

**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
„CAROL DAVILA”
BUCUREȘTI**

TEZĂ DE DOCTORAT

REZUMAT

Conducător de doctorat:

PROF. UNIV. DR. ISPAS ALEXANDRU TEODOR

Student-doctorand:

LUPU ALEXANDRU GEORGE

**BUCUREȘTI
2018**

**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
„CAROL DAVILA”, BUCUREȘTI
ȘCOALA DOCTORALĂ
DOMENIUL MEDICINĂ GENERALĂ**

***STUDIU ANATOMOCLINIC AL PICIORULUI,
DIN PERSPECTIVA ANTROPOLOGICĂ***

**Conducător de doctorat:
PROF. UNIV. DR. ISPAS ALEXANDRU TEODOR**

**Student-doctorand:
LUPU ALEXANDRU GEORGE**

ANUL 2018

CUPRINS

INTRODUCERE.....	3
I. PARTEA GENERALĂ.....	6
1. Dezvoltarea piciorului.....	7
2. Noțiuni de anatomie a piciorului uman.....	14
3. Evoluția mersului biped și influența lui asupra anatomiei piciorului.....	34
3.1.Dezvoltarea oaselor piciorului.....	34
3.2.Arhitectonica piciorului.....	37
II. CONTRIBUTII PERSONALE.....	39
4. Studiu morfometric al lungimii piciorului si corelații cu simetria bilaterală și preferința unilaterală.....	40
4.1.Introducere	40
4.2.Material și metodă.....	40
4.3.Rezultate.....	41
4.4.Discuții	58
5. Studiul dimensiunilor liniare și angulare ale piciorului normal și patologic.....	61
5.1.Introducere.....	61
5.2.Material și metodă.....	63
5.3.Rezultate.....	67
5.4.Discuții.....	136
6. Concluzii.....	138
Bibliografie.....	141
Anexe.....	150

Introducere

Termenul picior provine din limba latină, de la diminutivul cuvântului „pes”. Încă din secolul al nouăsprezecelea, piciorul drept a fost descris ca "pes altera manus", care se traduce ca fiind "cealaltă mână". Piciorul este proiectat să folosească drept mijloc de menținere a poziției corpului și de locomoție ¹. Cu toate acestea, există situații în care, dacă este absolut necesar (așa cum a fost descris la cei cărora le lipsesc membrele superioare), piciorul poate căpăta o anumită dexteritate, care să îi permită efectuarea unor acțiuni specifice mâinii (de exemplu pictat, cântat la un instrument muzical). Chiar și antropologii au acordat piciorului o importanță mai redusă decât ar fi meritat în cadrul cercetărilor lor, iar ortopezii îl consideră „Cenusăreasa” specialității lor. ². În schimb, Jones (1946) ³ a afirmat că valoarea sa este dincolo de a oricărei alte componente a scheletului pentru înțelegerea deplină a ceea ce înseamnă cu adevărat să fii "om".

Man's foot is all his own. It is unlike any other foot. It is the most distinctly human part of his anatomical make-up. It is a human specialisation and whether he be proud of it or not, it is his hallmark and so long as Man has been Man and so long as he remains Man, it is by his feet that he will be known from all other members of the animal kingdom”³

Poate că un astfel de punct de vedere este puțin exagerat, dar cu siguranță este adevărat. Oasele piciorului joacă un rol vital în caracterizarea a ceea ce este considerat antropologic "uman". Nu numai piciorul în sine, ci și amprente pe care le lasă în urmă, au fost studiate pe larg și pot fi folosite ca mijloc indirect pentru a examina postura, mersul și prehensiunea la speciile disparute (^{4 5, 6, 7}). În plus, amprente se pot dovedi a fi o sursă esențială de dovezi în investigațiile medicolegale ⁸.

Oasele piciorului nu pot fi examinate în detaliu fără o înțelegere a implicării funcționale a structurii în ansamblu. Piciorul are două funcții principale - de a susține greutatea corpului în poziția verticală și de a acționa ca un mecanism de propulsie în locomoție ⁹

După cum este bine cunoscut, scheletul piciorului poate fi împărțit într-o coloană medială, alcătuită din talus, navicular, cuneiforme și primele trei degete și una laterală, formată de calcaneu, cuboid și ultimele două degete. Dacă în ceea ce privește coloana laterală, stabilitatea sa este constantă atât în stare de repaus cât și în timpul mișcării, coloana medială are un potențial

adaptativ în timpul sprijinului pentru a susține greutatea corpului, acționând ca un factor stabilizator în faza propulsivă a mersului.

În cazul unei supraîncărcări repetitive a coloanei mediale, se poate produce afectarea structurilor tendinoase și ligamentare care stabilizează coloana medială, rezultând deformări și malpoziții osoase, care stau la baza apariției piciorului plat.

Deși etiologia piciorului plat simptomatic la adult este controversată, majoritatea specialiștilor sunt de acord că un factor important este reprezentat de supraîncărcarea repetitivă a coloanei mediale. Astfel sunt afectate ligamentele și tendoanele care au rolul de a stabili coloana medială, determinând modificarea poziției oaselor și în final deformări care pot fi obiectivate clinic și radiologic. Lezarea structurilor statice și dinamice care intră în alcătuirea scheletului piciorului va determina apariția piciorului plat.

Severitatea modificărilor structurale de multe ori nu se corelează cu tabloul clinic, astfel o deformare ușoară poate fi însoțită de simptome severe, în vreme ce o deformare majoră poate fi relativ asimptomatică. În majoritatea cazurilor, apariția platfusului este progresivă și insidioasă, nu bruscă. Din acest motiv, este foarte important, pentru a limita extensia modificărilor morfologice și funcționale și pentru inițierea unui tratament adecvat, identificarea cât mai precoce a semnelor radiologice specifice.

Ca în cazul oricărei alte patologii, cunoașterea aprofundată a aspectului normal al scheletului piciorului, este esențială pentru a putea identifica rapid și corect modificările apărute care se abat de la limita normalului.

Din acest motiv, în cadrul studiului de față, am încercat să realizez în primul rând o standardizare a aspectelor morfometrice ale piciorului normal, în populația actuală a României, iar în al doilea rând să evidențiez modificările acestor parametri în cazul celor mai frecvente patologii regionale. Bineînțeles, nicio modificare de acest tip nu este independentă, ci strâns legată de caracteristicile factorilor de mediu, a gradului de dezvoltare culturală, deci nu putea lipsi și o perspectivă antropologică asupra morfologiei normale și patologice a piciorului.

Studiul a fost realizat atât în cadrul Disciplinei de anatomie a Facultății de Medicină din cadrul UMF “Carol Davila” București, cât și în cadrul SUUB - Ortopedie I. El cuprinde atât evaluarea morfometrică directă a dimensiunilor piciorului, ce vor fi raportate la sexul și înălțimea individului, cât și măsurători efectuate pe imagini radiologice normale și patologice. Pe această cale, aș dori să mulțumesc colectivelor celor două discipline, care mi-au pus la dispoziție atât

timpul cât și resursele științifice de care dispuneau și în primul rând Domnului Prof. Univ. Dr. Cătălin Cârstoiu, care mi-a orientat de la început pașii în această specialitate.

Am lăsat la final mulțumirile pentru cel fără de care teza de față nu s-ar fi realizat, coordonatorul științific, Domnul Prof. Univ. Dr. Alexandru Ispas. Încă din stadiul în care ideea temei abia prindea contur, până la elaborarea concluziilor, dânsul mi-a fost permanent alături, m-a încurajat și m-a ajutat să trec peste momentele dificile, amintindu-mi de fiecare dată că “fără anatomie nu există nicio specialitate, mai ales chirurgicală”.

Partea generală

Capitolul 1

Dezvoltarea piciorului

Dezvoltarea în stadiile precoce a piciorului este foarte asemănătoare cu cea a mâinii, cu deosebirea că, din cauza dezvoltării în sens proximo-distal a embrionului uman, există un decalaj de 5-6 zile întârziere pentru etapele de evoluție a piciorului.¹⁰

Aproximativ în ziua 37 de VIU, paleta piciorului devine vizibilă la extremitatea caudală a mugurelui membrului inferior¹¹. Ea este ușor înclinată astfel încât marginea preaxială este orientată mai lateral față de marginea postaxială, astfel fața plantară privește către superior și medial (este în inversiune)¹². Chiar și în acest stadiu precoce de dezvoltare, nervul tibial se găsește la nivelul paletii.

În ziua 41, regiunea tarsiană poate fi identificată sub forma unei condensări mezenchimale cu trei sau patru prelungiri digitiforme, care pornesc de la extremitatea distală a paletii. (¹³; ¹²). Marginea acestor prelungiri este rotunjită și ușor oblică față de regiunea tarsiană. În această etapă, nervul tibial a ajuns deja la nivelul regiunii plantare a viitorului picior. În ziua 44, piciorul arată ca o condensare celulară cu radiații digitale distincte, deși aspectul crenelat al marginii distale poate să nu fie foarte vizibil. (¹³; ¹²; ¹⁴). În săptămâna a șaptea de VIU (până în ziua 49), are loc o activitate intensă de condriificare a primordiului mezenchimal al piciorului. Aceasta începe în centrul masei mezenchimale și continuă să evolueze pe tot parcursul vieții embrionare¹². Condriificarea se produce în sens proximodistal la nivelul degetelor piciorului, fiind evidentă inițial la nivelul metatarsienelor 2-4, apoi la nivelul cuboidului, metatarsianului 5, calcaneului, talusului, cuneiformului lateral, intermediar, lateral, metatarsianului 1, navicularului și în final falangelor. Se observă, mai ales la nivel proximal, o ușoară deviație de la sensul global proximodistal. (¹⁰³). Până la sfârșitul săptămânii a șaptea, la nivelul majorității oaselor piciorului, condriificarea este deja inițiată.

Capitolul 2

Noțiuni de anatomie a piciorului uman

Oasele piciorului nu pot fi examinate în detaliu fără o înțelegere a implicării funcționale a structurii în ansamblu. Piciorul are două funcții principale - de a susține greutatea corpului în

poziția verticală și de a acționa ca un mecanism de propulsie în locomoție. ⁹Datorită acțiunii sale duale, structura piciorului trebuie să fie capabilă să disipeze forțele și să acționeze ca o pârgă puternică, menținând totuși flexibilitatea.

Acest lucru se realizează în primul rând prin:

- segmentarea structurii piciorului
- prezența arcurilor, care facilitează atât sprijinul cât și elasticitatea
- prezența conexiunilor între componente realizate prin ligamente și mușchi.

Cu toate acestea, piciorul nu realizează doar mișcări de flexie și extensie, ci și de inversiune și eversiune, pentru a se mula pe suprafețele neregulate. Deși piciorul păstrează o anumită mobilitate, aceasta a fost mult sacrificată în favoarea stabilității, deoarece prin evoluție și-a modificat funcția principală de la un rol de apucare la un rol de susținere. Toate primatelor, cu excepția Tupaiidae și Hominidae, au haluce opozabil și, în afară de Soricidae, omul este singurul primat care nu posedă un deget mare divergent ³⁶.

Pentru a transforma un organ cu rol de apucare într-unul cu rol de susținere, este necesar ca degetul mare să fie aliniat cu axul lung al piciorului (trebuie avut în vedere că axul piciorului trece prin degetul II). Datorită rolului său propulsiv, halucele devine mai robust, în timp ce restul degetelor, care au doar rol de susținere, tind să regreseze. Acest rol secundar al degetelor II-V este evident după amputare, când lipsa unuia dintre aceste degete nu afectează dramatic poziția verticală, statica sau mersul. Amputarea tuturor degetelor este o procedură chirurgicală radicală, adoptată numai atunci când este absolut necesară(după traume grave, încercarea de a limita extensia unei gangrene sau de a contracara deformările progresive dureroase(Andrews, 1988)). Totuși, trebuie spus că după recuperarea post-operatorie, pacientul are de multe ori mici deficiențe în menținerea poziției și stabilității, dar deficitul devine vizibil doar în timpul mersului grăbit².

Piciorul este împărțit în trei segmente, mai mult după criterii radiologice decât funcționale, deși corespund îndeaproape liniilor predilecte folosite pentru amputații.

"Piciorul posterior" este alcătuit din talus, calcaneu și navicular, "piciorul mijlociu" cuprinde cuneiformele și cuboidele, iar "piciorul anterior" include metatarsienele și falangele. Segmentarea oferă o flexibilitate considerabilă piciorului ca întreg și îi permite să suporte forțe proporțional mai mari decât dacă ar fi o structură rigidă. În timp ce stau în picioare, arcurile se aplatizează, oasele se blochează împreună și ligamentele sunt tensionate la maxim, astfel încât

picioarul devine un pedestal imobil. Când începe mersul, presiunea asupra arcurilor se reduce, ceea ce deblochează poziția fixă a oaselor, transformând piciorul într-un sistem mobil de pârghii ³⁷. Sistemul de arcuri al piciorului este specific uman și este vizibil încă din etapele precoce de dezvoltare. Deși amprenta piciorului imatur pare a fi netedă, fără nicio dovadă a prezenței arcurilor, aceasta se datorează faptului că concavitatea este plină cu țesut conjunctiv adipos care în cele din urmă va dispărea în jurul vârstei de 2 ani. S-a spus de multe ori că forma arcurilor este menținută doar de ligamente și de forma oaselor, dar este clar din studiile clinice că cea mai frecventă cauză a piciorului plat este slăbiciunea musculară. Prin urmare, menținerea arcurilor se face prin intermediul unui mecanism ligamentar și musculoscheletal complex ^{38,3,39}.

Arcul medial este alcătuit din calcaneu, talus, navicular, cuneiform medial și primele trei metatarsiene. El este responsabil pentru transmiterea întregii greutate de la tibie și transferarea ei posterior spre calcaneu și anterior prin navicular și cuneiformul medial spre metatarsiene. Arcul lateral este format din calcaneu, cuboid și ultimele două metatarsiene. Deoarece este mai mic și mai puțin mobil decât arcul medial, funcția sa principală este de a transmite greutatea și forța, asigurând astfel stabilitatea. Arc transversal nu există ca o structură de susținere adevărată de vreme ce jumătate din arc este format la fiecare picior de cuboid și cuneiforme și, prin urmare, devine arc doar atunci când cele două picioare sunt plasate unul lângă altul în poziție verticală.

Capitolul 3

Evoluția mersului biped și influența lui asupra anatomiei piciorului

Picioarul uman este o formațiune anatomică special constituită pentru poziția bipedă, alcătuirea sa purtând markeri evidenți ai modificărilor suferite de-a lungul evoluției speciei umane.

Paleontologia oferă indicii concrete ale evoluției umane, dar din păcate, fragilitatea scheletului piciorului pune probleme legate de conservarea oaselor componente. În ceea ce privește stadiile primitive, omul de Neanderthal ne este mai bine cunoscut, iar despre membrele posterioare ale strămoșilor maimuțelor antropoide cunoștințele sunt și mai limitate. În acest sens, anatomia și embriologia comparată pot fi de un real folos, umplând cu elemente deductibile golurile de date practice culese din resturile fosile descoperite de-a lungul timpului.

Toate primatele au un arc transversal al piciorului, dar arcul longitudinal este specific uman. Apariția sa a fost necesară pentru menținerea și consolidarea poziției bipede, modificând întreaga arhitectură a piciorului pentru a susține greutatea corpului. Prezența arcurilor piciorului este evidentă încă de la nou-nascut și chiar la făt. Evoluția arcului longitudinal a crescut forța pârghiei de la nivelul piciorului, fiind mult mai mare decât a tuturor primatelor, cu excepția gorilei, a cărei limită superioară este la nivelul limitei inferioare pentru specia umană. În timpul ontogenezei, pârghia suferă modificări semnificative din punct de vedere filogenetic. Primatele prin comparație nu suferă astfel de modificări, cel puțin postnatal ele fiind nesemnificative.

Capitolul 4

Studiu morfometric al lungimii piciorului și corelații cu simetria bilaterală și preferința unilaterală

4.1. Introducere

Corpul uman este caracterizat de asimetrie la nivelul majorității componentelor sale și această asimetrie a fost studiat atât pentru a explica dezvoltarea și funcționalitatea diferită a acestor componente (cum ar fi dominanța emisferică sau preferință manuală),^{85,84,86} precum și influența factorilor de mediu și culturali⁸⁷. Din acest motiv prima parte a studiului își propune să evalueze diferențele morfometrice între dimensiunile piciorului în populația actuală a României, precum și existența corelațiilor dintre acestea și înălțimea și sexul indivizilor.

4.2. Material și metodă

În acest studiu au fost incluși 127 de indivizi cu vârste cuprinse între 4 și 69 de ani, în cazul fiecăruia a fost măsurată lungimea piciorului bilateral (de la extremitatea anterioară a halucelui-acropodan la extremitatea posterioară a calcaneului-pternion), atunci când fața plantară este aplicată pe podea. De asemenea a fost măsurată și înălțimea fiecărui individ. Măsurătorile au fost efectuate cu ajutorul unei rulete. Preferința pentru un anumit picior a fost evaluată cu ajutorul unor întrebări bine definite. Menționez că nicio persoană inclusă în studiu nu prezintă o patologie la nivelul piciorului și nici nu suferise vreo intervenție chirurgicală la acest nivel. Analiza statistică a fost efectuată cu ajutorul programului SPSS v.19.

4.3. Rezultate

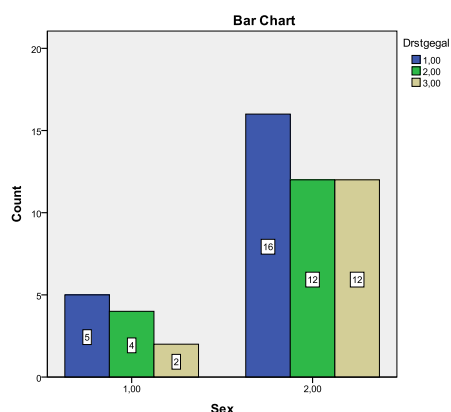
Din cei 51 de subiecți incluși în studiu, 11 sunt de sex masculin, iar restul de 40 de sex feminin.

Lungimea medie a piciorului drept este $24,01 \pm 1,95$ cm, lungimea piciorului stâng, valoarea medie este de $23,93 \pm 1,97$ cm.

Înălțimea subiecților incluși în studiu este cuprinsă între 110 și 185 mm, cu o medie de $165,92 \pm 11,099$ mm.

Pentru a analiza care dintre picioare este mai lung, am împărțit cei 51 de participanți la studiu în 3 grupe (1- cei cu piciorul drept mai lung, 2- cei cu piciorul stâng mai lung și 3- cu aceeași lungime a piciorului). În funcție de aceste trei grupe, lotul studiat se împarte astfel:

Dintre subiecții de sex masculin incluși în studiu, majoritatea (45%) au piciorul drept mai lung, același lucru fiind valabil și pentru sexul feminin (40%). În schimb, în ceea ce privește simetria bilaterală, la sexul feminin ea este mult mai frecventă decât la sexul masculin (30% față de 18%).



Preferința pentru piciorul drept a fost evidentă în cazul majorității subiecților din lotul de studiu, așa cum se poate observa atât în tabelul de frecvențe, cât și în graficul de mai jos:

Preferpicior

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	40	39,2	78,4	78,4
	2,00	7	6,9	13,7	92,2
	3,00	4	3,9	7,8	100,0
	Total	51	50,0	100,0	
Missing	System	51	50,0		
Total		102	100,0		

Aceeași preferință se poate observa atât la indivizii de sex masculin, cât și la cei de sex feminin.

Sex * Preferpicior Crosstabulation

Count

		Preferpicior			Total
		1,00	2,00	3,00	
Sex	1,00	8	2	1	11
	2,00	32	5	3	40

Sex * Preferpicioir Crosstabulation

Count

		Preferpicioir			Total
		1,00	2,00	3,00	
Sex	1,00	8	2	1	11
	2,00	32	5	3	40
Total		40	7	4	51

În ceea ce privește lungimea piciorului raportată la predominanța dreapta/stanga, repartitia este rezumat în tabelul următor:

Drstgegal * Preferpicioir Crosstabulation

Count

		Preferpicioir			Total
		1,00	2,00	3,00	
Drstgegal	1,00	19	2	0	21
	2,00	12	3	1	16
	3,00	9	2	3	14
Total		40	7	4	51

Se poate observa că în cazul predominanței drepte, din 21 de cazuri 19 au piciorul drept mai lung, iar 2 piciorul stâng. În cazul predominanței stângi, piciorul drept este mai lung în 12 cazuri, cel stâng în 3 cazuri iar un caz are lungime egală a celor doua picioare. În cazul celor 14 cazuri în care nu există o preferință în utilizarea unui picior anume, 9 cazuri au piciorul drept mai lung, 2 piciorul stâng, iar în 3 cazuri ambele picioare au lungimi egale.

Simetrie * Preferpicioir Crosstabulation

Count

		Preferpicioir			Total
		1,00	2,00	3,00	
Simetrie	1,00	31	5	1	37
	2,00	9	2	3	14
Total		40	7	4	51

Există o diferență și în ceea ce privește predominanța piciorului drept sau stâng în funcție de prezența/absența simetriei bilaterale. Astfel, la cei cu picioare asimetrice, predominanța

dreaptă este în procent de 83,7%, cea stânga de 13,5%, iar absența unui picior dominant se întâlnește în 2,8% din cazuri.

Pentru indivizii cu picioare simetrice, procentele sunt: 64,3% pentru dominanța dreaptă, 14,3% pentru dominanța stângă și 21,4% pentru nondominanță.

Pentru a aprecia corelația dintre variabilele incluse în studiu, am folosit coeficientul Pearson.

Astfel, am observat ca există o corelație semnificativă statistic între lungimea piciorului și sexul individului.

Correlations

		Sex	Lungpicio r
Sex	Pearson	1	-,435**
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)		,001
	N	51	51
Lungpicio r	Pearson	-,435**	1
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)	,001	
	N	51	102

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

Diferența dintre lungimile piciorului este semnificativă statistic atât pe dreapta cât și pe stânga, așa cum se poate observa din rezultatele de mai jos:

Correlations

		Sex	Lungpiciord r
Sex	Pearson	1	-,435**
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)		,001
	N	51	51
Lungpiciord r	Pearson	-,435**	1
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)	,001	
	N	51	51

Correlations

		Sex	Lungpiciord r
Sex	Pearson	1	-,435**
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)		,001
	N	51	51
Lungpiciord r	Pearson	-,435**	1
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)	,001	
	N	51	51

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

În ceea ce privește înălțimea indivizilor, am constatat că aceasta se corelează atât cu lungimea piciorului drept cât și cu cea a piciorului stâng.

Correlations

		Înălțime	Lung. picior dr.	Lung. picior. Stg.	Lung. picior
Înălțime	Pearson	1	,840**	,840**	,840**
	Correlation				
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000
	N	51	51	51	51
Lung. picior. dr	Pearson	,840**	1	,970**	1,000**
	Correlation				
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000
	N	51	51	51	51
Lung. picior. stg.	Pearson	,840**	,970**	1	,970**
	Correlation				
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000
	N	51	51	51	51
Lung. picior	Pearson	,840**	1,000**	,970**	1
	Correlation				
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	
	N	51	51	51	102

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

Există o corelație semnificativă statistic și între predominanța unui anumit picior și diferența de lungime dreapta/stânga.

Există de asemenea o corelație semnificativă statistic între prezența simetriei/asimetriei și preferința pentru un anumit picior.

Prin contrast, se poate observa că lungimea piciorului nu se corelează semnificativ cu predominanța piciorului stâng/drept.

4.4. Discuții

Evident această asimetrie stânga/dreaptă este prezentă și la nivelul piciorului, supus și el unor transformări generate atât de factorii de mediu cât și de tipul de activitate, sex, dimensiune corporală. Voracek (2007)⁸⁶ a afirmat că această diferență se datorează efectului exercitat de androgenii fetalii, care, printre altele, ar favoriza dezvoltarea preponderentă a părții drepte a corpului comparativ cu cea stângă.

În studiul de față, deși majoritatea indivizilor incluși în studiu prezintă o asimetrie, corelația dintre lungimea piciorului și prezența/absența simetriei nu este semnificativă statistic.

În general, în populația studiată, piciorul stâng a fost în medie mai mic decât dreptul, diferența fiind semnificativă statistic. Concluziile studiului lui Baron-Cohen (2003)⁸⁸ în ceea ce privește diferența de lungime a piciorului în funcție de sex și asimetria piciorului sunt diferite față de studiul de față. Dimorfismul sexual a fost evident și semnificativ statistic atât în ceea ce privește lungimea piciorului cât și înălțimea indivizilor, făcând ca acești parametri să fie foarte utili în identificarea fragmentelor de corpuri dezmembrate. Aceste rezultate au putut fi observate și în studiile lui ^{90,89,91,92}.

Speculațiile că lungimea mai mare a piciorului drept este un indicator pentru piciorul dominant este o perspectivă antropologică vrednică de investigat. În general, preferința pentru un anumit picior s-ar putea traduce prin alegerea preferată în îndeplinirea misiunii specifice. În contextul în care unul dintre picioare este folosit pentru sarcini active (de exemplu lovirea unei mingi) și celalalt pentru stabilizare și echilibru (piciorul de sprijin), primul poate fi considerat dominant (preferat) în timp ce piciorul care sprijină acțiunile primului este nedominant (nepreferat) ^{96,93-95}

În studiul lui Alabi și colab. (2016)⁹⁷, piciorul drept a fost raportat ca dominant la bărbați (88 %) și la femei (87 %), în timp ce lipsa dominanței a fost rară (2,4 % la bărbați și 1,7 % la

femei). În același studiu, nu a existat nicio asociere între sex și preferința pentru un picior; cu toate acestea, femeile aveau piciorul stâng dominant într-o proporție mai mare decât bărbații, în timp ce bărbații au avut o proporție mai mare de ambivalentă. Această constatare contrazice raportările lui ⁹⁸ și ⁹² care afirma că bărbații au o tendință de două ori mai redusă pentru piciorul drept ca dominant, comparativ cu sexul feminin.

În studiul de față, dintre subiecții de sex masculin incluși în studiu, majoritatea (45%) au piciorul drept mai lung, același lucru fiind valabil și pentru sexul feminin (40%). În schimb, în ceea ce privește simetria bilaterală, la sexul feminin ea este mult mai frecventă decât la sexul masculin (30% față de 18%).

Există o diferență și în ceea ce privește predominanța piciorului drept sau stâng în funcție de prezența/absența simetriei bilaterale. Astfel, la cei cu picioare asimetrice, predominanța dreaptă este în procent de 83,7%, cea stângă de 13,5%, iar absența unui picior dominant se întâlnește în 2,8% din cazuri. Pentru indivizii cu picioare simetrice, procentele sunt: 64,3% pentru dominanța dreaptă, 14,3% pentru dominanța stângă și 21,4% pentru nondominanță.

În studiul lui Alabi și colab. (2016)⁹⁷, piciorul stâng este mai lung la femei (30 % pentru femei și 23 % pentru bărbați) și cel drept de asemenea (39 % pentru femei și 27 % pentru bărbați). Un procent semnificativ mai mare din bărbați (50 %) au prezentat simetrie bilaterală, față de femei (31 %). Diferențele nu au fost însă semnificative statistic, ca și în studiul lui Manna și colab. (2001)⁹⁹.

Importanța unui astfel de studiu morfometric este, pe lângă medicina legală și antropologia forensică, și de ordin practic, pentru stabilirea măsurilor la încălțăminte, ale căror tipare se modifică la câteva generații și sunt diferite de la o populație la alta.

Astfel, în studiul lui Alabi și colab. (2016)⁹⁷, lungimea medie a piciorului este 270 mm pentru sexul masculin și de 250 mm pentru sexul feminin, similare celor raportate de Davis (1990)⁹⁷ pentru afro-americieni (bărbați = 276 mm, femei = 251 mm), dar mai mari decât valorile la caucazieni (bărbați = 262 mm, femei = 237 mm), sau decât valorile medii în populația japoneză, de 220 mm, raportate de Cheng și Perng (1999) ¹⁰⁰.

Capitolul 5

Studiul dimensiunilor liniare și angulare ale piciorului normal și patologic

5. 1. Introducere

Odată cu trecerea la stațiunea bipedă, piciorul uman, adaptat acestui tip de locomoție, a căpătat două caracteristici definitorii: arcul longitudinal medial și halucele în adducție sau coliniar cu primul metatarsian ^{102,101}. În cazul în care aceste criterii nu sunt îndeplinite, așa cum se întâmplă în cazul piciorului plat (platfus), mersul este mai dificil sau dureros, mai ales dacă este vorba de un efort prelungit. Din acest motiv, orice abatere de la aspectele normale ale celor două caracteristici morfologice a fost considerată ca o potențială patologie ^{103,104}, însă variații pot exista și în cazul persoanelor care nu prezintă niciun fel de manifestare patologică, ci doar s-au oprit într-o anumită etapă de evoluție a anatomiei piciorului, ca adaptare la stațiunea bipedă. Primul tip de variații interesează specialiștii ortopezi, iar cea de-a doua categorie este cercetată de către antropologi. ¹⁰¹

În lucrarea sa din 2009, Morton ¹⁰² a adăugat o a treia caracteristică pentru piciorul uman, și anume orientarea feței posterioare a calcaneului. Mai mult decât atât, el a împărțit aspectul morfologic al piciorului, în funcție de cele trei caracteristici, în două categorii functionale: piciorul de sprijin, adaptat la suprafața cu care vine în contact și piciorul de propulsie, care folosește cel mai bine forțele pentru a produce mișcare.

Caracteristice pentru piciorul omului modern sunt, potrivit lui Morton:

- Primul metatarsian în adducție
- Fața posterioară a calcaneului formând un unghi cu axul longitudinal al tibiei și orientată anteromedial.

Aceste caracteristici au rolul de a optimiza transmiterea, la nivelul tuturor oaselor piciorului, a forțelor de propulsie, de-a lungul axului longitudinal al piciorului. Orientarea anteromedială a feței posterioare a calcaneului determină aceeași orientare și pentru talus, ceea ce are repercusiuni asupra articulațiilor navicularului, cuneiformelor și primului metatarsian. Aceste oase formează așa numita coloană medială a piciorului.

Scheletul piciorului la omul modern beneficiază și de un braț al forței mai lung, datorită rigidității create de arcul longitudinal medial și limitarea mobilității în regiunea plantară mijlocie. Adducția primului metatarsian este posibilă deoarece articulația subtalară este mai orizontală și orientată mai puțin spre medial, față de primate, astfel, metatarsianul nu trebuie să se poziționeze în abducție pentru a preveni dislocarea talusului. Sprijinul care se realizează la nivelul degetelor

este aplicat mai ales la nivelul primului metatarsian și nu între metatarsianele II și III. Acest fapt este foarte bun pentru deplasarea pe suprafețe plane, așa cum se întâmplă în majoritatea timpului în epoca modernă, dar în același timp rigiditatea scheletului piciorului în regiunea mijlocie îl face mai puțin adaptabil la suprafețele care nu sunt plane (știut fiind că maimuțele se puteau deplasa cu ușurință pe crengile copacilor).

Resturile fosile ale picioarelor hominizilor primitivi nu sunt în acord cu constatările lui Morton, arătând o variabilitate evidentă în ceea ce privește tipurile de locomoție.^{107,108,111–113,22,105,109,110,106}. Unii autori descriu aceste fosile ca fiind adaptate mersului biped terestru, având în același timp și câteva caracteristici primitive. Aceste constatări au condus la ideea că, deși numeroase schelete de primate sunt folosite pentru a aprecia evoluția piciorului la omul modern,^{42,102,101}, doar acesta din urmă este un biped terestru prin excelență. Din acest motiv, modificările morfologice datorate trecerii la bipedalism trebuie evaluate nu doar la strămoșii hominizi, ci și la indivizii din timpurile noastre.

Acest studiu este alcătuit din două părți distincte, dar interconectate din punct de vedere antropologic. Prima parte își propune să evidențieze variațiile în dimensiunile liniare și angulare ale piciorului și corelațiile care se pot stabili între aceste măsurători, iar cea de-a doua parte să realizeze aceleași măsurători la indivizi cu platfus, știut fiind că acesta este considerat ca o etapă intermediară de evoluție a piciorului către forma optimă adaptată mersului biped.

Morton (2009)¹⁰² considera că unele dintre caracteristicile scheletului piciorului sunt conectate și se manifestă împreună, fie în cazul piciorului rigid (metatarsianul I addus, arc medial înalt și articulație subtalară orizontală și mai puțin orientată medial) cât și în cazul piciorului plat (metatarsianul I în abducție, arc medial redus și articulație subtalară orientată vertical și medial).

5.2. Material și metodă

În studiu au fost incluse 80 de imagini radiologice în incidență anteroposterioară și laterală, aparținând a 50 de pacienți investigați în cadrul secției de Ortopedie a SUUB, în perioada 2013-2016. Au fost excluși din studiu pacienții care prezentau leziuni traumatice sau cronice la nivelul piciorului, cât și cei care prezentau variante anatomice.

În cazul fiecărui pacient au fost măsurați următorii parametri:

- Unghiurile între axele longitudinale ale metatarsienelor adiacente (AP) (MT12, MT23, MT34, MT45)

- Unghiul între axele longitudinale ale metatarsienelor I și V (AP) (MT15)
- Unghiul de abducție – măsurat între axul metatarsianului I și o linie paralelă cu suprafața distală a cuneiformului intermediar (L) ^{22,105}(AA)
- Arcul medial – unghiul măsurat între linia ce unește punctul inferior al calcaneului cu marginea inferioară a articulației talonaviculare și linia dintre această articulație și extremitatea inferioară a capului metatarsianului I (L) (Medial)
- Arcul lateral – unghiul dintre linia ce unește punctul inferior al calcaneului cu marginea inferioară a articulației cu cuboidul și linia dintre această articulație și extremitatea inferioară a capului metatarsianului V (L)(Lateral)
- Unghiul dintre linia ce trece prin centrul colului talusului și axul longitudinal al metatarsianului I ¹¹⁴ LTM)
- Unghiul de înclinație a calcaneului – unghiul dintre orizontală și o linie paralelă cu suprafața inferioară a calcaneului (L)(CalcGr)
- Unghiul dintre orizontală și o linie care unește marginea inferioară a articulației tibiotolare cu centrul capului primului metatarsian(L) (unghiul Strade)
- Înclinația subtalară – unghiul dintre linia care unește punctul superior al feței posterioare a calcaneului cu punctul inferior și cu orizontala (L)(PF)
- Unghiul Bohler – între linia ce unește punctul superior al tuberozității calcaneene cu fața superioară a procesului anterior al calcaneului (L)(Bohler)
- Unghiul Gissane – între linia ce unește punctul superior al feței posterioare a calcaneului cu punctul inferior și cu fața superioară a procesului anterior al calcaneului (L)(Gissane)
- Lungimea calcaneului – de la extremitatea posterioară a tuberozității calcaneene până la articulația cu cuboidul (Calc)
- Lungimea tuberozității calcaneene – măsurată de la extremitatea posterioară a tuberozității calcaneene până la marginea anterioară a feței articulare posterioare ⁵⁰ (TubPF)



Fig.5.1. Unghiul dintre metatarsienele 1 și 2, respectiv 1 si 5.



Fig. 5.2.Arcurile lateral si medial

5.3. Rezultate

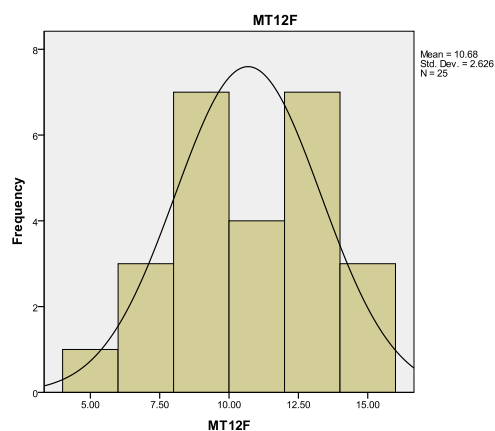
Din cei 50 de pacienți, 25 au fost de sex feminin și 25 de sex masculin.

Valorile medii ale unghiului dintre primele două metatarsiene sunt prezentate în tabelul și graficele care urmează:

Statistics		MT12F	MT12B
N	Valid	25	25
	Missing	0	0
Mean		10.6840	10.1760
Std. Error of Mean		.52522	.57351
Median		10.8000	10.4000
Mode		9.90 ^a	8.70 ^a

Std. Deviation	2.62610	2.86753
Variance	6.896	8.223
Skewness	-.543	-.017
Std. Error of Skewness	.464	.464
Minimum	4.10	4.20
Maximum	15.20	15.40
Sum	267.10	254.40

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown



Se observă că media acestui unghi este mai mare pentru sexul femin față de cel masculin, ceea ce demonstrează existența unui haluce cu un grad mai mare de deviație la femei decât la bărbați. Diferența este semnificativă statistic, conform testelor Pearson și Spearmann.

Correlations

		MT12F	MT12B
MT12F	Pearson Correlation	1	.487*
	Sig. (2-tailed)		.013
	N	25	25
MT12B	Pearson Correlation	.487*	1
	Sig. (2-tailed)	.013	
	N	25	25

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

În ceea ce privește unghiul dintre metatarsienele 2 și 3, la femei media este $1,92 \pm 1,28$ grade, iar pentru sexul masculin, $1,85 \pm 1,09$ grade.

Statistics

		MT23F	MT23B
N	Valid	25	25
	Missing	0	0

Mean	1.9240	1.8560
Std. Error of Mean	.25608	.21955
Median	1.6000	1.4000
Mode	1.20 ^a	1.20 ^a
Std. Deviation	1.28039	1.09776
Variance	1.639	1.205
Skewness	1.138	1.052
Std. Error of Skewness	.464	.464
Minimum	.20	.30
Maximum	5.60	5.10
Sum	48.10	46.40

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

Din nou valorile sunt mai mari pentru sexul feminin, iar diferențele semnificative statistic.

Unghiul dintre metarasienele 3 și 4 are valori medii de $6,25 \pm 1,87$ grade pentru sexul feminin, respectiv $5,74 \pm 1,88$ grade pentru sexul masculin.

Statistics

	MT34F	MT34B
N Valid	25	25
Missing	0	0
Mean	6.2560	5.7440
Std. Error of Mean	.37435	.37639
Median	6.2000	5.5000
Mode	5.70 ^a	7.00
Std. Deviation	1.87174	1.88195
Variance	3.503	3.542
Skewness	-.126	-.329
Std. Error of Skewness	.464	.464
Minimum	1.80	1.90
Maximum	11.20	9.10
Sum	156.40	143.60

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

Diferențele dintre valorile măsurate la cele două sexe sunt semnificative statistic.

Rezultatele măsurătorilor unghiului dintre ultimele două metatarsiene arată astfel:

Statistics

	MT45F	MT45B
N Valid	25	25
Missing	0	0
Mean	7.2000	7.6080
Std. Error of Mean	.37599	.35786
Median	7.3000	7.4000
Mode	6.90 ^a	7.30 ^a
Std. Deviation	1.87994	1.78930
Variance	3.534	3.202
Skewness	-.811	-.121
Std. Error of Skewness	.464	.464
Minimum	2.50	3.90
Maximum	11.30	11.00
Sum	180.00	190.20

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

În ceea ce privește diferența observată între valorile măsurate la sexul feminin față de cel masculin, de data aceasta ele sunt mai mari pentru bărbați, iar diferența este din nou semnificativă statistic.

Correlations

		MT45F	MT45B
MT45F	Pearson Correlation	1	.584**
	Sig. (2-tailed)		.002
	N	25	25
MT45B	Pearson Correlation	.584**	1
	Sig. (2-tailed)	.002	
	N	25	25

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

Valorile unghiului dintre metatarsianele 1 și 5 sunt $25,35 \pm 2,85$ grade pentru sexul feminin, respectiv $23,46 \pm 3,2$ grade pentru sexul masculin.

Statistics

		MT15F	MT15B
N	Valid	25	25
	Missing	0	0
Mean		25.3560	23.4600
Std. Error of Mean		.57012	.64083
Median		25.5000	23.3000
Mode		25.00 ^a	23.00 ^a
Std. Deviation		2.85060	3.20416
Variance		8.126	10.267
Skewness		.534	.115
Std. Error of Skewness		.464	.464
Minimum		19.80	17.40
Maximum		33.70	31.20
Sum		633.90	586.50

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

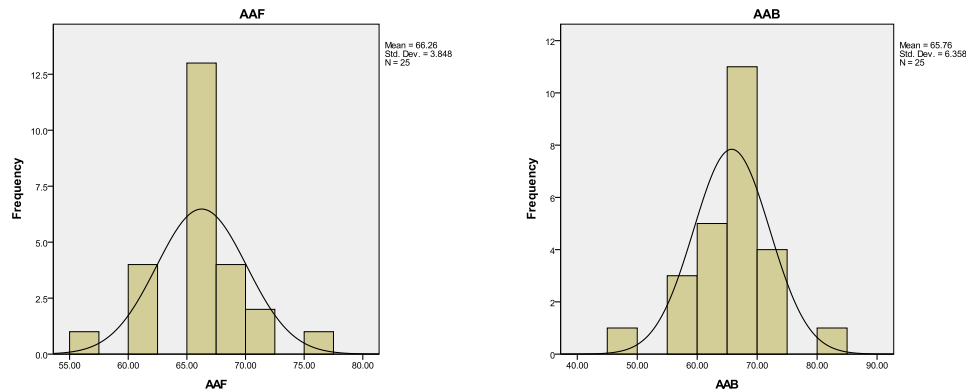
Diferențele între cele două sexe sunt semnificative statistic, fiind mai mari pentru sexul feminin, evident în concordanța cu primul unghi, subliniind deviația mai mare a halucelui la femei.

Correlations

		MT15F	MT15B
MT15F	Pearson Correlation	1	.836**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	25	25
MT15B	Pearson Correlation	.836**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	25	25

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

Unghiul de abductie are pentru femei o valoare medie de $66,26 \pm 3,84$ grade, iar pentru bărbați $65,75 \pm 6,35$ grade.



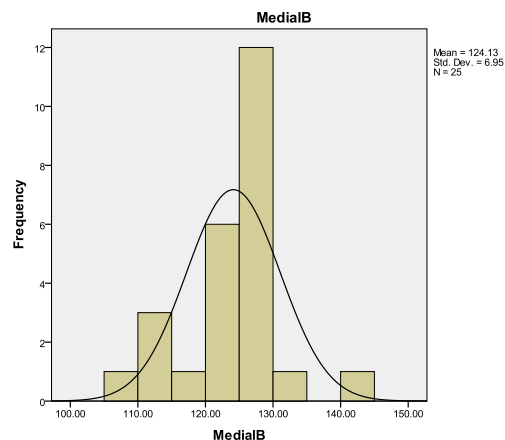
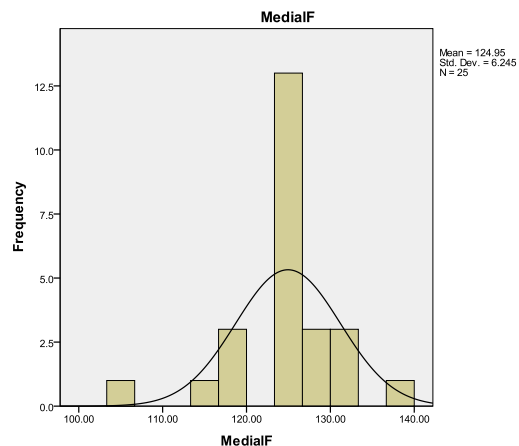
Diferențele între valorile unghiurilor sunt semnificative statistic și în acest caz.

Arcul medial al boltei plantare are pentru sexul feminin o valoare cuprinsă între 106,1 și 139,2, iar pentru sexul masculin, între 109 și 140 de grade. Media este $124,94 \pm 6,24$ grade, respectiv $124,13 \pm 6,95$ grade.

Statistics

	MedialF	MedialB
N Valid	25	25
Missing	0	0
Mean	124.9480	124.1320
Std. Error of Mean	1.24893	1.39003
Median	125.1000	125.0000
Mode	125.00	125.00 ^a
Std. Deviation	6.24467	6.95016
Variance	38.996	48.305
Skewness	-.778	-.455
Std. Error of Skewness	.464	.464
Minimum	106.10	109.00
Maximum	139.20	140.00
Sum	3123.70	3103.30

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown



Diferențele dintre valorile măsurate sunt semnificative statistic.

Unghiul lateral al boltii plantare are o valoare medie mai mică, de $145,6 \pm 6,87$ grade pentru femei, respectiv $144,03 \pm 8,18$ pentru bărbați.

Statistics

	LateralF	LateralB
N Valid	25	25
Missing	0	0
Mean	145.6080	144.0320
Std. Error of Mean	1.37466	1.63780
Median	146.0000	143.7000
Mode	146.00 ^a	149.30 ^a
Std. Deviation	6.87331	8.18900
Variance	47.242	67.060
Skewness	-1.424	-.644
Std. Error of Skewness	.464	.464
Minimum	122.50	123.50
Maximum	157.60	160.70
Sum	3640.20	3600.80

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

Valorile maxime și minime sunt însă ușor mai mari pentru sexul masculin.

Diferențele între valorile arcului lateral la femei față de bărbați sunt semnificative statistic.

Correlations

	LateralF	LateralB
LateralF Pearson Correlation	1	.841**
Sig. (2-tailed)		.000
N	25	25
LateralB Pearson Correlation	.841**	1
Sig. (2-tailed)	.000	
N	25	25

Correlations

		LateralF	LateralB
LateralF	Pearson Correlation	1	.841**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	25	25
LateralB	Pearson Correlation	.841**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	25	25

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

Se poate observa că aceste diferențe sunt mult mai reprezentative în cazul unghiului de abducție și celor două arcuri, decât în cazul unghiurilor dintre metatarsiene. Afirmatia mea se bazeaza pe valorile coeficientului Pearson, care este cu atât mai semnificativă, cu cât este mai aproape de 1 în valoare absolută.

Correlations

			MT12F	MT23F	MT34F	MT45F	MT15F	AAF	MedialF	LateralF
Spearman's rho	MT12F	Correlation Coefficient	1.000	.962**	.898**	.880**	.411*	.397*	.495*	.451*
		Sig. (2-tailed)	.	.000	.000	.000	.042	.049	.012	.024
		N	25	25	25	25	25	25	25	25
	MT23F	Correlation Coefficient	.962**	1.000	.862**	.857**	.414*	.415*	.480*	.423*
		Sig. (2-tailed)	.000	.	.000	.000	.040	.039	.015	.035
		N	25	25	25	25	25	25	25	25
	MT34F	Correlation Coefficient	.898**	.862**	1.000	.955**	.518**	.521**	.633**	.591**
		Sig. (2-tailed)	.000	.000	.	.000	.008	.008	.001	.002
		N	25	25	25	25	25	25	25	25
	MT45F	Correlation Coefficient	.880**	.857**	.955**	1.000	.543**	.518**	.631**	.597**
		Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.	.005	.008	.001	.002
		N	25	25	25	25	25	25	25	25
	MT15F	Correlation Coefficient	.411*	.414*	.518**	.543**	1.000	.974**	.923**	.928**
		Sig. (2-tailed)	.042	.040	.008	.005	.	.000	.000	.000
		N	25	25	25	25	25	25	25	25
	AAF	Correlation Coefficient	.397*	.415*	.521**	.518**	.974**	1.000	.931**	.926**
		Sig. (2-tailed)	.049	.039	.008	.008	.000	.	.000	.000
		N	25	25	25	25	25	25	25	25
	MedialF	Correlation Coefficient	.495*	.480*	.633**	.631**	.923**	.931**	1.000	.983**
		Sig. (2-tailed)	.012	.015	.001	.001	.000	.000	.	.000
		N	25	25	25	25	25	25	25	25
	LateralF	Correlation Coefficient	.451*	.423*	.591**	.597**	.928**	.926**	.983**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.024	.035	.002	.002	.000	.000	.000	.
		N	25	25	25	25	25	25	25	25

Correlations

			MT12F	MT23F	MT34F	MT45F	MT15F	AAF	MedialF	LateralF
Spearman's rho	MT12F	Correlation Coefficient	1.000	.962**	.898**	.880**	.411*	.397*	.495*	.451*
		Sig. (2-tailed)	.	.000	.000	.000	.042	.049	.012	.024
		N	25	25	25	25	25	25	25	25
	MT23F	Correlation Coefficient	.962**	1.000	.862**	.857**	.414*	.415*	.480*	.423*
		Sig. (2-tailed)	.000	.	.000	.000	.040	.039	.015	.035
		N	25	25	25	25	25	25	25	25
	MT34F	Correlation Coefficient	.898**	.862**	1.000	.955**	.518**	.521**	.633**	.591**
		Sig. (2-tailed)	.000	.000	.	.000	.008	.008	.001	.002
		N	25	25	25	25	25	25	25	25
	MT45F	Correlation Coefficient	.880**	.857**	.955**	1.000	.543**	.518**	.631**	.597**
		Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.	.005	.008	.001	.002
		N	25	25	25	25	25	25	25	25
	MT15F	Correlation Coefficient	.411*	.414*	.518**	.543**	1.000	.974**	.923**	.928**
		Sig. (2-tailed)	.042	.040	.008	.005	.	.000	.000	.000
		N	25	25	25	25	25	25	25	25
	AAF	Correlation Coefficient	.397*	.415*	.521**	.518**	.974**	1.000	.931**	.926**
		Sig. (2-tailed)	.049	.039	.008	.008	.000	.	.000	.000
		N	25	25	25	25	25	25	25	25
	MedialF	Correlation Coefficient	.495*	.480*	.633**	.631**	.923**	.931**	1.000	.983**
		Sig. (2-tailed)	.012	.015	.001	.001	.000	.000	.	.000
		N	25	25	25	25	25	25	25	25
	LateralF	Correlation Coefficient	.451*	.423*	.591**	.597**	.928**	.926**	.983**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.024	.035	.002	.002	.000	.000	.000	.
		N	25	25	25	25	25	25	25	25

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

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

Correlations

			MT12B	MT23B	MT34B	MT45B	MT15B	AAB	MedialB	LateralB
Spearman's rho	MT12B	Correlation Coefficient	1.000	.969**	.904**	.804**	.840**	.763**	.824**	.808**
		Sig. (2-tailed)	.	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
		N	25	25	25	25	25	25	25	25
	MT23B	Correlation Coefficient	.969**	1.000	.930**	.839**	.854**	.795**	.824**	.810**
		Sig. (2-tailed)	.000	.	.000	.000	.000	.000	.000	.000
		N	25	25	25	25	25	25	25	25
	MT34B	Correlation Coefficient	.904**	.930**	1.000	.927**	.929**	.894**	.891**	.857**
		Sig. (2-tailed)	.000	.000	.	.000	.000	.000	.000	.000
		N	25	25	25	25	25	25	25	25
	MT45B	Correlation Coefficient	.804**	.839**	.927**	1.000	.974**	.972**	.951**	.916**
		Sig. (2-tailed)								
		N								

	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.	.000	.000	.000	.000
	N	25	25	25	25	25	25	25	25
MT15B	Correlation Coefficient	.840**	.854**	.929**	.974**	1.000	.984**	.954**	.930**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.	.000	.000	.000
	N	25	25	25	25	25	25	25	25
AAB	Correlation Coefficient	.763**	.795**	.894**	.972**	.984**	1.000	.956**	.920**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.	.000	.000
	N	25	25	25	25	25	25	25	25
MedialB	Correlation Coefficient	.824**	.824**	.891**	.951**	.954**	.956**	1.000	.973**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.	.000
	N	25	25	25	25	25	25	25	25
LateralB	Correlation Coefficient	.808**	.810**	.857**	.916**	.930**	.920**	.973**	1.000
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.
	N	25	25	25	25	25	25	25	25

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

În tabelele de mai sus, se poate observa că toate valorile măsurate mai sus, se corelează între ele și corelațiile sunt semnificative statistic, atât pentru sexul feminin cât și pentru sexul masculin.

În ceea ce privește unghiul dintre axul colului talusului și cel al primului metatarsian (unghiul tarsomatatarsian lateral LTM), valorile obținute au fost $7,95 \pm 4,71$ pentru sexul feminin, respectiv $6,6 \pm 3,74$ pentru sexul masculin.

Diferențele dintre valorile măsurate la sexul feminin față de cel masculin sunt semnificative statistic.

Următoarea valoare analizată este unghiul Strade, ale cui valori sunt ușor mai mari la sexul masculin ($20,49 \pm 1,62$ grade), față de sexul feminin ($19,71 \pm 1,23$ grade)

Valorile sunt cuprinse în intervalul 17,4-22,5 grade pentru femei, respectiv 16,4-25 grade pentru bărbați.

Diferența dintre cele două seturi de valori este, ca și în cazul celorlalte variabile, semnificativă statistic.

Correlations

		StradeF	StradeB
StradeF	Pearson Correlation	1	.809**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	25	25
StradeB	Pearson Correlation	.809**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	

N	25	25
---	----	----

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

Unghiul de înclinație a calcaneului este un parametru foarte important pentru patologia ortopedică, putând fi folosit pentru a obiectiva prezența unui platfus.

În cazul indivizilor incluși în studiu, valoarea sa medie măsurată la subiecții de sex feminin a fost $19,84 \pm 4,07$ grade, iar la sexul masculin valoarea medie este $20,21 \pm 4,88$ grade.

Statistics

	CalcGrF	CalcGrB
N Valid	25	25
Missing	0	0
Mean	19,8480	20,2120
Std. Error of Mean	,81501	,97636
Median	19,4000	20,3000
Mode	19,40	20,30 ^a
Std. Deviation	4,07504	4,88180
Variance	16,606	23,832
Minimum	18,50	18,00
Maximum	35,10	34,00

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

Diferențele dintre valorile măsurate la cele două sexe sunt și ele semnificative statistic.

Correlations

	CalcGrF	CalcGrB
CalcGrF Pearson Correlation	1	,858**
Sig. (2-tailed)		,000
N	25	25
CalcGrB Pearson Correlation	,858**	1
Sig. (2-tailed)	,000	
N	25	25

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

Unghiul de înclinație subtalară (PF) are valoarea medie de $38,2 \pm 2,87$ grade pentru femei, respectiv $36,76 \pm 3,33$ grade pentru bărbați.

Statistics

	PFF	PFB
N Valid	25	25
Missing	0	0
Mean	38,2000	36,7600
Std. Error of Mean	,57446	,66653
Median	38,0000	37,0000
Mode	38,00	37,00 ^a
Std. Deviation	2,87228	3,33267
Variance	8,250	11,107

Minimum	31,00	30,00
Maximum	45,00	44,00

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

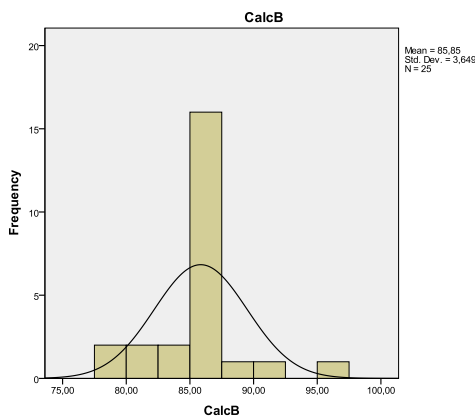
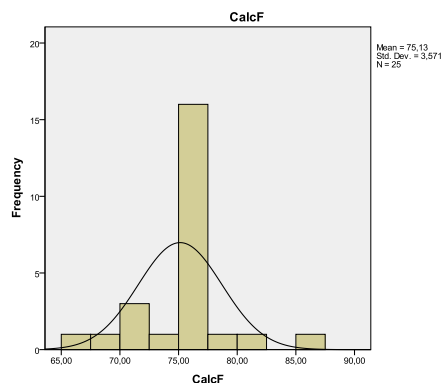
Lungimea calcaneului este, așa cum era de așteptat, mai mare la sexul masculin ($85,84 \pm 3,64$ mm), față de sexul feminin ($75,13 \pm 3,57$ mm).

Statistics

	CalcF	CalcB
N Valid	25	25
Missing	0	0
Mean	75,1320	85,8480
Std. Error of Mean	,71430	,72971
Median	75,4000	86,2000
Mode	75,40	86,10 ^a
Std. Deviation	3,57150	3,64853
Variance	12,756	13,312
Minimum	66,00	78,40
Maximum	85,10	97,20

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

Aceste valori sunt cuprinse în intervalul 66-85 mm pentru sexul feminin, respectiv 78 și 97 mm pentru sexul masculin.



Diferențele dintre valorile măsurate au fost semnificative statistic, coeficientul Pearson având o valoare foarte apropiată de valoarea 1.

Correlations

	CalcF	CalcB
CalcF Pearson Correlation	1	,985**
Sig. (2-tailed)		,000
N	25	25
CalcB Pearson Correlation	,985**	1
Sig. (2-tailed)	,000	
N	25	25

Correlations

		CalcF	CalcB
CalcF	Pearson Correlation	1	,985**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	25	25
CalcB	Pearson Correlation	,985**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	25	25

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

Având în vedere acest rezultat, lungimea calcaneului poate fi folosită cu succes pentru identificarea sexului cu ajutorul calcaneului.

Lungimea tuberozitatii calcaneene este $53,4 \pm 4$ mm pentru femei si $62,01 \pm 3,45$ mm pentru bărbați.

Statistics

		TubPFF	TubPFB
N	Valid	25	25
	Missing	0	0
Mean		53,4040	62,0160
Std. Error of Mean		,80045	,69101
Median		54,2000	62,1000
Mode		54,00 ^a	62,00
Std. Deviation		4,00224	3,45503
Variance		16,018	11,937
Minimum		42,00	54,70
Maximum		63,00	71,00

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

Diferențele sunt, și în cazul acestei variabile, semnificative statistic.

Correlations

		TubPFF	TubPFB
TubPFF	Pearson Correlation	1	,964**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	25	25
TubPFB	Pearson Correlation	,964**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	25	25

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

Valorile unghiurilor Bohler și Gissane se corelează atât între ele, cât și cu lungimea calcaneului și a tuberozității calcaneene.

Există corelații semnificative statistic la ambele sexe între valorile arcului medial și valoarea unghiului dintre primele două metatarsiene, precum și cu valorile unghiului talometatarsian lateral și cu unghiul de abducție.

Aceasta arată faptul că un arc medial mai mic se corelează cu un metatarsian I mai abduș și cu o valoare mai mică a arcului lateral și a unghiului talometatarsian.

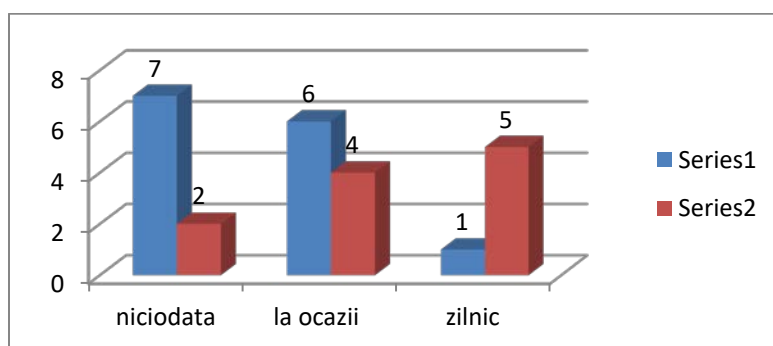
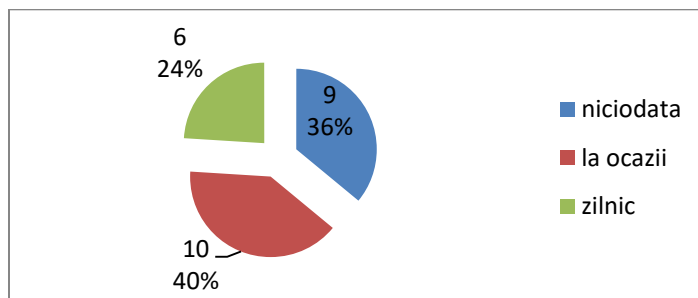
După ce am analizat valorile normale ale parametrilor măsurați la nivelul piciorului, am încercat în continuare să evidențiez și câteva valori în cazuri patologice sau cu potențial patologic.

Astfel, am analizat, în cazul celor 25 de femei incluse în studiu, obiceiul de a purta tocuri. Astfel, am constatat că 9 femei nu au purtat niciodată tocuri, 10 au purtat doar la ocazii, iar restul de 6 zilnic.

În cazul aceluiași femei, am analizat, pentru fiecare grup, prezența sau absența hipercheratozei halucelui.

Rezultatele arată astfel:

Frecvența utilizării tocurilor	Total	Fără hipercheratoză	Cu hipercheratoză
Niciodată	9	7	2
la ocazii	10	6	4
Zilnic	6	1	5



Correlations

		Frecvtoc	Hiperkerat
Frecvtoc	Pearson Correlation	1	,455*
	Sig. (2-tailed)		,022
	N	25	25
Hiperkerat	Pearson Correlation	,455*	1
	Sig. (2-tailed)	,022	
	N	25	25

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

Există o diferență semnificativă statistic între cele trei categorii, ceea ce înseamnă că purtarea tocurilor predispune la apariția hipercheratozei și ulterior a monturilor la nivelul halucelui.

Am analizat de asemenea și valoarea unghiului dintre primul și al doilea metatarsian (MT12) la cele 3 categorii de femei, în funcție de frecvența utilizării tocurilor. Se poate observa că valoarea medie a unghiului este ușor mai mare pe stânga față de dreapta. Diferența stânga/dreapta este semnificativă statistic.

Correlations

		MT12DR	MT12STG
MT12DR	Pearson Correlation	1	,996**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	25	25
MT12STG	Pearson Correlation	,996**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	25	25

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

Frecvența utilizării tocurilor se corelează semnificativ statistic cu valorile unghiului atât pe dreapta cât și pe stânga.

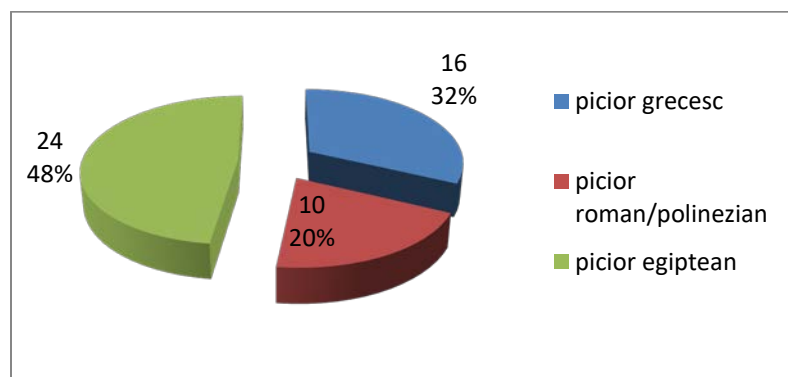
Correlations

		MT12DR	MT12STG	Toc
MT12DR	Pearson Correlation	1	,996**	,798**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000
	N	25	25	25
MT12STG	Pearson Correlation	,996**	1	,798**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000
	N	25	25	25
Toc	Pearson Correlation	,798**	,798**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	
	N	25	25	25

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

Aceasta arată faptul că femeile care poartă tocuri au o probabilitate mai mare de a dezvolta monturi față de cele care nu au acest obicei.

O alta analiză a avut ca scop evidențierea repartiției tipurilor de picior în lotul studiat și influența pe care acesta o are asupra apariției hipercheratozei la articulația metatarsofalangiană a halucelui și valoarea unghiului MT12.



Cele trei tipuri de picior descrise în literatura de specialitate sunt grecesc, egiptean și roman sau polinezian. Denumirea lor este inspirată, potrivit unor cercetători, de forma velor pe care aceste populații le foloseau pentru vasele lor.

Cel mai frecvent este tipul egiptean, urmat de cel grecesc și cel mai puțin frecvent, tipul roman/polinezian.

În ceea ce privește prezența sau absența hipercheratozei, la cele 3 tipuri de picior, rezultatele sunt rezumate în tabelul de mai jos:

Tip picior	Total	Fără	Cu
		hipercheratoză	hipercheratoză
picior grecesc	16	10	6
picior	10	5	5

roman/polinezian

picioar egiptean

24

16

8



Fig. 5.3.Caz 1 –mont (caz personal) Fig.5.4. Caz 2 – mont (caz personal)

În ceea ce privește corelația dintre valorile unghiului și tipul de picior, cu ajutorul testului One Way ANOVA, am demonstrat că tipul piciorului influențează semnificativ statistic valoarea unghiului dintre primele două metatarsiene.

Pentru a arăta importanța pe care valoarea înclinației calcaneului o are în diagnosticarea piciorului plat, am inclus în studiu și 50 de pacienți cu platfus, cărora li s-a măsurat pe radiografii acest parametru.

Rezultatele măsurătorilor arată astfel:

Statistics

CalcGrPlat

N	Valid	50
	Missing	0
Mean		14,4960
Std. Error of Mean		,25144
Median		15,0000
Mode		15,70
Std. Deviation		1,77798
Variance		3,161
Minimum		10,80
Maximum		16,70

Comparativ, valorile măsurate în cazul celor 50 de subiecți fără patologii asociate, au o medie de $20,03 \pm 4,45$ grade, mai mare decât la cei cu platfus, cu o medie de $14,5 \pm 1,77$.

Statistics

CalcGrNorm

N	Valid	50
	Missing	0
Mean		20,0300
Std. Error of Mean		,62992
Median		19,5500
Mode		19,40
Std. Deviation		4,45422
Variance		19,840
Minimum		18,00
Maximum		35,10

Deși etiologia piciorului plat simptomatic la adult este încă dezbătută, majoritatea specialiștilor sunt de acord că acesta este produs de supraîncărcarea anormală a coloanei mediale, care duce la slăbirea sau disfuncționalitatea ligamentelor și tendoanelor care stabilizează coloana medială, ducând la deformări osoase vizibile atât clinic cât și radiologic. Astfel, deși factorul inițial care duce la dezvoltarea apariției piciorului plat nu este bine înțeles, este clar că afectarea atât a dinamicii cât și a staticii piciorului este responsabilă pentru acest tip de patologie. Severitatea piciorului plat diagnosticată pe radiografii nu se corelează puternic cu simptomatologia; unele cazuri cu diformități radiologice extinse pot fi asimptomatice, în vreme ce alte cazuri de deformări osoase pot fi intens simptomatice. În plus, debutul este adesea insidios. Astfel, este important pentru un radiolog sau ortoped să fie în măsură să recunoască semnele radiologice cât mai precoce, aceasta realizându-se prin cunoașterea în detaliu a anatomiei normale și nu în ultimul rând a valorilor morfometrice măsurate la nivelul scheletului piciorului.

Această variabilitate în modalitatea de manifestare necesită obligativitatea de a lua în considerare toate informațiile disponibile, clinice și radiologice, pentru evaluarea cât mai corectă a anomaliilor de aliniere osoasă. Piciorul plat simptomatic la adult este o deformare complexă care implică toate cele trei planuri ale spațiului și mai multe articulații. Utilizând măsurătorile în plan bidimensional și combinându-le între ele, putem avea o imagine tridimensională a deplasărilor osoase.



Fig.5.5.Caz 1- platfus (caz personal) Fig.5.6.Caz 2 – platfus (caz personal)

5.4. Discuții

Limitele studiului sunt reprezentate de faptul că toți subiecții analizați locuiesc în medii urbane și poartă încălțăminte pe toată durata exercitării activităților zilnice, fie ele profesionale sau recreative, ceea ce ne privează de observarea influenței pe care o poate exercita mersul cu încălțăminte/descult asupra dimensiunilor piciorului. O altă limită a studiului este reprezentată de faptul că nu am luat în calcul pentru fiecare subiect tipul de încălțăminte folosit (talpă plată, platformă, toc, înălțimea tălpii și a tocului, forma vârfului pantofului), acesta putând influența și el rezultatele măsurătorilor. De asemenea nu am luat în calcul profesia și tipul de activitate al indivizilor incluși în studiu, deși, din punct de vedere profesional, toți aveau studii medii și superioare, ceea ce exclude existența unor activități fizice ce presupun un grad ridicat de efort pe o perioadă lungă de timp, ceea ce ar putea influența aspectul și dimensiunile piciorului. Astfel, o parte din factorii de mediu incriminați în studiile de specialitate ca determinanți pentru caracteristicile morfologice și morfometrice ale piciorului nu au fost incluși în studiu. Cu toate acestea, rezultatele obținute sunt sugestive pentru populația adultă din zonele urbane ale României în perioada actuală și poate fi folosit ca standard pentru acest grup populațional.

Influențele exercitate de diferiți factori de mediu au fost cercetate de-a lungul timpului, dar rezultatele nu sunt consecvente în ceea ce privește gradul de influență al acestora asupra variabilității individuale. Astfel, în studiul lui D'Aout și colab. (2009)¹¹⁵, nu s-a observat o diferență semnificativă statistic între dimensiunile navicularului la indivizii care purtau încălțăminte față de cei care mergeau desculți. Cu toate acestea, autorii au remarcat că presiunea

plantară și suprafața de contact cu solul a regiunii mijlocii a piciorului erau diferite în cele două grupuri. Concluzia studiului a fost că rigiditatea piciorului specifică omului modern poate fi influențată de tipul de încălțăminte specific pentru țările dezvoltate (pantoful închis). Bineînțeles că pot apărea erori de interpretare atunci când amprenta piciorului este folosită pentru a aproxima aspectul anatomic al scheletului piciorului. Wearing și colab.^{116–118} au constatat de exemplu că obezitatea se poate asocia cu o suprafața plantară de contact mai mare cu solul, dar nu și cu o modificarea a dimensiunilor arcurilor plantare.

Rezultatele obținute sunt asemănătoare cu cele din alte studii de specialitate^{102,119}. Interesul pentru acest studiu este exprimat în primul rând de către specialiștii în ortopedie și traumatologie care ar putea astfel diagnostica cu ușurință patologii ce afectează anatomia normală și morfometria piciorului, cum ar fi halux valgus sau platfusul. Unghiul dintre primul și al doilea metatarsian (MT12), care este denumit uneori unghiul intermetatarsian, este considerat cu valori normale între 2 și 22 de grade sau 4-15 grade¹⁰² și o medie în jurul valorii de 9 grade. Unghiul Bohler variază între 18 și 47 de grade¹²⁰, rezultatele fiind de asemenea similare cu cele din studiul personal.

Corelațiile observate în cadrul studiului personal pot fi explicate de obicei prin faptul că variabilele între care există o legătură semnificativă statistic se referă la aceleași oase (de exemplu MT12 și AA, ambele măsurând poziția primului metatarsian).

Au fost observate corelații semnificative statistic și între valorile arcului medial și cele ale unghiurilor dintre primele metatarsiene și cel talometatarsian.

În toate cazurile diferențele dintre bărbați și femei au fost semnificative statistic, rezultate similare fiind obținute și în studiul lui Lautzenheiser și Kramer, 2013¹⁰².

În cazul omului modern, au fost descrise doar tipuri de picior din punct de vedere funcțional: unul adaptat pentru propulsie și celălalt pentru complianță. Forța de propulsie este realizată în primul rând de către tricepsul sural⁶⁷. Din acest motiv cunoașterea morfologiei piciorului este foarte importantă pentru a înțelege mobilitatea la acest nivel și modificările patologice care se pot produce, atât din punct de vedere anatomic cât și biomecanic. Bazându-ne pe observațiile evidențiate la scheletele maimuțelor antropoide^{111,105,110,106}, putem afirma că morfologia piciorului la hominide este variabilă, iar dacă această variabilitate se manifestă și la nivelul omului modern, consecințele sunt importante, uneori severe.

Concluzii

1. Piciorul are două funcții principale - de a susține greutatea corpului în poziția verticală și de a acționa ca un mecanism de propulsie în locomoție. El reprezintă singura parte a corpului aflată în contact permanent cu solul atât în timpul staționării bipede cât și în timpul mersului. Postura corpului are atât o importanță antropologică și socială, cât și una medicală și în edificarea ei piciorul are un rol esențial. Dintre toți factorii care influențează postura de echilibru și mersul, variațiile morfologice și de mobilitate ale piciorului sunt printre cele mai importante.
2. Modificările morfologice la nivelul scheletului piciorului atrag după ele afectarea structurilor ligamentare și tendinoase, împreună determinând apariția unor patologii diverse și uneori severe. Deoarece severitatea simptomatologiei clinice nu se corelează de multe ori cu gravitatea modificărilor structurale și funcționale, identificarea cât mai precoce a semnelor radiologice este esențială.
3. Evaluarea din punct de vedere morfologic și morfometric a piciorului se poate realiza atât prin examen clinic direct, cât și radiologic, în incidența anteroposterioară și laterală, pentru a putea obține cât mai multe informații despre structura tridimensională complexă a acestuia. Din acest motiv, studiul personal a analizat piciorul sub două aspecte: morfometric direct și radiologic. El a fost efectuat atât în cadrul Disciplinei de Anatomie a Facultății de Medicină din cadrul UMF "Carol Davila" București, cât și în cadrul SUUB- Ortopedie I.
4. În prima parte a studiului au fost incluși 51 de indivizi fără o patologie la nivelul piciorului; în cazul fiecăruia a fost măsurată lungimea piciorului bilateral și înălțimea individului. A fost de asemenea stabilită și preferința pentru un anumit picior și au fost realizate corelații între parametrii studiați. Rezultatele obținute au fost următoarele:
 - Lungimea medie a piciorului este mai mare pe partea dreaptă față de cea stângă; la sexul masculin, lungimea este mai mare decât la sexul feminin, diferența fiind semnificativă statistic;
 - 37 de indivizi aveau dimensiuni diferite pe dreapta față de stânga, în vreme ce restul de 14 aveau aceeași lungime a piciorului. Dintre subiecții de sex masculin incluși în studiu, majoritatea au piciorul drept mai lung, același lucru fiind valabil și pentru

sexul feminin. În schimb, în ceea ce privește simetria bilaterală, la sexul feminin ea este mult mai frecventă decât la sexul masculin.

- Atât pentru bărbați cât și pentru femei, piciorul drept este cel preferat, existând o corelație semnificativă statistic între preferința pentru un anumit picior și diferența de lungime stânga/dreapta ca și prezența simetriei;
- Lungimea piciorului se corelează semnificativ statistic cu înălțimea și cu sexul individului , putând fi utilizată în antropologie și medicină legală;
- Variabilitatea dimensiunilor în funcție de sex ca și diferențele dreapta/stânga pot fi explicate atât prin influența androgenilor fetalii, cât și a factorilor de mediu și a tipului de activitate efectuată de către individ.

5. A doua parte a studiului evaluează pe imagini radiologice principalele variabile care descriu morfometria normală a piciorului, evidențiind și variabilitatea lor atât în condiții normale cât și patologice. În studiu au fost incluse 80 de imagini radiologice în incidența anteroposterioară și laterală, aparținând unui număr de 50 de pacienți investigați în cadrul secției de Ortopedie a SUUB, în perioada 2013-2016. Rezultatele studiului au arătat următoarele:

- Unghiurile dintre metatarsiene sunt mai mari la sexul feminin față de sexul masculin, cu excepția ultimelor două metatarsiene, diferențele fiind în toate cazurile semnificative statistic; se poate astfel afirma că abducția halucelui este mai mare la sexul feminin;
- Arcul medial al boltii plantare are o valoare medie ușor mai mare pentru sexul feminin decât pentru sexul masculin. Unghiul lateral are o valoare medie mai mică pentru femei decât pentru bărbați. Prezența celor două arcuri ca și abducția halucelui sunt achiziționate în evoluția filogenetică odată cu trecerea la stațiunea și mersul biped;
- Unghiul de înclinație a calcaneului este un parametru foarte important în patologia ortopedică, putând fi folosit pentru a obiectiva prezența unui picior plat. În cazul indivizilor incluși în studiu, valoarea sa medie măsurată la subiecții de sex feminin a fost mai mică decât la cei de sex masculin; diferențele sunt semnificative statistic;
- Unghiurile Bohler și Gissane, ca și dimensiunile calcaneului, sunt mai mari la indivizii de sex masculin.

- Există corelații semnificative statistic la ambele sexe între valorile arcului medial și valoarea unghiului dintre primele două metatarsiene, precum și cu valorile unghiului talometatarsian lateral și cu unghiul de abducție. Aceasta arată faptul că un arc medial mai mic se corelează cu un metatarsian I mai abduș și cu o valoare mai mică a arcului lateral și unghiului talometatarsian.
6. După ce am analizat valorile normale ale parametrilor măsurați la nivelul piciorului, am încercat în continuare să evidențiez și câteva valori în cazuri patologice sau cu potențial patologic. Astfel, am constatat că purtarea tocurilor predispune la apariția hipercheratozei și ulterior a monturilor la nivelul halucelui, fapt evidențiat și prin corelația semnificativă statistic dintre frecvența utilizării tocurilor și valoarea unghiului dintre primele două metatarsiene. Același tip de corelație se stabilește și între tipul piciorului și unghiul dintre metatarsienele I și II, tipul egiptean având cea mai mare valoare. În ceea ce privește diagnosticarea prezentei piciorului plat pe baza unghiului de înclinație a calcaneului, acesta are o valoare medie de $14,5 \pm 1,77$ pentru platfus, față de valoarea normală de $20,03 \pm 4,45$ grade.
 7. Studiul personal își dorește să ofere în primul rând o standardizare a aspectelor morfometrice ale piciorului normal, în populația actuală a României, iar în al doilea rând să evidențieze modificările acestor parametri în cazul celor mai frecvente patologii regionale. Nicio modificare de acest tip nu este independentă, ci strâns legată de caracteristicile factorilor de mediu, a gradului de dezvoltare culturală, dovedindu-se un instrument util nu numai din punct de vedere clinic, ci și din perspectiva antropologică.
 8. Cunoașterea în detaliu a morfologiei și morfometriei piciorului este indispensabilă pentru o evaluare corectă din punct de vedere clinic și radiologic, pentru o diagnosticare precoce a unor patologii cu potențial de evoluție severă și invalidantă și nu în ultimul rând pentru procedurile specifice de identificare din medicina legală.

Bibliografie

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Hall, B. K. <i>Homology: The Hierarchical Basis of Comparative Biology</i>. <i>Homology: The Hierarchical Basis of Comparative Biology</i> (2013). doi:10.1016/C2009-0-03564-8 2. Helal B., W. D. <i>The Foot</i>. (Churchill Livingstone, 1988). 3. Scheuer, L., Black, S. & Christie, A. | <ol style="list-style-type: none"> 4. <i>Developmental Juvenile Osteology</i>. <i>Developmental Juvenile Osteology</i> (2000). doi:10.1016/B978-012624000-9/50015-0 5. Molleson, T. I., Oakley, K. P. & Vogel, J. C. The antiquity of the human footprints of Tana della Basura. <i>J. Hum. Evol.</i> 1, 467–471 (1972). White, T. D. Evolutionary implications of pliocene hominid footprints. <i>Science</i> 208, |
|---|--|

- 175–6 (1980).
6. Day, M. H. & Wickens, E. H. Laetoli Pliocene hominid footprints and bipedalism. *Nature* **286**, 385–387 (1980).
7. Leakey, M. D. & Hay, R. L. Pliocene footprints in the Laetoli Beds at Laetoli, northern Tanzania. *Nature* **278**, 317–323 (1979).
8. Barker, S. L. & Scheuer, J. L. Predictive Value of Human Footprints in a Forensic Context. *Med. Sci. Law.* 341–346 (1998). doi:10.1016/S1353-1131(99)90213-4
9. Herring, J. A. Tachdjian's Pediatric Orthopaedics, 4th ed. Three-volume set with DVD. *J. Bone & Jt. Surg.* **90**, 1412 LP-1412 (2008).
10. O'Rahilly, R. The development of joints. *Ir. J. Med. Sci.* **32**, 456–461 (1957).
11. O'Rahilly, R. & Müller, F. Developmental stages in human embryos: Revised and new measurements. *Cells Tissues Organs* **192**, 73–84 (2010).
12. O'Rahilly, R. & Gardner, E. The timing and sequence of events in the development of the limbs in the human embryo. *Anat. Embryol. (Berl)*. **148**, 1–23 (1975).
13. Gray, D. J., Gardner, E. & O'Rahilly, R. The prenatal development of the skeleton and joints of the human hand. *Am. J. Anat.* **101**, 169–223 (1957).
14. W.J., L. *Human Embryology*. (Churchill Livingstone, Edinburgh, 1993).
15. R., C. *Ontogenesis of the Skeleton and Intrinsic Muscles of the Human Hand and Foot*. (Springer, 1972).
16. R.O., K. An electron microscopic study of mesenchyme during development of interdigital spaces in man. *Anat. Rec.* 43–53 (1970).
17. Christ, B., Jacob, H. J., Jacob, M. & Brand, B. Principles of hand ontogenesis in man. *Acta Morphol Neerl Scand* **24**, 249–268 (1986).
18. Kawashima, T. & Uthoff, H. K. Prenatal development around the sustentaculum tali and its relation to talocalcaneal coalitions. *J. Pediatr. Orthop.* **10**, 238–43 (1990).
19. Blockley, N. J. PERONEAL SPASTIC FLAT FOOT. *Bone Joint J.* **37-B**, 191–202 (1955).
20. Braddock, G. T. F. A PROLONGED FOLLOW-UP OF PERONEAL SPASTIC FLAT FOOT. *J. Bone Joint Surg. Br.* **1**, 2 (1961).
21. Geelhoed G.W., Neel J.V., D. R. T. Symphalangism and tarsal coalitions: hereditary syndromes; A report on two families. *J. Bone Jt. Surg.* **51B**, 278–289 (1969).
22. Heiple K.G., L. C. O. The antiquity of tarsal coalition. *J. Bone Jt. Surg.* **51A**, 979–983. (1969).
23. De Lima, R. T. & Mishkin, F. S. The bone scan in tarsal coalition: A case report. *Pediatr. Radiol.* **26**, 754–756 (1996).
24. Mitchell G.P., G. J. M. C. Excision of calcaneo-navicular bar for painful spasmodic flat foot. *J. Bone Jt. Surg.* 281–287 (1967).
25. Oestreich, A. E., Mize, W., Crawford, A. & Morgan, R. The 'Anteater Nose': A Direct Sign Of Calcaneonavicular Coalition On The Lateral Radiograph. *J. Pediatr. Orthop.* **7**, 709–711 (1987).
26. Hoerr N.L., Pyle S.I., F. C. C. *Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Foot and Ankle: A Standard of Reference*. (CCThomas, 1962).
27. A., V.-D. Embryological contribution to the aetiopathology of idiopathic club foot. *J. Bone Jt. Surg.* **61B**, 127 (1979).
28. I., K. Skeletal maturation of the human fetus assessed radiographically on the basis of ossification sequences in the hand and foot. *Am. J. Phys. Anthropol.* **40**, 257–276. (1974).
29. MacLaughlin-Black, S. & Gunstone, A. Early fetal maturity assessed from patterns of ossification in the hand and foot. *Int. J. Osteoarchaeol.* **5**, 51–59 (1995).
30. Fazekas I.Gy, K. F. Forensic Fetal Osteology. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1978. FDI-Fédération Dentaire International. Two-digit system of designating teeth. *Int. Dent. Journal.* **21**, 104–106. (1971).
31. MacEwen, G. D. Tachdjian's Pediatric Orthopaedics, 3rd ed. Volumes 1, 2, and 3. *J Bone Jt. Surg Am* **84**, 1104 (2002).
32. Garn S.M., Fels S.L., I. H. Brachymesophalangia of digit 5 in 10 populations. *Am. J. Phys. Anthropol.* **27**, 205–210 (1967).
33. Pyle S.I., S. L. W. Variability in onset of ossification in epiphyses and short bones of the extremities. *Am. J. Roentgenol.* **49**, 795–798 (1943).
34. Ferguson A., G. R. The normal and abnormal calcaneal apophysis and tarsal navicular. *Clin. Orthop.* **10**, 87–95 (1959).
35. Meredith H.V. Human foot length from embryo to adult. *Hum. Biol.* **16**, 207–282 (1944).
36. Napier J.R. The foot and the shoe. *Physiotherapy.* **43**, 65–74 (1957).
37. H., E. *Clinical Anatomy*. (Blackwells, 1992).

38. S.K., S. *Anatomy of the Foot and Ankle*. (Lippincott, 1983).
39. Williams, P. L. *et al.* Gray's anatomy. Soames, R.W p, 612 (1995).
40. Schaefer, M., Black, S. & Scheuer, L. *Juvenile osteology: a laboratory and field manual. Journal of Chemical Information and Modeling* **53**, (2009).
41. Brantigan, J. W., Pedegana, L. R. & Lippert, F. G. Instability of the subtalar joint. Diagnosis by stress tomography in three cases. *J. Bone Joint Surg. Am.* **59**, 321–4 (1977).
42. Bower, B. L., Keyser, C. K. & Gilula, L. A. Rigid subtalar joint—a radiographic spectrum. *Skelet. Radiol. A J. Radiol. Pathol. Orthop.* **17**, 583–588 (1989).
43. El-Khoury, G. Y., Yousefzadeh, D. K., Mulligan, G. M. & Moore, T. E. Subtalar dislocation. *Skeletal Radiol.* **8**, 99–103 (1982).
44. Gelberman, R. & WW, M. The arterial anatomy of the talus. *Foot Ankle Sep-Oct*, 64–72 (1983).
45. Kanagasuntheram R., Sivanandasingham P., K. A. *Anatomy: Regional, Functional and Clinical*. (PG Publishing., 1987).
46. Manter, J. T. Movements of the subtalar and transverse tarsal joints. *Anat. Rec.* **80**, 397–410 (1941).
47. Bacon, G. E., Bacon, P. J. & Griffiths, R. K. A neutron diffraction study of the bones of the foot. *J. Anat.* **139 (Pt 2)**, 265–73 (1984).
48. Pal, G. P. & Routal, R. V. Architecture of the cancellous bone of the human talus. *Anat. Rec.* **252**, 185–193 (1998).
49. Oygucu, I. H., Kurt, M. A., Ikiz, I., Erem, T. & Davies, D. C. Squatting facets on the neck of the talus and extensions of the trochlear surface of the talus in late Byzantine males. *J. Anat* **192**, 287–291 (1998).
50. Rhoads, J. G. & Trinkaus, E. Morphometrics of the Neandertal talus. *Am. J. Phys. Anthropol.* **46**, 29–43 (1977).
51. Singh S., S. S. P. Identification of sex from tarsal bones. *Acta Anat. (Basel)*. **93**, 568–573 (1975).
52. Wakeley, C. J., Johnson, D. P. & Watt, I. The value of MR imaging in the diagnosis of the os trigonum syndrome. *Skeletal Radiol.* **25**, 133–136 (1996).
53. D.G., S. The estimation of sex on the basis of the talus and calcaneum. *Am. J. Phys. Anthropol.* **45**, 581–588 (1976).
54. Holland, T. D. Estimation of adult stature from the calcaneus and talus. *Am. J. Phys. Anthropol.* **96**, 315–320 (1995).
55. Riepert, T., Drechsler, T., Schild, H., Nafe, B. & Mattern, R. Estimation of sex on the basis of radiographs of the calcaneus. *Forensic Sci. Int.* **77**, 133–140 (1996).
56. Pande, B. S. & Singh, I. One-sided dominance in the upper limbs of human fetuses as evidenced by asymmetry in muscle and bone weight. *J. Anat* **109**, 457–459 (1971).
57. Ahl, T., Sjoberg, H. E. & Dalen, N. Bone mineral content in the calcaneus after ankle fracture. *Acta Orthop. Scand.* **59**, 173–175 (1988).
58. Baran, D. T. *et al.* Ultrasound attenuation of the Os calcis in women with osteoporosis and hip fractures. *Calcif. Tissue Int.* **43**, 138–142 (1988).
59. Woolf A.D., D. A. *Osteoporosis: A Clinical Guide*. (M. Dunitz, 1988).
60. Alexander R.M., V. A. The mechanics and hopping by kangaroos. *J. Zool.* **177**, 265–303 (1975).
61. Meyer, D. B. & O'Rahilly, R. The onset of ossification in the human calcaneus. *Anat. Embryol. (Berl)*. **150**, 19–33 (1976).
62. Bojsen-Møller, F. Calcaneocuboid joint and stability of the longitudinal arch of the foot at high and low gear push off. *J. Anat.* **129**, 165–176 (1979).
63. Protheroe, K. Avulsion fractures of the calcaneus. *J. bone Jt. Surg.* **51**, 118–122 (1969).
64. Simonian, P. T., Vahey, J. W., Rosenbaum, D. M., Mosca, V. S. & Staheli, L. T. Fracture of the cuboid in children. A source of leg symptoms. *J. Bone Joint Surg. Br.* **77**, 104–6 (1995).
65. Byers, S., Akoshima, K. & Curran, B. Determination of adult stature from metatarsal length. *Am. J. Phys. Anthropol.* **79**, 275–279 (1989).
66. Smith, S. L. Attribution of foot bones to sex and population groups. *J. Forensic Sci.* **42**, 186–95 (1997).
67. Aiello L, D. M. An introduction to human evolutionary anatomy. in (London: Academic Press, 1990).
68. T.E., J. The intrinsic vascular supply to the first metatarsal. Surgical considerations. *J. Am. Pod. Assoc.* **63**, 189–197 (1973).
69. Shereff, M. J., Yang, Q. M., Kummer, F. J., Frey, C. C. & Greenidge, N. Vascular anatomy of the fifth metatarsal. *Foot Ankle* **11**, 350–3 (1991).
70. Shereff, M. J., Yang, Q. M. & Kummer, F. J.

- Extraosseous and intraosseous arterial supply to the first metatarsal and metatarsophalangeal joint. *Foot Ankle* **8**, 81–93. (1987).
71. H.V., C. *Vascular Anatomy of the Skeleton and Spinal Cord*. (Dunitz, 1996).
 72. I., S. Variations in the metatarsal bones. *J. Anat.* **94**, 345–350 (1960).
 73. Ubelaker, D. H. Skeletal evidence for kneeling in prehistoric Ecuador. *Am. J. Phys. Anthropol.* **51**, 679–685 (1979).
 74. Potter, H. G., Pavlov, H. & Abrahams, T. G. The hallux sesamoids revisited. *Skeletal Radiol.* **21**, 437–444 (1992).
 75. Heim, M. *et al.* Metatarsal-phalangeal sesamoid bones. *Current Orthopaedics* **11**, 267–270 (1997).
 76. Sammarco G.J. Helal B., W. D. *The Foot. Anatomy of the Foot*. (Churchill Livingstone, 1988).
 77. Sandström B., H. G. Biphalangia of the lateral toes. A study on the incidence in a Swedish population together with some observations on digital sesamoid bones in the foot. *Am. J. Phys. Anthropol.* **34**, 37–42 (1971).
 78. VA, M. Mendelian Inheritance in Man: Catalogs of Autosomal Dominant, Autosomal Recessive, and X-Linked Phenotypes. *JAMA* 2003–2004 (1993).
 79. Le Minor, J. M. Biphalangial and triphalangial toes in the evolution of the human foot. *Acta Anat. (Basel)*. **154**, 236–241 (1995).
 80. Morita S., Hattori K., Miyazaki N., T. M. The appearance of primary ossification centres in the Japanese foot phalanges in the later half of fetal life. *Tokyo Jikeikai Med. J.* **86**, 711–717 (1971).
 81. Gottschalk, F. A., Sallis, J. G., Beighton, P. H. & Solomon, L. A comparison of the prevalence of hallux valgus in three South African populations. *S. Afr. Med. J.* **57**, 355–7 (1980).
 82. Noakes T.D. The aetiology of hallux valgus. South African Medical Journal. *South African Med. J.* **59**, 362 (1981).
 83. Strauss, W. L. the development of the human foot and it's phylogenetic significance.
 84. Steele, J. & Mays, S. Handedness and directional asymmetry in the long bones of the human upper limb. *Int. J. Osteoarchaeol.* **5**, 39–49 (1995).
 85. Steele, J. Handedness in past human populations: Skeletal markers. *Laterality Asymmetries Body, Brain Cogn.* **5**, 193–220 (2000).
 86. Voracek, M., Fisher, M. L., Rupp, B., Lucas, D. & Fessler, D. M. T. Sex Differences in Relative Foot Length and Perceived Attractiveness of Female Feet: Relationships among Anthropometry, Physique, and Preference Ratings. *Percept. Mot. Skills* **104**, 1123–1138 (2007).
 87. Oladipo GS, Aigbogun EO, A. L. Determination of handedness: An anthropometric evaluation of the glenoid cavity. *Ann. Bioanthropology* **4**, 20–25 (2016).
 88. Baron-Cohen, S. Essential Difference: Male and Female Brains and the Truth about Autism. *Essent. Differ. truth about male female brain*. 290 (2004). doi:eBook ISBN: 9780786740314
 89. McFadden, D. & Shubel, E. Relative lengths of fingers and toes in human males and females. *Horm Behav* **42**, 492–500 (2002).
 90. Manning, J. T., Callow, M. & Bundred, P. E. Finger and toe ratios in humans and mice: Implications for the aetiology of diseases influenced by HOX genes. *Medical Hypotheses* **60**, 340–343 (2003).
 91. McFadden, D. & Bracht, M. S. The relative lengths and weights of metacarpals and metatarsals in baboons (*Papio hamadryas*). *Horm. Behav.* **43**, 347–355 (2003).
 92. Voracek, M. & Dressler, S. G. Relationships of toe-length ratios to finger-length ratios, foot preference, and wearing of toe rings. *Percept. Mot. Skills* **110**, 33–47 (2010).
 93. Hart, S. & Gabbard, C. Brief communication: bilateral footedness and task complexity. *Int. J. Neurosci.* **88**, 141–146 (1996).
 94. Hart, S. & Gabbard, C. Examining the stabilising characteristics of footedness. *Laterality* **2**, 17–26 (1997).
 95. Hart, S. & Gabbard, C. Examining the mobilizing feature of footedness. *Percept. Mot. Skills* **86**, 1339–1342 (1998).
 96. Gabbard, C. & Hart, S. A question of foot dominance. *J. Gen. Psychol.* **123**, 289–296 (1996).
 97. Alabi AS, Oladipo GS, Didia BC, F. E. Foot length and preference: implication in footwear design. 25–30 (2016).
 98. Coren, S. Pathological causes and consequences of left-handedness. in *Manual asymmetries in motor performance* 83–98 (1996).
 99. Manna I, Pradhan D, Ghosh S, Kar AK, D. P. Comparative study of foot dimensions between adult male and female and

- evaluation of foot hazards due to using footwear. *J. Physiol. Anthropol.* **20**, 241–246 (2001).
100. Cheng, F. T. & Perng, D. B. A systematic approach for developing a foot size information system for shoe last design. *Int. J. Ind. Ergon.* **25**, 171–185 (1999).
 101. Morton, D. J. Evolution of the Longitudinal Arch of the Human Foot. *J. Bone Jt. Surg.* **6**, 56–90 (1924).
 102. Lautzenheiser, S. G. & Kramer, P. A. Linear and angular measurements of the foot of modern humans: A test of morton's foot types. *Anat. Rec.* **296**, 1526–1533 (2013).
 103. Kanatli, U., Gözil, R., Besli, K., Yetkin, H. & Bölükbaşı, S. The relationship between the hindfoot angle and the medial longitudinal arch of the foot. *Foot ankle Int. / Am. Orthop. Foot Ankle Soc. [and] Swiss Foot Ankle Soc.* **27**, 623–627 (2006).
 104. Piqué-Vidal, C. The first metatarsophalangeal arc circumference: correlation with angular measurements. *Foot Ankle Int.* **28**, 186–93 (2007).
 105. Lovejoy, C. O., Latimer, B., Suwa, G., Asfaw, B. & White, T. D. Combining Prehension and Propulsion: The Foot of *Ardipithecus ramidus*. *Science (80-.)*. **326**, 72–72, 72e1–72e8 (2009).
 106. Zipfel, B. *et al.* The Foot and Ankle of *Australopithecus sediba*. *Science (80-.)*. **333**, 1417–1420 (2011).
 107. Clarke, R. J. & Tobias, P. V. Sterkfontein Member 2 Foot Bones of the Oldest South African Hominid. *Science (80-.)*. **269**, 521–524 (1995).
 108. Day, M. H. & Napier, J. R. Fossil Foot Bones. *Nature* 969–970 (1964). doi:10.1086/200626
 109. de Silva, J. M. & Throckmorton, Z. J. Lucy's flat feet: The relationship between the ankle and rearfoot arching in early hominins. *PLoS One* **5**, (2010).
 110. Ward, C. V., Kimbel, W. H. & Johanson, D. C. Complete Fourth Metatarsal and Arches in the Foot of *Australopithecus afarensis*. *Science (80-.)*. **331**, 750–753 (2011).
 111. Haile-Selassie, Y. *et al.* A new hominin foot from Ethiopia shows multiple Pliocene bipedal adaptations. *Nature* **483**, 565–569 (2012).
 112. Harcourt-Smith, W. E. H. & Aiello, L. C. Fossils, feet and the evolution of human bipedal locomotion. *Journal of Anatomy* **204**, 403–416 (2004).
 113. Harcourt-Smith, W. E. H. The Origins of Bipedal Locomotion. *Handb. Paleoanthropology Volume 3*, 1483–1518 (2007).
 114. Gould, N. Evaluation of hyperpronation and pes planus in adults. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 37–45 (1983).
 115. D'Août, K., Pataky, T. C., De Clercq, D. & Aerts, P. The effects of habitual footwear use: foot shape and function in native barefoot walkers†. *Footwear Sci.* **1**, 81–94 (2009).
 116. Wearing, S. C., Hennig, E. M., Byrne, N. M., Steele, J. R. & Hills, A. P. Musculoskeletal disorders associated with obesity: a biomechanical perspective. *Obes. Rev.* **7**, 239–250 (2006).
 117. Wearing, S. C., Grigg, N. L., Lau, H. C. & Smeathers, J. E. Footprint-based estimates of arch structure are confounded by body composition in adults. *J. Orthop. Res.* **30**, 1351–1354 (2012).
 118. Wearing, S. C., Hills, A. P., Byrne, N. M., Hennig, E. M. & McDonald, M. The arch index: a measure of flat or fat feet? *Foot Ankle Int.* **25**, 575–581 (2004).
 119. Thomas, J. L., Kunkel, M. W., Lopez, R. & Sparks, D. Radiographic values of the adult foot in a standardized population. *J. Foot Ankle Surg.* **45**, 3–12 (2006).
 120. Summers, H., Ann Kramer, P. & Benirschke, S. K. Pediatric calcaneal fractures. *Orthop. Rev. (Pavia)*. **1**, e9 (2009).