mjerenih distalno od Maestrove linije i veličine HVU, kao ni značajnog uticaja na povećanje HVU, odnosno na lateralno pomjeranje (valgizaciju) proksimalne falange palca stopala.

Kod stopala bez hallux valgus deformiteta utvrđena je pozitivna statistički značajna korelacija između razlike dužina prve i druge MT kosti na distalnom nivou i HVU, ali bez značajnog uticaja na njegovu vrijednost. Takođe je pokazano da između navedene razlike dužina prve i druge MT kosti i IMU ne postoji statistički značajna veza, ali je utvrđen statistički značajan uticaj na vrijednosti IMU na nivou značajnosti $p=0.05$, kod ove grupe stopala.

2. Kod stopala sa hallux valgus deformitetom dominira zaobljena forma glave prve MT kosti (82.6%) i analize su pokazale statistički značajnu vezu između forme glave prve MT kosti i veličine HVU (Sig.=0.004), ali i činjenicu da se vrijednosti HVU značajno razlikuju u korist zaobljene forme u odnosu na kvadratnu i ševroidnu (Sig.=0.000), što potvrđuje da forma glave prve MT kosti značajno utiče na vrijednosti HVU, odnosno na valgizaciju palca stopala.

Forma glave prve MT kosti ima statistički značajnu vezu i sa veličinom IMU, Sig.=0.012 kao i manji ali ipak statistički značajan uticaj na povećanje IMU, odnosno medijalno pomjeranje prve MT kosti, Sig.=0.047.

Zaobljena forma glave prve MT kosti duplo je manje zastupljena kod stopala bez hallux valgus deformiteta (43.2%), ali je ipak pokazana statistički značajna veza forme glave prve MT kosti i veličine IMU, Sig.=0.001 ali, forma glave prve MT kosti kod ove grupe stopala nema značajnog uticaja na vrijednosti IMU (Sig.=0.236), niti na vrijednosti HVU, Sig.=0.263.

3. Povećana lateralna angulacija zglobne površine glave prve MT kosti ima statistički značajnu povezanost sa HVU, (Sig.=0.001). Vrijednosti HVU statistički se značajno razlikuju u odnosu na stepen lateralne angulacije distalne zglobne površine ove kosti (Sig.=0.000), pa prema tome, ova morfološka karakteristika ima značajan uticaj na povećanje HVU, odnosno valgizaciju palca stopala.

Povećana lateralna angulacija zglobne površine glave prve MT kosti nema statistički značajnu vezu sa vrijednostima IMU (Sig.=0.367), ali je ipak pokazano da ima uticaja na povećanje veličine ovog ugla, Sig.=0.022.

Lateralna angulacija zglobne površine glave prve MT kosti je značajno manja kod stopala bez hallux valgus deformiteta (Me=3.9243°, SD=0.24971°) u odnosu na stopala sa deformitetom (Me=15.1228°, SD=0.68231°) i nema statistički značajne veze niti značajnog uticaja na vrijednosti HVU i IMU kod zdravih stopala..

4. Objedinjeni efekat forme glave prve MT kosti i lateralne angulacije njene zglobne površine na povećanje HVU, odnosno valgizaciju palca stopala iznosi 18.7%, koliko se ovim faktorima objašnjava ova komponenta hallux valgus deformiteta. Ovo je sveukupni valgizacioni potencijal distalne morfologije prve MT kosti u kojem veći doprinos ima lateralna angulacija distalne zglobne površine (10.4%) u odnosu na formu glave koja učestvuje sa 5.43%. Objedinjeni uticaj na povećanje IMU nije od značaja, iznosi svega 3.9%.

5. Kod stopala sa hallux valgus deformitetom dominira kosa i naglašeno kosa forma prvog MTC zgloba koja je određena uglom distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti (DCAU). Pokazano je da forma ovog zgloba ima ne samo statistički značajnu povezanost sa vrijednostima IMU (Sig.=0.025) i sa vrijednostima HVU (Sig.0.015), već i statistički značajan uticaj na povećanje IMU odnosno varizaciju prve MT kosti (Sig.=0.005) kao i na povećanje HVU, odnosno valgizaciju palca stopala (Sig.=0.008), pa prema tome i na razvoj hallux valgus deformiteta.

Kod stopala bez deformiteta najviše je zastupljena kosa a zatim naglašeno kosa i poprečna forma prvog MTC zgloba i nema statistički značajnu vezu sa HVU i IMU, ali je statistički značajan uticaj na veličinu IMU (Adj. Sig. = 0.030), dok uticaj na veličinu HVU nije od značaja.

6. Orijehtacija i stepen inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti u transverzalnoj ravni definisane PMAU ima statistički značajnu povezanost sa veličinom IMU (Sig.=0.002) i takođe značajno utiče na vrijednost IMU, odnosno na varizaciju prve MT kosti, a time i na razvoj hallux valgus deformiteta, Sig.=0.000. Ova morfološka komponenta baze prve MT kosti nema značajnu povezanost niti uticaj na vrijednosti HVU.

Prosječna vrijednost IMU najveća je kod stopala sa medijalnom inklinacijom baze prve MT kosti i ona predstavlja varizirajuću inklinaciju, dok je prosječna vrijednost IMU najmanja kod naglašene lateralne inklinacije koja predstavlja valgizirajuću inklinaciju, dovodeći prvu MT kost u povoljniji odnos sa drugom MT kosti.

U grupi 111 stopala bez deformiteta nema stopala sa medijalnom inklinacijom baze prve MT kosti, a znatno je veći procenat naglašene lateralne inklinacije (50.5%) za razliku od stopala sa deformitetom, gdje je zastupljena sa samo 13.8%. Stepem lateralne inklinacije baze prve MT kosti ima statistički značajnu povezanost sa veličinom IMU (Sig.=0.013), kao i značajan uticaj na vrijednosti IMU, Sig.=0.001, dok na vrijednosti HVU ni kod ove grupe stopala nema značajnog uticaja niti povezanosti.

Dobijeni rezultati analize povezanosti i uticaja orijentacije i stepena inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti na njenu poziciju i vrijednosti IMU, potvrđuju opravdanost primjene lateralne hemiepifiziodeze prve MT kosti kod juvenilnog hallux valgus deformiteta.

7. Objedinjeni uticaj forme prvog MTC zgloba određene DCAU i orijentacije zglobne površine baze prve MT kosti definisane PMAU na medijalno pomjeranje (varizaciju) ove kosti i povećanje IMU iznosi 27.7%, koliko navedene morfološke karakteristike objašnjavaju, od ukupno objašnjivog dijela ove komponente hallux valgus deformiteta. Veći pojedinačni doprinos ovom ukupnom varizacionom potencijalu morfologije prvog MTC zgloba ima orijentacija i stepen inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti u iznosu od 22.94%, dok forma prvog MTC zgloba učestvuje sa 15.76%.

Izražena je pozitivna statistički značajna korelacija između forme zglobnih tijela prvog MTC zgloba, tako da većim vrijednostima medijalne ukošenosti distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti definisane DCAU odgovaraju veće vrijednosti lateralne inklinacije zglobne površine baze prve MT kosti definisane PMAU, Sig.=0.000.

8. Dobijeni rezultati analize uticaja morfoloških karakteristika koštano zglobnih struktura prvog niza prednjeg dijela stopala pokazuju da:

a) povećanju HVU najviše doprinose: lateralna angulacija distalne zglobne površine prve MT kosti, zaobljena forma glave prve MT kosti i naglašeno kosa forma prvog MTC zgloba,

b) povećanju IMU naročito doprinose: medijalna inklinacija i mala lateralna inklinacija zglobne površine baze prve MT kosti, naglašeno kosa forma prvog MTC zgloba i kraća prva MT kost u odnosu na drugu distalno od Maestrove linije.

c) morfologija koštanih i zglobnih struktura prvog niza stopala više doprinosi varizaciji prve MT kosti (varizacioni potencijal 27.7%) i povećanju IMU na proksimalnom nivou, nego valgizaciji proksimalne falange palca (valgizacioni potencijal 18.7%) i povećanju HVU na distalnom nivou.

9. Dobijeni rezultati ovog istraživanja impliciraju potrebu za potpuno individualiziranim pristupom svakom slučaju deformiteta obaveznim mapiranjem deformiteta koji će pokazati:

a) da li dominiraju distalne predisponirajuće morfološke specifičnosti: naglašeno odstupanje razlike dužina prve i druge MT kosti na distalnom nivou, naglašena lateralna angulacija distalne zglobne površine prve MT kosti (DMAU), zaobljena forma glave prve MT kosti ili

b) dominiraju proksimalne predisponirajuće morfološke karakteristike prvog MTC zgloba: medijalna inklinacija baze prve MT kosti kao i stepen njene lateralne inklinacije, forma prvog MTC zgloba odnosno stepen medijalne ukošenosti distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti (DCAU).

Shodno navedenom, potrebno je da hodogram analize radiografske dijagnostike, pored uobičajenog, podrazumijeva i sljedeće elemente: utvrditi razliku dužina prve i druge MT kosti mjerenjem distalno od Maestrove linije, izmjeriti stepen lateralne angulacije distalne zglobne površine prve MT kosti (DMAU), utvrditi orijentaciju i stepen inklinacije baze prve MT kosti i njene zglobne površine (PMAU), utvrditi formu prvog MTC zgloba mjerenjem ugla distalne zglobne površine prve kuneiformne kosti (DCAU).

Ovakav pristup nam omogućava da potpunije razumijemo prirodu nastalog deformiteta, ali i sigurniju odluku o izboru operativnog liječenja kojim će se izvršiti korekcija primarnih komponenti nastalog deformiteta i obezbijediti biostatička i biodinamička stabilnost na prednjem dijelu stopala.

10. Apsolutne dužine prve MT kosti, proksimalne i distalne falange palca stopala, nemaju statistički značajnog uticaja na vrijednosti HVU i IMU, kako kod stopala sa hallux valgus deformitetom, tako i bez ovog deformiteta.

11. Prosječna vrijednost apsolutnih dužina prve MT kosti kod stopala sa hallux valgus deformitetom iznosi $Me=58.8527$ mm $SD=6.52564$ mm i nešto je veća od prosječne vrijednosti ove kosti kod stopala bez ovog deformiteta $Me=57.8622$ mm sa $SD=5.29320$ mm, ali ova razlika nije statistički značajna, $Sig.=0.166$.

Proksimalna falanga palca kod stopala sa deformitetom ($Me=29.2569$ mm, $SD=2.78746$ mm) kraća je od proksimalne falange zdravih stopala čija prosječna dužina iznosi $Me=30.4387$ mm sa $SD=3.34895$ mm i ova razlika je statistički značajna, $Sig.=0.002$.

Distalna falanga palca kod stopala sa hallux valgus deformitetom ($Me=23.0407$ mm, $SD=2.42857$ mm) je takođe kraća od distalne falange stopala bez ovog deformiteta čija prosječna dužina iznosi $Me=24.0324$ mm sa $SD=2.71096$ mm i ova razlika je takođe statistički značajna, $Sig.=0.002$.

12. Povećan IFU i pojava interfalangealnog deformiteta palca prati blage forme hallux valgus deformiteta i to kako prema veličini HVU tako i prema veličini IMU i ova povezanost veličine IFU sa veličinom HVU i IMU je statistički značajna $Sig.=0.000$. Kod stopala bez hallux valgus deformiteta dominiraju stopala sa povećanim IFU (kod 88.3%) i ne postoji statistički značajna veza između IFU i IMU.

7. LITERATURA

1. Dogan A, Uslu M, Aydinlioglu A, Harman M, Akpınar F. Morphometric study of the human metatarsals and phalanges. *Clin Anat*. 2007 Mar;20(2):209-14.
2. Klaue K. Hallux valgus--ein Atavismus? [Hallux valgus--an atavism?]. *Ther Umsch*. 2004 Jul;61(7):407-12.
3. Ferreyra, M., Núñez-Samper, M., Viladot, R., Ruiz, J., Isidro, A., & Ibañez, L. (2020). What do we know about hallux valgus pathogenesis? : Review of the different theories. *Journal of the Foot & Ankle*, 14(3), 223–230.
4. Perera AM, Mason L, Stephens MM. The pathogenesis of hallux valgus. *J Bone Joint Surg Am*. 2011 Sep 7;93(17):1650-61.
5. Easley ME, Trnka HJ. Current concepts review: hallux valgus part 1: pathomechanics, clinical assessment, and nonoperative management. *Foot Ankle Int*. 2007 May;28(5):654-9.
6. Dayton P, Kauwe M, Feilmeier M. Clarification of the anatomic definition of the bunion deformity. *J Foot Ankle Surg*. 2014 Mar-Apr;53(2):160-3.
7. Burns PR, Meham B. Biodynamics of hallux abductovalgus etiology and preoperative evaluation. *Clin Podiatr Med Surg*. 2014 Apr;31(2):197-212.
8. Palomo-López P, Becerro-de-Bengoa-Vallejo R, Losa-Iglesias ME, Rodríguez-Sanz D, Calvo-Lobo C, López-López D. Impact of Hallux Valgus related of quality of life in Women. *Int Wound J*. 2017 Oct;14(5):782-785.
9. Nix S, Smith M, Vicenzino B. Prevalence of hallux valgus in the general population: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res*. 2010 Sep 27;3:21.
10. Hannan MT, Menz HB, Jordan JM, Cupples LA, Cheng CH, Hsu YH. High heritability of hallux valgus and lesser toe deformities in adult men and women. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2013 Sep;65(9):1515-21.
11. Machado DG, Gondim EDS, Cohen JC, Amorim LEC. Lateral Sesamoid Position Relative to the Second Metatarsal in Feet with and without Hallux Valgus. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. 2019 Apr;54(2):165-170.
12. Piqué-Vidal C, Solé MT, Antich J. Hallux valgus inheritance: pedigree research in 350 patients with bunion deformity. *J Foot Ankle Surg*. 2007 May-Jun;46(3):149-54.
13. Coughlin MJ, Roger A. Mann Award. Juvenile hallux valgus: etiology and treatment. *Foot Ankle Int*. 1995 Nov;16(11):682-97.
14. Coughlin MJ, Jones CP. Hallux valgus: demographics, etiology, and radiographic assessment. *Foot Ankle Int*. 2007 Jul;28(7):759-77.
15. Hecht PJ, Lin TJ. Hallux valgus. *Med Clin North Am*. 2014 Mar;98(2):227-32.
16. Kaiser P, Livingston K, Miller PE, May C, Mahan S. Radiographic Evaluation of First Metatarsal and Medial Cuneiform Morphology in Juvenile Hallux Valgus. *Foot Ankle Int*. 2018 Oct;39(10):1223-1228.

17. Munuera PV, Dominguez G, Polo J, Rebollo J. Medial deviation of the first metatarsal in incipient hallux valgus deformity. *Foot Ankle Int.* 2006 Dec;27(12):1030-5.
18. Faber FW, Kleinrensink GJ, Verhoog MW, Vijn AH, Snijders CJ, Mulder PG, Verhaar JA. Mobility of the first tarsometatarsal joint in relation to hallux valgus deformity: anatomical and biomechanical aspects. *Foot Ankle Int.* 1999 Oct;20(10):651-6.
19. Banović MD I saradnici Traumatologija koštano-zglobnog sistema, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Beograd, 1998.
20. Glasoe WM, Yack HJ, Saltzman CL. Anatomy and biomechanics of the first ray. *Phys Ther.* 1999 Sep;79(9):854-9.
21. Patil S, Hanumantharaya GH, Desai SP, Nidoni M. Radiological Biometric Study of Metatarsals and Phalanges. *J Clin Diagn Res.* 2017 Sep;11(9):AC05-AC09.
22. ElSaid AG, Tisdell C, Donley B, Sferra J, Neth D, Davis B. First metatarsal bone: an anatomic study. *Foot Ankle Int.* 2006 Dec;27(12):1041-8.
23. Mancuso JE, Abramow SP, Landsman MJ, Waldman M, Carioscia M. The zero-plus first metatarsal and its relationship to bunion deformity. *J Foot Ankle Surg.* 2003 Nov-Dec;42(6):319-26.
24. Iliou K, Paraskevas GK, Kanavaros P, Barbouti A, Kitsouli A, Gekas C, Kitsoulis P. Correlation of the Hallux Sesamoids' Orientation with Various Anatomical Parameters in Patients with Hallux Valgus Deformity. *Cureus.* 2019 May 11;11(5):e4643.
25. Munuera PV, Domínguez G, Reina M, Trujillo P. Bipartite hallucal sesamoid bones: relationship with hallux valgus and metatarsal index. *Skeletal Radiol.* 2007 Nov;36(11):1043-50.
26. Rockwood and Green's Fractures in Adults, J.B. Lippincott Company Philadelphia 1991.
27. Jovanović, Keros, Kargovska-Klisarova, Ruszkowski, Malobabić Donji ekstremitet Naučna knjiga Beograd i Školska knjiga Zagreb, 1989.
28. Brage ME, Holmes JR, Sangeorzan BJ. The influence of x-ray orientation on the first metatarsocuneiform joint angle. *Foot Ankle Int.* 1994 Sep;15(9):495-7.
29. Hyer CF, Philbin TM, Berlet GC, Lee TH. The obliquity of the first metatarsal base. *Foot Ankle Int.* 2004 Oct;25(10):728-32.
30. Mason LW, Tanaka H. The first tarsometatarsal joint and its association with hallux valgus. *Bone Joint Res.* 2012 Jun 1;1(6):99-103.
31. Doty JF, Coughlin MJ, Hirose C, Stevens F, Schutt S, Kennedy M, Grebing B, Smith B, Cooper T, Golanó P, Viladot R, Remington R. First metatarsocuneiform joint mobility: radiographic, anatomic, and clinical characteristics of the articular surface. *Foot Ankle Int.* 2014 May;35(5):504-11.
32. Romash MM, Fugate D, Yanklowit B. Passive motion of the first metatarsal cuneiform joint: preoperative assessment. *Foot Ankle.* 1990 Jun;10(6):293-8.
33. Schneider W. Distal soft tissue procedure in hallux valgus surgery: biomechanical background and technique. *Int Orthop.* 2013 Sep;37(9):1669-75.

34. Wu DY, Lam EKF. The metatarsus adductus effect by the syndesmosis procedure for hallux valgus correction. *Bone Jt Open*. 2021 Mar;2(3):174-180.
35. Foot and Ankle Working Committee; Chinese Association of Orthopaedic Surgeons Orthopaedic Branch; Chinese Association of Orthopaedic Surgeons. Consensus on Surgical Management of Hallux Valgus from China. *Orthop Surg*. 2015 Nov;7(4):291-6.
36. Nery C, Barroco R, Réssio C. Biplanar chevron osteotomy. *Foot Ankle Int*. 2002 Sep;23(9):792-8.
37. Canale T. *Campbell's Operative Orthopaedics*, Mosby St Louis, 1998
38. Kura H, Luo ZP, Kitaoka HB, An KN. Role of medical capsule and transverse metatarsal ligament in hallux valgus deformity. *Clin Orthop Relat Res*. 1998 Sep;(354):235-40.
39. Nery C, Baumfeld D, Umans H, Yamada A, MR imaging of the plantar plate, Normal anatomy turf toe and other injuries, *Magn. Reson. Imaging Clin N Am* 25 (2017) 127-144
40. Biga, N. (2009). Clinical examination of the foot and the ankle. Data collection and interpretation of the pathogenic causal sequence of disorders. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 95(4), 41–48.
41. Hicks JH. The mechanics of the foot. I. The joints. *J Anat*. 1953 Oct;87(4):345-57.
42. Fuller EA. The windlass mechanism of the foot. A mechanical model to explain pathology. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2000 Jan;90(1):35-46.
43. McKeon PO, Hertel J, Bramble D, Davis I. The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *Br J Sports Med*. 2015 Mar;49(5):290.
44. Krajčinović, J.A. *Hirurgija stopala i skočnog zgloba*, Medicinski fakultet Novi Sad, Novi Sad 1995.
45. Butković I. *Povrede i oboljenja stopala i skočnog zgloba*, Naučna KMD, Beograd 2009.
46. Vukašinović Z i saradnici *Specijalna ortopedija*, Institut za ortopedsko-hirurške bolesti „Banjica“ Beograd, 2004.
47. Brenner E. Insertion of the abductor hallucis muscle in feet with and without hallux valgus. *Anat Rec*. 1999 Mar;254(3):429-34.
48. Ray JJ, Friedmann AJ, Hanselman AE, Vaida J, Dayton PD, Hatch DJ, Smith B, Santrock RD. Hallux Valgus. *Foot Ankle Orthop*. 2019 May 7;4(2):2473011419838500.
49. Wanivenhaus A, Pretterklieber M. First tarsometatarsal joint: anatomical biomechanical study. *Foot Ankle*. 1989 Feb;9(4):153-7.
50. Dykyj, D., Ateshian, G. A., Trepal, M. J., & MacDonald, L. R. (2001). Articular geometry of the medial tarsometatarsal joint in the foot: Comparison of metatarsus primus adductus and metatarsus primus rectus. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 40(6), 357–365.

51. Vyas S, Conduah A, Vyas N, Otsuka NY. The role of the first metatarsocuneiform joint in juvenile hallux valgus. *J Pediatr Orthop B*. 2010 Sep;19(5):399-402.
52. Doty JF, Coughlin MJ. Hallux valgus and hypermobility of the first ray: facts and fiction. *Int Orthop*. 2013 Sep;37(9):1655-60.
53. Biz C, Maso G, Malgarini E, Tagliapietra J, Ruggieri P. Hypermobility of the First Ray: the Cinderella of the measurements conventionally assessed for correction of Hallux Valgus . *Acta Biomed [Internet]*. 2020 May 30 [cited 2023 Jan. 19];91(4-S):47-59.
54. Klaue K, Hansen ST, Masquelet AC. Clinical, quantitative assessment of first tarsometatarsal mobility in the sagittal plane and its relation to hallux valgus deformity. *Foot Ankle Int*. 1994 Jan;15(1):9-13.
55. Glasoe WM, Yack HJ, Saltzman CL. Measuring first ray mobility with a new device. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999 Jan;80(1):122-4.
56. Whittaker EC, Aubin PM, Ledoux WR. Foot bone kinematics as measured in a cadaveric robotic gait simulator. *Gait Posture*. 2011 Apr;33(4):645-50.
57. Sarrafian SK. Functional characteristics of the foot and plantar aponeurosis under tibiotalar loading. *Foot Ankle*. 1987 Aug;8(1):4-18.
58. Grebing BR, Coughlin MJ. The effect of ankle position on the exam for first ray mobility. *Foot Ankle Int*. 2004 Jul;25(7):467-75.
59. Phillips RD, Reczek DM, Fountain D, Renner J, Park DB. Modification of high-heeled shoes to decrease pronation during gait. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1991 Apr; 81(4):215-9.
60. Wagner E, Wagner P. Metatarsal Pronation in Hallux Valgus Deformity: A Review. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*. 2020 Jun 15;4(6):e20.00091. Erratum in: *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*. 2020 Aug;4(8):e20.00144-1.
61. Campbell B, Miller MC, Williams L, Conti SF. Pilot Study of a 3-Dimensional Method for Analysis of Pronation of the First Metatarsal of Hallux Valgus Patients. *Foot Ankle Int*. 2018 Dec;39(12):1449-1456.
62. Ota T, Nagura T, Yamada Y, Yamada M, Yokoyama Y, Ogihara N, Matsumoto M, Nakamura M, Jinzaki M. Effect of natural full weight-bearing during standing on the rotation of the first metatarsal bone. *Clin Anat*. 2019 Jul;32(5):715-721. doi: 10.1002/ca.23385. Epub 2019 Apr 29. PMID: 30989741.
63. Baščarević ZLj, Vukasinović ZS, Bascarević VD, Stevanović VB, Spasovski DV, Jančić RR. Hallux valgus. *Acta Chir Iugosl*. 2011;58(3):107-11.
64. Stephens, M. M. (1994). Pathogenesis of hallux valgus. *Foot and Ankle Surgery*, 1(1), 7–10.
65. Thordarson DB, Krewer P. Medial eminence thickness with and without hallux valgus. *Foot Ankle Int*. 2002 Jan;23(1):48-50.

66. Coughlin MJ, Carlson RE. Treatment of hallux valgus with an increased distal metatarsal articular angle: evaluation of double and triple first ray osteotomies. *Foot Ankle Int.* 1999 Dec;20(12):762-70.
67. Smith BW, Coughlin MJ. Treatment of hallux valgus with increased distal metatarsal articular angle: use of double and triple osteotomies. *Foot Ankle Clin.* 2009 Sep;14(3):369-82.
68. Gulan, G., Rubinić, D., Matovinović, D., Nemec, B I Ravlić Gulan, J. Hallux valgus, *Medicina* 40. (2), 99-107, 2003.
69. Alvarez R, Haddad RJ, Gould N, Trevino S. The simple bunion: anatomy at the metatarsophalangeal joint of the great toe. *Foot Ankle.* 1984 Mar-Apr;4(5):229-40.
70. Huang EH, Charlton TP, Ajayi S, Thordarson DB. Effect of various hallux valgus reconstruction on sesamoid location: a radiographic study. *Foot Ankle Int.* 2013 Jan;34(1):99-103.
71. Aseyo D, Nathan H. Hallux sesamoid bones. Anatomical observations with special reference to osteoarthritis and hallux valgus. *Int Orthop.* 1984;8(1):67-73.
72. Robinson AH, Limbers JP. Modern concepts in the treatment of hallux valgus. *J Bone Joint Surg Br.* 2005 Aug;87(8):1038-45.
73. Crista J.Frank, DPM, Hallux Valgus, Apr.2021. emedicine.medscape.com/article/1232902
74. Smith RW, Reynolds JC, Stewart MJ. Hallux Valgus Assessment: Report of Research Committee of American Orthopaedic Foot and Ankle Society. *Foot & Ankle.* 1984;5(2):92-103.
75. Zhang L, Wang J, Liu J, Luo J. Classification of Hallucal Sesamoid Bone Correlated with Hallux Valgus Severity. *Biomed Res Int.* 2020 Jun 26;2020:9658916.
76. Roukis TS, Weil LS, Weil LS, Landsman AS. Predicting articular erosion in hallux valgus: clinical, radiographic, and intraoperative analysis. *J Foot Ankle Surg.* 2005 Jan-Feb;44(1):13-21.
77. Erduran M, Acar N, Demirkiran ND, Atalay K. The impact of medial cuneiform bone variant measures on the severity of hallux valgus: A radiological study. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2017 Sep-Dec;25(3):2309499017727921.
78. Dayton P, Kauwe M, Kauwe JS, Feilmeier M, Hirschi J. Observed changes in first metatarsal and medial cuneiform positions after first metatarsophalangeal joint arthrodesis. *J Foot Ankle Surg.* 2014 Jan-Feb;53(1):32-5.
79. Miller, SJ, The first metatarsocuneiform joint: analysis et clinical application, 1995., Chapter 36 (182-188), www.podiatryinstitute.com
80. McCrea JD, Lichty TK. The first metatarsocuneiform articulation and its relationship to metatarsus primus adductus. *J Am Podiatry Assoc.* 1979 Dec;69(12):701-6.
81. Strauss WL: Growth of the human foot and its evolutionary significance , *Contrib embryo* 19:93, 1927.

82. Eustace, S., O'Byrne, J., Stack, J. et al. Radiographic features that enable assessment of first metatarsal rotation: the role of pronation in hallux valgus. *Skeletal Radiol.* 22, 153-156 (1993).
83. Mortier JP, Bernard JL, Maestro M. Axial rotation of the first metatarsal head in a normal population and hallux valgus patients. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2012 Oct;98(6):677-83.
84. Dayton P, Kauwe M, Feilmeier M. Is our current paradigm for evaluation and management of the bunion deformity flawed? A discussion of procedure philosophy relative to anatomy. *J Foot Ankle Surg.* 2015 Jan-Feb;54(1):102-11.
85. McCluney JG, Tinley P. Radiographic measurements of patients with juvenile hallux valgus compared with age-matched controls: a cohort investigation. *J Foot Ankle Surg.* 2006 May-Jun;45(3):161-7.
86. Ota T, Nagura T, Kokubo T, Kitashiro M, Ogihara N, Takeshima K, Seki H, Suda Y, Matsumoto M, Nakamura M. Etiological factors in hallux valgus, a three-dimensional analysis of the first metatarsal. *J Foot Ankle Res.* 2017 Oct 10;10:43.
87. Snijders CJ, Snijder JG, Philippens MM. Biomechanics of hallux valgus and spread foot. *Foot Ankle.* 1986 Aug;7(1):26-39.
88. Lamur KS, Huson A, Snijders CJ, Stoeckart R. Geometric data of hallux valgus feet. *Foot Ankle Int.* 1996 Sep;17(9):548-54.
89. Sanders AP, Snijders CJ, van Linge B. Medial deviation of the first metatarsal head as a result of flexion forces in hallux valgus. *Foot Ankle.* 1992 Nov-Dec;13(9):515-22.
90. Tanaka Y, Takakura Y, Kumai T, Samoto N, Tamai S. Radiographic analysis of hallux valgus. A two-dimensional coordinate system. *J Bone Joint Surg Am.* 1995 Feb;77(2):205-13.
91. Kilmartin TE, Wallace WA. First metatarsal head shape in juvenile hallux abducto valgus. *J Foot Surg.* 1991 Sep-Oct;30(5):506-8.
92. Davids JR, McBrayer D, Blackhurst DW. Juvenile hallux valgus deformity: surgical management by lateral hemiepiphyseodesis of the great toe metatarsal. *J Pediatr Orthop.* 2007 Oct-Nov;27(7):826-30.
93. Schlickewei C, Ridderbusch K, Breyer S, Spiro A, Stücker R, Rupprecht M. Temporary screw epiphyseodesis of the first metatarsal for correction of juvenile hallux valgus. *J Child Orthop.* 2018 Aug 1;12(4):375-382.
94. Chiang MH, Wang TM, Kuo KN, Huang SC, Wu KW. Management of Juvenile Hallux Valgus Deformity: the role of combined Hemiepiphyseodesis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019 Oct 25;20(1):472.
95. Kilmartin, T. E., & Wallace, W. A. (1993). The aetiology of hallux valgus: a critical review of the literature. *The Foot*, 3(4), 157–167.
96. Ferrari J, Malone-Lee J. Relationship between proximal articular set angle and hallux abducto valgus. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2002 Jun;92(6):331-5.

97. Perez Boal E, Becerro de Bengoa Vallejo R, Fuentes Rodriguez M, Lopez Lopez D, Losa Iglesias ME. Geometry of the Proximal Phalanx of Hallux and First Metatarsal Bone to Predict Hallux Abducto Valgus: A Radiological Study. *PLoS One*. 2016 Nov 18;11(11):e0166197.
98. Sim-Fook L, Hodgson AR. A comparison of foot forms among the non-shoe and shoe-wearing Chinese population. *J Bone Joint Surg Am*. 1958 Oct;40-A(5):1058-62.
99. Shine I.B. Incidence of Hallux Valgus in a partially shoe-wearing community. *Br Med J*. 1965 Jun 26;1(5451):1648-50.
100. Meyer, M. (1979). A comparison of hallux abducto valgus in two ancient populations, *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 69(1), 65-68. Retrieved Dec 22, 2022,
101. Kato T, Watanabe S. The etiology of hallux valgus in Japan. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1981 Jun(157):78-81.
102. Snow RE, Williams KR. High heeled shoes: their effect on center of mass position, posture, three-dimensional kinematics, rearfoot motion, and ground reaction forces. *Arch Phys Med Rehabil*. 1994 May;75(5):568-76.
103. Branthwaite, H., Chockalingam, N. & Greenhalgh, A. The effect of shoe toe box shape and volume on forefoot interdigital and plantar pressures in healthy females. *J Foot Ankle Res* 6, 28 (2013).
104. Hylton B. Menz, Edward Roddy, Michelle Marshall, Martin J. Thomas, Trishna Rathod, George M. Peat, Peter R. Croft, Epidemiology of Shoe Wearing Patterns Over Time in Older Women: Associations With Foot Pain and Hallux Valgus, *The Journals of Gerontology: Series A*, Volume 71, Issue 12, December 2016, Pages 1682–1687
105. Klein C, Groll-Knapp E, Kundi M, Kinz W. Increased hallux angle in children and its association with insufficient length of footwear: a community based cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2009 Dec 17;10:159.
106. Borchgrevink GE, Viset AT, Witsø E, Schei B, Foss OA. Does the use of high-heeled shoes lead to fore-foot pathology? A controlled cohort study comprising 197 women. *Foot Ankle Surg*. 2016 Dec;22(4):239-243.
107. Frey C, Zamora J. The effects of obesity on orthopaedic foot and ankle pathology. *Foot Ankle Int*. 2007 Sep;28(9):996-9.
108. Hardy RH, Clapham JC. Observations on hallux valgus; based on a controlled series. *J Bone Joint Surg Br*. 1951 Aug;33-B(3):376-91.
109. Barnicot NA, Hardy RH. The position of the hallux in West Africans. *J Anat*. 1955 Jul;89(3):355-61.
110. Gottschalk FA, Sallis JG, Beighton PH, Solomon L. A comparison of the prevalence of hallux valgus in three South African populations. *S Afr Med J*. 1980 Mar 8;57(10):355-7.

111. Arbeeveva L, Yau M, Mitchell BD, Jackson RD, Ryan K, Golightly YM, Hannan MT, Nelson A, Jordan JM, Hochberg MC. Genome-wide meta-analysis identified novel variant associated with hallux valgus in Caucasians. *J Foot Ankle Res.* 2020 Mar 4;13(1):11.
112. Gunal, I., Sahinoglu, K., & Bergman, R. D. A. (1994). Anomalous tibialis posterior muscle as an etiologic factor of hallux valgus. *Clinical Anatomy*, 7(1), 21–25.
113. Al-saggaf S. Variations in the insertion of the extensor hallucis longus muscle. *Folia Morphol (Warsz)*. 2003 May;62(2):147-55.
114. Ferrari, J., Hopkinson, D. A., & Linney, A. D. (2004). Size and Shape Differences Between Male and Female Foot Bones, *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 94(5), 434-452. Retrieved Dec 22, 2022, from
115. Abdel Moneim WM, Abdel Hady RH, Abdel Maaboud RM, Fathy HM, Hamed AM. Identification of sex depending on radiological examination of foot and patella. *Am J Forensic Med Pathol.* 2008 Jun;29(2):136-40.
116. Barrôco R, Nery C, Favero G, Mombach R, Nascimento O, Jorge S, Monteiro M, Diedrichs L, Abreu F. Evaluation of metatarsal relationships in the biomechanics of 332 normal feet using the method of measuring relative lengths. *Rev Bras Ortop.* 2015 Nov 17;46(4):431-8.
117. O'Connor K, Bragdon G, Baumhauer JF. Sexual dimorphism of the foot and ankle. *Orthop Clin North Am.* 2006 Oct;37(4):569-74.
118. Wilkerson RD, Mason MA. Differences in men's and women's mean ankle ligamentous laxity. *Iowa Orthop J.* 2000;20:46-8.
119. Arie EK, Moreira NS, Freire GS, Dos Santos BS, Yi LC. Study of the metatarsal formula in patient with primary metatarsalgia. *Rev Bras Ortop.* 2015 Jul 11;50(4):438-44.
120. Maestro M, Besse JL, Ragusa M, Berthonnaud E. Forefoot morphotype study and planning method for forefoot osteotomy. *Foot Ankle Clin.* 2003 Dec;8(4):695-710.
121. Besse JL. Metatarsalgia. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2017 Feb;103(1S):S29-S39.
122. Sovilj M, Baljuzović A, Baščarević Z. Influence of the length of the first and second metatarsal bone measured distal from Maestro line upon severity of hallux valgus deformity. *Sci Rep.* 2021 Jun 2;11(1):11539.
123. Bonney G, Macnab I. Hallux valgus and hallux rigidus; a critical survey of operative results. *J Bone Joint Surg Br.* 1952 Aug;34-B(3):366-85.
124. Munuera PV, Polo J, Rebollo J. Length of the first metatarsal and hallux in hallux valgus in the initial stage. *Int Orthop.* 2008 Aug;32(4):489-95.
125. Dixon AE, Lee LC, Charlton TP, Thordarson DB. Increased Incidence and Severity of Postoperative Radiographic Hallux Valgus Interphalangeus With Surgical Correction of Hallux Valgus. *Foot Ankle Int.* 2015 Aug;36(8):961-8.

126. Xu H, Jin K, Fu Z, Ma M, Liu Z, An S, Jiang B. Radiological characteristics and anatomical risk factors in the evaluation of hallux valgus in chinese adults. *Chin Med J (Engl)*. 2015 Jan 5;128(1):51-7.
127. Nyska M. Principles of first metatarsal osteotomies. *Foot Ankle Clin*. 2001 Sep;6(3):399-408.
128. Lau JT, Daniels TR. Effect of increasing distal medial closing wedge metatarsal osteotomies on the distal metatarsal articular angle. *Foot Ankle Int*. 1999 Dec;20(12):771-6.
129. Sanicola SM, Arnold TB, Osher L. Is the radiographic appearance of the hallucal tarsometatarsal joint representative of its true anatomical structure? *J Am Podiatr Med Assoc*. 2002 Oct;92(9):491-8.
130. Patel K, Hasenstein T, Meyr AJ. Quantitative Assessment of the Obliquity of the First Metatarsal-Medial Cuneiform Articulation. *J Foot Ankle Surg*. 2019 Jul;58(4):679-686.
131. Hatch DJ, Smith A, Fowler T. Radiographic Relevance of the Distal Medial Cuneiform Angle in Hallux Valgus Assessment. *J Foot Ankle Surg*. 2016 Jan-Feb;55(1):85-9.
132. Coughlin MJ, Saltzman CL, Nunley JA 2nd. Angular measurements in the evaluation of hallux valgus deformities: a report of the ad hoc committee of the American Orthopaedic Foot & Ankle Society on angular measurements. *Foot Ankle Int*. 2002 Jan;23(1):68-74.
133. Lapidus PW. The author's bunion operation from 1931 to 1959. *Clin Orthop*. 1960;16:119-35. PMID: 14414101.
134. Ali Z, Karim H, Wali N, Naraghi R. The inter- and intra-rater reliability of the Maestro and Barroco metatarsal length measurement techniques. *J Foot Ankle Res*. 2018 Aug 16;11:47.
135. Barrôco R, Nery C, Favero G, Mombach R, Nascimento O, Jorge S, Monteiro M, Diedrichs L, Abreu F. Evaluation of metatarsal relationships in the biomechanics of 332 normal feet using the method of measuring relative lengths. *Rev Bras Ortop*. 2015 Nov 17;46(4):431-8.
136. Slullitel G, López V, Calvi JP, Seletti M, Bartolucci C, Pinton G. Effect of First Ray Insufficiency and Metatarsal Index on Metatarsalgia in Hallux Valgus. *Foot Ankle Int*. 2016 Mar;37(3):300-6.

BIOGRAFIJA AUTORA

Mirko Sovilj, rođen 28.10.1961. godine u Johovici, opština Novi Grad, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina. Nakon završene gimnazije, Medicinski fakultet u Sarajevu upisao 1981. godine. Diplomirao 27.12.1986.godine sa prosječnom ocjenom 8,66. Nakon pet godina rada u Domu zdravlja Prijedor, 1991. godine dodijeljena mu je specijalizacija iz oblasti ortopedске hirurgije i traumatologije u Opštoj bolnici u Prijedoru. Nakon obavljenog specijalističkog staža u Prijedoru, Banjaluci i SOHB „Banjica“ u Beogradu, specijalistički ispit položio je 22.06.1995.godine na Medicinskom fakultetu u Beogradu. U toku specijalizacije upisao je poslediplomske studije na istom fakultetu i okončao ih odbranom magistarske teze 14. septembra 2000. godine, te stekao akademsko zvanje magistra medicinskih nauka.

Od 2000. godine u više navrata biran za višeg predavača na Višoj, a potom od 2008. godine Visokoj medicinskoj školi u Prijedoru za grupu predmeta Hirurgija sa ortopedijom i Hirurgija sa zdravstvenom njegom. Aktivno učestvovao na brojnim seminarima i kongresima iz oblasti ortopedije i traumatologije, a početkom 2010. godine proveo šest nedjelja u Japanu u okviru edukacije posvećene menadžmentu u zdravstvu. Na kongresima ima prikazanih i objavljenih šest autorskih i pet koautorskih naučnih i stručnih radova. U međunarodnim časopisima visokog ranga uticaja (IF 4.996 i IF 2.562) ima objavljena dva originalna naučna rada kao autor i jedan rad kao koautor (IF 0.7). Sedmog aprila 2009. godine Ministarstvo zdravlja i socijalne zaštite Republike Srpske dodijelilo mu je naziv primarijusa. Za svoj rad je u dva navrata nagrađivan od strane Komore doktora medicine Republike Srpske. Stalni je sudski vještak iz oblasti ortopedije i traumatologije. U tri uzastopna mandata obavljao je funkciju direktora JZU Bolnica „Dr Mladen Stojanović“ u Prijedoru, a u dva mandata bio je poslanik u Narodnoj skupštini Republike Srpske. Doktorske studije iz oblasti rekonstruktivne hirurgije upisao je 13.10.2016. godine na Medicinskom fakultetu u Beogradu. Oženjen je i otac dvije kćerke.

OBJAVLJENI RADOVI:

1. Sovilj M, Baljozović A, Baščarević Z. Influence of the length of the first and second metatarsal bone measured distal from Maestro line upon severity of hallux valgus deformity. *Sci Rep.* 2021 Jun 2;11(1):11539. doi: 10.1038/s41598-021-91085-7. PMID: 34078989; PMCID: PMC8172865. **(M21, IF 4.996)**
2. Sovilj M, Baljozović A, Pilipović F, Banjac MS, Baščarević Z. Influence of the shape of the first metatarsal cuneiform joint on the development of hallux valgus deformity. *BMC Musculoskelet Disord.* 2023 Jul 4;24(1):548. doi: 10.1186/s12891-023-06668-4. PMID: 37403070; PMCID: PMC10318636. **(M22, IF 2.562)**
3. Stojanović, N., Sovilj, M., Ivanišević, V. and Vasović, D. (2023) Classification of Hallux Valgus Using Conjugated Deformity. *Journal of Applied Mathematics and Physics*, **11**, 1615-1633. doi: [10.4236/jamp.2023.116106](https://doi.org/10.4236/jamp.2023.116106). **(IF 0.7)**
4. Sovilj M, Baščarević Z. “Značaj mekotkivnih hirurških intervencija na distalnom dijelu stopala u liječenju hallux valgus-a” *Medicinski podmladak*, 2023 Vol. 74(6), doi: 10.5937/mp74-47008 **(M52)**

Izjava o autorstvu

Ime i prezime autora: Mirko Sovilj

Broj indeksa: 2016/5132

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom: „ANALIZA UTICAJA MORFOLOGIJE KOŠTANIH I ZGLOBNIH STRUKTURA PREDNJEG DIJELA STOPALA KAO PREDISPONIRAJUĆIH ENDOGENIH FAKTORA ZA RAZVOJ HALLUX VALGUS DEFORMITETA“

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da disertacija u cjelini ni u dijelovima nije bila predložena za sticanje druge diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

Potpis autora

Mirko Sovilj

U Beogradu, 05.07.2023.

Izjava o istovjetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora: Mirko Sovilj

Broj indeksa: 2016/5132

Studijski program: rekonstruktivna hirurgija

Naslov rada: „ANALIZA UTICAJA MORFOLOGIJE KOŠTANIH I ZGLOBNIH STRUKTURA PREDNJEG DIJELA STOPALA KAO PREDISPONIRAJUĆIH ENDOGENIH FAKTORA ZA RAZVOJ HALLUX VALGUS DEFORMITETA“

Mentor: Prof. dr sci. med. Zoran Baščarević

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovjetna elektronskoj verziji koju sam predao radi pohranjivanja u **Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu.**

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog naziva doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mjesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

Potpis autora



U Beogradu, 05.07. 2023.

Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom: “ANALIZA UTICAJA MORFOLOGIJE KOŠTANIH I ZGLOBNIH STRUKTURA PREDNJEG DIJELA STOPALA KAO PREDISPONIRAJUĆIH ENDOGENIH FAKTORA ZA RAZVOJ HALLUX VALGUS DEFORMITETA”

koja je moje autorsko djelo.

Disertaciju sa svim priložima predao sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu i dostupnu u otvorenom pristupu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio.

1. Autorstvo (CC BY)
2. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada (CC BY-NC)
- ✓ 3. **Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada (CC BY-NC-ND)**
4. Autorstvo – nekomercijalno – dijeliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)
5. Autorstvo - bez prerada (CC BY-ND)
6. Autorstvo - dijeliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

Potpis autora

Neupno Dobro

U Beogradu, 05. 07. 2023.

1. **Autorstvo.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje djela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.

2. **Autorstvo - nekomercijalno.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje djela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu djela.

3. **Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje djela, bez promjena, preoblikovanja ili upotrebe djela u svom djelu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu djela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja djela.

4. **Autorstvo – nekomercijalno – dijeliti pod istim uslovima.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje djela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu djela i prerada.

5. **Autorstvo – bez prerada.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje djela, bez promjena, preoblikovanja ili upotrebe djela u svom djelu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu djela.

6. **Autorstvo – dijeliti pod istim uslovima.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje djela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu djela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.