

**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
„CAROL DAVILA”, BUCUREȘTI
FACULTATEA DE MEDICINĂ DENTARĂ
DISCIPLINA DE ORTODONȚIE ȘI ORTOPEDIE DENTO-FACIALĂ**

**CONTRIBUȚII LA STUDIUL ESTIMĂRII VÂRSTEI
OSOASE PRIN ANALIZA DEZVOLTĂRII VERTEBRELOR
CERVICALE PE TELERADIOGRAFIA DE PROFIL**

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Conducător de doctorat:

PROF. UNIV. DR. ECATERINA IONESCU

Doctorand:

DR. ELENA GALAN

2022

Cuprins

Cuprins	iii
Lista lucrărilor științifice publicate	vii
Listă tabele	viii
Listă figuri	xi
Lista abrevierilor utilizate în text	xvi
Introducere	xviii

I. Partea generală 1

Capitolul 1. Noțiuni introductive de creștere și dezvoltare cranio-facială 2

1.1. Creșterea, dezvoltarea, modelarea	2
1.2. Creșterea generală a organismului	4
1.3. Perioadele de creștere	7
1.4. Creșterea complexului cranio-facial	10
1.5. Pubertatea. Momentul de vârf al creșterii pubertare	11
1.6. Factorii ce influențează pubertatea	14
1.7. Considerente terapeutice privind perioadele de creștere	18

Capitolul 2. Indicatorii vârstei biologice 22

2.1. Vârsta morfologică	24
2.2. Vârsta endocrină	29
2.3. Vârsta dentară	33
2.4. Vârsta osoasă	38
2.4.1. Estimarea vârstei osoase cu ajutorul radiografiei de mână și pumn	39

Capitolul 3. Estimarea vârstei osoase prin analiza dezvoltării vertebrelor cervicale pe teleradiografia de profil 48

3.1. Noțiuni introductive de anatomie a vertebrelor cervicale	48
3.2. Dezvoltarea indicilor de maturare osoasă a vertebrelor cervicale (CVM)	49
3.3. Noțiuni radiologice	64
3.3.1. Radiografia de mână și pumn	65

3.3.2. Teleradiografia de profil	66
3.4. Studii de creștere	70
II. Cercetarea personală	72
Capitolul 4. Obiectivele și coordonatele cercetării științifice	73
4.1. Obiective, direcții de cercetare	74
4.2. Lotul cercetării	75
4.3. Material și metodă	79
4.3.1. Interpretarea radiografiilor de mână și pumn	80
4.3.2. Analiza dezvoltării vertebrelor cervicale pe teleradiografia de profil	83
4.3.3. Analiza cefalometrică	85
4.4. Repetabilitatea studiului	88
4.4.1. Repetabilitatea studiului pentru interpretarea radiografiei de mână și analiza vertebrelor cervicale pe teleradiografia de profil	88
4.4.2. Repetabilitatea studiului pentru datele cefalometrice	92
4.4.3. Concluzii	95
Capitolul 5. Studiu transversal privind corespondența indicilor de maturare osoasă SMI și CVMS în funcție de vârsta cronologică	96
5.1. Obiective	96
5.2. Lotul de cercetare	97
5.3. Metoda de lucru	97
5.4. Analiza statistică	97
5.5. Rezultate	98
5.5.1. Analiza comparativă a vârstei medii la care sunt atinse stadiile SMI	98
5.5.2. Prezicerea vârstei la care sunt atinse stadiile SMI cu ajutorul ecuațiilor de regresie liniară	107
5.5.3. Analiza comparativă a vârstei medii la care sunt atinse stadiile CVMS	111
5.6. Limitările studiului	116
5.7. Concluzii	117

Capitolul 6. Verificarea concordanței indicilor SMI/CVMS în etapele creșterii pubertare	119
6.1. Studiu transversal privind concordanța indicilor de maturare osoasă SMI/CVMS în etapele creșterii pubertare	119
6.1.1. Obiective	120
6.1.2. Material și metodă	120
6.1.3. Rezultate	122
6.1.4. Discuții	127
6.1.5. Concluzii	128
6.2. Studiu longitudinal privind concordanța indicilor de maturare osoasă SMI/CVMS în procesul de creștere	129
6.2.1. Obiective	130
6.2.2. Material și metodă	130
6.2.3. Rezultate	132
6.2.4. Discuții	135
6.2.5. Concluzii	137
 Capitolul 7. Studiu transversal privind compararea acurateții indicilor SMI/CVMS în estimarea momentului de maximă creștere pubertară folosind analiza ROC	138
7.1. Analiza ROC (Receiver Operating Characteristics)	138
7.2. Estimarea momentului de maximă creștere pubertară cu ajutorul parametrilor cefalometrici	141
7.2.1. Obiective	142
7.2.2. Lotul de cercetare	142
7.2.3. Metoda de lucru	143
7.2.4. Analiza statistică	143
7.2.5. Rezultate	145
7.2.6. Discuții	151
7.2.7 Concluzii	153
7.3. Studiu transversal privind compararea acurateții indicilor SMI/CVMS în estimarea momentului de maximă creștere pubertară folosind analiza ROC	154
7.3.1. Obiective	154
7.3.2. Lotul de cercetare	154

7.3.3. Metoda de lucru	154
7.3.4. Analiza statistică	155
7.3.5. Rezultate	156
7.3.5.1. Analiza ROC realizată pentru indicii SMI în cadrul lotului de fete	156
7.3.5.2. Analiza ROC realizată pentru indicii CVMS în cadrul lotului de fete	158
7.3.5.3. Compararea rezultatelor analizei ROC pentru indicii SMI/CVMS în cadrul lotului de fete	159
7.3.5.4. Analiza ROC realizată pentru indicii SMI în cadrul lotului de băieți	162
7.3.5.5. Analiza ROC realizată pentru indicii CVMS în cadrul lotului de băieți	164
7.3.5.6. Compararea rezultatelor analizei ROC pentru indicii SMI/CVMS în cadrul lotului de băieți	165
7.3.6. Discuții	167
7.3.7. Concluzii	170
 III. Concluzii și contribuții personale	 171
 Referințe bibliografice	 177
Anexe	198

Introducere

Evaluarea creșterii și dezvoltării cranio-faciale este o parte importantă a etapei de diagnostic, jucând un rol esențial în planificarea tratamentului ortodontic la pacienții tineri, fiind validată și apreciată terapeutic eficiența aparatelor ortodontice, aplicate în preajma momentului de maximă creștere pubertară. Cunoașterea etapelor de creștere, a direcției preferențiale în care aceasta se manifestă într-o anumită perioadă de timp, susține clinicianul în elaborarea unei strategii terapeutice eficiente, care să folosească potențialul de creștere al individului pentru a scurta perioada activă de tratament.

Atât în cazul utilizării aparatelor ortodontice ce dezvoltă forțe mecanice, cât și a celor funcționale, tratamentele ortodontice efectuate în timpul perioadei de creștere pubertară sunt avantajate, fiind valorificate maleabilitatea și potențialul de creștere existente, cu efect global și complex asupra dezvoltării aparatului dento-maxilar (*Graber, 1994; Baccetti și Franchi, 2000a,b; Proffit, 2002; Panchez și Von Bremen, 2002*). Studiile existente în literatura de specialitate sugerează ca tratamentele ce urmăresc să influențeze creșterea maxilarului să înceapă înaintea momentului de maximă creștere înregistrat la nivelul maxilarului, în timp ce pentru mandibulă, se recomandă aplicarea aparatelor ortodontice convenționale în momentul de maximă creștere mandibulară și nu anterior acestei etape (*Panchez și Hägg, 1985; Baccetti, 2000, 2001, 2005; Faltin și col., 2003; Westwood, 2003*).

În decursul timpului, au fost elaborate o serie de metode, cu scopul de a identifica etapele creșterii și dezvoltării, de a prezice momentul de început al pubertății și de a afla potențialul de creștere existent. Aceste metode au coroborat vârsta cronologică, dezvoltarea mandibulei (*Mitani și col., 1992*), creșterea în înălțime (*Hunter, 1966; Björk și Helm, 1967; Bergersen, 1972; Van der Beek, 1996*), apariția caracterelor sexuale secundare (*Hägg și Taranger, 1980a*), vârsta dentară, estimarea vârstei osoase prin analiza radiografiei de mână și pumn (*Bergersen, 1972; Fishman, 1982*) sau analiza dezvoltării vertebrelor cervicale pe teleradiografia de profil (*Lamparski, 1972*). Dintre indicatorii vârstei biologice, vârsta osoasă este considerată de majoritatea autorilor ca având cea mai mare acuratețe în determinarea momentului biologic în care este surprins pacientul (*Gutierrez Muñiz și col., 2006*). Estimarea vârstei osoase prin interpretarea radiografiei de mână și pumn este o metodă consacrată, folosită frecvent la sfârșitul secolului trecut și perfecționată, existând numeroase studii în literatura de specialitate care dovedesc aplicabilitatea clinică a metodei, pe diferite grupe populaționale (*Grave și Brown, 1976; Fishman, 1982; Hägg și Taranger,*

1982; Flores –Mir și col., 2004; Turchetta, 2007). Principalul dezavantaj, este reprezentat de necesitatea de a iradia suplimentar pacientul pentru realizarea investigației radiologice. Pe lângă aceasta, presupune ca practicianul să își însușească tehnica de interpretare și să aibă cunoștințe adecvate despre dezvoltarea oaselor mâinii, zonă anatomică cu care medicul ortodont nu este apriori familiarizat.

În ultimele decenii, studiindu-se tot mai mult efectele radiațiilor, au apărut o serie de norme care ne îndreaptă către limitarea dozei de iradiere la care este supus pacientul pentru realizarea investigațiilor medicale. Contextul creat a permis dezvoltarea metodelor de estimare a vârstei osoase ce folosesc investigațiile radiologice existente în dosarul ortodontic inițial. Din această categorie face parte și estimarea vârstei osoase prin analiza vertebrelor cervicale pe teleradiografia de profil, investigație radiologică folosită frecvent în ortodonție. În ultimii ani a crescut interesul ortodonților pentru analiza regiunii cervicale și s-au întreprins studii comparative pentru a verifica dacă se poate estima vârsta osoasă folosind această metodă. Majoritatea cercetătorilor au ajuns la concluzia că analiza vertebrelor cervicale reprezintă un indicator valid în estimarea vârstei osoase, fiind folosit la ora actuală la scară tot mai largă, având de partea sa avantajul reducerii expunerii la radiațiile roentgen (O'Reilly și Yanniello, 1988; Hassel și Farman, 1995; Franchi și col., 2000, 2002; Baccetti și col., 2002, 2005; San Roman și col., 2002; Grave și Townsend, 2003a,b; Flores-Mir și col., 2006).

Studiile citate din literatura de specialitate au fost realizate pe grupe populaționale diferite față de cele de la noi din țară, unele folosind date istorice. De aici a apărut și necesitatea de a realiza această cercetare pe un lot heterogen, actual, selectat din populația Bucureștiului și din zona limitrofă acestuia. În acest context, tema tezei de doctorat este una de actualitate, ce se încadrează în preocupările atât la nivel național cât și internațional ale cercetătorilor în domeniul ortodonției, ce vizează estimarea vârstei osoase pe parcursul etapelor creșterii pubertare.

Teza este structurată în trei părți principale: partea generală, alcătuită din 3 capitole, partea personală, alcătuită din 4 capitole și ultima parte reprezentată de capitolul de concluzii și contribuții personale.

Ipoteza de cercetare: s-a urmărit să se verifice dacă pentru pacienții din lotul studiat se poate estima vârsta osoasă prin analiza dezvoltării vertebrelor cervicale, evitând astfel o expunere radiologică suplimentară.

Obiective

Principalul obiectiv al cercetării a fost aducerea de contribuții la studiul estimării vârstei osoase, analizând comparativ două metode de estimare a vârstei osoase: analiza indicilor de maturare osoasă (SMI) pe radiografia de mână și pumn și analiza dezvoltării vertebrelor cervicale (CVMS) pe teleradiografia de profil.

Direcții de cercetare

Consemnez dificultatea întâmpinată în realizarea comparației dintre cei doi indici SMI și CVMS, ținând cont de faptul că aceștia analizează două regiuni anatomice diferite și au un număr diferit de clase: 11 și respectiv 5. De aici și imposibilitatea realizării unei comparații directe. În două din cele trei direcții de cercetare s-au comparat indirect cele două metode de estimare a vârstei osoase prin raportarea lor la un nou parametru. Astfel, în cadrul celei de-a doua direcții de cercetare (Capitolul 6) s-au raportat indicii SMI și CVMS față de perioadele etapelor pubertare și s-a calculat statistic, cu ajutorul coeficientului Cohen kappa concordanța celor doi indici în estimarea perioadelor pubertare. Aceasta a fost verificată atât în cadrul unui studiu transversal, cât și în cadrul unui studiu longitudinal, pe un lot pentru care au existat investigații seriate.

În cadrul celei de-a treia direcții de cercetare (Capitolul 7) s-au determinat momentele de vârf de creștere înregistrate la nivelul anumitor parametri cefalometrici și prin raportare la acestea, cu ajutorul analizei ROC (Receiver Operating Characteristics) s-a determinat comparativ acuratețea celor doi indici de a clasifica corect subiecții în indivizi care nu au atins încă momentul de maximă creștere pubertară și a celor care l-au atins sau l-au depășit.

Lotul cercetării

În scopul atingerii obiectivelor menționate s-a realizat un studiu transversal, pe un lot heterogen, selectat din copiii și tinerii bucureșteni și din zonele limitrofe ale capitalei, alcătuit dintr-un număr de 150 de pacienți, 89 de fete și 61 de băieți, cu vârstele cuprinse între 8.1 și 18 ani, pacienți cu anomalii dento-maxilare care se prezintă pentru tratament ortodontic, investigațiile incluse în studiu fiind realizate în aceeași zi, anterior începerii tratamentului ortodontic.

Metodologia cercetării

Pentru subiecții participanți la studiu s-au evaluat radiografia de mână și pumn și teleradiografia de profil efectuate în scop diagnostic, în aceeași zi, anterior începerii

tratamentului ortodontic și s-au determinat indicii de dezvoltare osoasă SMI conform metodelor lui Grave/Brown și Fishman și indicii de dezvoltare ai vertebrelor cervicale conform metodelor lui Hassel/Farman și Baccetti (2002). Au fost selectați cinci parametri cranio-faciali care să desemneze dezvoltarea maxilarului și a mandibulei (Nsa-Nsp, Nsa-Gn, Go-Gn, Ar-Gn și Ar-Go) și s-au măsurat acești parametri pe teleradiografiile de profil.

Analiza statistică a fost diferită în funcție de fiecare direcție de cercetare abordată, aceasta fiind descrisă în capitolele din partea personală (Capitolele 4-7).

Repetabilitatea studiului (Capitolul 4)

În urma efectuării testelor de repetabilitate, s-au obținut valori bune ale coeficientului Cohen kappa pentru indicii SMI (Fishman) și CVMS (Baccetti), fapt ce justifică folosirea acestor indici în studiul principal pentru estimarea vârstei osoase. Valori bune la testul de repetabilitate au fost obținute și pentru parametrii cefalometrici mășurați. Aceștia au fost analizați cu ajutorul testul t pentru măsurători pereche, testul Bland/Altman și coeficientul de corelație al concordanței Lin, valorile obținute justificând folosirea datelor obținute în urma măsurătorilor în studiul principal.

Pe baza rezultatelor obținute la testul de repetabilitate, aplicat fiecărei metode în parte, s-au ales metodele ce au fost folosite în studiul principal, respectiv metoda Fishman pentru interpretarea radiografiei de mână și metoda Baccetti (2002) pentru analiza dezvoltării vertebrelor cervicale pe teleradiografia de profil.

Capitolul 5

Orientarea primară a acestui studiu a fost investigarea stadiilor de dezvoltare osoasă SMI, determinate la copiii și tinerii din lotul de cercetare selectat, prin analiza radiografiei de mână și pumn prin metoda Fishman și investigarea indicilor CVMS prin analiza dezvoltării vertebrelor cervicale pe teleradiografia de profil, conform metodei lui Baccetti (2002).

S-a urmărit asinergia vârstei cronologice cu a celei biologice în cadrul lotului studiat. De asemenea, s-a determinat vârsta medie la care apar stadiile SMI și CVMS pentru subiecții din lotul de cercetare, rezultatele obținute fiind analizate comparativ atât în cadrul lotului studiat, ținând cont de dimorfismul sexual, cât și cu date existente în literatura de specialitate, obținute în urma unor studii asemănătoare, realizate pe grupe populaționale diferite.

Pentru indicii SMI, cu ajutorul ecuațiilor de regresie liniară s-a identificat și structurat modelul matematic care să expună relația existentă între stadiile SMI și vârsta cronologică pentru participanții la studiu.

Concluzii

- Cercetarea a dovedit variabilitatea mare a vârstei cronologice la care sunt atinse stadiile de dezvoltare osoasă SMI pe radiografia de mână și pumn și indicii de dezvoltare ai vertebrelor cervicale CVMS, analizate pe radiografia de profil, atât în cadrul grupurilor studiate: fete și băieți, cât și comparativ cu subiecții din loturile de comparație. Acest lucru atestă că vârsta cronologică nu este un indicator valid pentru estimarea vârstei biologice a pacientului în cadrul etapelor de diagnostic și tratament.
- S-au consemnat diferențe între cele două sexe cu privire la atingerea stadiilor de maturare osoasă SMI/CVMS, în cadrul lotului studiat, fetele având o evoluție precoce, anterioară băieților în medie cu 1.04 ani pentru stadiile SMI și 1.25 ani pentru stadiile CVMS.
- Compararea rezultatelor cercetării cu studiile citate în literatura de specialitate, evidențiază variația mare a momentelor în care sunt atinse stadiile de maturare osoasă, lucru datorat caracteristicilor populaționale diferite, factorilor ambientali și socio-economici diferiți. O altă cauză poate fi reprezentată de vechimea studiilor cu care s-a făcut comparația și a datelor folosite în aceste studii, majoritatea folosind date istorice.
- Subiecții din lotul cercetat au atins stadiile de dezvoltare osoasă anterior subiecților din studiile de comparație, acest lucru atestă scăderea vârstei medii la care fetele și băieții își încep pubertatea odată cu trecerea timpului, confirmând astfel “tendința seculară”. În cadrul lotului studiat, la ambele sexe, cele mai mari variații au fost înregistrate în etapa prepubertară.
- Din analiza comparativă a indicilor SMI și CVMS în cadrul lotului studiat a rezultat că momentului de maximă creștere pubertară, indicat pe radiografia de mână de stadiul SMI 6 (MP3Cap) îi corespunde pe teleradiografia de profil stadiul CVMS 3.
- Cercetarea a dovedit corelația puternică existentă între indicii SMI și CVMS, gradul de corelație obținut în cazul fetelor ($r=0.90$) fiind mai mare decât în cazul băieților ($r=0.87$). Similitudinile observate între graficele care arată evoluția celor doi indici, valoarea asemănătoare a diferenței medii dintre momentele în care se ating anumite

stadii la fetele și băieții din lotul studiat, atestă faptul că vârsta osoasă poate fi evaluată și cu ajutorul indicilor CVMS, nu doar prin analiza indicilor SMI.

- Pentru ecuațiile de regresie efectuate s-a obținut coeficientul de determinare R^2 de 0.85 pentru fete și 0.91 pentru băieți, acestea indicând o puternică asociere între stadiile SMI și vârsta cronologică.

Capitolul 6

Studiile realizate în acest capitol au avut ca scop verificarea statistică a concordanței indicilor SMI/CVMS în evaluarea etapelor creșterii pubertare. S-au realizat două studii unul transversal și unul longitudinal, complementare teoretic și practic, ambele urmărind verificarea statistică a următoarei ipoteze:

- etapei prepubertare îi corespund indicii SMI 1, 2, 3, 4 și CVMS 1, 2;
- etapei pubertare îi corespund indicii SMI 5, 6, 7 și CVMS 3;
- etapei postpubertare îi corespund indicii SMI 8, 9, 10, 11 și CVMS 4, 5.

Pentru interpretarea datelor obținute au fost efectuate trei analize statistice:

- testul parametric de corelație Pearson, pentru a analiza gradul de asociere al valorilor obținute;
- testul t pentru măsurători pereche, pentru a vedea dacă există erori sistematice în cadrul datelor analizate;
- coeficientul Cohen kappa, pentru a determina gradul de concordanță al indicilor SMI/CVMS în evaluarea etapelor pubertare.

Concluzii

- Studiile efectuate în capitolul 6 au dovedit corelația și concordanța existente între indicii SMI/CVMS, prin raportare la etapele perioadei pubertare. În cadrul ambelor studii (transversal și longitudinal) a fost confirmată ipoteza testată. Valorile obținute pentru coeficientul Cohen kappa, în cazul studiului transversal arată existența unui acord aproape perfect în cazul fetelor ($k=0.83$) și a unui acord substanțial în cazul băieților ($k=0.67$). Rezultatele obținute în cadrul studiului longitudinal au fost superioare valorilor obținute în studiul transversal, indicând un acord aproape perfect în cazul ambelor sexe ($k=0.84$ pentru lotul fetelor și pentru băieți $k=0.85$).
- Rezultatele bune obținute în urma studiului longitudinal indică spre o posibilă aplicabilitate clinică a indicilor SMI/CVMS pe parcursul tratamentului, după aplicarea aparatelor ortodontice. Acestea au arătat că metoda ar putea fi utilizată

clinic, oferind ortodontului informații despre etapa biologică în care se află pacientul, pentru a putea evalua creșterea remanentă pe perioada tratamentului ortodontic.

- Cercetarea a dovedit că din punct de vedere statistic, atât indicii SMI cât și cei CVMS pot fi folosiți pentru a determina momentul biologic în care se găsește pacientul, aceasta permițând ortodontului să folosească în practica curentă teleradiografia de profil pentru estimarea vârstei osoase, scutind pacientul de o iradiere suplimentară necesară realizării radiografiei de mână.

Capitolul 7

Studiul principal și-a propus, ca prin intermediul analizei ROC (Receiver Operating Characteristics), să compare cele două tehnici de estimare a vârstei osoase, pentru a determina acuratețea celor două metode în identificarea subiecților care nu au atins încă momentul de vârf în creșterea pubertară și a celor care l-au atins sau l-au depășit. S-au folosit ca test de referință momentele de vârf de creștere, înregistrate la nivelul parametrilor cefalometrici aleși care să desemneze dezvoltarea maxilarului și a mandibulei.

Secundar, s-au făcut analize comparative ale momentelor de vârf înregistrate la nivelul parametrilor cranio-faciali analizați, atât în cadrul lotului de studiu, ținând cont de dimorfismul sexual, dar și cu rezultatele citate în literatura de specialitate, obținute în urma unor studii similare, realizate pe grupe populaționale diferite, în perioade diferite.

Concluzii

- În urma analizei ROC s-a dovedit că pentru ambele loturi, atât indicii SMI cât și cei CVMS au capacitate bună de a depista subiecții care nu au atins încă momentul de maximă creștere pubertară și pe cei care au atins sau au depășit acest moment. În toate cazurile, pentru toți parametrii analizați, s-au obținut valori ale AUC (aria de sub curba ROC) de peste 0.8, fapt ce atestă o acuratețe diagnostică foarte bună sau excelentă.
- Studiul a arătat că în cazul indicilor SMI, aceștia au o acuratețe mai bună decât în cazul utilizării indicilor CVMS, dar ambele metode pot fi folosite cu succes.
- Studiul efectuat în capitolul 7 asupra parametrilor cefalometrici selectați, confirmă dimorfismul sexual în atingerea momentelor de vârf de creștere înregistrate la nivelul acestor parametrii, fetele atingând aceste momente anterior băieților. La ambele sexe există o diferență de aproximativ doi ani, sensibil mai mică în cazul fetelor, între

momentul de maximă creștere a maxilarului și a mandibulei. La ambele sexe, fără excepție, momentul de vârf înregistrat în creșterea maxilarului la subiecții din lotul studiat are loc anterior celui înregistrat la subiecții din studiile de comparație.

- În cazul parametrilor maxilari analizați, pentru subiecții participanți la studiu, s-a dovedit că momentul de maximă creștere pubertară are loc între stadiile SMI 1-3 și CVMS 1-2. În cazul parametrilor mandibulari, momentul de maximă creștere pubertară are loc între stadiile SMI 5-7 și CVMS 2-3. Se confirmă astfel recomandarea ca tratamentele de creștere adresate maxilarului superior să fie efectuate înaintea momentului de maximă creștere pubertară, iar cele ce se adresează creșterii mandibulare, să înceapă în timpul etapei de maximă creștere pubertară sau cu puțin timp după acest moment.
- Cercetarea a dovedit variabilitatea individuală existentă, atât în cadrul lotului studiat cât și comparativ cu a celor din loturile de comparație.

Concluzii și contribuții personale

Studiul a arătat faptul că ambele metode de estimare a vârstei osoase sunt valide din punct de vedere statistic, permițând folosirea lor în etapa de diagnostic, pentru a evalua momentul biologic în care se află pacientul, dar și pe parcursul tratamentului ortodontic, pentru a estima potențialul de creștere al acestuia. S-a dovedit că interpretarea vârstei osoase prin analiza indicilor SMI conform metodei lui Fishman are o acuratețe sensibil mai mare, dar aparent vine cu un dezavantaj: necesitatea realizării unei radiografii suplimentare. S-a arătat că din punct de vedere statistic, estimarea vârstei osoase prin analiza dezvoltării vertebrelor cervicale pe teleradiografia de profil poate fi folosită cu succes. Chiar dacă acuratețea ei este sensibil mai mică, ea oferă suficiente date practicianului pentru a putea estima momentul biologic al pacientului și vine cu avantajul că investigația radiologică necesară se regăsește în dosarul ortodontic inițial, scutind astfel pacientul de o iradiere suplimentară.

Care dintre cele două metode este mai bună? Analizele statistice au arătat că ambele tehnici pot fi folosite cu succes, însă din acest punct intervin o serie de variabile ce țin de capacitatea medicului de a realiza interpretările necesare: însușirea metodelor, experiența clinică cu tehnica respectivă, popularizarea metodelor, existența unor ghiduri cu scheme clare care să permită o înțelegere facilă a acestora, dar și momentul terapeutic în care se dorește evaluarea creșterii.

Metoda lui Fishman, ce folosește radiografia de mână, vine cu avantajul unui număr mai mare de clase (11 stadii), care permit surprinderea mai multor momente de creștere, stadiile fiind clar definite în clasificare și ușor de surprins pe radiografie. Cu toate acestea, ținând cont de necesitatea realizării unei radiografii suplimentare, decizia de a solicita o investigație radiologică trebuie cântărită bine, în cazul fiecărui pacient, punând în balans beneficiul adus de realizarea investigației și prejudiciul ce vine din iradierea la care este supus pacientul. Luând în calcul variabilitatea mare individuală în ceea ce privește etapele perioadei pubertare, niciuna din metodele analizate nu oferă garanția totală a datelor rezultate din urma interpretărilor. De aceea, rezultatele acestei cercetări trebuie interpretate cu prudență. Ele oferă anumite linii ghid ce pot orienta medicul în evaluarea momentului biologic al pacientului, dar dincolo de aceste metode, diversitatea individuală este o constantă. Datorită acestei diversități este necesar ca pentru evaluarea momentului biologic al pacientului să se coroboreze datele rezultate din analiza indicatorilor vârstei biologice (morfologică, endocrină, dentară și osoasă).

Luând în calcul normele actuale privind reducerea dozei de iradiere la care sunt supuși pacienții, e oportun ca în etapa de diagnostic, practicianul să facă anumite estimări cu privire la momentul biologic în care se găsește pacientul, analizând dezvoltarea vertebrelor cervicale pe teleradiografia de profil existentă în dosarul inițial și coroborând datele cu cele rezultate din analiza celorlalți indicatori ai vârstei biologice. Pe de altă parte, există anumite cazuri clinice, ale unor pacienți cu probleme de creștere, la care trebuie făcută o investigație mai elaborată în ceea ce privește estimarea vârstei osoase pe parcursul tratamentului ortodontic. În aceste cazuri este utilă realizarea unei radiografii de mână sau a unei teleradiografii suplimentare pentru a investiga momentul actual în care se găsește pacientul.

Ținând cont de doza de iradiere necesară realizării investigației, balanța înclină în favoarea folosirii radiografiei de mână, doza efectivă de iradiere în cazul acesteia fiind de 0.16 μSv , iar în cazul teleradiografiei de profil, făcută fără scut de protecție, pentru a evidenția corect vertebrele cervicale de 5.03 μSv . Chiar dacă pentru realizarea teleradiografiei s-ar folosi scutul de protecție (părerile specialiștilor fiind împărțite în ceea ce privește vizibilitatea vertebrelor cervicale), doza de iradiere (3.3 μSv) tot ar fi mai mare decât cea folosită în cazul radiografiei de mână (Patcas, 2012).

În concluzie, ar fi optim ca inițial, medicul să evalueze creșterea folosind datele din dosarul ortodontic și să evalueze momentul biologic al pacientului analizând dezvoltarea vertebrelor cervicale pe teleradiografia de profil, cunoscând etapele de creștere și dezvoltare și coroborând rezultatele obținute cu ceilalți indicatori ai vârstei biologice.

Ulterior, pe parcursul tratamentului, dacă sunt constatate probleme de creștere, devieri de la tiparele normale de creștere se poate investiga vârsta osoasă cu ajutorul radiografiei de mână și pumn. Aceasta presupune însușirea de către medic a ambelor metode de investigare a vârstei osoase, fiecare aducând anumite beneficii în funcție de etapa de tratament în care este folosită.

O contribuție importantă a tezei rezultă din faptul că studiile realizate au fost efectuate pe un lot heterogen selecționat din țara noastră, din zona Bucureștiului și a regiunilor limitrofe, folosindu-se investigații actuale, realizate în perioada 2004-2019, marea majoritate a lor fiind efectuate după anul 2010.

Bibliografie selectivă:

- Baccetti, T., Franchi, L., Toth, L.R. and McNamara, J.A. (2000,a) Treatment timing for Twin-block therapy. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 118: 159-170.
- Baccetti, T., Franchi, L. and McNamara, J.A. (2000,b) Treatment and post-treatment craniofacial changes after rapid maxillary expansion and facemask therapy. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 118: 404-413.
- Baccetti, T., Franchi, L., Cameron, C.G. and McNamara, J.A. (2001) Treatment timing for rapid maxillary expansion. *The Angle Orthod.* 71: 343-350.
- Baccetti, T., Franchi, L. and McNamara, J.A. (2002) An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *The Angle Orthod.* 72: 316-323.
- Baccetti, T., Franchi, L. and McNamara, J.A. (2005) The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin. Orthod.* 11: 119-129.
- Bergersen, E.O. (1972) The male adolescent facial growth spurt: its prediction and relation to skeletal maturation. *The Angle Orthod.* 42: 319-336.
- Björk, A., Helm, S. (1967) Prediction of the age of maximum pubertal growth in body height. *Angle Orthod.* 37: 134-143.
- Faltin, K., Faltin, R.M., Baccetti, T., Franchi, L., Ghiozzi, B. and McNamara, J.A. (2003) Long-term effectiveness and treatment timing for bionator therapy. *The Angle Orthod.* 73: 221-230.
- Fishman, L.S. (1982) Radiographic Evaluation of Skeletal Maturation: A Clinically Orientated Method Based on Hand Wrist Films. *Angle Orthodontics* 52, 88-112.
- Flores-Mir, C., Burgess, C.A., Champney, M., Jensen, R.J., Pitcher, M.R. and Major, P.W. (2006) Correlation of skeletal maturation stages determined by cervical vertebrae and hand-wrist evaluations. *The Angle Orthod.* 76: 1-5.
- Franchi, L., Baccetti, T. and McNamara Jr., J.A. (2000) Mandibular Growth as Related to Cervical Vertebral Maturation and Body Height. *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics* 118, 335-340, <https://doi.org/10.1067/mod.2000.107009>.
- Franchi, L. and Baccetti, T. (2002) The use of maturational indices for the identification of optimal treatment timing in dentofacial orthopaedics, (p. 151-170) In: McNamara, J.A. Jr. and Kelly, K.A. (ed.) Treatment timing: orthodontics in four dimensions. Craniofacial Growth Series, Vol. 39. Ann Arbor, Michigan: Center for Human Growth and Development, The University of Michigan.
- Graber, T.M., Vanarsdall R.L. jr. (1994) Orthodontics: Current Principles and Techniques, Mosby, St. Louis.
- Grave, K.C., Brown, T. (1976) Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod.* 69:611-619, [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(76\)90143-3](https://doi.org/10.1016/0002-9416(76)90143-3).
- Grave, B., Brown, T. and Townsend, G. (1999) Comparison of cervicovertebral dimensions in Australian Aborigines and Caucasians. *Eur. J. Orthod.* 21: 127-135.

Grave, K. and Townsend, G. (2003a) Cervical vertebral maturation as a predictor of the adolescent growth spurt. *Aust. J. Orthod.* 19: 25-31.

Gutiérrez Muñiz, JA., Berdasco Gómez, A., Esquivel Lauzurique, M., Jiménez Hernández, JM., Posada Lima, E., Romero del Sol, JM. et al. (2006) Growth and Development. In: Pediatrics, Collective of Authors, T1. [online]. 14.02.2007. Editorial Medical Sciences Havana Cuba Available from:
http://www.bvs.sld.cu/libros_texto/pediatria_tomoi/partei_cap06.pdf.

Hassel, B. and Farman, A.G. (1995) Skeletal Maturation Evaluation Using Cervical Vertebrae. *American Journal of Orthodontics. & Dentofacial Orthopedics* 107, 58-66, [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(95\)70157-5](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(95)70157-5).

Hägg, U. and Taranger, J. (1980,a) Menarche and voice changes as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontol. Scand.* 38: 179-186.

Hägg, U., Taranger, J. (1982) Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *Am J Orthod.* 1982;82:299–309, [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(82\)90464-X](https://doi.org/10.1016/0002-9416(82)90464-X).

Hunter, C.J. (1966) The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence. *The Angle Orthod.* 36: 44-54.

Lamparski, D.G. (1972) Skeletal Age Assessment Utilizing Cervical Vertebrae. Master of Science Thesis, University of Pittsburgh, Pittsburgh.

Mitani, H., Sato, K. (1992) Comparison of mandibular growth with other variables during puberty. *Angle Orthod.* 62: 217-222.

O'Reilly, M. and Yanniello, G.J. (1988) Mandibular Growth Changes and Maturation of Cervical Vertebrae: A Longitudinal Cephalometric Study. *Angle Orthodontist* 58, 179-184.

Pancherz, H., Hägg, U. (1985) Dentofacial orthopedics in relation to somatic maturation. *Am J Orthod.* 88: 273–287.

Pancherz, H. and Von Bremen, J. (2002) Efficiency of class II division 1 therapy in relation to treatment timing and modality, (p. 25-53) In: McNamara, J.A. Jr. and Kelly, K.A. (ed.) Treatment timing: orthodontics in four dimensions. Craniofacial Growth Series, Vol. 39. Ann Arbor, Michigan: Center for Human Growth and Development, The University of Michigan.

Patcas, R., Signorelli, L., Peltomäki, T., Schätzle, M. (2012) Is the use of the cervical vertebrae maturation method justified to determine skeletal age? A comparison of radiation dose of two strategies for skeletal age estimation. *European Journal of Orthodontics* 35 604–609, doi:10.1093/ejo/cjs043, July.

Proffit, W.R. and Fields, H.W. (2000) Contemporary Orthodontics. (3rd Ed.) St. Louis: Mosby Inc., 4, 25-42, 91-92.

San Roman, P., Palma, J.C., Oteo, M.D. and Nevado, E. (2002) Skeletal maturation determined by cervical vertebrae development. *Eur. J. Orthod.* 24: 303-311.

Turchetta, B.J., Fishman, L.S. and Subtelny, D.J. (2007) Facial Growth Prediction: A Comparison of Methodologies. *American Journal of Orthodontics. & Dentofacial Orthopedics* 132, 439-449, <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.10.026>.

Van der Beek, M.C., Hoeksma, J.B., Prahl Andersen, B. (1996) Vertical facial growth and statural growth in girls: A longitudinal comparison. *Eur. J. Orthod.* 18: 549-555.

Westwood, P.V., McNamara, J.A., Baccetti, T., Franchi, L. and Sarver, D.M. (2003) Long-term effects of Class III treatment with rapid maxillary expansion and facemask therapy followed by fixed appliances. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 123: 306-320.

Lista lucrărilor științifice publicate:

1. **Galan, E.**, Hlatcu, A.R., Bencze, A., Teodorescu, E., Păcurar, M., Chibeleian, M., Ionescu, E. (2021) Concordance of SMI and CVMS bone maturation indices in pubertal growth stages – cross-sectional study. *Ro J Stomatol.* 67(3), p186-192, DOI: [10.37897/RJS.2021.3.10](https://doi.org/10.37897/RJS.2021.3.10)
https://rjs.com.ro/articles/2021.3/RJS_2021_3_Art-10.pdf
2. **Galan, E.**, Hlatcu, A.R., Milicescu, Ș. Jr., Teodorescu, E., Neagoe, S., Ionescu, E. (2022) The Verification of the Degree of Concordance of the SMI/CVMS Indexes in Evaluating the Pubertal Growth Stages - Longitudinal Study. *Appl. Sci.* 12, (6) 2783, (IF=2.679). <https://doi.org/10.3390/app12062783>
<https://www.mdpi.com/2076-3417/12/6/2783/pdf>