

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

**Analiza statistică complexă și investigațiile imagistice în  
antropologia medico-legală a subadultului: studiu  
integrativ pe populație modernă românească**

**REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT**

**Conducător de doctorat:  
Prof. Univ. Dr. Beliș Vladimir**

**Student-doctorand:  
Dr. Teodoru-Răghină Daniela Violeta**

**ANUL  
2018**

## Cuprins

### I. Partea generală

1. Actualitatea cercetării științifice.....	pagina 8
2. Determinarea sexului.....	pagina 11
2.1. Determinarea sexului la subadult.....	pagina 11
2.2. Determinarea sexului la adult.....	pagina 16
3. Estimarea vârstei.....	pagina 24
3.1. Estimarea vârstei la subadult.....	pagina 24
3.1.1. Vârsta dentară.....	pagina 25
3.1.2. Vârsta osoasă.....	pagina 28
a. Apariția centrilor de osificare.....	pagina 28
b. Sudarea diafizo-epifizară.....	pagina 33
c. Lungimea diafizară.....	pagina 35
3.2. Estimarea vârstei la adult.....	pagina 36
3.2.1. Estimarea vârstei pe baza modificărilor de la nivelul simfizei pubiene.....	pagina 37
3.2.2. Estimarea vârstei pe baza modificărilor feței auriculare a coxalului.....	pagina 38
3.2.3. Estimarea vârstei după modificările extremităților costale.....	pagina 39
3.2.4. Estimarea vârstei pe baza suturilor craniene.....	pagina 40
3.2.5. Estimarea vârstei pe baza uzurii dentare.....	pagina 41
4. Importanța investigațiilor imagistice în antropologia medico-legală.....	pagina 43

### II. Partea practică

5. Scop și obiective.....	pagina 51
6. Material.....	pagina 52
7. Metode.....	pagina 54
7.1. Metoda imagistică.....	pagina 54
7.2. Metoda statistică.....	pagina 58
8. Rezultate privind determinarea sexului.....	pagina 60
8.1. Analiza întregului lot.....	pagina 69
I. Analiza funcției discriminante pentru toate variabilele.....	pagina 69
II. Analiza funcției discriminante pentru măsurătorile neurocraniului.....	pagina 71

III. Analiza funcției discriminante pentru măsurătorile viscerocraniului.....	pagina 74
8.2 Analiza măsurătorilor craniene pe categorii de vârstă.....	pagina 76
A. Grupa de vârstă 5-7,9 ani.....	pagina 85
I. Analiza funcției discriminante pentru toate variabilele.....	pagina 85
II. Analiza funcției discriminante pentru măsurătorile neurocraniului.....	pagina 86
III. Analiza funcției discriminante pentru măsurătorile viscerocraniului .....	pagina 89
B. Grupa de vârstă 8-9,9 ani.....	pagina 92
I. Analiza funcției discriminante calculată pe toate variabilele.....	pagina 92
II. Analiza funcției discriminante pentru măsurătorile neurocraniului.....	pagina 95
III. Analiza funcției discriminante pentru măsurătorile viscerocraniului.....	pagina 98
C. Grupa de vârstă 10-11,9 ani.....	pagina 101
I. Analiza funcției discriminante pentru toate variabilele.....	pagina 101
II. Analiza funcției discriminante pentru măsurătorile neurocraniului.....	pagina 103
III. Analiza funcției discriminante pentru măsurătorile viscerocraniului.....	pagina 106
D. Grupa de vârstă 12-13,9 ani.....	pagina 109
I. Analiza funcției discriminante pentru toate variabilele.....	pagina 109
II. Analiza funcției discriminante pentru măsurătorile neurocraniului.....	pagina 111
III. Analiza funcției discriminante pentru măsurătorile viscerocraniului.....	pagina 114
E. Grupa de vârstă 14-15,9 ani.....	pagina 116
I. Analiza funcției discriminante pentru toate variabilele.....	pagina 116
II. Analiza funcției discriminante pentru măsurătorile neurocraniului.....	pagina 119
III. Analiza funcției discriminante pentru măsurătorile viscerocraniului.....	pagina 122
F. Grupa de vârstă 16-18 ani.....	pagina 125
I. Analiza funcției discriminante pentru toate variabilele.....	pagina 125
II. Analiza funcției discriminante pentru măsurătorile neurocraniului.....	pagina 127
III. Analiza funcției discriminante pentru măsurătorile viscerocraniului.....	pagina 130
9. Rezultate privind estimarea vârstei.....	pagina 136
9.1 Analiza prin metoda regresiei liniare.....	pagina 136
I. Estimarea vârstei pe măsurătorile neurocraniului.....	pagina 137
II. Estimarea vârstei pe măsurătorile viscerocraniului.....	pagina 141
III. Estimarea vârstei pe toate măsurătorile craniene.....	pagina 145
9.2 Analiza prin metoda regresiei logistice.....	pagina 149
I. Analiza prin metoda regresiei logistice pentru măsurătorile neurocraniului.....	pagina 158

II. Analiza prin metoda regresiei logistice pentru măsurătorile viscerocraniului.....	pagina 163
III. Analiza regresiei logistice pentru toate măsurătorile craniene.....	pagina 168
10. Discuții privind dimorfismul sexual.....	pagina 173
11. Discuții privind estimarea vârstei.....	pagina 181
11.1 Discuții privind rezultatele obținute prin analiza regresiei liniare.....	pagina 181
11.2 Discuții privind rezultatele obținute prin analiza regresiei logistice.....	pagina 184
12. Considerații finale.....	pagina 187
13. Propunere pentru metodologie de estimare a sexului și vârstei la copii și adolescenți pe măsurătorile craniene.....	pagina 190
14. Limite.....	pagina 193
15. Concluzia finală.....	pagina 193
16. Importanța studiului.....	pagina 194
Bibliografie .....	pagina 196
Anexe.....	pagina 212

### **Actualitatea cercetării științifice**

Rolul cel mai important al antropologiei medico-legale îl reprezintă studierea rămășițelor osoase umane în special în vederea identificării acestora [1], care se referă la stabilirea caracteristicilor unei persoane sau a unui cadavru/fragment cadaveric pentru a fi individualizată de restul populației[2].

Determinarea sexului și estimarea vârstei sunt unele dintre cele mai importante atribute în identificarea persoanelor în viață sau decedate, atât în activitatea de medicină legală cât și în antropologia medico-legală [3]

Este unanim acceptat faptul că populațiile diferă în mărime și proporții și că aceste diferențe pot afecta evaluarea metrică a dimorfismului sexual și a estimării vârstei. Variabilitatea populațională în morfologia scheletului este rezultatul unor factori multipli interni (genetici) și externi (de mediu, socio-culturali, de alimentație, etc.)[4]. În plus, structurile populaționale sunt în continuă schimbare și datorită numărului mare de imigranți din diferite regiuni geografice care duce la estomparea caracteristicilor de grup populațional [5].

Având în vedere că toate studiile și cercetările efectuate în această direcție, precum și funcțiile și formulele obținute au fost generate în urma măsurătorilor efectuate pe colecții antropologice osoase ce datează din secolele XIX-XX, cât și datorită modificărilor seculare de ordin morfologic consecutive mediului socio-economic, urbanizării, nutriției cât și îmbunătățirii condițiilor de viață, în antropologia medico-legală s-a ajuns la un consens privind specificitatea populațională a unor formule și metode statistice de evaluare antropologică a materialului osos, în sensul că este unanim acceptat faptul că formulele statistice utilizate în determinarea sexului și vârstei trebuie generate și aplicate pe fiecare populație/grup populațional în parte, pentru o evaluare cât mai bună antropologică și updatate periodic la populația contemporană [6] [7-11].

Populația românească aparține populației caucazoide, având propria sa unicitate, dată de originea daco-getică, precum și de factorii particulari de mediu.

În momentul actual, în antropologia internațională se pune accent din ce în ce mai mult pe metode cu grad de obiectivitate ridicat și reproductibile, cu scăderea importanței experienței examinatorului din procesul de evaluare.

Aceste metode sunt statistice, matematice, cu aplicabilitate atât pe metodele clasice antropometrice, cât și pe cele vizuale, antroposcopice. Mai mult, metoda antropometrică a devenit până în momentul actual o metodă mult mai utilizată, fiind o metodă obiectivă și cu rezultate din ce în ce mai bune prin utilizarea funcției discriminante ca metodă de analiză

statistică a rezultatelor pentru determinarea sexului cât și a analizei de regresie pentru estimarea vârstei.

Studiile privind metodele statistice complexe și aplicabilitatea lor în antropologia medico-legală sunt foarte puține în România (pe populație românească), iar dintre cele care există, cele mai multe sunt centrate pe populația adultă.

De asemenea, toate studiile și cercetările efectuate pe populația românească în vederea determinării dimorfismului sexual, precum și funcțiile și formulele obținute au fost generate în urma măsurătorilor efectuate pe colecția antropologică Rainer, aparținând Institutului de Antropologie "Francisc Rainer" din București, care, deși este una dintre cele mai mari colecții osteologice din Europa și din lume, prezintă totuși o serie de dezavantaje, cum ar fi: craniile ce constituie colecția Rainer au aparținut unor persoane născute la sfârșitul secolului XIX și începutul secolului XX, precum și faptul că aparțin, în marea lor majoritate unor categorii socio-economice precare, marginale (cu toate consecințele ce incumbă, atât la nivel nutrițional/carențial, cât și în ceea ce privește modificările discrete în timp ale unei populații-secular trends).

Mai mult, studiile privind determinarea sexului la copii pe baza măsurătorilor craniene sunt limitate în special datorită colecțiilor osoase restrânse. La momentul actual, în România, pe populație românească subadultă nu există studii privind determinarea sexului pe baza măsurătorilor craniene.

Pe de altă parte, studiile și cercetările efectuate pe populația subadultă românească în vederea estimării vârstei s-au axat pe analiza dinților și a oaselor lungi [12-17]. De asemenea, la momentul actual, în România, pe populație românească subadultă nu există studii privind estimarea vârstei pe baza măsurătorilor craniene.

Prin urmare, am apreciat că studierea unor loturi aparținând populației actuale, moderne, precum și extinderea studiilor privind metodele statistice în antropologie pe populație subadultă (copii și adolescenți) este nu numai oportună în momentul actual al cercetării românești în domeniul antropologiei medico-legale, cât și necesară, atât sub aspect juridic (penal sau civil), cât și umanitar.

În lumina celor expuse mai sus, apreciez că cercetarea caracteristicilor morfologice și metrice ale craniilor populației subadulte moderne românești reprezintă o necesitate în momentul de față.

Prin urmare, **scopul** studiului de față este de a elabora un standard național de evaluare metrică și morfologică a craniilor de copii și adolescenți, menit să crească semnificativ gradul de acuratețe a determinării sexului și vârstei.

În acest sens, **obiectivul principal** al studiului este de a elabora un *set de funcții discriminante populațional-specifice pentru determinarea sexului*, precum și de *ecuații de regresie liniare și logistice utile în estimarea vârstei la populația românească subadultă*.

În ultimii ani, investigațiile imagistice (CT) și-au dovedit, din ce în ce mai mult utilitatea în antropologia medico-legală, prezentând procente de acuratețe a determinării sexului și vârstei asemănătoare sau chiar mai bune uneori față de măsurătorile metrice efectuate pe colecții osoase dacă luăm în considerare și factorul uman în măsurătoarea directă [18, 19]. În momentul de față, în antropologia internațională, metoda imagistică este din ce în ce mai folosită având ca principal avantaj analizarea populațiilor contemporane.

În România, în domeniul antropologiei medico-legale există două studii efectuate pe CT-uri craniene în vederea determinării sexului care au fost efectuate exclusiv pe populația adultă [20, 21].

### **Material și Metode**

Am analizat măsurătorile antropometrice obținute pe CT-urile craniene a 600 de pacienți cu vârste cuprinse între 5 și 18 ani născuți între 1999 și 2012. Aceștia au fost pacienți în perioada ianuarie 2015 - iulie 2017 la Spitalul Clinic de Urgență "Grigore Alexandrescu" din București. Accesul la CT-uri a fost anonimizat, fiind cunoscute doar sexul și vârsta. Vârsta medie a fost de 11.24+/-3.8 ani.

Dintr-un lot de 1370 de CT-uri craniene au fost selectate 600 care au întrunit criteriile de includere:

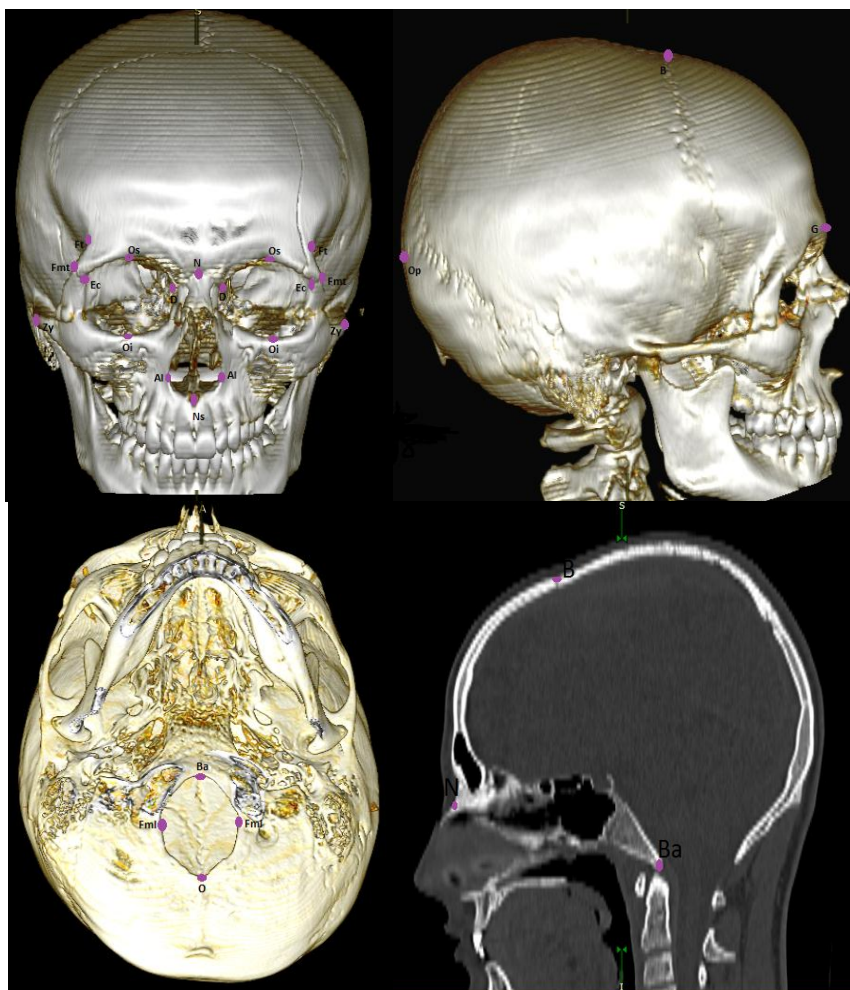
- Copii cu vârste între 5 și 18 ani,
- Rezoluție optimă a CT-urilor pentru realizarea măsurătorilor craniometrice,
- CT-urile craniene care prindeau pe secțiuni cel puțin apertura nazală.

Criterii de excludere au fost:

- Pacienți cu vârste sub 5 ani,
- Pacienții care prezentau deformări ale craniului, traumatice sau non-traumatice,
- CT-urile cu rezoluție mică care nu permiteau identificarea corectă a punctelor craniometrice
- CT-urile care nu prindeau pe secțiuni apertura nazală.

O limitare importantă a studiului e reprezentată de faptul că majoritatea CT-urilor au interesat în mod exclusiv neurocraniul, neprinzând pe secțiune regiunea facială inferioară și mandibula. Prin urmare, nu am putut efectua măsurători la nivelul acestor regiuni.

Pe CT-urile craniene, cu ajutorul programului 3Dnet Medical, dezvoltat de Biotronics3D Ltd, Anglia, utilizând 3D volume rendering, am stabilit punctele craniometrice și am efectuat 13 măsurători craniene, în conformitate cu standardele realizate de Buikstra și Ubelaker [22], deVilliers [23], White și Folkens [24], Howells [25], Wood și Lynch [26], Franklin [27]: lungimea craniului (GOP), lățimea craniului (EUR), înălțimea craniului (HCR), lungimea bazei craniene (BAN), lungimea foramen magnum (FOL), lățimea foramen magnum (FOLA), lățimea bizigomatică (ZIG), lățimea fronto-temporal (FTL), lățimea fronto-malare-temporal (FMT), lățimea orbită (LOR), înălțimea orbită (HOR), înălțime nas (HN), lățime nas (LN).



Datele colectate au fost analizate statistic cu ajutorul programului Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). În vederea determinării sexului pe măsurătorile craniene la populația subadultă, am utilizat analiza funcției discriminante. În a doua parte a studiului personal am estimat vârsta pe baza măsurătorilor craniene la populația subadultă, utilizând analiza regresiei liniare și ulterior analiza regresiei logistice.

## Rezultate determinarea sexului

### Analiza întregului lot

Având în vedere că în activitatea practică în domeniul antropologiei medico-legale putem analiza craniile fragmentate, incomplete care pot interesa orice zonă sau regiune topografică, am considerat utilă calcularea funcției discriminante inițial pe tot craniu, fiind incluse toate măsurătorile craniene efectuate și ulterior gruparea măsurătorilor efectuate în două categorii- măsurători ale regiunii neurocraniului și măsurători ale regiunii viscerocraniului (regiunea facială) pentru care am calculat funcția discriminantă în parte.

Forma funcțiilor discriminante obținute, calculate prin analiza stepwise a fost următoarea:

Funcția	Funcția canonică	acuratețea		
		M	F	Total
<b>F1(Craniu)</b>	$EUR*0.094+HCR*0.5+FOL*0.201-LOR*0.17-24.026$	76.3%	58.3%	68.3%
<b>F2(Neurocraniu)</b>	$EUR*0.081+HCR*0.035+FOL*0.182+FOLA*0.101-25.497$	75.7%	60.5%	69%
<b>F3(Viscerocraniu)</b>	$FMT*0.105+FTL*0.131-LOR*0.194-16.673$	75.1%	45.5%	62%

Având în vedere rezultatele obținute cât și evoluția diferită a celor două sexe (intervalul de 5-18 ani analizat cuprinde începutul perioadei la care creșterile cerebrale/craniene se apropie de finalizare până la perioada premergătoare maturității), am considerat utilă împărțirea lotului pe categorii de vârstă (5-7.9 ani, 8-9.9 ani, 10-11.9 ani, 12-13.9 ani, 14-15.9 ani, 16-18 ani) în vederea estimării dimorfismului sexual în funcție de diferitele etape de creștere și dezvoltare a copiilor și adolescenților.

Ulterior, pentru fiecare categorie de vârstă am analizat funcțiile discriminante pentru toate măsurătorile efectuate cât și separat pentru măsurătorile neurocraniului respectiv viscerocraniului.

### Analiza măsurătorilor craniene pe categorii de vârstă

Forma funcțiilor discriminante obținute pe baza tuturor măsurătorilor craniene, pentru fiecare categorie de vârstă în parte au fost:

Funcția Discriminantă	Forma Canonică	M	F	Cross-validare
F1(5-7.9 ani)	$FOL*0.423-14.689$	55%	72,7%	64.3%
F1(8-9.9 ani)	$FTL*0.197+FOL*0.356-29.317$	88,7%	45,8%	75.3%
F1(10-11.9 ani)	$FTL*0.146+FOL*0.236-22.397$	88.4%	54.3%	76.9%
F1(12-13.9 ani)	$GOP*0.086+EUR*0.086+FOLA*0.221-33.792$	65,2%	76%	70.6%
F1(14-15.9 ani)	$GOP*0.071+EUR*0.087+HN*0.199-34.234$	68.6%	66.7%	67.7%
F1(16-18 ani)	$EUR*0.101+BAN*0.197-34.523$	85.5	82.5%	84%

Forma funcțiilor discriminante obținute pe baza măsurătorilor de la nivelul neurocraniului, pentru fiecare categorie de vârstă în parte au fost:

Funcția Discriminantă	Forma Canonică	M	F	Cross-validare
F2(5-7.9 ani)	FOL *0.423- 14.689	55%	72,7%	64.3%
F2(8-9.9 ani)	HCR*0.107 +FOL*0.441-29.684	86,8%	58,3%	77.9%
F2(10-11.9 ani)	EUR*0.89+FOL*0.191+FOLA*0.209- 25.467	72.5%	71.4%	72.5%
F2(12-13.9 ani)	GOP*0.086+EUR*0.086+FOLA*0.221-33.792	65.2%	76%	70.6%
F2(14-15.9 ani)	GOP*0.66+EUR*0.094+BAN*0.91-34.270	68.6%	72.5%	67.6%
F2(16-18 ani)	EUR*0.101+BAN*0.197-34.523	76.4	87.5%	81.1%

Forma funcțiilor discriminante obținute pe baza măsurătorilor de la nivelul viscerocraniului, pentru fiecare categorie de vârstă în parte au fost:

Funcția Discriminantă	Forma Canonică	M	F	Cross-validare
F3(5-7.9 ani)	ZIG *0.266-HN*0,318- 16.234	56,7%	63,6%	60.3%
F3(8-9.9 ani)	FTL*0.272- 25.928	92.5%	25%	71.4%
F3(10-11.9 ani)	FMT*0.216- 20.725	85.5%	40%	70.2%
F3(12-13.9 ani)	FTL*0.219-21.190	65.2%	62%	63.5%
F3(14-15.9 ani)	ZIG*0.111+HN*0.210-23.767	72.5	72.5%	72.5%
F3(16-18 ani)	ZIG* 0.165-21.122	76.4	72.5%	74.7%

Din tabelele prezentate mai sus am constatat următoarele:

În perioada 5-7.9 ani se înregistrează o ușoară creștere la nivelul neurocraniului pentru ambele sexe. Această creștere se înregistrează în special în lungime, având în vedere variabila inclusă în funcție. Pentru ambele grupuri analizate, viscerocraniul nu prezintă modificări semnificative în această perioadă, având în vedere rezultatele obținute.

În perioada 8-9.9 ani se înregistrează, pentru ambele sexe, o ușoară creștere la nivelul neurocraniului, în special în lungime, dar, de asemenea, se constată o ușoară creștere și la nivelul viscerocraniului. Creșterea de la nivelul viscerocraniului se caracterizează în special în lățime, măsurătoarea craniană inclusă în funcție fiind lățimea minimă a frunții. Din funcția obținută pe baza tuturor măsurătorilor craniene se constată un rol mai important al acestei măsurători în dimorfismul sexual.

În perioada 10-11.9 ani se înregistrează o creștere la sexul feminin atât la nivelul neurocraniului cât și la nivelul viscerocraniului, determinând o scădere a diferențelor înregistrate la acest nivel între cele două sexe. Această perioadă se caracterizează prin creșterea craniului în special în lățime având în vedere măsurătorile craniene incluse în funcție. Din funcția obținută pe baza tuturor măsurătorilor craniene se constată o importanță mai mare a măsurătorii de la nivelul neurocraniului în determinarea sexului.

În perioada 12-13.9 ani, odată cu debutul pubertății la sexul feminin, se constată o creștere accelerată pentru sexul feminin la nivelul neurocraniului (având în vedere procentul de acuratețe din cadrul funcției obținute) atât în lungime cât și în lățime, depășind astfel sexul masculin care nu înregistrează modificări semnificative în procesul de creștere în această

perioadă. La nivelul viscerocraniului se constată că sexul feminin, în această perioadă înregistrează o ușoară creștere determinând o relativă egalizare între cele două grupuri, explicându-se astfel și scăderea acurateții la acest nivel. Funcția obținută pe baza tuturor măsurătorilor craniene este dată doar de măsurătorile de la nivelul neurocraniului, ceea ce susține rolul important al neurocraniului în determinarea sexului pentru această perioadă.

În perioada 14-15.9 ani, odată cu debutul pubertății la bărbați, sexul masculin înregistrează o accelerare de creștere în special la nivelul neurocraniului egalizând sexul feminin care înregistrează o perioadă de stagnare în procesul de creștere (platou), ceea ce explică și scăderea acurateții în această perioadă. Aceleași modificări se înregistrează și la nivelul viscerocraniului, unde sexul masculin înregistrează o creștere față de sexul feminin la care procesul de creștere s-a diminuat. În această perioadă se constată o creștere în special la nivelul neurocraniului în lungime și lățime, pe când la nivelul viscerocraniului se constată creștere în înălțime și lățime.

În perioada 16-18 ani se constată definitivarea procesului de creștere la sexul feminin, pe când la sexul masculin se înregistrează creștere atât la nivelul neurocraniului (în lățime și lungime) cât și la nivelul viscerocraniului unde se conturează mai ales lățimea feței.

Având în vedere cele expuse mai sus, am putut stabili că toate grupele de vârstă nu au prezentat o creștere uniformă a neurocraniului și viscerocraniului la bărbați și femei.

### **Rezultate privind estimarea vârstei**

#### **Analiza prin metoda regresiei liniare**

Utilizând același lot, am aplicat analiza de regresie liniare în vederea determinării formulelor pentru determinarea vârstei, calculând eroarea standard de estimare cât și coeficientul de determinare pentru fiecare regiune craniană în parte și ulterior pentru tot craniu.

#### *Estimarea vârstei pe măsurătorile neurocraniului*

În cadrul analizei regresiei liniare, softul de analiză a ales 3 modele în vederea estimării vârstei. Primul model a inclus o singură măsurătoare craniană și anume lungimea bazei craniului, prezentând coeficientul de determinare de 46.4% în vederea estimării vârstei și eroarea standard de estimare a vârstei a fost de  $\pm 2.704$  ani.

Pentru cel de al treilea model, cu semnificația statistică cea mai mare se constată o creștere a coeficientului de determinare la 47.3% fiind incluse trei măsurători craniene-lungimea bazei craniului, lungimea foramen magnum și lățimea craniului iar eroarea standard

de estimare a vârstei scade la  $\pm 2.686$  ani. Pe baza acestui model putem stabili că acesta explică 47.3% din variația variabilei dependente (vârsta).

Forma ecuației de regresie liniare obținută este:

$$Y = -27,007 + 0,373 * BAN - 0,123 * FOL + 0,046 * EUR$$

Pe baza rezultatelor, pot aprecia că în situațiile în care avem un material osos la care se pot efectua doar măsurători la nivelul neurocraniului, lungimea bazei craniului are relevanța cea mai mare în procesul de determinare a vârstei comparativ cu ceilalți parametri cranieni, prezentând un coeficient de 46.4%. Includerea în ecuația de regresie și a următorilor parametri cranieni cu relevanță în estimarea vârstei determină doar o ușoară creștere a coeficientului de determinare până la 47.3%.

#### *Estimarea vârstei pe măsurătorile viscerocraniului*

În cadrul analizei prin metoda regresiei liniare, softul de analiză a ales 3 modele în vederea estimării vârstei.

În primul model obținut a fost inclusă o singură măsurătoare craniană și anume lățimea bizigomatică, prezentând un coeficient de determinare de 61.3% în vederea estimării vârstei și o eroare standard de estimare de  $\pm 2.297$  ani.

În cel de al treilea model, au fost incluse trei măsurători craniene: lățimea bizigomatică, înălțimea nasului și înălțimea orbitei, fiind cel mai semnificativ statistic, prezentând coeficientul de determinare în estimarea vârstei de 65.6% și o eroare standard de  $\pm 2.16$  ani.

Forma ecuației de regresie liniare obținută este:

$$Y = -24,886 + 0,234 * ZIG + 0,299 * HN - 0,157 * HOR$$

Rezultatele mai bune obținute pentru viscerocraniu s-ar putea datora și faptului că spre deosebire de bolta și baza craniană la care creșterea încetinește considerabil după primii ani de viață (în asociere cu creșterea volumului creierului), scheletul facial continuă să crească semnificativ până la adolescență [28].

Pe baza rezultatelor obținute pot aprecia că în situațiile în care avem un material osos la care se pot efectua doar măsurători la nivelul viscerocraniului, lățimea bizigomatică are relevanța cea mai mare în procesul de determinare a vârstei comparativ cu ceilalți parametri cranieni, prezentând un coeficient de 61.3%. Includerea în ecuația de regresie și a următorilor parametri cranieni cu relevanță în estimarea vârstei determină doar o creștere a coeficientului de determinare până la 65.6%.

#### *Estimarea vârstei pe toate măsurătorile craniene*

În urma analizei stepwise, softul de analiză a selectat aceeași parametri cranieni cu relevanță în estimarea vârstei de la neurocraniu respectiv viscerocraniu, ceilalți parametri fiind ne semnificativi statistic în vederea estimării vârstei.

Modelul 6 care include toate cele 6 măsurători craniene prezintă o valoare predictivă mare de 71.2% cu o eroare standard de estimare de  $\pm 1.99$  ani.

Forma ecuației de regresie liniare este:

$$Y = -13.836 + 0.284 * ZIG - 0.134 * EUR + 0.227 * HN - 0.156 * FOL + 0.086 * BAN - 0.094 * HOR$$

### **Analiza prin metoda regresiei logistice**

În antropologia medico-legală, estimarea vârstei la subadult se bazează foarte mult pe criteriile dento-maxilare, cum ar fi erupția dentară. Din păcate, după vârsta de 13 ani când erupția dinților permanenți s-a finalizat nu mai putem folosi acest criteriu în estimarea vârstei [2]. Prin urmare, am considerat utilă împărțirea lotului de studiu în 2 subgrupuri de vârstă, utilizând vârsta de 13 ani ca limită de demarcație între cele subgrupuri. În continuare am analizat puterea predictivă a parametrilor mășurați în aprecierea vârstei în funcție de această vârstă "cut-off" de 13 ani.

Respectând structura anterioară am analizat valoarea predictivă a parametrilor neurocraniului, viscerocraniului și apoi al craniului în totalitate.

#### *Analiza prin metoda regresiei logistice pentru măsurătorile neurocraniului*

Pentru măsurătorile efectuate pe neurocraniu am aplicat analiza prin metoda de regresie logistică folosind metode de selectare ascendentă cum este metoda Forward LR (LR fiind test de verosimilitate), obținând două modele predictive.

Pentru al doilea model care a inclus în ecuație două măsurători craniene (lungimea bazei craniene și lungimea craniului), am obținut o sensibilitate de 74.6% și o specificitate de 80.7% cu o acuratețe de 77.8%. Odds ratio a fost de 1,3 ceea ce reprezintă că probabilitatea de a avea peste 13 ani este de 1.3 ori mai mare.

Forma ecuației de regresie logistică obținută este următoarea:

$$0.049 * GOP + 0.257 * BAN - 31.767$$

Am reprezentat grafic modelul obținut utilizând curba ROC și am constatat că aria de sub curbă este de 86.1%, aspect ce denotă o sensibilitate și o specificitate crescută a modelului de regresie calculat.

Pentru fiecare măsurătoare craniană aparținând neurocraniului am calculat aria de sub curbă și am constatat că procentele cele mai mari sunt înregistrate de lungimea bazei craniului de 86% și de înălțimea craniului de 77.1%.

Am efectuat curba ROC pentru lungimea bazei craniene și am calculat indicele Youden, care a prezentat o valoare de 0.52. Această valoare corespunde unei valori cut-off pentru această variabilă de 96 mm. Prin urmare, o valoare de peste 96 mm a lungimii bazei craniene este înalt predictivă pentru apartenența la lotul >13 ani cu o sensibilitate de 86.72% și o specificitate de 65.74%.

Am efectuat și pentru această variabilă (înălțimea craniului) curba ROC și am calculat indicele Youden, care a prezentat o valoare de 0.38. Această valoare corespunde unui cut-off pentru această variabilă de 134.7 mm, ceea ce reprezintă că o valoare de peste 134.7 mm a înălțimii craniului este înalt predictivă pentru apartenența la lotul >13 ani cu o sensibilitate de 73.44% și o specificitate de 65.18%.

#### *Analiza prin metoda regresiei logistice pentru măsurătorile viscerocraniului*

Pentru măsurătorile viscerocraniului am aplicat, de asemenea, analiza de regresie logistică folosind metoda forward LR în vederea determinării variabilelor cu cea mai mare putere predictivă, obținând trei modele predictive.

Pentru al treilea model în care au fost incluse cele trei variabile (lățimea bizigomatică, înălțimea nasului, înălțimea orbitei), am obținut o sensibilitate de 78.1% și o specificitate de 83.2% , cu o acuratețe de 80.8%. Am obținut o probabilitate de 1.3 ceea ce reprezintă că la o creștere cu o unitate a măsurătorilor incluse, subiectul are șansa de 1.3 să aibă peste 13 ani.

Ecuția de regresie are forma următoare:

$$0,212*ZIG+0,270*HN-0,16*HOR-32,471$$

Am reprezentat grafic modelul obținut utilizând curba ROC și am constatat că aria de sub curbă este de 90.8%, aspect ce denotă sensibilitate (86.31%) și specificitate (80.78%) crescute a modelului de regresie calculat.

Pentru fiecare măsurătoare craniană aparținând viscerocraniului am calculat aria de sub curbă și am constatat că procentele cele mai mari sunt înregistrate de lățimea bizigomatică de 89.6%, urmată de înălțimea nasului de 84.7% și de lățimea minimă a feței (FMT) de 83.6%. Am aplicat apoi analiza prin regresie logistică pentru variabilele cu cea mai mare valoare de predicție.

Am efectuat curba ROC pentru lățimea bizigomatică și am calculat indicele Youden, care a prezentat o valoare de 0.64, care corespunde unei valori cut-off pentru această variabilă de 119.2 mm, ceea ce reprezintă că o valoare de peste 119.2 mm a acestei variabile este înalt predictivă pentru apartenența la lotul >13 ani cu o sensibilitate de 85.89% și o specificitate de 78.83%.

Pentru înălțimea nasului, indicele Youden a prezentat o valoare de 0.56. Această valoare corespunde unui cut-off de 44 mm, prin urmare o valoare mai mare de 44 mm este înalt predictivă pentru apartenența la lotul >13 ani cu o sensibilitate de 82.57% și o specificitate de 73.82%.

Pentru lățimea minimă a feței am obținut un indice Youden de 0.53 care corespunde unei valori cut-off de 99.7 mm. Prin urmare, o valoare mai mare de 99.7 mm a lățimii minime a feței este înalt predictivă pentru apartenența la lotul >13 ani, cu o sensibilitate de 75.93% și o specificitate de 77.72%.

#### *Analiza regresiei logistice pentru toate măsurătorile craniene*

Aplicând metoda stepwise pentru regresia logistică, pentru cele 13 măsurători craniene am obținut rezultate asemănătoare, fiind generate 5 modele predictive.

Pentru primul model în care este inclusă o singură variabilă (lățimea bizigomatică) am obținut o sensibilitate de 78.5% și o specificitate de 82.2% cu o acuratețe de 80.5%.

Pentru modelul 5, în care au fost incluse 5 măsurători craniene (lățimea bizigomatică, înălțimea orbitei, înălțimea nasului, lungimea bazei craniene, lungimea foramen magnum) am obținut o sensibilitate de 82.4% și o specificitate de 84.4%, prezentând o acuratețe de 83.5%.

Forma ecuației de regresie este:

$$0,172*ZIG-0,16*HOR+0,24*HN+0,143*BAN-0,096*FOL-36,850$$

Realizând curba ROC pentru modelul 5 am constatat că aria de sub curbă este de 90.8%, valoare egală cu cea constatată pentru modelul de regresie obținut pe măsurătorile viscerocraniului, ceea ce denotă importanța viscerocraniului în modelul de predicție a vârstei. Prin calcularea indicelui Youden care a prezentat o valoare de 0.67 am obținut pentru modelul de regresie o sensibilitate de 85.89% și o specificitate de 81.89%.

Am calculat aria ROC pentru fiecare parametru cranian și am constatat că procentele cele mai mari înregistrate sub curbă le-au prezentat majoritar parametrii de la nivelul viscerocraniului (lățimea bizigomatică de 89.6%, înălțimea nasului de 84.7% și lățimea minimă a feței de 83.6%). Pentru parametrii de la nivelul neurocraniului, procentul cel mai mare de sub curba l-a prezentat lungimea bazei craniului de 86%.

#### **Discuții privind dimorfismul sexual**

În urma analizei funcției discriminante pe toate măsurătorile craniene, am constatat că rezultatele au fost scăzute, acuratețea determinării fiind de 68.3%, cu o acuratețe de 76.3% pentru sexul masculin și de 58.3% pentru sexul feminin. Funcția generată a avut la bază 4

măsurători craniene: lățimea și înălțimea craniului, lățimea orbitei și lungimea foramen magnum.

De multe ori în activitatea medico-legală suntem puși în situația de a analiza craniile fragmentate, incomplete, deteriorate. Din acest motiv am considerat utilă determinarea sexului cu ajutorul funcției discriminante pe neurocraniu respectiv viscerocraniu, în vederea stabilirii unui algoritm ce presupune efectuarea unor minime măsurători antropometrice în vederea determinării sexului.

Rezultate asemănătoare cu cele obținute pe măsurătorile efectuate pe întreg craniu au fost obținute și în urma analizării măsurătorilor de la nivelul neurocraniului cu ajutorul funcției discriminante, acuratețea obținută fiind de 69%. În funcție s-au păstrat aceleași măsurători de la nivelul neurocraniului din analiza pe întreg craniu (lățimea și înălțimea craniului, lungimea foramen magnum) fiind adăugată și lățimea foramen magnum.

În cazul analizării măsurătorilor de la nivelul viscerocraniului cu ajutorul funcției discriminante, rezultatele au fost mai scăzute, obținând o acuratețe de doar 62% cu o sensibilitate de 47% și o specificitate de 76%. În ecuație au fost incluse 3 măsurători craniene (lățimea minimă a feței, lățimea minimă a frunții și lățimea orbitei care a prezentat o corelație negativă cu sexul).

În urma comparării rezultatelor obținute prin analiza funcției discriminante cu cele ale unor studii similare de dată recentă efectuate pe diferite grupuri populationale [29, 30] am constatat diferențe între acestea, cele obținute în studiul personal fiind mai scăzute față de cele obținute de Hsiao [29] și Mathur [30], ambele studii fiind efectuate însă pe radiografiile cefalometrice laterale.

Mathur [30] a realizat 11 măsurători craniene dintre care 6 liniare și 5 unghiulare, majoritatea interesând viscerocraniul pe 60 de cefalograme aparținând unei populații adolescente indiene. A constatat diferențe semnificative statistic doar pentru 4 măsurători liniare și pentru 2 unghiulare. Bărbații au prezentat dimensiuni mai mari pentru toate măsurătorile liniare, pe când femeile au prezentat valori mai mari pentru cele două măsurători unghiulare. Acuratețea determinării sexului a fost de 93% pe baza celor 11 măsurători efectuate.

Hsiao [29] a analizat 100 de cefalograme aparținând unei populații Taiwaneze cu vârste cuprinse între 12 și 17 ani. A efectuat 22 de măsurători dintre care 13 liniare, 8 unghiulare și a calculat indicii de proiecție glabelei. De asemenea, bărbații au prezentat dimensiuni mai mari pentru toate măsurătorile liniare pe când femeile au prezentat valori mai mari pentru măsurătorile unghiulare. A constatat că în urma analizei statistice 9 dintre acestea pot fi folosite în determinarea sexului. Funcția cu trei variabile a prezentat o acuratețe de 90%. Funcțiile cu

4,5,6 și 7 variabile au prezentat acurateți între 92% și 95%. Acuratețea pentru determinarea sexului, în urma cross-validării, a scăzut la 91% pentru funcția cu 7 variabile selectate.

Rezultatele diferite obținute de studiile sus aminte și studiul personal se pot explica prin metoda imagistică diferită utilizată care a permis efectuarea de diferite măsurători craniene față de studiul personal, inclusiv măsurători angulare care s-au dovedit a avea un grad înalt de dimorfism sexual. De asemenea putem lua în discuție atât categoriile de vârstă cât și grupurile populaționale diferite analizate cunoscând faptul că un rol important în diferențele apărute în determinarea sexului îl prezintă variabilitatea populațională.

La polul opus față de studiile amintite, O'Donnell în studiul efectuat în 2017 pe un lot de 1618 radiografii cefalometrice laterale aparținând unor pacienți cu vârste sub 18 ani a stabilit că 10 măsurători cefalometrice au prezentat diferențe semnificative între sexe, însă în urma analizei statistice, bărbații și femeile au prezentat o acuratețe a determinării de aproximativ 50%. Împărțirea lotului pe grupe de vârste și în funcție de criteriile etnice și rasiale a dus la o îmbunătățire a rezultatelor pentru categoriile de vârstă mai înaintate [31].

În 1990, Eveleth și Tanner au sintetizat variațiile în modelele de creștere pentru ambele sexe și au precizat că băieții sunt puțin mai înalți decât fetele de aceeași vârstă până la inițierea pubertății, ulterior fetele sunt mai înalte până la încetarea pubertății iar apoi băieții devin din nou mai înalți, întrucât ritmul lor de creștere urmează pe cel al fetelor [32].

Având în vedere cele de mai sus cât și ținând cont de rezultatele obținute de O'Donnell am considerat utilă împărțirea lotului de grupe de vârstă. Pentru fiecare categorie de vârstă am calculat funcțiile discriminante pentru întreg craniu, respectiv pentru neurocraniu și viscerocraniu pentru a putea constata evoluția acestora în procesul de creștere cranio-facială.

În perioada 5-7,9 ani am constatat o creștere similară pentru ambele sexe, în special la nivelul neurocraniului. Dimorfismul sexual a fost slab evidențiat, acuratețea funcției discriminante obținute fiind de 64.3%. Funcția discriminantă obținută în urma analizării măsurătorilor de la nivelul neurocraniului a dat aceleași rezultate cu cea obținută pe întreg craniu, fiind inclusă în funcție aceeași măsurătoare craniană și anume lungimea foramen magnum. În urma analizării măsurătorilor de la nivelul viscerocraniului am obținut rezultate mai scăzute, acuratețea funcției obținute fiind de 60.3% cu sensibilitatea și specificitatea apropiate.

Pe baza rezultatelor obținute prin analiza statistică a acestei categorii de vârstă am putut constata că în această perioadă se înregistrează o ușoară creștere la nivelul neurocraniului, în special în lungime, pe când viscerocraniul nu prezintă modificări semnificative.

Perioada 8-9.9 ani se caracterizează printr-o ușoară creștere atât la nivelul neurocraniului cât și la nivelul viscerocraniului. Dimorfismul sexual tinde să se evidențieze mai mult având în vedere că acuratețea funcției discriminante obținute pe întreg craniu a fost de 75.3%. În funcție au fost incluse două măsurători craniene și anume lățimea minimă a frunții și lungimea foramen magnum, cu un impact mai mare a acestora în determinarea sexului, având în vedere valoarea coeficientului obținut. Pentru această categorie de vârstă, sexul masculin a fost mai bine identificat față de cel feminin atât pe întreg craniu cât și pe regiunile analizate.

În urma analizării măsurătorilor de la nivelul neurocraniului, se constată o creștere a acurateții funcției discriminante la 77.9% cu o îmbunătățire și a sensibilității și specificității în determinarea sexului. Însă, funcția discriminantă obținută pe baza măsurătorilor de la nivelul viscerocraniului a prezentat valori ușor mai scăzute, acuratețea funcției fiind de 71.4%, fiind inclusă în funcție doar lățimea minimă a frunții. Sexul feminin a fost mai slab identificat față de cel masculin având în vedere acuratețea obținută de 25% față de 92.5%, în special datorită distribuției inegale de subiecți analizați în această categorie de vârstă.

În această categorie de vârstă, procesul de creștere cranio-facială, pe baza rezultatelor obținute, constă într-o ușoară creștere a întregului craniu mai semnificativă însă la nivelul neurocraniului care se caracterizează printr-o creștere în special în lungime cât și în înălțime, având în vedere măsurătorile incluse în funcție.

În perioada 10-11.9 ani se constată o creștere atât la nivelul neurocraniului cât și la nivelul viscerocraniului. În urma analizei întregului craniu, funcția discriminantă bazată pe aceleași două măsurători craniene incluse în ecuația pe întreg craniu din categoria de vârstă anterioară, a prezentat o ușoară creștere a acurateții, obținându-se o valoare de 76.9%. Se constată pentru această perioadă o creștere mai pronunțată la nivelul neurocraniului pentru sexul feminin, aspect ce se reflectă și în acuratețea crescută obținută.

În urma analizării măsurătorilor de la nivelul neurocraniului, funcția discriminantă a prezentat o ușoară scădere de acuratețe a determinării (72.5%) comparativ cu categoria de vârstă anterioară, în special datorită creșterii craniului în dimensiuni pentru sexul feminin care tinde să egalizeze sexul masculin (specificitatea și sensibilitatea aproximativ egale).

Rezultate asemănătoare am obținut și în urma analizării măsurătorilor de la nivelul viscerocraniului. Acuratețea obținută a fost de 70.2% cu o scădere a diferențelor înregistrate anterior la acest nivel între cele două sexe, ceea ce denotă o ușoară creștere la nivelul viscerocraniului pentru sexul feminin.

Pe baza rezultatelor obținute, această categorie de vârstă se caracterizează printr-o creștere craniană în special în lățime atât la nivelul neurocraniului cât și la nivelul viscerocraniului având în vedere măsurătorile incluse în funcții.

Perioada 12-13.9 ani se caracterizează prin apariția pubertății și dezvoltării caracterelor sexuale secundare la femei care constă într-o creștere accelerată atât la nivelul neurocraniului cât și la nivelul viscerocraniului.

În urma analizării tuturor măsurătorilor craniene se constată o scădere a acurateții la 70.6%, fiind incluse în funcție trei măsurători craniene de la nivelul neurocraniului (lungimea și lățimea craniului, lățimea foramen magnum), subliniind astfel rolul important al neurocraniului în determinarea sexului pentru această perioadă.

Pentru sexul feminin se constată o accelerare în procesul de creștere la nivelul neurocraniului, având în vedere procentul de acuratețe din cadrul funcției obținute (70.6%), atât în lungime cât și în lățime, depășind astfel sexul masculin care nu înregistrează modificări semnificative în procesul de creștere în această perioadă.

De asemenea și la nivelul viscerocraniului se constată că sexul feminin prezintă o ușoară creștere determinând o relativă egalizare în dimensiuni cu sexul masculin, ceea ce a determinat scăderea acurateții la 63.5%. Ambele grupuri analizate au prezentat acurateți aproximativ egale.

În perioada 14-15.9 ani, se constată la bărbați o accelerare în procesul de creștere, ce denotă debutul pubertății și dezvoltarea caracterelor sexuale la aceștia. Funcția discriminantă obținută în urma analizării tuturor măsurătorilor craniene a prezentat o acuratețe scăzută de doar 67.7% fiind incluse în funcție două măsurători de la nivelul neurocraniului (lungimea și lățimea craniului) și una de la nivelul viscerocraniului (înălțimea nasului). Ambele grupuri analizate au prezentat acurateți aproximativ egale.

În urma analizării măsurătorilor de la nivelul neurocraniului s-a constatat o accelerare în procesul de creștere pentru sexul masculin determinând o relativă egalizare cu sexul feminin care în acest interval prezintă o perioadă de stagnare în procesul de creștere (platou), ceea ce explică și acuratețea obținută (67.6%). Creșterea pentru această categorie de vârstă se caracterizează în lungime și lățime având în vedere măsurătorile incluse în ecuație (lungimea și lățimea craniului, lungimea bazei craniene).

La nivelul viscerocraniului, funcția discriminantă a fost de 72.5% fiind incluse în funcție două măsurători (lățimea bizigomatică și înălțimea nasului). Ambele sexe au prezentat acurateți egale ceea ce denotă că sexul masculin înregistrează o ușoară creștere față de sexul feminin la care procesul de creștere s-a diminuat.

În perioada 16-18 ani se constată la femei definitivarea procesului de creștere, pe când la bărbați se înregistrează o ușoară creștere atât la nivelul neurocraniului (în lățime și lungime) cât în special la nivelul viscerocraniului unde se conturează mai ales lățimea feței.

Funcția discriminantă obținută în urma analizării tuturor măsurătorilor craniene a prezentat o acuratețe crescută de 84%, fiind incluse două măsurători craniene și anume lățimea craniului și lungimea bazei craniene.

La nivelul neurocraniului, funcția discriminantă a prezentat o acuratețe de 81.1% fiind incluse două măsurători craniene și anume lățimea craniului și lungimea bazei craniene. În această perioadă, la sexul feminin se constată încheierea procesului de creștere cranio-facială.

În urma analizării măsurătorilor de la nivelul viscerocraniului se constată că în această perioadă are loc creșterea la bărbați în lățime, în funcție fiind inclusă o singură măsurătoare și anume lățimea bizigomatică, pe când la femei nu se înregistrează modificări semnificative. Acuratețea funcției a fost de 74.7% prezentând valorile sensibilității și specificității apropiate.

Ca o recapitulare a rezultatelor obținute putem concluziona că până la vârsta de 8 ani s-a constatat o creștere similară pentru ambele sexe, dimorfismul sexual fiind slab evidențiat. Sexul masculin a prezentat dimensiuni mai crescute față de sexul feminin pe toate categoriile de vârstă analizate. După vârsta de 8 ani creșterea/dezvoltarea craniului tinde să fie graduală determinând apariția dimorfismului sexual. Intervalul 8-10 ani înregistrează un grad moderat de dimorfism sexual, cu o acuratețe a determinării sexului de aproximativ 75%. În intervalul de vârstă 12-14 ani, la sexul feminin, odată cu debutul pubertății, se constată o creștere accelerată egalizând și ușor depășind în dimensiuni sexul masculin. În această perioadă nu se constată modificări semnificative în procesul de creștere cranio-facială pentru sexul masculin. În intervalul de 14-16 ani sexul feminin prezintă o perioadă de stagnare ceea ce denotă încheierea procesului de pubertate pe când sexul masculin, înregistrează o creștere accelerată care se va continua și în intervalul 16-18 ani. În ultimul interval de vârstă analizat, 16-18 ani, sexul feminin nu mai prezintă modificări semnificative în procesul de creștere, pe când la bărbați acesta continuă. Acest interval de vârstă corespunde perioadei premergătoare maturității, care denotă încheierea proceselor de creștere și dezvoltare cranio-facială, prin urmare și gradul de dimorfism sexual se apropie de cele înregistrate pe populații adulte (84%) [33, 34].

Rezultatele obținute în studiul personal, prin analiza funcției discriminante pe categorii de vârstă sunt în concordanță cu majoritatea rezultatelor obținute în alte studii similare.

Enlow, în studiul său în care a analizat procesul de creștere cranio-facială, sugerează că femeile și bărbații în privința caracteristicilor faciale nu diferă până la vârsta de 13 ani. În

această perioadă, creșterea facială pubertară încetinește la femei dar continuă la bărbați [28]. Și alte studii pe baza măsurătorilor la nivelul feței, confirmă că dimorfismul sexual la acest nivel este rezultatul ratei de creștere diferite după pubertate și în timpul adolescenței [35, 36].

Este unanim acceptat că trăsăturile morfologice și metrice ale scheletului se definitivează după dezvoltarea completă a caracterelor sexuale secundare, care apar la pubertate. Craniul feminin adult își păstrează multe dintre trăsăturile prepubertare, pe când craniul masculin devine mai robust [37], în parte și datorită creșterii nivelului de testosteron în perioada pubertară care stimulează creșterea masei musculare și scheletale [38].

Odată cu apariția perioadei de pubertate la femei, ce reflectă dezvoltarea caracterelor sexuale secundare, cunoscută a fi cu aproximativ 2 ani mai devreme de băieți, apare o accelerare în dezvoltarea cranio-facială. Ulterior, creșterea cranio-facială la femei începe să scadă și începe să crească la bărbați [39], ceea ce am constatat și în studiul personal în urma analizării măsurătorilor craniene.

Dean utilizând metoda morfometriei geometrice a constatat că bărbații prezintă o rată accelerată în modificarea feței, prezentând vârful de creștere la 15 ani ce determină diferențele de forma craniofaciale la adult [40], rezultate asemănătoare cu cele obținute și în studiul personal, vârful de creștere la bărbați fiind înregistrat în intervalul 14-16 ani.

Bulygina [41] a analizat, pe 500 de radiografii laterale, dimorfismul sexual și procesul de dezvoltare morfologică și a constatat că dimorfismul sexual observat la nivelul neurocraniului a fost evidențiat încă din primele stadii analizate și a rămas constant pe toată perioada, sugerând astfel originea prenatală a acestuia. Comparativ, dimorfismul sexual pentru viscerocraniu se remarcă postnatal și crește în timp, în special în perioada adolescenței. Creșterea viscerocraniului la femei începe să scadă începând cu vârsta de 13 ani și se oprește în jurul vârstei de 15 ani, pe când la bărbați, procesul de creștere continuă după această vârstă.

Humphrey precizează că dezvoltarea dimorfismului sexual ține de rata și durata procesului de creștere la bărbați și femei și care este rezultatul creșterii diferite în perioada adolescenței. De asemenea, precizează că majoritatea trăsăturilor faciale ating dimensiunea adultă mai târziu decât trăsăturile neurocraniului [39].

Rezultate asemănătoare am obținut și în studiul personal, unde am constatat că atât la femei cât și la bărbați, are loc inițial o creștere la nivelul neurocraniului și ulterior la nivelul viscerocraniului. De asemenea, am constatat că zona craniului care prezintă cel mai mare grad de dimorfism sexual s-a dovedit a fi neurocraniul, având în vedere că cele mai multe variabile semnificative din fiecare funcție discriminantă dată aparțin neurocraniului. Lățimea craniului s-a dovedit a fi cea mai dimorfică variabilă pentru categoriile de vârstă 12-18 ani.

Rezultate asemănătoare a prezentat și Gonzalez, care a analizat 598 de cefalograme aparținând unei populații americane cu vârste cuprinse între 5 și 16 ani, și a efectuat 20 de măsurători craniene. În urma analizei statistice a stabilit că femeile, atât la nivelul feței cât și la nivelul neurocraniului, prezintă o dezvoltare completă mai devreme decât bărbații, pe când bărbații prezintă dimensiuni mai mari ale neurocraniului față de femei în toate etapele de creștere, având că rezultat un craniu mai lung și mai înalt față de acestea. Cea mai dimorfică regiune până la începutul pubertății s-a dovedit a fi neurocraniul. Trăsăturile sexuale secundare încep să se distingă la ambele sexe în jurul vârstei de 13 ani. Acuratețea cea mai mare, de 89%, a prezentat-o categoria de vârstă 15-16 ani, aceasta scăzând pentru categoriile de vârstă 5-6 ani și 11-12 ani la 78% respectiv 72% [42].

Ursi, în studiul efectuat în 1993, constată că dimorfismul sexual devine aparent după vârsta de 14 ani pentru cele mai multe măsurători scheletale analizate. În intervalul 6-12 ani, constată că ambele sexe prezintă rate de creștere similare. De asemenea, constată că bărbații prezintă dimensiuni mai mari pe tot intervalul analizat față de femei și că aceștia în perioada pubertară prezintă o creștere marcată la nivelul viscerocraniului cu aproximativ 25% [36].

Ferrario, în studiul său efectuat în 1998, a analizat 22 de parametri faciali cu ajutorul softului 3-Dimensional Facial Morphometry pe un lot de 1347 de nord italieni cu vârste cuprinse între 6 și 32 ani. În urma analizei a constatat că procesul de creștere facială la femeile din categoria de vârstă 14-15 ani este aproape complet pe când la bărbați procesul de creștere continuă câțiva ani după această vârstă. De asemenea a constatat că bărbații au prezentat dimensiuni mai mari decât femeile pe toate categoriile de vârstă cu excepția categoriei de vârstă 11-12 ani când femeile prezintă o accelerare a procesului de creștere, determinând dimensiuni similare. Procesul de creștere a fost similar pentru ambele sexe până la vârsta de 11 ani când la fete se constată o accelerare în creșterea facială. După vârsta de 11-12 ani, procesul de creștere scade treptat devenind aproape nul după vârsta de 15 ani. La bărbați, procesul de creștere a fost continuu de la vârsta de 6 ani până la vârsta adultă [43].

Similar rezultatelor obținute de Ferrario, în studiul personal am constatat că sexul feminin prezintă o ușoară creștere în intervalul 10-12 ani și ulterior o creștere accelerată în intervalul 12-14 ani egalizând și ușor depășind sexul masculin în dimensiuni. După această vârstă prezintă perioadă de platou în care nu se mai constată modificări semnificative în procesul de creștere cranio-facială. La sexul masculin am constatat o creștere accelerată în perioada 14-16 ani care continuă și în următorul interval analizat (16-18 ani). Aceste rezultate s-au tradus în procente scăzute ale acurateții determinării sexului pentru intervalul 12-14 ani, respectiv 14-16 ani.

## **Discuții privind estimarea vârstei**

### *Discuții privind rezultatele obținute prin analiza regresiei liniare*

Cu ajutorul analizei regresiei liniare am determinat ecuații de regresie cu rol în estimarea vârstei. Cum în activitatea de antropologie medico-legală, frecvent ne intersectăm cu craniile deteriorate, fragmentate, incomplete, am considerat utilă aplicarea regresiei liniare pe regiuni și anume pe neurocraniu respectiv viscerocraniu pentru a constata relevanța fiecăreia în estimarea vârstei.

În urma analizei regresiei liniare pe măsurătorile de la nivelul neurocraniului, softul de analiză a selectat trei parametri cranieni (lungimea bazei craniului, lățimea craniului și lungimea foramen magnum) cu rol în estimarea vârstei, determinând pe baza acestora 3 modele predictive.

Primul model care include în ecuație o singură măsurătoare craniană și anume lungimea bazei craniului, a prezentat un procent de determinare a vârstei de 46.4% cu o eroare standard de estimare de  $\pm 2.704$  ani. Ultimul model cu semnificația statistică cea mai mare în care sunt incluse toate cele 3 măsurători craniene a prezentat o ușoară creștere a procentului de determinare până la 47.3% cu o scădere mică a erorii standard de estimare la  $\pm 2.686$  ani.

Pe baza rezultatelor obținute putem stabili că neurocraniul are un rol scăzut în determinarea vârstei la populația subadultă analizată. În situațiile în care avem un material osos la care se pot efectua doar măsurători la nivelul neurocraniului, lungimea bazei craniului are relevanța cea mai mare în procesul de estimare a vârstei comparativ cu ceilalți parametri cranieni, prezentând un coeficient de determinare de 46.4%.

În urma analizei regresiei liniare pe măsurătorile de la nivelul viscerocraniului, softul de analiza a selectat trei variabile dintre măsurătorile craniene (lățimea bizigomatică, înălțimea nasului și înălțimea orbitei) cu rol în estimarea vârstei, determinând pe baza acestora 3 modele predictive.

Primul model care a inclus în ecuație o singură măsurătoare craniană și anume lățimea bizigomatică, a prezentat un procent de determinare a vârstei de 61.3% cu o eroare standard de estimare de  $\pm 2.297$  ani.

În cel de al treilea model model obținut, în care au fost incluse toate cele 3 măsurători craniene, s-a constatat o creștere a procentului de determinare a vârstei până la 65.6% și o scădere a erorii standard ( $\pm 2.16$  ani).

Pe baza rezultatelor obținute am putut aprecia că viscerocraniul are un rol important în estimarea vârstei la populația subadultă. Lățimea bizigomatică a prezentat relevanța cea mai mare în estimarea vârstei, prezentând o acuratețe de estimare de 61.3%.

Analiza regresiei liniare aplicată pe întreg craniu a prezentat rezultate mai îmbucurătoare în procesul de estimare a vârstei. Au fost selectați cei 6 parametri selectați la analiza neurocraniului respectiv viscerocraniului.

Primul model în care este inclusă o singură măsurătoare craniană și anume lățimea bizigomatică, a prezentat o valoare predictivă de 61.3% cu o eroare standard de estimare de  $\pm 2.29$  ani.

Includerea în ecuație a celorlalte măsurători craniene au determinat o creștere a valorii predictive până la 71.2% și o scădere a erorii standard până la  $\pm 1.99$  ani.

Pe baza rezultatelor obținute se poate iar constata rolul important al viscerocraniului în estimarea vârstei cel mai probabil datorită creșterii continue a scheletului facial în perioada postnatală și în special la pubertate comparativ cu neurocraniul a cărei creștere este asociată cu creșterea în volum a creierului care încetinește după primii ani de viață.

În activitatea de antropologie medico-legală, cele mai uzuale metode de estimare a vârstei scheletale în perioada postnatală sunt realizate pe baza studierii dentiției, măsurării oaselor lungi cât și pe analizarea apariției modificărilor morfologice a centrilor primari și epifizari ca de exemplu standardele lui Greulich și Pyle, Tanner [44, 45].

În literatura de specialitate sunt puține informații în ceea ce privește estimarea vârstei pe craniu față de restul scheletului sau dentiției, cel mai probabil datorită fuzării componentelor craniene prenatal sau în prima perioadă a copilăriei [46].

Franklin a utilizat morfometria geometrică pe 79 de mandibule aparținând unei populații sud africane cu vârste cuprinse între 1 și 17 ani, în vederea estimării vârstei. A determinat mărimea și forma centrului de greutate al mandibulei iar în urma analizei de regresie liniară a obținut o eroare standard de estimare a vârstei cuprinsă între  $\pm 2-3$  ani.

Braga a analizat 127 CT-uri craniene calculând centrele de greutate al feței și al bazei craniene în vederea estimării vârstei. Cu ajutorul morfometriei geometrice și în urma analizei statistice a obținut o eroare standard de estimare a vârstei pentru centrul de greutate al feței cuprinsă între 1.27 și 2.09 ani iar pentru centrul de greutate al bazei craniului cuprinsă între 1.52 și 2.64 ani [46].

Reppien a reanalizat toate cazurile cadavrelor neidentificate inițial și identificate ulterior, pe o perioadă de 21 de ani. A aplicat 7 metode dentare diferite în vederea estimării

vârstei, în urma cărora, a concluzionat că în funcție de gradul de dezvoltare dentară, vârsta la copii mici poate fi estimată într-un interval de 2 ani pe când la subadulți în general (incluzând și copii mari și adolescenți) într-un interval de 4 ani [47]

Rezultate obținute sunt comparabile cu cele obținute de mine în studiul personal, având în vedere metodele diferite utilizate și calcularea unor parametri diferiți.

Am considerat, de asemenea, utilă compararea rezultatelor obținute în studiul personal cu cele obținute în studiile care s-au axat pe măsurarea oaselor lungi în vederea estimării vârstei.

Într-un studiu recent publicat de Abrantes în 2013, acesta a efectuat măsurători pe 6 oase lungi (femur, tibie, fibulă, humerus, ulnă, radius) pe un lot de 184 de schelete cu vârste sub 13 ani. În urma analizei de regresie liniară au fost determinate ecuații de regresie pentru fiecare os în parte iar erorile standard au fost cuprinse între 1.06 (pentru femur) și 1.2 ani (pentru ulnă) [48].

Eroarea standard de estimare a vârstei obținută de Rissech, în urma măsurării diafizelor oaselor lungi și aplicării analizei de regresie, a fost de 1.399 ani pentru humerus, respectiv de 1.777 ani pentru tibie [49, 50].

Cardoso, în studiul efectuat în 2014 pe un lot de 184 de schelete cu vârste sub 13 ani aparținând colecțiilor osoase din Anglia și Portugalia, a efectuat măsurători pe aceleași 6 oase lungi, constatând că cea mai bună acuratețe în estimarea vârstei o prezintă femurul (eroarea standard medie fiind de 0.92 ani pentru bărbați și de 1.21 ani pentru femei).

Comparativ cu rezultatele obținute de studiile efectuate în vederea estimării vârstei utilizând lungimea diafizară a oaselor lungi pot stabili că metoda utilizată în studiul personal poate ajuta la estimarea vârstei, întrucât eroarea standard medie pe care am obținut-o a fost de 1.99 ani.

Literatura de specialitate arată că noi metode de determinare a sexului și estimare a vârstei sunt în continuă dezvoltare determinând rezultate comparabile cu cele deja obținute pe metodele clasice.

În urma studiului personal și pe baza rezultatelor obținute apreciez că metoda antropometrică pe craniu este utilă în estimarea vârstei la populația subadultă prezentând un coeficient de determinare de 71.2% și o eroare standard de  $\pm 1.99$  ani.

#### *Discuții privind rezultatele obținute prin analiza regresiei logistice*

Am utilizat vârsta de 13 ani ca o valoare cut-off având în vedere că vârsta poate fi estimată cu ajutorul dentiției până la această vârstă. Rolul regresiei logistice este acela de a

prezice dacă măsurătorile craniene pot include subiecții în categoria de vârstă de sub 13 ani sau peste 13 ani.

Ca și în cazul regresiei liniare, am aplicat regresia logistică pe neurocraniu, viscerocraniu și ulterior pe tot craniu.

Pentru neurocraniu, softul de analiza a determinat două modele predictive, ambele semnificative statistic.

În primul model, a fost inclusă o singură măsurătoare craniană și anume lungimea bazei craniene, obținând o sensibilitate de 73.5% și o specificitate de 78.5% cu o acuratețe de 76.2%. Valoarea predictivă a utilizării valorilor lungimii bazei craniene în funcție de valoarea cut-off este exprimată prin Odds ratio de 1.4, ceea ce reprezintă că șansa de a avea peste 13 ani este de 1.4 ori mai mare.

În al doilea model unde a fost adăugată o a doua variabilă și anume lungimea craniului am obținut o creștere a acurateței la 77.8% cât și o creștere a sensibilității la 74.6% și a specificității la 80.7%.

Pentru a stabili semnificația modelului obținut am utilizat aria ROC care a constatat că aria de sub curbă este de 86.1%, ceea ce denotă o sensibilitate (86.72%) și o specificitate (65.74%) crescută în identificarea unei valori de tip cut-off în estimarea vârstei în funcție de parametrii cranieni.

Pentru fiecare măsurătoare craniană aparținând neurocraniului am calculat aria de sub curbă, procentele cele mai mari le-am obținut pentru lungimea bazei craniului de 86% și pentru înălțimea craniului de 77.1%.

Pentru lungimea bazei craniene, calculând indicii Youden, am obținut o valoare cut-off de 96 mm, ceea ce reprezintă că o valoare de peste 96 mm a lungimii bazei craniene este înalt predictivă pentru apartenența la lotul >13 ani prezentând o sensibilitate de 86.72% și o specificitate de 65.74%.

Pentru înălțimea craniului, calculând indicii Youden, am obținut o valoare cut-off de 134.7 mm, ceea ce reprezintă că o valoare de peste 134.7 mm a înălțimii craniului este înalt predictivă pentru apartenența la lotul >13 ani prezentând o sensibilitate de 73.44% și o specificitate de 65.18%.

Pentru măsurătorile de la nivelul viscerocraniului am obținut 3 modele predictive.

În primul model este inclusă o singură măsurătoare craniană și anume lățimea bizigomatică. Pentru acest model am obținut o acuratețe de 80.5% cu o sensibilitate de 78.5% și o specificitate de 82.2%. Odds ratio a fost de 1.3 ceea ce reprezintă că la o creștere cu o

unitate a lăţimii bizigomatice probabilitatea ca subiectul să aibă peste 13 ani este de 1.3 ori mai mare.

Pentru al treilea model în care au fost incluse trei variabile (lăţimea bizigomatică, înălţimea nasului şi înălţimea orbitei) am obţinut o uşoară creştere a acurateţei la 80.8%, cu o sensibilitate de 78.1% şi o specificitate de 83.2%.

De asemenea pentru a stabili semnificaţia statistică a ultimului model am calculat curba ROC şi am constatat că aria de sub curbă este de 90.8% ce denotă o sensibilitate (86.31%) si o specificitate (80.78%) crescută.

Pentru fiecare măsurătoare craniană aparţinând viscerocraniului am calculat aria de sub curbă şi am constatat că procente cele mai mari au fost înregistrate de lăţimea bizigomatică (89.6%) urmată de înălţimea nasului (84.7%) şi de lăţimea minimă a feţei (83.6%).

Indicele Youden pentru lăţimea bizigomatică a prezentat o valoare de 0.64, care corespunde unei valori cut-off de 119.2 mm, ceea ce reprezintă că o valoare de peste 119.2 mm a acestei variabile este înalt predictivă pentru apartenenţa la lotul >13 ani prezentând o sensibilitate de 85.89% şi o specificitate de 78.83%.

Pentru înălţimea nasului, indicele Youden a prezentat o valoare de 0.56 care corespunde unei valori cut-off de 44 mm, ceea ce reprezintă că o valoare mai mare de 44 mm este înalt predictivă pentru apartenenţa la lotul >13 ani, prezentând o sensibilitate de 82.57% şi o specificitate de 73.82%.

Pentru lăţimea minimă a feţei am obţinut un indice Youden de 0.53 care corespunde unei valori cut-off de 99.7 mm, ceea ce reprezintă că o valoare mai mare este înalt predictivă pentru apartenenţa la lotul >13 ani, prezentând o sensibilitate de 75.93% şi o specificitate de 77.72%.

Analiza regresiei logistice pe întreg craniu a determinat 5 modele predictive în care au fost incluse variabilele selectate de la nivelul neurocraniului respectiv viscerocraniului.

În primul model este inclusă o singură măsurătoare craniană şi anume lăţimea bizigomatică. Pentru primul model am obţinut o sensibilitate de 78.5% şi o specificitate de 82.2% cu o acurateţe de 80.5%.

În al cincilea model în care au fost incluse cele 5 variabile selectate (lăţimea bizigomatică, lungimea bazei craniene, înălţimea nasului, înălţimea orbitei şi lungimea foramen magnum) am obţinut o creştere a acurateţei la 83.5% cu o creştere şi a sensibilităţii (82.4%), respectiv a specificităţii (84.4%).

Realizând curba ROC pentru ultimul model, cel mai semnificativ, am constatat că aria de sub curbă a prezentat o valoare 90.8%, valoare egală cu cea constatată pentru modelul de

regresie obținut pe măsurătorile viscerocraniului, ceea ce denotă importanța viscerocraniului în modelul de predicție a vârstei.

Pe baza rezultatelor obținute putem stabili că în estimarea vârstei la populația românească subadultă îl reprezintă viscerocraniul având în vedere creșterea progresivă până la atingerea maturității.

### **Considerații finale**

În studiul prezentat am constatat că pe lotul studiat cu vârste cuprinse între 5 și 18 ani, sexul masculin a prezentat valori mai mari ale măsurătorilor craniene pe toate categoriile de vârstă analizate.

În urma analizei funcției discriminante calculată pe întreg lotul, acuratețea determinării sexului s-a situat la valori scăzute - 68.3%. De asemenea, și acuratețile funcțiilor discriminante obținute pe măsurătorile de la nivelul neurocraniului și viscerocraniului au prezentat rezultate asemănătoare (69% respectiv 62%).

Având în vedere rezultatele obținute am considerat utilă împărțirea lotului pe categorii de vârstă pentru a determina evoluția gradului de dimorfism sexual în perioada analizată raportat la procesele de creștere și dezvoltare ale subadultilor, băieți și fete.

Am constatat în urma analizelor statistice efectuate că zona craniană care prezintă gradul de dimorfism sexual cel mai ridicat pe intervalul studiat este neurocraniul, acesta înregistrând procente de acuratețe mai mari pe aproape toate categoriile de vârstă analizate, comparativ cu rezultatele obținute pentru măsurătorile de la nivelul viscerocraniului. Aceste aspecte sunt probabil și urmarea imposibilității extinderii măsurătorilor craniene la nivelul regiunilor maxilare și mandibulare, care ar fi contribuit cu siguranță la obținerea unor rezultate mai bune ale determinării sexului la nivelul acestei regiuni.

Pentru perioada de vârstă 5-8 ani am constatat că dimorfismul sexual cranian este slab reprezentat (acuratețea determinării sexului de 64.3%), fiind determinat în special de măsurătorile de la nivelul neurocraniului. Ambele sexe au prezentat o creștere liniară, fără modificări semnificative între cele două sexe.

Perioada următoare de vârstă 8-10 ani se caracterizează printr-o ușoară creștere a dimensiunilor la nivelul neurocraniului, atât la fete cât și la băieți, fără însă a se constata modificări semnificative la nivelul viscerocraniului.

Procesul de creștere cranio-facială devine însă evident începând cu vârsta de 10-12 ani și cel puțin în ceea ce privește viscerocraniul, încep să fie constatate creșteri mai accentuate în special la sexul feminin. În această perioadă am constatat de asemenea și o creștere a

dimensiunilor neurocraniului la sexul feminin, care pentru această grupă de vârstă determină o ușoară egalizare a dimensiunilor cu cele înregistrate la neurocraniul băieților.

Următoarea perioadă, 12-14 ani, se caracterizează prin apariția pubertății și dezvoltării caracterelor sexuale secundare la femei, care se traduce craniometric printr-o creștere accelerată atât la nivelul neurocraniului cât și la nivelul viscerocraniului, determinând o relativă egalizare și chiar depășire a dimensiunilor în special pentru neurocraniu comparativ cu sexul masculin.

Perioada 14-16 ani se caracterizează prin apariția pubertății și a caracterelor sexuale secundare la bărbat, care se traduce sub aspect craniometric printr-o creștere accelerată în special la nivelul neurocraniului. Sexul feminin nu mai înregistrează modificări semnificative în procesul de creștere cranio-facială în această perioadă, prin urmare la sfârșitul acestei perioade măsurătorile craniene redevin mai mari pentru sexul masculin.

Perioada 16-18 ani corespunde perioadei premergătoare maturității în care se constată încheierea procesului de creștere la femei pe când la bărbați acesta continuă în special la nivelul viscerocraniului, însă în linii mari acuratețea determinării sexului pentru această categorie de vârstă se apropie de cea înregistrată la populațiile adulte.

Pe baza rezultatelor obținute am putut stabili că procesul de creștere cranio-facială se caracterizează printr-o creștere lentă la nivelul neurocraniului în perioada 5-10 ani cu evidențierea unui dimorfism sexual moderat. La nivelul viscerocraniului nu am constatat modificări semnificative în procesul de creștere cranio-facială în această perioadă. În perioada 10-14 ani, neurocraniul tinde să crească la sexul feminin cu egalizarea și ușor depășirea dimensiunilor sexului masculin iar ulterior în perioada pubertății, cu accelerarea creșterii la nivelul viscerocraniului. Același pattern este urmat și de către sexul masculin, însă cu un decalaj de circa 2 ani. Începând cu perioada 12-14 ani se constată o ușoară creștere a neurocraniului la aceștia urmată apoi în perioada 14-16 de o creștere accelerată a neurocraniului egalizând și depășind sexul feminin, care continuă și în următoarea perioadă în special la nivelul viscerocraniului. Sexul feminin după vârsta de 14-16 ani nu mai înregistrează modificări semnificative în procesul de creștere cranio-facială, subliniind încheierea procesului de creștere.

În a doua parte a studiului personal, pe baza aceluiași măsurători craniene am utilizat două metode statistice de estimare a vârstei la populația subadultă, și anume regresia liniară și regresia logistică.

Utilizând analiza regresiei liniare pentru măsurătorile de la nivelul neurocraniului, am obținut rezultate modeste. Măsurătoare craniană cu relevanța cea mai mare în estimarea

vârstei a fost lungimea bazei craniului. Analiza funcției de regresie pentru măsurătorile de la nivelul viscerocraniului a prezentat rezultate favorabile, iar măsurătoarea craniană cu relevanța cea mai mare în estimarea vârstei a fost lățimea bizigomatică.

Aceste rezultate sunt determinate de faptul că creșterea neurocraniului este oarecum dependentă de creșterea în volum a creierului, care este mai subtilă în perioada analizată pe când creșterea viscerocraniului este continuă și mai pronunțată, în special în perioada pubertății.

Analiza de regresie liniară realizată pe toate măsurătorile craniene a prezentat rezultate comparabile cu alte studii din literatura de specialitate care s-au axat pe estimarea vârstei pe baza dentiției sau a oaselor lungi, dovedind astfel utilitatea relativă a metodei și în ceea ce privește măsurătorile craniene.

Întrucât după vârsta de 13 ani, odată cu erupția molarului II, estimarea vârstei la populația subadultă este dificilă și nu mai beneficiază de niciun reper temporal, am considerat utilă analiza prin metoda regresiei logistice stabilind vârsta de 13 ani ca o valoare cut-off de diferențiere a celor două subloturi de studiu.

Analiza regresiei logistice aplicată pe măsurătorile craniene de la nivelul neurocraniului a prezentat rezultate încurajatoare (acuratețea de 77.8%), în modelul statistic cel mai semnificativ fiind incluse două măsurători craniene (lungimea craniului și a bazei craniene).

De asemenea și modelul statistic obținut pe măsurătorile de la nivelul viscerocraniului a prezentat acuratețe crescută (80.8%) cât și sensibilitate și specificitate crescute, fiind incluse în model trei măsurători craniene (lățimea bizigomatică, înălțimea nasului și a orbitei).

Analiza regresiei logistice aplicată pe toate măsurătorile craniene a determinat o creștere a acurateții (83.5%) prezentând sensibilitatea și specificitatea crescute (82.4% respective 84.4%). Modelul cel mai semnificativ statistic a inclus 5 măsurători craniene, cele alese de la nivelul neurocraniului și viscerocraniului.

Am calculat indicele Youden pentru parametrii cranieni care au prezentat aria de sub curbă cea mai mare obținând câte o valoare predictivă pentru includerea în lotul de vârstă mai mare de 13 ani; fiecare în parte prezentând sensibilitate și specificitate crescute.

### **Propunere pentru metodologie de estimare a sexului și vârstei la copii și adolescenți pe măsurătorile craniene**

În activitatea practică a antropologiei medico-legale, determinarea sexului și estimarea vârstei pe material osos depinde în primul rând de starea acestora (intacte, fragmentate, incomplete, deteriorate), prin urmare și propunerea mea va cuprinde atât situațiile în care

avem de a face cu craniu intact, cât și cele în care piesele osoase sunt fragmentate, deteriorate sau supuse acțiunii factorilor de mediu și timpului.

În cazul în care avem la dispoziție întreg craniu, propun următorul algoritm de determinare a sexului și estimare a vârstei:

1.Efectuarea investigației imagistice CT urmată de identificarea reperelor craniometrice, sau după caz efectuarea măsurătorilor craniene în mod direct.

2.Măsurarea ulterioară a lățimii bizigomatice iar pe baza dimensiunii acesteia includerea în ecuația de regresie logistică pentru stabilirea apartenenței la grupul de vârstă (sub 13 ani sau peste 13 ani), în situația în care regiunea dento-maxilara nu este disponibilă.

3.Pentru o apreciere mai certă a intervalului de vârstă, calcularea a 4 măsurători craniene și anume lungimea bazei craniului, lungimea foramen magnum, înălțimea nasului și a orbitei și includerea acestor măsurători în ecuația de regresie liniară pentru determinarea vârstei, de forma

$$0,172*ZIG-0,16*HOR+0,24*HN+0,143*BAN-0,096*FOL-36,850$$

4.În vederea determinării sexului: în funcție de categoria de vârstă determinată la punctul anterior, se efectuează următoarele măsurători craniene care se introduc în funcțiile aferente grupei de vârstă calculată, după cum sunt reprezentate în tabelul de mai jos

Grupă vârstă	Măsurători craniene	Forma funcției
5-7.9 ani	Lățimea bizigomatică, înălțimea nasului	ZIG *0.266-HN*0,318- 16.234
8-9.9 ani	Lățimea minimă a frunții	FTL*0.272- 25.928
10-11.9 ani	Lățimea minimă a feței	FMT*0.216- 20.725
12-13.9 ani	Lățimea minimă a frunții	FTL*0.219-21.190
14-15.9 ani	Lățimea bizigomatică, înălțimea nasului	ZIG*0.111+HN*0.210-23.767
16-18 ani	Lățimea bizigomatică	ZIG* 0.165-21.122

În cazul în care avem la dispoziție doar neurocraniul, propun următorul algoritm de determinare a sexului și estimare a vârstei:

1.Efectuarea investigației imagistice CT urmată de identificarea reperelor craniometrice, sau după caz efectuarea măsurătorilor craniene în mod direct.

2.Măsurarea ulterioară a lungimii bazei craniene iar pe baza dimensiunii acesteia includerea în ecuația de regresie logistică pentru stabilirea apartenenței la grupul de vârstă (sub 13 ani sau peste 13 ani).

3.Pentru o apreciere mai certă a intervalului de vârstă, calcularea a încă 2 măsurători craniene și anume lățimea craniului, lungimea foramen magnum și includerea acestor măsurători în ecuația de regresie liniară pentru determinarea vârstei, de forma

$$-27,007 + 0,373*BAN - 0,123*FOL + 0,046*EUR$$

4.În vederea determinării sexului: în funcție de categoria de vârstă determinată la punctul anterior, se efectuează următoarele măsurători craniene care se introduc în funcțiile aferente grupei de vârstă calculată, după cum sunt reprezentate în tabelul de mai jos

Grupă vârstă	Măsurători craniene	Forma funcției
5-7.9 ani	Lungimea foramen magnum	FOL *0.423- 14.689
8-9.9 ani	Înălțimea craniului, lungimea foramen magnum	HCR*0.107 +FOL*0.441-29.684
10-11.9 ani	Lățimea craniului, lungimea și lățimea foramen magnum	EUR*0.89+FOL*0.191+FOLA*0.209-25.467
12-13.9 ani	Lungimea și lățimea craniului, lățimea foramen magnum	GOP*0.086+EUR*0.086+FOLA*0.221-33.792
14-15.9 ani	Lungimea și lățimea craniului, lungimea bazei craniene	GOP*0.66+EUR*0.094+BAN*0.91-34.270
16-18 ani	Lățimea craniului, lungimea bazei craniene	EUR*0.101+BAN*0.197-34.523

În cazul în care avem la dispoziție doar regiunea facială (viscerocraniul), propun următorul algoritm de determinare a sexului și estimare a vârstei:

1.Efectuarea investigației imagistice CT urmată de identificarea reperelor craniometrice, sau după caz efectuarea măsurătorilor craniene în mod direct.

2.Măsurarea ulterioară a lățimii bizigomatice iar pe baza dimensiunii acesteia includerea în ecuația de regresie logistică pentru stabilirea apartenenței la grupul de vârstă (sub 13 ani sau peste 13 ani).

3.Pentru o apreciere mai certă a intervalului de vârstă, calcularea a încă 2 măsurători craniene și anume înălțimea nasului, înălțimea orbitei și includerea acestor măsurători în ecuația de regresie liniară pentru determinarea vârstei, de forma

$$-24,886 + 0,234*ZIG + 0,299*HN - 0,157*HOR$$

4.În vederea determinării sexului: în funcție de categoria de vârstă determinată la punctul anterior, se efectuează următoarele măsurători craniene care se introduc în funcțiile aferente grupei de vârstă calculată, după cum sunt reprezentate în tabelul de mai jos

Grupă vârstă	Măsurători craniene	Forma funcției
5-7.9 ani	Lățimea bizigomatică	ZIG *0.266-HN*0,318- 16.234
8-9.9 ani	Lățimea fronto-temporal	FTL*0.272- 25.928
10-11.9 ani	Lățimea fronto-malare-temporal	FMT*0.216- 20.725
12-13.9 ani	Lățimea fronto-temporal	FTL*0.219-21.190
14-15.9 ani	Lățimea bizigomatică, înălțimea nasului	ZIG*0.111+HN*0.210-23.767
16-18 ani	Lățimea bizigomatică	ZIG* 0.165-21.122

### Limite

O limitare importantă a studiului personal a fost reprezentată de imposibilitatea efectuării măsurătorilor la nivelul regiunii faciale inferioare, care să cuprindă în special măsurători la nivelul maxilelor respectiv mandibulei. Aceste măsurători ar fi fost în mod cert

de natură a îmbunătăți rezultatele obținute având în vedere rezultatele obținute de alți autori în studiile efectuate pe întreg viscerocraniul.

Imposibilitatea efectuării măsurătorilor la nivelul regiunii faciale inferioare s-a datorat în primul rând faptului că pacienții au necesitat examinare computer tomograf la nivelul neurocraniului, iar această examinare nu s-a extins și la nivelul viscerocraniului având în vedere riscul crescut de iradiere, încercându-se minimalizarea acestuia.

O altă limitare a studiului a fost neomogenitatea lotului analizat în sensul existenței unui dezechilibru în funcție de vârstă. În intervalul de vârstă 8-18 ani preponderent a fost sexul masculin, aspect ce a influențat rezultatele obținute, în sensul scăderii procentelor de acuratețe a determinării și a modelelor predictive, prin apariția erorilor legate de dezechilibrul între grupuri (sex bias).

### **Concluzia finală**

Pot concluziona că rezultatele prezentate (acuratețea determinării de 75% pentru intervalul de 8-11 ani respectiv 84% pentru intervalul de 16-18 ani) demonstrează prezența unui grad ridicat de dimorfism sexual la populația românească subadultă. Acesta este rezultatul ratei și duratei de creștere în perioada copilăriei, pubertății și adolescenței, ce determină apariția diferențelor metrice între sexul masculin și feminin.

Procesul de creștere cranio-facial nu prezintă o evoluție liniară, acest aspect fiind evidențiat în special în perioada pubertății. În această perioadă procentele de acuratețe a determinării sexului au fost scăzute (de sub 70%), aspect explicabil în principal prin momentele de debut ale pubertății diferite la femei și bărbați (în sensul apariției mai devreme la femei) care au rolul de a modifica trăsăturile morfologice ale craniului și implicit capacitatea de diferențiere pe baza analizei statistice a măsurătorilor craniene.

Studiul personal poate fi considerat un prim pas important în stabilirea dimorfismului sexual la populația subadultă românească.

În privința estimării vârstei la populația subadultă, am obținut rezultate asemănătoare cu alte studii care au utilizat alte repere anatomice (oase lungi, dentiția) ceea ce face ca metoda utilizată să fie în mod cert folositoare în estimarea vârstei la populația românească subadultă, cu atât mai mult cu cât eroarea standard de estimare înregistrată în studiul personal a fost de sub 2 ani ( $\pm 1.99$  ani)

### **Importanța studiului**

În urma analizării unui lot de 600 de CT-uri craniene aparținând populației românești cu vârste cuprinse între 5 și 18 ani am obținut rezultate încurajatoare în ceea ce privește

determinarea sexului, precum și în privința estimării vârstei. Un aspect important al studiului personal este acela că rezultatele obținute sunt raportate la populația contemporană, comparativ cu majoritatea studiilor din literatura de specialitate, care au fost realizate în special pe colecții osoase care datează din secolele XIX-XX.

De altfel, studiul prezentat în cadrul acestei lucrări este primul studiu de acest fel realizat pe populație românească subadultă. Metoda utilizată și anume cea imagistică este ușor de realizat, fiabilă, nedistructivă, rapidă, iar rezultatele obținute sunt comparative din punct de vedere al preciziei măsurătorilor cu cele realizate prin măsurarea directă a pieselor osoase. Mai mult măsurarea directă a materialului osos poate necesita niște proceduri consumatoare de timp și uneori distructive.

De asemenea, un aspect deloc de neglijat îl constituie faptul că pentru utilizarea bazelor de date imagistice, procedurile etice și deontologice, precum și normele etice ale cercetării științifice sunt aplicabile cu mult mai multă ușurință, comparativ cu studiile pe material osteologic.

Prin urmare, consider studiul de față un reper important în cercetarea științifică din domeniul antropologiei medico-legale în România, precum și un început pentru cât mai multe studii populaționale privind variabilitatea biologică și genetică a populației românești contemporane.

## Bibliografie

1. Cattaneo, C., Forensic anthropology: developments of a classical discipline in the new millennium. *Forensic Science International*, 2007. 165(2): p. 185-193.
2. Alexandrescu and Dermengiu, *Medicina Legală Prosecturală*. 2011: Editura Viata Medicală Românească.
3. Iscan, M.Y. and M. Steyn, *The human skeleton in forensic medicine*. 2013: Charles C Thomas Publisher.
4. Larsen, C.S., *Bioarchaeology: interpreting behavior from the human skeleton*. Vol. 69. 2015: Cambridge University Press.
5. Spradley, M.K., et al., Demographic change and forensic identification: problems in metric identification of Hispanic skeletons. *Journal of Forensic Sciences*, 2008. 53(1): p. 21-28.
6. Bigoni, L., J. Velemínská, and J. Brůžek, Three-dimensional geometric morphometric analysis of cranio-facial sexual dimorphism in a Central European sample of known sex. *HOMO-Journal of Comparative Human Biology*, 2010. 61(1): p. 16-32.
7. Jantz, R.L. and L. Meadows Jantz, Secular change in craniofacial morphology. *American Journal of Human Biology*, 2000. 12(3): p. 327-338.
8. Weisensee, K.E. and R.L. Jantz, Secular changes in craniofacial morphology of the Portuguese using geometric morphometrics. *American journal of physical anthropology*, 2011. 145(4): p. 548-559.
9. Saini, V., et al., Temporal variations in basicranium dimorphism of North Indians. *International journal of legal medicine*, 2014. 128(4): p. 699-707.
10. Godde, K., Secular trends in cranial morphological traits: a socioeconomic perspective of change and sexual dimorphism in North Americans 1849–1960. *Annals of human biology*, 2015. 42(3): p. 255-261.
11. Ross, A., D. Ubelaker, and E. Kimmerle, Implications of dimorphism, population variation, and secular change in estimating population affinity in the Iberian Peninsula. *Forensic science international*, 2011. 206(1): p. 214. e1-214. e5.
12. Golovcencu, L., C. Scripcaru, and G. Zegan, Third molar development in relation to chronological age in Romanian children and young adults. *Rom J Leg Med*, 2009. 17: p. 277-82.
13. Ogorescu, A.E., et al., Estimation of child's biological age based on tooth development. *Rom J Leg Med*, 2011. 19: p. 115-24.
14. Dogaroiu, C., et al., Age estimation in subadults using teeth eruption examination. *Rom J Leg Med*, 2015. 23: p. 49-56.
15. Pungă, A., et al., Age estimation in subadults based on general anthropometric parameters in a population of Romania. *Rom J Leg Med*, 2014. 22: p. 27-30.
16. Dogaroiu, C., et al., The importance of the ossification centre morphology in the left hand-wrist bones for age evaluation. *Rom J Leg Med*, 2014. 22: p. 105-108.
17. Dogaroiu, C. and M. Avramoiu, Correlation between chronological age and the stage of union of the distal femur and proximal tibia epiphyses in a Romanian sample population. *Rom. J. Leg. Med.*, 2015. 23: p. 171-176.
18. Franklin, D., et al., Concordance of traditional osteometric and volume-rendered MSCT interlandmark cranial measurements. *International journal of legal medicine*, 2013. 127(2): p. 505-520.
19. Stull, K.E., et al., Accuracy and reliability of measurements obtained from computed tomography 3D volume rendered images. *Forensic science international*, 2014. 238: p. 133-140.
20. Benghiac, A.-G., et al., CBCT assessment of the frontal sinus volume and anatomical variations for sex determination. *Romanian Journal of Legal Medicine*, 2017. 25(2): p. 174-179.
21. Benghiac, A.-G., B.A. Thiel, and D. Haba, Reliability of the frontal sinus index for sex determination using CBCT. *Rom J Leg Med*, 2015. 23: p. 275-278.
22. Buikstra, J.E. and D.H. Ubelaker, *Standards for data collection from human skeletal remains*. 1994.
23. De Villiers, H., Sexual dimorphism of the skull of the South African Bantu-speaking Negro. *S Afr J Sci*, 1968. 64: p. 118-124.
24. White, T.D., M.T. Black, and P.A. Folkens, *Human osteology*. 2011: Academic press.
25. Howells, W.W., Cranial variation in man. A study by multivariate analysis of patterns of difference. Among recent human populations. *Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology*, 1973(67): p. 1-259.
26. Wood, C.G. and J.M. Lynch, Sexual dimorphism in the craniofacial skeleton of modern humans, in *Advances in Morphometrics*. 1996, Springer. p. 407-414.
27. Franklin, D., et al., Estimation of sex from cranial measurements in a Western Australian population. *Forensic science international*, 2013. 229(1): p. 158. e1-158. e8.
28. Enlow, D.H., *Facial growth*. 1990: WB Saunders Company.

29. Hsiao, T.-H., et al., Sex determination using discriminant function analysis in children and adolescents: a lateral cephalometric study. *International journal of legal medicine*, 2010. 124(2): p. 155-160.
30. Mathur, R.U., et al., Determination of sex using discriminant function analysis in young adults of Nashik: a lateral cephalometric study. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research*, 2014. 2(1): p. 21-25.
31. O'donnell, A., S. Daneshvari Berry, and H.J. Edgar, Can Cephalometrics Discriminate Between the Sexes in a Diverse Juvenile Sample? *Journal of forensic sciences*, 2017. 62(3): p. 735-740.
32. Eveleth, P.B. and J.M. Tanner, *Worldwide variation in human growth*. Vol. 8. 1976: CUP Archive.
33. Marinescu, M., et al., Sexual dimorphism of crania in a Romanian population: Discriminant function analysis approach for sex estimation. *Rom J Leg Med*, 2014. 22(1): p. 21-26.
34. Kranioti, E.F., M.Y. İscan, and M. Michalodimitrakis, Craniometric analysis of the modern Cretan population. *Forensic Science International*, 2008. 180(2): p. 110. e1-110. e5.
35. Broadbent, B.H., B.H. Broadbent, and W.H. Golden, *Bolton standards of dentofacial developmental growth*. 1975: CV Mosby.
36. Ursi, W.J., et al., Sexual dimorphism in normal craniofacial growth. *The Angle Orthodontist*, 1993. 63(1): p. 47-56.
37. DuBrul, E.L., *Sicher and Dubrul oral anatomy*. Sicher and Dubrul Oral Anatomy, 1991.
38. Lynnerup, N., *Forensic anthropology and human identification*. *Scandinavian Journal of Forensic Science*, 2013. 19(1): p. 16-38.
39. Humphrey, L.T., *Growth patterns in the modern human skeleton*. *American Journal of Physical Anthropology*, 1998. 105(1): p. 57-72.
40. Dean, D., et al., Three-dimensional Bolton–Brush Growth Study landmark data: ontogeny and sexual dimorphism of the Bolton standards cohort. *The Cleft palate-craniofacial journal*, 2000. 37(2): p. 145-156.
41. Bulygina, E., P. Mitteroecker, and L. Aiello, Ontogeny of facial dimorphism and patterns of individual development within one human population. *American Journal of Physical Anthropology*, 2006. 131(3): p. 432-443.
42. Gonzalez, R.A., Determination of sex from juvenile crania by means of discriminant function analysis. *Journal of forensic sciences*, 2012. 57(1): p. 24-34.
43. Ferrario, V.F., et al., Facial volume changes during normal human growth and development. *The anatomical record*, 1998. 250(4): p. 480-487.
44. Greulich, W.W. and S.I. Pyle, *Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist*. *The American Journal of the Medical Sciences*, 1959. 238(3): p. 393.
45. Tanner, J., et al., *Assessment of Skeleton Maturity and Maturity and Prediction of Adult Height (TW2 Method)*. 1975.
46. Braga, J. and J. Treil, Estimation of pediatric skeletal age using geometric morphometrics and three-dimensional cranial size changes. *International journal of legal medicine*, 2007. 121(6): p. 439-443.
47. Reppien, K., B. Sejrnsen, and N. Lynnerup, Evaluation of post-mortem estimated dental age versus real age: A retrospective 21-year survey. *Forensic science international*, 2006. 159: p. S84-S88.
48. Abrantes, J.S.S., Age estimation of immature human skeletal remains from the diaphyseal length of the long bones in the post-natal period. 2013.
49. Rissech, C., O. López-Costas, and D. Turbón, Humeral development from neonatal period to skeletal maturity—application in age and sex assessment. *International journal of legal medicine*, 2013. 127(1): p. 201-212.
50. Rissech, C., M. Schaefer, and A. Malgosa, Development of the femur—Implications for age and sex determination. *Forensic science international*, 2008. 180(1): p. 1-9.

## **Lista cu lucrările științifice publicate**

1. **Daniela Teodoru-Raghina**, Paula Perlea, Mihai Marinescu. Forensic anthropology from skeletal remains to CT scans: A review on sexual dimorphism of human skull. Romanian Journal of Legal Medicine. 2017;25(3):287-92

2. **Daniela Teodoru-Raghina**, Mihai Marinescu, Alexandra Diaconeasa, Bogdan Olteanu, Paula Perlea, Magdalena Dragu. Crania sexual dimorphism of an European subpopulation: CT scan discriminant function analysis in a Romanian subadult casuistry. Romanian Journal of Legal Medicine. 2017; 25(4):373-78