

UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE

“VICTOR BABEȘ” DIN TIMIȘOARA

FACULTATEA DE MEDICINĂ DENTARĂ

Departamentul Patologie Orală

CAPOTESCU LAURA-MARIA



TEZĂ DE DOCTORAT

**CONSIDERAȚII MORFOLOGICE ȘI MORFOMETRICE ÎN
RECONSTRUCȚIA FACIALĂ**

REZUMAT

Conducător de doctorat:

PROF. UNIV. DR. RUSU LAURA-CRISTINA

Timișoara

2023

Rezumat

Subiectul central al acestei teze este reconstrucția facială iar scopul ei este de a prezenta întregul proces, metodologia și tehnicile utilizate în acest scop.

Reconstrucția facială reprezintă totalitatea proceselor prin care se reface faciesul unui individ (adesea necunoscut) pe baza scheletului osos, făcând apel la cunoștințe de anatomie și antropologie.

Reconstrucția facială este o tehnică utilizată în mod frecvent în medicina legală, pentru a ajuta în identificarea victimelor necunoscute sau în domeniul istoric-arheologic, pentru reconstrucția facială a craniilor care sunt considerate a avea o valoare istorică sau în reconstituiri ale craniilor unor hominizi.

Partea specială a lucrării va prezenta, printre altele, un exemplu de reconstrucție facială, parte a contribuției personale.

Partea generală

Partea generală începe prin a aduce informații despre istoricul reconstrucțiilor faciale, de unde au pornit și care este scopul lor.

Când vorbim despre începuturile reconstrucțiilor faciale, nu putem să nu amintim de pionierii acestui domeniu; primele referiri din literatura de specialitate sunt legate de încercările de reconstrucție a chipului lui Johann Sebastian Bach și a lui Dante Alighieri. În cazul lui J.S. Bach, în anul 1894, la 144 de ani după moartea sa, scheletul atribuit lui a fost deshumat, anatomistul Wilhelm His realizând reconstrucția chipului său [1]. Acesta a fost primul caz de reconstrucție facială documentat în literatura de specialitate, cu toate că există serioase semne de întrebare legate de identitatea scheletului deshumat.

Cazul lui Dante Alighieri a fost unul pe cât de celebru, pe atât de controversat; renumita mască mortuară a lui Dante a fost probabil sculptată la 162 de ani de la moartea poetului și este păstrată și azi în Palazzo Vecchio, în Florența. Osemintele sale au fost descoperite în anul 1865 și de atunci până în ziua de azi au fost realizate mai multe încercări de reconstrucție facială, prima realizată de către antropologul Fabio Frassetto în anul 1921, urmată de una realizată în anul 2006, ultima fiind cea din anul 2022, la aniversarea a 700 de ani de la moartea poetului [2].

În ceea ce privește terminologia, se impune o clarificare, deoarece există termeni care sunt sinonimi și alții care se suprapun parțial, descriind procese similare. Astfel, trebuie făcută distincția între reconstrucția facială (RF) și supraimpoziția facială (SF). Cea din urmă reprezintă un procedeu prin care o fotografie ante mortem a unui individ, este comparată cu un craniu, pentru a se stabili astfel apartenența craniului unui individ și este folosită în medicina legală. Aceasta nu este o tehnică relevantă subiectului dezbătut în această teză și prin urmare nu va fi prezentată în continuare.

Cu toate că reconstrucția facială a fost și este în continuare utilizată de mai bine de un secol, există încă voci critice la adresa acurateții metodelor și la adresa capacității unei RF de a obține identificarea victimelor necunoscute.

Spre exemplu, autori precum Stadtmuller, Haglund și Raey se arată sceptici și susțin că, deși scopul urmărit este identificarea pozitivă a rămășițelor umane, acest deziderat este arareori atins [3] [4]. Stephan și Henneberg, într-un studiu mai recent, confirmă suspiciunile acestora [5].

Pe de altă parte, autori precum Neave și Gerasimov susțin că rezultate incorecte se obțin doar dacă tehnica de reconstrucție nu este precisă. Un experiment realizat de Neave a condus la recunoașterea pozitivă a unui individ într-o sală plină de oameni [4]; la fel, Wilkinson și Whittaker realizează un experiment reușit cu cinci cazuri juvenile [6], acestea fiind doar câteva exemple din multitudinea de reconstrucții de succes.

Tehnici de reconstrucții faciale

În principiu, tehnicile de reconstrucție facială sunt împărțite în tehnici 2D și tehnici 3D; tehnicile 2D pot fi descrise în mod sumar prin desenarea unei fețe după un craniu și sigur, există o metodologie aparte, specifică acestui procedeu. În primul rând, este important ca toate detaliile și particularitățile craniului să fie reprezentate în mod adecvat în desen. Karen Taylor, o autoritate în acest domeniu, recomandă întotdeauna utilizarea acestei metode 2D înainte de a utiliza tehnica 3D [7].

Tehnica 3D se bazează pe depunerea strat cu strat a tuturor elementelor anatomice asupra unui craniu (de cele mai multe ori nu este vorba de craniul original, ci de o copie 3D), având grijă ca specificul craniului să fie respectat, pentru a realiza o RF precisă. Sunt descrise în lucrare metodele 3D de reconstrucție, descriind beneficiile și limitările fiecăreia dintre ele.

La ora actuală, sunt recunoscute de mediul științific trei metode, de sine stătătoare, pe care le vom enumera succint:

- Metoda rusă sau metoda Gerasimov, numită astfel după celebrul antropolog rus și care presupune depunerea structurilor anatomice strat cu strat asupra craniului (sau asupra copiei acestuia)
- Metoda americană, care se bazează pe grosimea stratului de țesut moale, pentru fiecare regiune a feței existând dimensiuni precise
- Metoda Manchester, sau metoda combinată presupune utilizarea elementelor specifice ambelor metode menționate anterior.

Cea mai utilizată tehnică în prezent este metoda Manchester, care este de fapt o combinație și rafinare a altor tehnici; ea se bazează atât pe depunerea strat cu strat a formațiunilor anatomice pe craniu, respectând anatomia proprie, cât și pe ghizi de grosime a stratului moale al feței, (prescurtat FSTT, din limba engleză - Facial Soft Tissue Thickness, care reprezintă un termen de referință în reconstrucția facială și de aceea îl vom utiliza ca atare). Acești ghizi de grosime facială se bazează pe colecții de măsurători și date antropometrice adunate de la populații de etnie diversă, atât femei cât și bărbați și de diferite vârste, astfel ca ele să aibă aplicabilitate specifică. Eforturile mediului științific internațional în această direcție s-au concretizat într-o bază de date accesibilă gratuit [4]. Această bază de date reprezintă o colecție de date antropometrice de la diverse populații, de vârste diferite sau chiar de la cadavre [8] [9]. În mod evident, datele provenite de la indivizi vii sunt de preferat celor preluate de la cadavre datorită modificărilor inerente ale țesuturilor moi, care survin după deces. Totodată,

această colecție are preponderent date colectate de la adulți și mai puțin de la copii, deci are limitele sale, însă ea reprezintă un pas important în standardizarea datelor FSTT, care este de fapt obiectivul principal al colecției.

Tehnicile 3D de RF pot fi manuale, adică prin modelare în lut asupra unui craniu (sau copie a acestuia) sau pot fi virtuale, beneficiind de procedee digitale și programe de calculator precum ZBrush™, care a fost folosit și în reconstrucția noastră, detaliată în capitolul 6 al tezei.

În continuare, teza va trece în revistă tehnici din domeniul geneticii care au relevanță pentru RF, precum secvențializarea genetică și care ar ajuta reconstituirea facială după materialul genetic al unui individ. Această tehnică se bazează pe faptul că anumite particularități ale feței (precum culoarea pielii, a ochilor sau a părului) sunt înscrise în codul nostru genetic, deci urmând în sens invers această gândire, am putea reconstitui aspectul facial al unui individ, având acces la datele sale genetice [10]. Totuși, trebuie menționat că acest tip de cercetare este încă într-o fază incipientă, iar metodele utilizate sunt de o mare complexitate și nu au fost în totalitate validate. Mai mult, există anumite secvențe care sunt atribuite în mod diferit unei părți ale feței sau alteia, în funcție de specificul populației, adică, aceeași genă pare a fi legată de alt aspect al feței, în funcție de populație. Din această cauză, unii autori sunt de părere că astfel de tehnici sunt prea optimiste pentru a putea fi cu adevărat puse în practică [11].

Recunoașterea facială

Recunoașterea facială este strâns legată de domeniul reconstrucțiilor faciale, deoarece se bazează pe cantități mari de date antropometrice și pe analiza detaliată a fiecărui aspect facial. Regiunile orbitală și orală sunt dezbătute cu precădere, ele jucând un rol important în recunoașterea facială dar și în alte domenii de cercetare; spre exemplu, Fox și Damjanovic cercetează regiunea ochilor și ajung la concluzia că aceasta poate activa sistemul amigdalic din creier, și mai mult, starea de spirit a cuiva poate fi dedusă doar din informația parvenită din regiunea ochilor [12]. Însă Blais et al. au altă teorie, și anume ei consideră regiunea orală ca fiind primordială în expresiile statice și dinamice ale feței [13].

Un alt aspect important legat de reconstrucțiile faciale este semnalat de către Lee și Wilkinson, anume faptul că apartenența etnică a persoanei care realizează reconstrucția facială se reflectă în acuratețea reconstrucției; astfel, atunci când persoana care realizează reconstrucția face parte din același grup etnic precum craniul asupra căruia se realizează aceasta, acuratețea finală este mai mare decât atunci când este vorba de grupuri etnice diferite. Acest aspect este cunoscut ca efectul "cross race" și a fost demonstrat de către Lee și Wilkinson în studiul lor [14].

Morfologia feței, proporții faciale și puncte antropometrice

Următoarea parte a tezei va descrie morfologia feței, proporțiile faciale legate de canoanele de frumusețe provenite din perioada neoclasică, ce mai constituie și astăzi un reper în chirurgia estetică, antropologie sau ortodonție. Acestea provin din antichitatea greacă, circa 540 î.Chr. Câteva din aceste canoane sugerează printre altele, că, în mod ideal, fața ar trebui să fie împărțită în cinci părți egale verticale, iar nasul ar trebui să se înscrie perfect în secțiunea de mijloc.

O contribuție importantă în acest domeniu o are fără îndoială Leslie Farkas, care, începând cu anii 1970-1980, a publicat o colecție impresionantă de studii antropometrice bazate pe 132 de

măsurători efectuate asupra unui număr de 2326 de indivizi de sex, etnie diferită și vârste cuprinse între 0 și 25 de ani [15].

O colecție de date mai recentă este cunoscută sub numele de 3DFN (3D Facial Norms), într-un efort al NIH (National Institute of Health) de a veni în întâmpinarea mediului științific prin punerea la dispoziția acestuia a datelor antropometrice. Ambele colecții oferă date despre populația albă din America de Nord, vârstele cuprinse în cele două colecții variază, însă există suficiente elemente comune pentru a putea fi comparate între ele. Colecția de date FaceBase prezintă o interfață interactivă și oferă posibilitatea utilizatorilor de a accesa măsurători antropometrice și de a face analize statistice. Pentru fiecare individ există date demografice și genomice, astfel că această colecție poate fi utilă în studiile antropometrice, morfometrice sau chiar genomice.

Având în vedere că aspectul facial variază în funcție de grupul etnic, multe studii s-au axat pe evaluarea acestor variații în cadrul populațiilor caucaziene, negre, asiatice, etc. Studiile antropometrice au fost efectuate prin măsurători directe sau radiografii, precum teleradiografiile de profil sau tomografiile [16] [17].

Analizând variațiile antropometrice inter-etnice, Fang et al. trag concluzia că cele mai mari variații sunt prezente în regiunea frunții, urmată de distanța interoculară și de lățimea nasului, pe când cele mai mici variații au fost găsite în lungimea urechii și lățimea facială. Distanțele dintre punctele zygion-zygion, exocanthion-exocanthion și gonion-gonion prezintă cea mai mică variabilitate inter etnică [18].

În acord cu concluziile lui Fang et al. au fost și studiile lui Farkas et al., care au cercetat diferențele faciale interetnice la populațiile caucaziene, asiatice, africane și cele din Orientul Mijlociu, și au ajuns la concluzia că lungimea urechii și lățimea gurii au fost similare cu populația albă din America de Nord pentru ambele sexe, pe când cele mai mari variații le-au găsit în regiunea orbitală și nazală [19].

Aceste diferențe morfologice ale regiunii ochilor, nasului și a gurii sunt explorate în amănunt în următoarele pagini ale lucrării, cu referiri specifice asupra indivizilor sindromici, asupra copiilor sau a percepției de frumusețe, făcând legătura cu reconstrucțiile faciale și a importanței tuturor acestor elemente în realizarea cu acuratețe a reconstrucțiilor faciale.

În mod previzibil, toate studiile care au verificat relevanța canoanelor de frumusețe la diverse populații, au ajuns la concluzia că acestea nu sunt relevante și nu se potrivesc specificului facial al populațiilor evaluate. Mai mult decât atât, într-un studiu efectuat de Zacharopoulos et al. pe populația greacă modernă, autorii au ajuns la concluzia că nici măcar pentru populația greacă actuală, aceste canoane neoclasice nu au relevanță [20].

Aceste studii și rezultatele lor sunt importante și trebuie luate în considerare în cazul cercetărilor antropometrice, în reconstrucții faciale sau chirurgia feței.

În continuare, capitolul 5 al tezei începe cu explorarea instrumentelor imagistice antropometrice, pornind de la antropometria directă până la metodele computerizate [21].

Instrumentele pot fi de două tipuri:

- Optice, fără contact- de exemplu scanner-ele optice
- De contact- de exemplu sondele cu ultrasunete

Ambele tipuri de aparate sunt neinvazive; scanner-ele optice au avantajul de-a fi mai rapide și totodată au posibilitatea de-a acumula și procesa cantități mai mari de informații. La momentul

actual, acestea sunt utilizate frecvent în domeniul cercetării dar și în domeniul clinic, devenind tot mai larg accesibile.

Tipurile de aparate de contact au un cost mai redus, însă prezintă mai multe artefacte.

În ultimii ani, scanner-ele au fost încorporate în telefoane mobile și tablete, astfel că o mare parte a cercetării în acest domeniu s-a ocupat de acest tip de tehnologie și de a compara eficiența și acuratețea acestor aparate. Pe măsură ce ele au devenit tot mai larg utilizate, performanța lor a crescut, astfel că ele sunt considerate, la ora actuală, acceptabile din punct de vedere clinic. Sigur, într-o ierarhie a calității, pe primul loc s-ar situa scanner-ele staționare, urmate de cele portabile și abia ultimul loc ar fi ocupat de telefoane mobile și tablete, însă progresul acestora din urmă este unul rapid. Principala dificultate a telefoanelor mobile ar consta în abilitatea lor de achiziție a imaginii unor suprafețe neregulate, iar avantajele principale sunt legate de costul redus și de ușurința manevrării [22] [23] [24].

CT, CBCT și RMN

Tomografia computerizată și rezonanța magnetică nucleară sunt tehnici relevante în reconstrucțiile faciale, deoarece o mare parte a cercetării în domeniul reconstrucțiilor faciale se ocupă de validarea ecuațiilor de estimare a diferitelor formațiuni anatomice a feței (regiunea ochilor, gura, nasul, urechile etc.).

Tehnicile menționate au capacitatea de vizualizare atât a țesuturilor moi, cât și a celor dure, împreună, astfel că o mare parte a studiilor legate de tehnicile de reconstrucție se bazează pe aceste metode de investigație. Având în vedere numărul mare de astfel de investigații efectuate în cadrul spitalicesc, în deosebi, ele constituie o sursă importantă de date antropometrice populaționale legate de dimensiuni și proporții ale feței sau de dimensiuni ale stratului părților moi (FSTT) în diferite regiuni faciale.

În cadrul tezei sunt dezbătute pe larg avantajele, dezavantajele și particularitățile acestor tehnici legate de domeniul reconstrucțiilor faciale.

Capitolul 7 al tezei, parte a contribuției personale, va descrie pe larg un studiu realizat pe tomografiile computerizate ale pacienților Spitalului Municipal de Urgențe din Timișoara.

Recunoașterea facială automată

În continuare, teza noastră va explora metodele de recunoaștere facială automată, computerizată, care, în esență, face parte din inteligența artificială. Gama de aplicații ale acestei tehnologii este variată, însă în această teză ne vom referi strict la domeniile relevante subiectului nostru de cercetare, anume reconstrucțiile faciale; astfel vor fi analizate tehnologiile din domeniul medicinei în general și al medicinei legale în mod particular, acestea fiind tehnologii de ultimă generație, cu potențial impact asupra întregii societăți.

În domeniul medicinei, una dintre primele utilizări ale acestei tehnologii a fost pentru stabilirea diagnosticului. Aceasta ipoteză se bazează pe observația că, diversele afecțiuni genetice, metabolice sau neuromusculare au o expresie facială sau un facies specific, pe care calculatorul este capabil să îl recunoască și urmărească pentru stabilirea unui diagnostic, acest procedeu fiind de mare ajutor în reducerea costurilor și în ușurarea stabilirii unui diagnostic. Începuturile diagnosticului automat pe baza recunoașterii faciale se situează prin anii 2000, în domeniul pediatriei, la copiii cu afecțiuni genetice și neuromusculare. Între timp, diagnosticul bazat pe recunoașterea facială a fost implementat în radiologie, dermatologie, endocrinologie, etc. [25]

Recunoașterea facială a emoțiilor constituie un alt capitol de cercetare și are aplicabilitate directă în domenii variate, precum: monitorizarea de la distanță a sănătății mintale a pacienților, interpretarea emoțiilor audienței în cadrul concertelor, pentru îmbunătățirea interfeței om-robot, pentru stabilirea existenței gradului de înrudire dintre persoane, etc. [26].

Aceste aplicații și domeniul reconstrucțiilor faciale sunt conectate prin faptul că toate aceste tehnologii sunt bazate pe baze de date antropometrice și morfometrice ale subiecților sănătoși sau cu diverse afecțiuni, aceste baze de date constituind piatra de temelie a tehnicilor de reconstrucție.

Partea specială

Reconstrucția facială – contribuție personală

Următorul capitol reprezintă partea cea mai mare a tezei și se adresează reconstrucției faciale realizate cu ajutorul calculatorului. În prima parte a capitolului este revizuită literatura de specialitate cu privire la morfologia feței, relevantă în cazul reconstrucțiilor faciale; începem prin a descrie dezvoltarea feței din faza embriologică, urmând apoi fazele de creștere și dezvoltare din copilărie, maturitate și finalizând cu modificările faciale survenite în faza de îmbătrânire a feței. Sunt detaliate modificările survenite în fiecare regiune a feței (orbite, regiunea maxilară, regiunea alveolară a mandibulei, baza mandibulei, arcadele zigomatice, etc).

Pe lângă îmbătrânirea fiziologică, sunt luați în calcul și alți factori de mediu care trebuie evaluați în reconstrucția facială, și care sunt descriși pe rând: indexul de masă corporală, fumatul, expunerea la soare, modificările faciale survenite în urma edentațiilor, etc. Toți acești factori, în măsura în care pot fi cunoscuți, trebuie luați în calcul.

Având în vedere că prima etapă a unei reconstrucții faciale după un craniu este stabilirea identității antropologice, adică atribuirea sexului, vârstei aproximative și a rasei sau apartenența la un grup etnic, este importantă cunoașterea particularităților legate de vârstă, sex și rasă. Astfel, am revizuit literatura de specialitate și cu privire la aceste aspecte: dimorfismul sexual prezent în diferitele regiuni ale craniului (arcade orbitale, osul occipital, mastoida, etc.) și particularitățile rasiale ale craniului [27] [28] [29].

În continuare, este descrisă metodologia reconstrucției faciale, pas cu pas. În cazul nostru, întregul procedeu s-a desfășurat cu ajutorul calculatorului, apelând la un software numit ZBrush® în care am integrat imaginea scanată a craniului. Prima fază a reconstrucției a constat în plasarea ghizilor de adâncime a țesutului moale în diferitele regiuni ale craniului, după care mușchii faciali au fost modelați și adaptați craniului și depuși în ordinea lor anatomică, ținându-se cont de ghizii plasați în etapa anterioară.

Cea mai dificilă etapă a reconstrucției faciale este reconstrucția părților moi care nu lasă "amprente" pe craniu, și aici ne referim la globul ocular, nas și gură. Literatura de specialitate conține date despre ecuații de estimare și predicție a părților moi menționate și acestea au fost expuse pe larg în cadrul tezei, deoarece explorările de genul acesta au constituit subiectul de cercetare al multor articole și cărți de specialitate. Ele au fost enumerate în cadrul tezei rând pe rând, menționând și gradul de validare în practică a acestor teorii [30] [31] [32].

Au fost discutate regulile de reconstrucție ale ochiului (poziția globului ocular în cadrul orbitei, dimensiunea globului ocular, protruzia față de marginea orbitei, etc), ale nasului (dimensiunea

nasului în funcție de cavitatea nazală, poziția punctului Pronasale și lungimea nasului, forma nasului în funcție de forma și arcuirea spinei nazale anterioare, etc.) ale gurii (înălțimea buzelor în funcție de înălțimea dinților superiori anteriori, lățimea gurii și poziția punctului Cheilion în funcție de poziția caninilor superiori, etc.) și ale urechii (poziția, dimensiunea și angulația urechii în funcție de apofiza mastoidă dar și de dimensiunea nasului).

Reconstrucția nasului

În ceea ce privește reconstrucția nasului, sunt prezentate în cadrul tezei cele mai cunoscute, dar în același timp și cele mai validate ecuații de estimare. Vom aminti în acest rezumat doar câteva dintre acestea. Una dintre metode este cea a lui Krogman și Iscan, ce ar putea fi tradusă ca metoda SNA (spina nazală anterioară) triplă ("the threefold NSA method"), care propune construcția nasului prin triplarea dimensiunii spinei nazale anterioare, la care se adaugă grosimea țesutului moale din punctul Subnasale în direcția indicată de spina nazală [33].

Metoda lui Macho, pe de altă parte, se bazează pe alte repere antropometrice, anume pe: înălțimea aperturii piriforme (Rhinion- SNA), distanța dintre planul Sella-Nasion și punctul cel mai proeminent al osului nazal, înălțimea nasului din punctul Nasion și unghiul format între planul SNA-Nasion cu planul SNA-Rhinion. Toate aceste date sunt corelate cu vârsta [34].

Gerasimov susține că partea moale a nasului este o continuare organică a oaselor nazale; astfel, o linie care continuă direcția planului SNA, intersectată cu o a doua linie tangentă la partea distală a osului nazal, va prezice poziția punctului Pronasale [35]. Cu toate acestea, poziția punctului Pronasale variază în funcție de vârstă și nutriție. De asemenea, Macho demonstrează că profilul extern al nasului nu urmează întotdeauna scheletul osos.

Într-un studiu din anul 2006, efectuat de Rynn și Wilkinson, aceștia testează mai multe metode de predicție a nasului și ajung la concluzia că metoda lui Gerasimov are cea mai mare acuratețe dintre toate cele testate [36].

În cazul nostru, metoda utilizată a fost cea a antropologului rus Mikhail Gerasimov, cu modificări preluate din tehnica britanică. Toate etapele reconstrucției și măsurătorile efectuate au fost detaliate în cadrul tezei iar fotografiile aferente (bazate pe captarea imaginilor de calculator din timpul efectuării reconstrucției) pot fi găsite în anexele tezei.

Reconstrucția regiunii orale

Reconstrucția gurii per ansamblu trebuie să țină cont atât de dimensiunea și volumul buzelor, cât și de dinamismul buzelor și de modificările majore care survin odată cu vârsta. Totodată, au fost găsite diferențe semnificative între dimensiunea și forma buzelor la femei, comparativ cu bărbații.

Principalele aspecte de luat în calcul sunt: lățimea gurii, înălțimea buzelor, protruția buzelor și filtrul buzei superioare.

Și în cazul regiunii orale sunt numeroase studii care testează ipoteze legate de predicția părților moi în funcție de scheletul subiacent:

Wilkinson și colaboratorii, spre exemplu, studiază poziția comisurilor bucale în raport cu ochii și înălțimea buzei superioare în raport cu incisivii superiori și găsește o corelație pozitivă între aceste elemente. Corelațiile s-au păstrat atât pentru femei, cât și pentru bărbați, pentru indivizi albi, cât și pentru indieni. În cazul indivizilor asiatici, grosimea buzelor a fost mai mare decât

În cazul celorlalte categorii, subliniind încă o dată faptul că sexul și apartenența rasială trebuie luate în calcul. În urma acestui studiu, ei propun și formule de regresie aplicabile indivizilor albi, indieni și asiatici [37].

Legat de comisurile bucale, Krogman și Iscan propun ca acestea să fie poziționate pe linii care radiază din joncțiunea canin-premolar [33]. Însă Wilkinson et al. aduc o modificare acestei metode, anume, liniile care radiază din joncțiunea canin-premolar trebuie să fie plasate la 90 de grade pe arcul dentar și doar atunci ar fi această metodă de estimare corectă [37].

O altă ipoteză foarte frecvent utilizată în reconstrucția regiunii orale le aparține cercetătorilor Stephan și Henneberg, care afirmă că distanța inter-canină reprezintă 75% din lățimea gurii [5]. Ei susțin că, atâta timp cât caninii superiori sunt prezenți, această metodă este cea mai potrivită pentru estimarea lățimii gurii. În cazul edentației de canini, ei propun aflarea lățimii gurii în funcție de poziția găurii infra-orbitare.

Relația dintre buza superioară, în mod special, și dentiție a fost studiată pe larg atât în literatura de specialitate privitoare la reconstrucțiile faciale, cât și în studii de ortodonție, unde a fost explorată relația buzelor, protruzia sau retruzia acestora în urma extracțiilor de premolari din cadrul tratamentelor ortodontice, în cazul expansiunii maxilare, a chirurgiei ortognate, etc.

De asemenea a fost investigat efectul ocluziei dentare asupra aspectului buzelor și a șanțurilor peri-orale, fiind acceptat efectul major pe care dentiția îl are în aspectul buzelor și a regiunii orale [38] [39] [40]. Astfel, analiza dentiției, a ocluziei, eventuale înghesuri dentare sau edentații vor trebui atent evaluate în orice încercare de reconstrucție facială.

În cazul reconstrucției realizate în cadrul studiului nostru, toate aceste aspecte au fost luate în calcul și au fost descrise pe larg în capitolul 6.

Reconstrucția regiunii oculare

În mod uzual, globul ocular se poziționează în mijlocul orbitei. Însă studii mai recente au demonstrat faptul că globul ocular trebuie plasat cu 1.4 mm superior și cu 2.3 mm lateral față de centrul orbitei. Astfel am procedat și noi în poziționarea globului ocular.

Poziția cantusului ocular intern și extern este dată de ductul nazolacrimonial pe partea internă a ochiului, și de tuberculul malar în partea externă a ochiului. Cantusul intern este poziționat la aproximativ 2mm medial de ductul nazolacrimonial, pe când cantusul extern se află la 3-4 mm extern față de tuberculul malar [41].

Pleoapa superioară se va extinde lateral față de cea inferioară, în timp ce vârsta mai înaintată va cauza dispunerea mai inferioară a acestora.

Pliul epicantic va fi estimat în funcție de marginea supraorbitară [41].

Ca regulă generală, fisura palpebrală va reprezenta aproximativ 60-80% din lățimea orbitei. În ceea ce privește protruzia globului ocular, se aplică următoarea formulă de regresie:

Protruzia globului ocular = $18.3 - (0.4 \times \text{adâncimea orbitei})$

Toate măsurătorile orbitei din studiul nostru, cât și capturile de imagine din timpul reconstrucției propriu-zise sunt salvate și se regăsesc în secțiunea Anexe a tezei. Imaginile de pe calculator salvate demonstrează acuratețea procedurii de plasare a globului ocular în raport cu orbita, în plan orizontal, vertical și sagital.

Analiza morfometrică și antropometrică a buzei superioare la populația adultă a României- contribuție personală

Una din regiunile faciale de mare incertitudine, când vorbim de reconstrucții faciale, este buza superioară și filtrul buzei superioare. Având în vedere că regiunea gurii are mare specificitate rasială și etnică, este importantă cercetarea acestei regiuni în cadrul diferitelor grupuri etnice. Pentru populația românească, acesta este primul studiu care explorează regiunea orală în acest fel. Studii asemănătoare au mai fost efectuate pe populații vecine, cum ar fi populația poloneză, rusă sau lituaniană, însă, având în vedere variația mare a trăsăturilor faciale chiar în cadrul aceluiași grup etnic, se poate deduce necesitatea unui studiu specific populației noastre [29].

Studiul nostru a fost efectuat pe imaginile de tomografie computerizată a 226 de pacienți (119 bărbați și 107 femei) din baza de date a Spitalului Municipal Timișoara și a fost aprobat de către Comisia de Etică a Universității de Medicină și Farmacie "Victor Babeș" Timișoara.

Cunoscând că există o relație strânsă între dinții superiori anteriori și poziția buzei superioare, scopul studiului nostru a fost de a aduce date normative despre regiunea buzelor în cadrul populației adulte din România. Acesta este, de altfel, un subiect explorat frecvent și în ortodontie, în special cu privire la impactul extracțiilor dentare asupra poziției buzei superioare și asupra profilului, fiind un subiect foarte important pentru diagnosticul ortodontic. În cadrul reconstrucțiilor faciale, relația dintre dinții superiori anteriori și poziția buzei superioare este importantă, deoarece putem deduce poziția și dimensiunea buzei superioare în funcție de dentiție și este important să cunoaștem relația dintre acestea.

În cadrul studiului, datele pacienților au fost anonimizate și au fost împărțite în trei categorii de vârstă: 18-25 de ani, 26-35 de ani și 35-43 de ani. Limita superioară de vârstă a fost stabilită la 43 de ani, deoarece, în cadrul bazei de date, peste această vârstă, edentația din zona anterioară superioară a fost foarte frecventă, făcând imposibile măsurătorile propuse.

Au fost luate în considerare zece puncte antropometrice, dintre care opt în plan frontal și două în plan sagital, cinci dintre acestea desemnând țesuturi dure iar celelalte cinci fiind localizate pe țesuturi moi, după cum urmează: incisivii centrali superiori, la mijlocul feței vestibulare a coroanei, la nivel cervical (dreapta și stânga); caninii superiori, la mijlocul feței vestibulare a coroanei, la nivel cervical (dreapta și stânga), Labrale superius (dreapta și stânga), Cheilion (dreapta și stânga), punctul A osos și punctul A' tegumentar. Capul pacienților a fost orientat după planul Frankfurt înainte de plasarea punctelor antropometrice, iar măsurătorile au fost repetate pentru un număr de 44 de pacienți, pentru a putea evalua gradul de eroare în plasarea punctelor antropometrice și a măsurătorilor.

Rezultatele studiului au demonstrat corelația pozitivă dintre punctele antropometrice, cea mai relevantă fiind aceea dintre punctul Cheilion și caninul superior, confirmând rezultatele altor studii de specialitate. Distanța dintre punctul A osos și punctul A' tegumentar a fost mai mare la bărbați decât la femei, la toate grupurile de vârstă. Cu excepția distanței dintre incisivii centrali, toate celelalte distanțe dintre punctele antropometrice au avut valori mai mari în cazul bărbaților.

Scopul acestui studiu și a măsurătorilor efectuate este de a aduce noi date normative despre populația adultă a României, pentru a servi reconstrucțiilor faciale din regiunea orală.

Analiza ortodontică a unui craniu vechi cu ajutorul reconstrucției parțiale a mandibulei- contribuție personală

Reconstrucțiile faciale sunt adesea utilizate în domeniul istoric și arheologic, ele fiind un mijloc important în încercarea de-a restabili aspectul unor personalități din trecut, în reconstituirea aspectului general al unui tip populațional ori în analiza patologiei asociate scheletelor și craniilor vechi. O serie de astfel de reconstrucții se pot admira prin muzee, gradul de realism și veridicitate al reconstrucției variind în funcție de integritatea craniului, de cantitatea de informație disponibilă cu privire la mediul socio-economic de proveniență a craniului, de tehnica și totodată de pricepera specialistului care realizează reconstrucția.

Totodată, reconstrucții faciale pe craniile vechi se regăsesc în literatura de specialitate cu scopul de a evalua din punct de vedere medical sau dentar craniul respectiv [42].

În cazul prezentat în această teză este vorba despre un craniu vechi de aproximativ 5500 găsit într-un sit arheologic din apropierea Timișoarei și care a prezentat o anomalie dentară, anume, un mesiodens. O proporție mare a oaselor acestui individ au fost găsite, însă fragmentate. Datorită vechimii mari a craniului, în special, a fost considerată oportună și relevantă o analiză cât mai amănunțită a acestui caz. În scopul analizei, a fost necesară reconstrucția manuală a mandibulei și stabilizarea fragmentelor de maxilare în poziție de intercuspidare maximă, pentru a se putea analiza ocluzia.

De asemenea, cu ajutorul unei investigații CBCT a maxilarului, au putut fi excluse alte patologii, respectiv alți dinți incluși. În acest caz, dentiția a fost în stare bună, ocluzia fiind normală, cu minime deviații cauzate de dintele supranumerar.

Întreaga analiză dentară și antropologică se poate regăsi în capitolul 9 al tezei.

Această refacere parțială a maxilarelor a constituit doar un exercițiu minim de reconstrucție, fără de care, însă, nu s-ar fi putut analiza maxilarele în amănunt. Capitolul 9 al tezei aduce mai multe lămuriri despre acest caz, imaginile aferente putând fi văzute în anexele lucrării.

Discuții

Partea finală a tezei face legătura dintre reconstrucțiile faciale și domeniul medical-chirurgical, respectiv planificarea virtuală chirurgicală. Această etapă pre-chirurgicală esențială are multe elemente comune cu tehnica reconstrucțiilor faciale din domeniul medicinei legale [43].

Chirurgia maxilo-facială și cea estetică se confruntă cu dificultăți când vine vorba despre defecte mari de părți moi și osoase; în special reconstrucția chirurgicală a țesuturilor cartilaginoase, precum urechea sau cartilajul nazal sunt considerate dificile din punct de vedere al tehnicii chirurgicale.

Pentru a veni în sprijinul acestor intervenții, cu ajutorul ingineriei tisulare și a printării 3D, a fost posibilă obținerea unor suporturi tisulare pentru a minimiza morbiditatea aferentă chirurgiei cu donator autolog, unde riscurile principale sunt legate de vindecarea și de imunosupresia pe termen lung. Aceste "schele tisulare", după traducerea lor din limba engleză, creează suportul chirurgical necesar, cu ajutorul lor putând fi scăzuți timpii operatori și totodată poate fi îmbunătățită poziționarea și vindecarea plăgii.

Aceste tehnici premergătoare chirurgiei se bazează pe o metodologie similară în obținerea suporturilor tisulare precum tehnicile de reconstrucție facială.

Finalul tezei aduce în discuție posibilele transformări ale tehnicilor de reconstrucții faciale în viitor.

Având în vedere progresul științific în lumea calculatoarelor precum și accesul la baze de date tot mai mari și tehnici de estimare mai bune, este posibil și chiar probabil, ca în viitorul apropiat reconstrucțiile faciale să poată fi executate în mod automat, prin inteligența artificială. Accesul imediat la resurse informaționale extraordinare în combinație cu o mare capacitatea de analiză și procesare a datelor constituie premisa unor reconstrucții faciale predictibile, repetabile și de mare acuratețe.

Având în vedere numărul imens de camere de luat vederi cu circuit închis, aplicațiile de telefonie mobilă, sistemele de recunoaștere facială utilizate în zona de securitate a frontierelor, etc., apariția unui sistem automat de reconstrucție facială este probabilă în viitorul apropiat.

Avantajul major al tehnicilor automate survine din timpul de execuție redus și dintr-un grad mai ridicat de obiectivitate. Putem presupune că dezavantajul lor ar fi legat de lipsa interpretării personale specifice unei abordări umane și de lipsa simțului artistic, însă este foarte posibil ca și tehnicile de reconstrucție automată să dobândească, în timp, acea finețe specifică omului.

Bibliografie

- [1] W. Beasley, "Bach and his," *ANZ J. Surg.*, vol. 84, no. 12, pp. 910–914, 2014, doi: 10.1111/ans.12398.
- [2] C. Milani, F. Zangari, E. Cilli, and G. Gruppioni, "The facial reconstruction of Dante Alighieri using linear cranial measurements to predict his missing mandible," *Digit. Appl. Archaeol. Cult. Herit.*, vol. 27, p. e00242, Dec. 2022, doi: 10.1016/J.DAACH.2022.E00242.
- [3] W. D. Haglund and D. T. Reay, "Use of facial approximation techniques in identification of Green River serial murder victims," *Am. J. Forensic Med. Pathol.*, vol. 12, no. 2, pp. 132–142, 1991, doi: 10.1097/00000433-199106000-00009.
- [4] C. N. Stephan, J. M. Caple, P. Guyomarc'h, and P. Claes, "An overview of the latest developments in facial imaging," *Forensic Sci. Res.*, vol. 4, no. 1, p. 10, Jan. 2019, doi: 10.1080/20961790.2018.1519892.
- [5] C. N. Stephan and M. Henneberg, "Predicting Mouth Width from Inter-Canine Width—A 75% Rule," *J. Forensic Sci.*, vol. 48, no. 4, p. 2002418, Jul. 2003, doi: 10.1520/jfs2002418.
- [6] C. Wilkinson, "Facial reconstruction – anatomical art or artistic anatomy?," *J. Anat.*, vol. 216, no. 2, p. 235, Feb. 2010, doi: 10.1111/J.1469-7580.2009.01182.X.
- [7] K. Taylor, *Forensic art and illustration*. 2000. Accessed: Jul. 07, 2023. [Online]. Available: https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=5QQwAsJkBiEC&oi=fnd&pg=PP1&ots=cbFyDkCezw&sig=92LMHzlwvb-cWkiEuRh7YKF_9Dw
- [8] C. Stephan, E. S.-F. science international, and undefined 2018, "Facial soft tissue thickness (FSTT) estimation models—and the strength of correlations between craniometric dimensions and FSTTs," *Elsevier*, Accessed: Jul. 08, 2023. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379073818301063>
- [9] C. N. Stephan, B. Meikle, N. Freudenstein, R. Taylor, and P. Claes, "Facial soft tissue thicknesses in craniofacial identification: Data collection protocols and associated measurement errors," vol. 304, p. 109965, Nov. 2019, doi: 10.1016/J.FORSCIINT.2019.109965.
- [10] S. Naqvi *et al.*, "Decoding the Human Face: Progress and Challenges in Understanding the Genetics of Craniofacial Morphology," <https://doi.org/10.1146/annurev-genom-120121-102607>, vol. 23, pp. 383–412, Aug. 2022, doi: 10.1146/ANNUREV-GENOM-120121-102607.
- [11] B. Hallgrímsson, W. Mio, R. S. Marcucio, and R. Spritz, "Let's Face It—Complex Traits Are Just Not That Simple," *PLoS Genet.*, vol. 10, no. 11, Nov. 2014, doi: 10.1371/JOURNAL.PGEN.1004724.
- [12] E. Fox and L. Damjanovic, "The eyes are sufficient to produce a threat superiority effect," *Emotion*, vol. 6, no. 3, pp. 534–539, Aug. 2006, doi: 10.1037/1528-3542.6.3.534.
- [13] C. Blais, C. Roy, D. Fiset, M. Arguin, F. G.- Neuropsychologia, and undefined 2012, "The eyes are not the window to basic emotions," *Elsevier*, vol. 50, no. 12, pp. 2830–2838, Oct. 2012, doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2012.08.010.
- [14] W. J. Lee and C. M. Wilkinson, "The unfamiliar face effect on forensic craniofacial

- reconstruction and recognition,” *Forensic Sci. Int.*, vol. 269, pp. 21–30, Dec. 2016, doi: 10.1016/J.FORSCIINT.2016.11.003.
- [15] L. G. Farkas, “Anthropometry of the head and face in medicine,” (*No Title*), Accessed: Jul. 11, 2023. [Online]. Available: <https://cir.nii.ac.jp/crid/1130000794867601280>
- [16] S. Bravo-Hammett, L. Nucci, T. Christou, J. F. Aristizabal, and C. H. Kau, “3D Analysis of Facial Morphology of a Colombian Population Compared to Adult Caucasians,” *Eur. J. Dent.*, vol. 14, no. 3, pp. 342–351, Jul. 2020, doi: 10.1055/S-0040-1712071.
- [17] R. A. Zwahlen, A. T. H. Tang, W. K. Leung, and S. K. Tan, “Does 3-dimensional facial attractiveness relate to golden ratio, neoclassical canons, ‘ideal’ ratios and ‘ideal’ angles?,” *Maxillofac. Plast. Reconstr. Surg.*, vol. 44, no. 1, p. 28, Dec. 2022, doi: 10.1186/S40902-022-00358-2.
- [18] F. Fang, P. J. Clapham, and K. C. Chung, “A Systematic Review of Inter-ethnic Variability in Facial Dimensions”, doi: 10.1097/PRS.0b013e318200afdb.
- [19] L. G. Farkas *et al.*, “International anthropometric study of facial morphology in various ethnic groups/races,” *J. Craniofac. Surg.*, vol. 16, no. 4, pp. 615–646, Sep. 2005, doi: 10.1097/01.SCS.0000171847.58031.9E.
- [20] G. V. Zacharopoulos, A. Manios, C. H. Kau, G. Velagrakis, G. N. Tzanakakis, and E. De Bree, “Anthropometric Analysis of the Face,” *J. Craniofac. Surg.*, vol. 27, no. 1, pp. e71–e75, Jan. 2016, doi: 10.1097/SCS.0000000000002231.
- [21] R. Cascos *et al.*, “Accuracy between 2D Photography and Dual-Structured Light 3D Facial Scanner for Facial Anthropometry: A Clinical Study,” *J. Clin. Med.*, vol. 12, no. 9, May 2023, doi: 10.3390/JCM12093090.
- [22] B. R. Nogueira, O. B. Oliveira Junior, J. L. de Sousa Gomes Costa, T. F. Zanetti, and H. Pretel, “Cloner 3D photogrammetric facial scanner: Assessment of accuracy in a controlled clinical study,” *J. Esthet. Restor. Dent.*, vol. 35, no. 3, pp. 508–516, Apr. 2023, doi: 10.1111/JERD.12987.
- [23] J. D. Lee *et al.*, “Facial Scanners in Dentistry: An Overview,” *Prosthes. 2022, Vol. 4, Pages 664-678*, vol. 4, no. 4, pp. 664–678, Nov. 2022, doi: 10.3390/PROSTHESIS4040053.
- [24] H. N. Mai and D. H. Lee, “Accuracy of Mobile Device–Compatible 3D Scanners for Facial Digitization: Systematic Review and Meta-Analysis,” *J. Med. Internet Res.*, vol. 22, no. 10, Oct. 2020, doi: 10.2196/22228.
- [25] J. Qiang, D. Wu, H. Du, H. Zhu, S. Chen, and H. Pan, “Review on Facial-Recognition-Based Applications in Disease Diagnosis,” *Bioeng. 2022, Vol. 9, Page 273*, vol. 9, no. 7, p. 273, Jun. 2022, doi: 10.3390/BIOENGINEERING9070273.
- [26] J. R. Saadon *et al.*, “Real-time emotion detection by quantitative facial motion analysis,” *PLoS One*, vol. 18, no. 3, Mar. 2023, doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0282730.
- [27] L. Talbert, C. H. Kau, T. Christou, C. Vlachos, and N. Souccar, “A 3D analysis of Caucasian and African American facial morphologies in a US population,” *J. Orthod.*, vol. 41, no. 1, pp. 19–29, 2014, doi: 10.1179/1465313313Y.0000000077.
- [28] T. M. R. Houlton, N. Jooste, M. Steyn, and J. Hemingway, “Visualising trends in dentition to lip mouth morphology using geometric morphometrics,” *PLoS One*, vol. 17, no. 9, Sep. 2022, doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0274127.
- [29] M. Vitosyte, D. Malinauskaite, R. Chalas, V. Brukiene, A. Lasota, and A. Puriene, “Lip

- morphometry and morphologic pattern variation by ethnicity,” *Anthropol. Anzeiger*, vol. 80, no. 1, pp. 13–21, Jan. 2023, doi: 10.1127/ANTHRANZ/2022/1598.
- [30] S. R. Kim, K. M. Lee, J. H. Cho, and H. S. Hwang, “Three-dimensional prediction of the human eyeball and canthi for craniofacial reconstruction using cone-beam computed tomography,” *Forensic Sci. Int.*, vol. 261, pp. 164.e1-164.e8, Apr. 2016, doi: 10.1016/J.FORSCIINT.2016.01.031.
- [31] I. D. Burton, C. Rynn, and N. Thiemann-Freudenstein, “A revised nose tip shape validation method for facial reconstruction based on CT data from a modern German population,” *Leg. Med. (Tokyo)*, vol. 49, Mar. 2021, doi: 10.1016/J.LEGALMED.2020.101833.
- [32] T. M. R. Houlton, N. Jooste, and M. Steyn, “Mouth Width and Cupid’s Bow Estimation in a Southern African Population,” *J. Forensic Sci.*, vol. 65, no. 2, pp. 372–379, Mar. 2020, doi: 10.1111/1556-4029.14207.
- [33] W. M. Krogman and M. Y. İşcan, “The human skeleton in forensic medicine.”, Accessed: Jul. 11, 2023. [Online]. Available: https://books.google.com/books/about/The_Human_Skeleton_in_Forensic_Medicine.html?hl=ro&id=so0BmgEACAAJ
- [34] G. A. Macho, “Descriptive Morphological Features of the Nose—An Assessment of Their Importance for Plastic Reconstruction,” *J. Forensic Sci.*, vol. 34, no. 4, p. 12719J, Jul. 1989, doi: 10.1520/JFS12719J.
- [35] H. Ullrich, C. S.-J. of forensic sciences, and undefined 2011, “On Gerasimov’s plastic facial reconstruction technique: new insights to facilitate repeatability,” *Wiley Online Libr.*, vol. 56, no. 2, pp. 470–474, Mar. 2011, doi: 10.1111/j.1556-4029.2010.01672.x.
- [36] C. Rynn, C. M. Wilkinson, and H. L. Peters, “Prediction of nasal morphology from the skull,” *Forensic Sci. Med. Pathol.*, vol. 6, no. 1, pp. 20–34, Mar. 2010, doi: 10.1007/s12024-009-9124-6.
- [37] C. Wilkinson, M. Motwani, E. C.-J. of forensic, and undefined 2003, “The relationship between the soft tissues and the skeletal detail of the mouth,” *researchgate.net*, 2003, Accessed: Jul. 07, 2023. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Manish-Motwani-3/publication/10648432_The_relationship_between_the_soft_tissue_and_the_skeletal_detail_of_the_mouth/links/5d586bfda6fdccb7dc457289/The-relationship-between-the-soft-tissue-and-the-skeletal-detail-of-the
- [38] N. Trisnawaty, H. Ioi, T. Kitahara, A. Suzuki, and I. Takahashi, “Effects of extraction of four premolars on vermilion height and lip area in patients with bimaxillary protrusion,” *Eur. J. Orthod.*, vol. 35, no. 4, pp. 521–528, Aug. 2013, doi: 10.1093/EJO/CJS035.
- [39] A. L. Ramos, ; Maurício, T. Sakima, ; Ary, S. Pinto, and ; S Jay Bowman, “Upper Lip Changes Correlated to Maxillary Incisor Retraction-A Metallic Implant Study,” *Angle Orthod.*, vol. 75, 2005, Accessed: Jul. 08, 2023. [Online]. Available: <http://meridian.allenpress.com/angle-orthodontist/article-pdf/75/4/499/1374913/0003-3219>
- [40] M. Ewing and R. B. Ross, “Soft tissue response to mandibular advancement and genioplasty,” *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, vol. 101, no. 6, pp. 550–555, Jun. 1992, doi: 10.1016/0889-5406(92)70130-3.
- [41] C. N. Stephan and P. L. Davidson, “The placement of the human eyeball and canthi in craniofacial identification,” *J. Forensic Sci.*, vol. 53, no. 3, pp. 612–619, May 2008, doi: 10.1111/J.1556-4029.2008.00718.X.

- [42] P. M.J., "The reconstruction of the face of a 2500 year-old girl: Myrtis," *Oral Oncology*. 2013.
- [43] K. Vyas, W. Gibreel, and S. Mardini, "Virtual Surgical Planning (VSP) in Craniomaxillofacial Reconstruction," *Facial Plast. Surg. Clin. North Am.*, vol. 30, no. 2, pp. 239–253, May 2022, doi: 10.1016/J.FSC.2022.01.016.