

**“VICTOR BABEȘ” UNIVERSITY OF MEDICINE AND PHARMACY FROM
TIMISOARA**

FACULTY OF DENTAL MEDICINE

Department I: Orthodontics and dentofacial orthopedics

AVRĂMUȚ ROBERT-PAUL



DOCTORAL THESIS

**STUDIES ON THE INTERDISCIPLINARITY BETWEEN
ORTHODONTICS AND SURGERY**

A B S T R A C T

Scientific Coordinator:

PROF. UNIV. DR. SZUHANEK CAMELIA-ALEXANDRINA

Timișoara

2026

ABSTRACT

General Part

Orthognathic treatment represents one of the most complex and interdisciplinary therapeutic modalities within contemporary dento-maxillofacial medicine. Its development reflects the broader transformation of modern healthcare from purely structural correction toward a comprehensive patient-centered paradigm in which functional restoration, skeletal harmony, facial aesthetics, airway optimization, and psychosocial well-being are simultaneously prioritized. The correction of dentofacial deformities no longer aims solely to reestablish occlusion, but rather seeks to restore proportional balance of the craniofacial complex, reconfigure skeletal architecture in three-dimensional space, harmonize soft tissue contour, and improve long-term patient-reported quality of life. In this context, orthognathic intervention must be understood not as an isolated surgical act, but as the culmination of a rigorously coordinated diagnostic, orthodontic, and surgical sequence designed to integrate structural correction with functional rehabilitation and psychological adaptation.

Dentofacial deformities encompass skeletal discrepancies involving the maxilla, mandible, or both, expressed in sagittal, vertical, and transverse dimensions. These discrepancies may be congenital, developmental, traumatic, or functional in origin and frequently exceed the adaptive capacity of orthodontic camouflage. In skeletal Class II and Class III malocclusions, vertical maxillary excess or deficiency, transverse constriction, and clinically significant facial asymmetry, orthodontic compensation alone cannot restore harmonious skeletal relationships or balanced facial proportions. Functional disturbances—including impaired mastication, altered speech articulation, temporomandibular joint dysfunction, compromised airway space, and altered muscular coordination—may coexist with aesthetic disharmony. Consequently, orthognathic surgery becomes the definitive therapeutic modality, enabling controlled repositioning of the maxillomandibular complex and the reestablishment of balanced skeletal architecture. The therapeutic objective extends beyond alignment toward achieving structural stability, neuromuscular equilibrium, occlusal functionality, and long-term morphologic harmony.

Historically, orthognathic planning relied on analog workflows involving plaster casts, articulator-mounted models, face-bow transfers, and manual cephalometric tracing. While

these techniques proved clinically effective for decades and formed the foundation of modern surgical-orthodontic protocols, they required extensive laboratory processing and were vulnerable to cumulative technical error. Radiographic tracing variability, inaccuracies in landmark identification, cast segmentation imprecision, and repeated information transfer between analog steps could amplify minor discrepancies into clinically relevant deviations. Although reproducible in experienced hands, such workflows demanded substantial time investment, operator expertise, and meticulous manual execution. Moreover, two-dimensional radiographic representation limited comprehensive visualization of complex three-dimensional deformities, particularly rotational discrepancies and transverse asymmetries that could not be fully appreciated on lateral cephalograms alone.

The transition toward digital technologies has profoundly reshaped this paradigm and redefined the standards of precision in orthognathic planning. Cone-beam computed tomography enables volumetric visualization of skeletal structures with reduced radiation exposure compared to conventional computed tomography, allowing precise spatial analysis of craniofacial anatomy and asymmetry patterns. Digital intraoral scanning eliminates impression distortion, enhances dental arch precision, and facilitates seamless integration of occlusal data into three-dimensional skeletal models. Virtual surgical planning platforms allow simulation of osteotomies, segmentation of skeletal units, and controlled repositioning of maxillary and mandibular components in sagittal, vertical, and transverse planes. Adjustments in yaw, pitch, and roll can be executed numerically relative to the Frankfurt horizontal plane, thereby significantly increasing spatial predictability and minimizing intraoperative uncertainty. CAD/CAM-manufactured splints and patient-specific cutting guides derived from digital simulations enable accurate transfer of planned movements to the operative field and reduce the variability inherent in manual model surgery.

Within this digital ecosystem, lateral cephalometric analysis remains a fundamental and indispensable diagnostic instrument. Standardized angular and linear parameters—including SNA, SNB, ANB, upper and lower incisor inclinations, facial convexity, nasolabial angle, Wits appraisal, and Pogonion-to-Nasion perpendicular distance—allow objective quantification of sagittal and vertical skeletal relationships. These measurements provide structured documentation of baseline deformity and facilitate longitudinal monitoring of treatment progression and postoperative adaptation. Digital landmark identification significantly reduces intra- and inter-observer variability when compared to manual tracing methods, enhancing

reproducibility and diagnostic reliability. The incorporation of artificial intelligence algorithms for automated or semi-automated landmark detection accelerates analytical workflows and improves consistency; however, clinical validation by experienced practitioners remains essential to ensure anatomical accuracy and contextual interpretation. Digital cephalometry thus continues to offer an optimal balance between diagnostic precision, reproducibility, accessibility, radiation safety, and cost-effectiveness, maintaining its central role within contemporary orthodontic–surgical protocols.

Beyond skeletal repositioning, orthognathic therapy exerts a profound influence on soft tissue morphology and facial perception. Although skeletal movements can be measured with millimetric precision, soft tissue response demonstrates interindividual variability influenced by age, tissue thickness, elasticity, muscular tone, and genetic predisposition. The relationship between hard tissue displacement and soft tissue adaptation is complex and multifactorial; nevertheless, reproducible proportional tendencies have been documented in the literature. Maxillary advancement procedures consistently enhance midfacial projection and upper lip support, while mandibular setback or advancement modifies lower facial contour and chin projection. Importantly, patient satisfaction often correlates more strongly with perceived soft tissue harmony than with absolute skeletal metrics. Therefore, predictive modeling of soft tissue response represents a crucial component of comprehensive surgical planning, bridging the gap between morphometric correction and aesthetic perception.

The design and planning of orthognathic surgical intervention require rigorous interdisciplinary coordination between orthodontists and maxillofacial surgeons. Preoperative evaluation integrates clinical examination, facial and intraoral photography, radiographic records, and three-dimensional imaging to construct a precise representation of craniofacial morphology and occlusal relationships. Orthodontic decompensation prior to surgery is essential to eliminate dental camouflage and allow full expression of skeletal discrepancy. Inadequate decompensation may restrict the magnitude of achievable skeletal repositioning and compromise postoperative occlusal integration. Consequently, treatment sequencing must be carefully synchronized, with continuous communication between specialties to ensure biomechanical feasibility and long-term stability.

Common orthognathic procedures include Le Fort I osteotomy for maxillary repositioning and bilateral sagittal split osteotomy for mandibular correction. In selected cases, adjunctive procedures such as genioplasty, septoplasty, or contouring techniques may be

indicated to refine aesthetic balance and enhance facial symmetry. While contemporary surgical techniques demonstrate high success rates and favorable safety profiles, inherent risks—including neurosensory disturbances, infection, relapse, fixation failure, and temporomandibular dysfunction—must be carefully managed. Comprehensive preoperative assessment, meticulous intraoperative execution, and structured postoperative follow-up significantly reduce complication incidence and contribute to stable functional outcomes.

Systemic health conditions may further influence surgical predictability and bone healing capacity. Metabolic disorders, endocrine imbalances, inflammatory diseases, smoking, and nutritional deficiencies can alter bone remodeling dynamics and affect postoperative recovery. Optimization of systemic status, evaluation of vitamin D levels, glycemic control, and careful review of medication history are therefore integral to perioperative management. Orthognathic treatment must be contextualized within the broader health profile of the patient, reinforcing its interdisciplinary character. However, dentofacial deformities must not be interpreted exclusively as anatomical discrepancies. Facial appearance plays a central role in identity formation, interpersonal communication, and social integration. Individuals with visible skeletal disharmony frequently report diminished self-confidence, social discomfort, stigmatization, and altered self-perception. The psychosocial burden of dentofacial deformity is mediated not solely by objective morphologic severity but by individual interpretation, personal resilience, and sociocultural context. Thus, identical skeletal discrepancies may generate heterogeneous psychological responses across patients.

Anxiety and depressive symptoms are particularly relevant in orthognathic populations. Preoperative anxiety may stem from anticipated surgical stress, uncertainty regarding postoperative facial appearance, concerns about pain, and fear of temporary functional limitations. Depressive symptomatology may arise from prolonged dissatisfaction with facial appearance and perceived social exclusion. Epidemiological evidence demonstrates higher prevalence of anxiety disorders among women and increased emotional sensitivity during adolescence, suggesting that sex and age represent important moderators of psychological experience. Adolescents, navigating identity consolidation and peer comparison, may experience amplified psychosocial impact related to visible asymmetry and facial difference. Quality-of-life assessment has therefore become an indispensable component of modern orthodontic–surgical evaluation. Instruments such as the SF-36, GAD-7, PHQ-9, HADS, BIQLI, and PSS-10 enable multidimensional quantification of physical health perception, mental well-

being, body image satisfaction, stress appraisal, and depressive symptom severity. These validated measures facilitate objective analysis of subjective experience and allow correlation between structural correction and psychosocial adaptation. The systematic incorporation of patient-reported outcome measures reflects the maturation of orthognathic practice toward evidence-based, holistic patient care.

The integration of digital precision with structured psychosocial evaluation underscores the evolution of orthognathic treatment toward a multidimensional therapeutic model. Surgical predictability, skeletal stability, aesthetic harmony, airway function, and psychological well-being are interdependent dimensions of comprehensive care rather than isolated endpoints. Structural correction provides the anatomical foundation; psychological adaptation determines perceived success; and interdisciplinary coordination ensures sustainable outcomes.

In summary, the theoretical framework of this doctoral thesis positions orthognathic therapy within an integrated structural–psychological paradigm in which digital accuracy, interdisciplinary collaboration, systemic health optimization, and psychosocial evaluation function synergistically. Digital workflows enhance morphometric precision and reproducibility; standardized cephalometric protocols validate skeletal correction; and validated psychometric instruments quantify psychological adaptation and quality-of-life improvement. Successful orthognathic treatment therefore requires not only technical excellence and surgical predictability, but also individualized assessment of psychological context, coping strategies, and patient expectations. This comprehensive conceptual foundation provides the scientific and methodological basis for the clinical investigations presented in the Special Part of the thesis.

Specific part—personal contributions

The Special Part of this doctoral thesis was conceived as the clinical and scientific validation of the multidimensional theoretical model presented in the General Part. While the theoretical framework established orthognathic treatment as an integrated structural–psychological paradigm supported by digital precision and quality-of-life assessment, the present investigations were designed to translate these principles into measurable clinical outcomes. Each study was structured to examine a distinct yet interconnected dimension of orthognathic therapy, combining objective morphometric validation with standardized psychosocial evaluation. The research strategy was deliberately organized to follow a

progressive logic. First, digital predictive accuracy was examined through validation of virtual surgical planning software. Second, structural changes were quantified using digital cephalometric analysis to objectively document skeletal and soft tissue modification. Third, psychological variability was investigated through sex-based comparison of anxiety, depression, coping mechanisms, and perceived quality of life. Finally, age-related psychosocial vulnerability was analyzed in patients presenting chin asymmetry, in order to determine whether developmental stage influences adaptation before and after correction.

Together, these four investigations provide complementary evidence that orthognathic treatment functions not merely as a biomechanical correction of skeletal discrepancy but as a structured biopsychosocial intervention in which anatomical precision, emotional response, and patient perception are inseparably interconnected.

Objective 1 (Study 1) NemoFAB virtual surgical planning software's predictive accuracy, clinical reliability, and translational precision were assessed in orthognathic surgery. Additionally, the degree of agreement between digitally simulated skeletal repositioning and postoperative clinical outcomes was ascertained. This investigation was initiated in response to the rapid expansion of digital workflows in contemporary maxillofacial surgery and the necessity to provide objective validation for software-assisted planning. Forty adult patients undergoing combined orthodontic–surgical correction were included. All cases were documented using standardized cone-beam computed tomography, digital lateral cephalometry, intraoral scanning, and calibrated photographic records, allowing comprehensive three-dimensional reconstruction of craniofacial morphology. Virtual osteotomies were performed within NemoFAB software, enabling precise control of skeletal movements in sagittal, vertical, and transverse dimensions. Rotational adjustments were executed numerically through yaw, pitch, and roll corrections relative to a standardized reference plane. This digital environment allowed simulation of occlusal alignment, evaluation of bony interferences, and verification of final skeletal symmetry prior to surgical intervention. CAD/CAM-generated splints derived from the virtual plan ensured faithful intraoperative transfer of simulated movements. Postoperative evaluation was performed after a minimum six-month healing interval to ensure stabilization of skeletal segments and soft tissue adaptation. Comparative cephalometric analysis revealed strong concordance between planned and achieved skeletal parameters, particularly in maxillary advancement and vertical repositioning. Minor discrepancies were observed in rotational components; however, these

deviations remained within clinically acceptable limits and did not compromise occlusal or aesthetic outcomes. Statistical correlation analysis confirmed high predictive validity of the digital planning protocol. The magnitude of deviation between simulated and postoperative measurements demonstrated narrow confidence intervals, reinforcing the reproducibility of the workflow. These findings support the reliability of NemoFAB as a predictive planning instrument and substantiate its integration into interdisciplinary orthognathic protocols. Importantly, the study also emphasizes that digital automation does not replace clinical expertise. Manual landmark verification and individualized surgical judgment remain indispensable. Virtual planning enhances structural precision but requires expert interpretation for optimal application. This investigation therefore confirms that fully digital orthognathic workflows significantly reduce analog error accumulation, improve interdisciplinary communication, and increase surgical predictability while maintaining the necessity of clinician oversight.

Objective 2 (Study 2) Using standardized digital cephalometric measurements, the study's objectives were to quantitatively evaluate skeletal, dentoalveolar, and soft tissue changes after orthognathic surgery and to ascertain the extent, direction, and interrelationship of structural changes brought about by coordinated orthodontic–surgical treatment. Twenty-five adult patients who completed comprehensive orthodontic–surgical therapy with a minimum six-month postoperative follow-up were included. A paired pre–post design enabled within-subject comparison, thereby reducing interindividual anatomical variability and increasing statistical sensitivity. Digital lateral cephalometric radiographs were analyzed using AI-assisted landmark detection software, followed by manual verification to ensure anatomical precision. Angular and linear parameters reflecting sagittal relationships, incisor inclination, facial convexity, and soft tissue profile were measured and statistically compared. Postoperative analysis demonstrated statistically significant normalization of sagittal skeletal relationships. Increased SNA values confirmed forward repositioning of the maxilla and improved midfacial projection. ANB values approached physiological range, reflecting restoration of maxillomandibular balance. SNB values remained relatively stable, indicating controlled mandibular repositioning without excessive sagittal overcorrection. Dentoalveolar parameters reflected coordinated orthodontic decompensation. Upper incisor inclination demonstrated controlled adjustment consistent with skeletal repositioning, while lower incisor positioning adapted proportionally to new skeletal relationships. Although certain dental changes did not reach strong statistical significance, their directional coherence supports the effectiveness of interdisciplinary

sequencing. Soft tissue adaptation showed measurable improvement in nasolabial angle and facial convexity. While soft tissue response did not exhibit strict linear proportionality to skeletal displacement, the magnitude and direction of change aligned with established predictive trends. These findings reinforce the concept that skeletal repositioning influences facial harmony through complex yet predictable tissue remodeling. Correlation analysis revealed significant interdependence between skeletal and dentoalveolar parameters, confirming that structural correction operates as a coordinated system rather than isolated movement of individual components. The results validate digital cephalometry as a reliable and reproducible instrument capable of objectively documenting surgical outcome and postoperative stability. Morphometric precision remains essential in evaluating therapeutic effectiveness and long-term structural balance.

Objective 3 (Study 3) Finding independent predictors of depressive vulnerability in this population was the aim of Study 3, which also looked into sex-based differences in anxiety levels, depressive symptoms, coping strategies, and health-related quality of life among patients slated for orthognathic surgery. A cross-sectional cohort of 127 adult orthognathic candidates was evaluated during the preoperative phase using validated instruments including GAD-7, PHQ-9, SF-36, and COPE-60. Demographic and clinical characteristics were statistically comparable between sexes, ensuring that psychological differences were not confounded by structural severity or surgical indication. Women demonstrated significantly higher anxiety levels and lower mental component scores of the SF-36 compared to men. Although depressive symptom scores did not show marked differences in univariate analysis, multivariate regression identified female sex as an independent predictor of increased depressive vulnerability. Coping analysis revealed sex-related patterns consistent with broader psychological literature. Men predominantly employed disengagement strategies characterized by emotional withdrawal, while women more frequently adopted engagement and emotion-focused coping strategies. Importantly, maladaptive coping styles were independently associated with higher depressive risk, irrespective of structural diagnosis. These findings demonstrate that orthognathic candidates represent a psychologically heterogeneous group in which vulnerability cannot be predicted solely by skeletal discrepancy. Psychological adaptation appears more strongly influenced by coping profile and sex-related predisposition than by morphologic severity alone. The results support the systematic integration of psychological screening into orthognathic protocols and underscore the importance of sex-sensitive counseling strategies during the perioperative phase.

Objective 4 (Study 4) Analyze the psychological effects of chin asymmetry and compare age-related variations in the perception of body image, anxiety, depression, perceived stress, and quality of life among teenagers and young adults having orthodontic and surgical correction. This case–control investigation included 149 patients divided into adolescents, young adults, and a control group presenting relative asymmetry. Structural diagnosis was confirmed using stereophotogrammetry and radiographic assessment. Psychometric instruments including SF-36, BIQLI, HADS, and PSS-10 were administered preoperatively and at six months post-intervention. Prior to correction, adolescents exhibited significantly lower mental health perception, higher anxiety levels, and greater dissatisfaction with appearance compared to young adults, despite similar morphologic severity. These findings indicate that psychosocial burden is strongly influenced by developmental stage and identity formation processes. At six-month follow-up, intergroup differences diminished and no longer reached statistical significance. Improvements were particularly evident in body image perception and anxiety reduction. These results suggest that timely structural correction may contribute to psychosocial stabilization during adolescence, a period characterized by heightened sensitivity to facial appearance and peer evaluation. The study confirms that age-related vulnerability plays a critical role in psychological adaptation and highlights the importance of developmentally adapted counseling strategies in orthognathic care.

Conclusions—The four investigations presented in this Special Part collectively demonstrate that contemporary orthognathic treatment achieves a high level of structural predictability when supported by digitally assisted planning protocols, standardized cephalometric validation, and rigorous interdisciplinary coordination. The systematic correlation between virtual surgical simulation and postoperative skeletal outcomes confirms that digital workflows significantly enhance translational accuracy, reduce cumulative analog error, and improve reproducibility of maxillomandibular repositioning. The predictive reliability of virtual surgical planning platforms, particularly when validated through postoperative morphometric analysis, substantiates their clinical utility as integral components of modern orthognathic care.

Quantitative cephalometric evaluation at the morphometric level verifies that orthognathic intervention results in proportionate soft tissue remodeling, coordinated dentoalveolar adaptation, and quantifiable normalization of sagittal and vertical skeletal discrepancies. Structural correction goes beyond occlusal realignment to restore facial balance

and skeletal harmony, as evidenced by improvements in parameters like SNA, ANB, facial convexity, and nasolabial angle. The idea that predictable structural outcomes are possible when clinical expertise and digital precision are combined is supported by the consistent correlation between planned movements and attained postoperative values.

However, the findings equally emphasize that structural modification represents only one dimension of therapeutic success. Psychometric assessment across different patient subgroups revealed that orthognathic candidates constitute a psychologically heterogeneous population in which sex, age, coping mechanisms, and baseline emotional vulnerability significantly influence adaptation to treatment. Female patients demonstrated higher levels of preoperative anxiety and increased depressive vulnerability, while adolescents exhibited greater body image dissatisfaction and heightened emotional sensitivity to facial asymmetry. These differences were not exclusively dependent on morphologic severity, indicating that psychosocial burden is mediated by developmental and individual factors rather than solely by skeletal discrepancy magnitude.

The studies further demonstrate that postoperative improvement in psychological well-being is closely associated with structural correction but not fully determined by it. Although normalization of skeletal relationships contributes to improved self-perception and reduced anxiety, coping strategies and baseline mental health status independently modulate postoperative experience. Maladaptive coping patterns, particularly disengagement and excessive emotion-focused strategies, were associated with increased depressive vulnerability, underscoring the necessity of integrating psychological screening into routine orthognathic evaluation. Conversely, problem-focused coping and adaptive engagement mechanisms were correlated with more stable emotional recovery and enhanced quality-of-life perception.

The age-related analysis confirms that adolescence represents a critical developmental period characterized by heightened sensitivity to appearance-related stigma and peer evaluation. Despite comparable structural asymmetry between adolescents and young adults, younger patients demonstrated greater preoperative psychosocial distress. Importantly, six-month follow-up data indicate that orthodontic–surgical correction contributes to psychological stabilization and reduction of anxiety in both age groups, suggesting that timely intervention may positively influence identity formation and self-image consolidation during critical developmental stages.

Digital planning platforms enhance surgical precision and reproducibility; standardized cephalometric protocols objectively validate morphometric improvement; and validated psychometric instruments provide structured quantification of emotional adaptation. The convergence of these elements confirms that orthognathic therapy cannot be conceptualized as a purely biomechanical correction but must be understood as a multidimensional therapeutic process operating at the intersection of structural alignment and psychological integration.

Structural correction alone does not fully determine patient satisfaction or long-term well-being. Anatomical harmony and functional stability are necessary conditions for success, yet they are insufficient in the absence of individualized expectation management, psychological support, and interdisciplinary collaboration. The data clearly indicate that patient-centered counseling, sex-sensitive evaluation, and age-adapted communication strategies are essential components of comprehensive orthognathic care. Surgical excellence must therefore be accompanied by psychosocial awareness in order to maximize therapeutic benefit.

By systematically correlating digital skeletal validation with structured psychosocial analysis, this doctoral thesis substantiates an integrated structural–psychological model of orthognathic treatment. It demonstrates that digital precision enhances morphometric predictability, that cephalometric rigor ensures objective evaluation of surgical outcomes, and that psychological profiling identifies vulnerability patterns that influence adaptation and satisfaction. The synthesis of these dimensions confirms that modern orthognathic therapy extends beyond occlusal correction and skeletal repositioning toward holistic restoration of facial balance, functional biomechanics, aesthetic harmony, and durable patient-centered quality of life.

In conclusion, the evidence presented throughout this Special Part supports a paradigm in which digital innovation, morphometric accuracy, and psychosocial evaluation operate synergistically. Orthognathic surgery, when approached through this integrated framework, becomes not only a corrective skeletal procedure but a transformative intervention aimed at reestablishing structural equilibrium, enhancing self-perception, and promoting long-term psychosocial well-being. This multidimensional perspective defines the contemporary standard of care and outlines the future direction of interdisciplinary orthognathic practice.

UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE

“VICTOR BABEȘ” DIN TIMISOARA

FACULTATEA DE MEDICINĂ DENTARĂ

Departamentul I: Ortodonție și ortopedie dento-facială

AVRĂMUȚ ROBERT-PAUL



TEZĂ DE DOCTORAT

**CERCETĂRI PRIVIND RELAȚIA DE INTERDISCIPLINARITATE
CHIRURGIE - ORTODONȚIE**

R E Z U M A T

Conducător de doctorat:

PROF. UNIV. DR. SZUHANEC CAMELIA-ALEXANDRINA

Timișoara

2026

REZUMAT

Parte generală

Tratamentul ortognatic reprezintă una dintre cele mai complexe și interdisciplinare modalități terapeutice din cadrul specialității oro-maxilo-faciale contemporane. Evoluția sa reflectă transformarea amplă a practicii medicale moderne, de la o abordare centrată exclusiv pe corecția structurală către un model comprehensiv, orientat către pacient, în care restaurarea funcțională, armonia scheletală, estetica facială și echilibrul psihosocial sunt prioritizate simultan. Corectarea deformărilor dento-faciale nu mai urmărește doar restabilirea ocluziei, ci vizează reechilibrarea proporțională a complexului craniofacial, optimizarea funcției respiratorii, îmbunătățirea simetriei faciale și creșterea calității vieții raportate de pacient.

Deformările dento-faciale includ discrepanțe scheletale ale maxilarului, mandibulei sau ale ambelor structuri, exprimate în plan sagital, vertical și transversal. Aceste discrepanțe pot avea origine congenitală, de dezvoltare sau dobândită și depășesc frecvent capacitatea adaptativă a compensării ortodontice. În tiparele scheletale Clasa II și Clasa III, în excesul sau deficitul vertical maxilar, precum și în asimetriile faciale, compensarea ortodontică izolată nu poate restabili relații scheletale armonioase. În astfel de situații, chirurgia ortognatică devine modalitatea terapeutică definitivă, permițând re poziționarea controlată a complexului maxilo-mandibular și restabilirea echilibrului arhitecturii scheletale.

Istoric, planificarea ortognatică s-a bazat pe fluxuri de lucru analogice, incluzând modele din gips montate pe articulator, transferuri cu arc facial și trasări cefalometrice manuale. Deși aceste tehnici s-au dovedit eficiente clinic timp de decenii, ele presupuneau etape laborioase de laborator și erau susceptibile la erori tehnice cumulative. Variabilitatea trasărilor radiografice, imprecizia segmentării modelelor și transferurile repetate de informație între etapele analogice puteau amplifica inexactitățile. Deși reproductibile în mâinile operatorilor experimentați, aceste fluxuri de lucru necesitau investiții considerabile de timp și un nivel ridicat de expertiză tehnică.

Tranziția către tehnologiile digitale a remodelat profund această paradigmă. Tomografia computerizată cu fascicul conic permite vizualizarea volumetrică a structurilor scheletale cu o

expunere redusă la radiații comparativ cu tomografia convențională. Scanarea intraorală digitală elimină distorsiunile amprentelor și crește precizia arcurilor dentare. Platformele de planificare chirurgicală virtuală permit simularea tridimensională a osteotomiilor și repoziționarea controlată a segmentelor scheletale în plan sagital, vertical și transversal. Ajustările în “yaw, pitch și roll” pot fi realizate numeric raportat la planul Frankfurt, crescând semnificativ predictibilitatea spațială. Gutierele și ghidurile chirurgicale realizate CAD/CAM facilitează transferul intraoperator fidel al mișcărilor planificate digital.

În cadrul acestui ecosistem digital, analiza cefalometrică laterală rămâne un pilon fundamental al evaluării ortognatice. Parametri angulari și liniari standardizați — precum SNA, SNB, ANB, înclinațiile incisive (U1–NA, L1–NB), convexitatea facială, unghiul nazolabial și distanța Pogonion–Nasion perpendicular — permit evaluarea cantitativă a relațiilor sagitale și verticale. Identificarea digitală a reperelor reduce variabilitatea intra- și inter-observator comparativ cu trasarea manuală. Integrarea inteligenței artificiale pentru detectarea automată sau semi-automată a reperelor crește eficiența, menținând fiabilitatea atunci când este validată de clinicieni experimentați. Astfel, cefalometria digitală continuă să ofere un echilibru optim între acuratețe diagnostică, reproductibilitate, cost-eficiență și siguranță radiologică.

Dincolo de repoziționarea scheletală, terapia ortognatică influențează profund morfologia țesuturilor moi. Deși mișcările osoase pot fi cuantificate precis, răspunsul țesuturilor moi prezintă variabilitate interindividuală, influențată de vârstă, grosimea și elasticitatea tisulară, precum și de factori genetici. Cu toate acestea, au fost descrise relații proporționale predictibile, în special în avansările maxilare, care îmbunătățesc proiecția mijlocului feței și convexitatea facială. Relația dintre repoziționarea scheletală și adaptarea țesuturilor moi rămâne centrală în evaluarea rezultatului estetic, întrucât percepția facială este determinată predominant de conturul țesuturilor moi.

Planificarea intervenției ortognatice necesită o coordonare interdisciplinară riguroasă între ortodont și chirurgul maxilo-facial. Evaluarea preoperatorie integrează examenul clinic, fotografia facială și intraorală, înregistrările radiografice și imagistica tridimensională pentru a construi o reprezentare fidelă a morfologiei craniofaciale. Decompensarea ortodontică prechirurgicală este esențială pentru a permite repoziționarea scheletală optimă. O decompensare insuficientă poate limita magnitudinea corecției și compromite armonia ocluzală postoperatorie.

Procedurile ortognatice frecvente includ osteotomia Le Fort I pentru re poziționarea maxilarului și osteotomia sagitală bilaterală pentru corecția mandibulară. Intervenții adjuvante, precum genioplastia, pot fi efectuate pentru optimizarea echilibrului estetic. Deși în general sigure, aceste intervenții implică riscuri inerente, precum tulburări neurosenzitive, recidivă, infecție sau disfuncții temporo-mandibulare. Evaluarea medicală completă și respectarea protocoalelor bazate pe dovezi cresc siguranța procedurală și stabilitatea pe termen lung.

Afecțiunile sistemice pot influența suplimentar predictibilitatea chirurgicală și capacitatea de vindecare osoasă. Tulburările metabolice, bolile inflamatorii și deficiențele nutriționale pot modifica remodelarea osoasă și recuperarea postoperatorie. Optimizarea stării generale și stratificarea adecvată a riscului sunt componente esențiale ale planificării ortognatice.

Deformările dento-faciale nu trebuie însă interpretate exclusiv ca discrepante anatomice. Aspectul facial joacă un rol central în formarea identității, comunicarea interpersonală și integrarea socială. Persoanele cu dizarmonie scheletală vizibilă raportează frecvent scăderea încrederii în sine, disconfort social și vulnerabilitate psihologică crescută. Povara psihosocială este mediată adesea de percepția individuală și de contextul sociocultural, mai degrabă decât exclusiv de severitatea morfologică obiectivă.

Simptomatologia anxioasă și depresivă este deosebit de relevantă în populația ortognatică. Anxietatea preoperatorie poate deriva din anticiparea stresului chirurgical, preocupări estetice și teama de disconfort postoperator. Depresia poate fi asociată cu nemulțumirea cronică față de aspect și retragerea socială. Datele epidemiologice indică o prevalență mai mare a tulburărilor anxioase la femei, sugerând posibile diferențe de adaptare psihologică în funcție de sex. Adolescenții, aflați într-o etapă de formare identitară și sensibilitate crescută la evaluarea socială, pot experimenta un impact emoțional amplificat al asimetriilor vizibile.

Evaluarea calității vieții a devenit astfel o componentă indispensabilă a abordării ortodontico-chirurgicale moderne. Instrumente validate precum SF-36, GAD-7, PHQ-9, HADS, BIQLI și PSS-10 permit cuantificarea structurată a percepției stării de sănătate fizică, a bunăstării mentale, a satisfacției imaginii corporale și a nivelului de stres perceput. Aceste instrumente facilitează corelarea corecției structurale cu adaptarea psihosocială.

Integrarea preciziei digitale cu evaluarea rezultatelor raportate de pacient reflectă evoluția tratamentului ortognatic către un model terapeutic multidimensional. Predictibilitatea chirurgicală, stabilitatea scheletală, armonia estetică și echilibrul psihologic reprezintă dimensiuni interdependente ale îngrijirii comprehensive.

În concluzie, cadrul teoretic al acestei teze de doctorat poziționează terapia ortognatică într-un model integrat structural–psihologic. Fluxurile de lucru digitale cresc precizia morfometrică și reproductibilitatea; protocoalele cefalometrice standardizate validează corecția scheletală; iar instrumentele psihometrice cuantifică adaptarea emoțională. Succesul tratamentului ortognatic presupune, prin urmare, nu doar excelență tehnică, ci și colaborare interdisciplinară și evaluare individualizată centrată pe pacient. Acest fundament conceptual constituie baza științifică a investigațiilor clinice prezentate în partea specială a tezei.

Parte specială - Contribuții personale

Partea specială a prezentei teze de doctorat a fost concepută pentru a operaționaliza cadrul multidimensional prezentat în partea generală, prin intermediul unor investigații clinice structurate, destinate evaluării atât a preciziei morfometrice, cât și a adaptării psihosociale la pacienții supuși tratamentului ortognatic. În timp ce componenta teoretică a subliniat importanța planificării digitale, a validării cefalometrice, a biomecanicii scheletale și a evaluării calității vieții, cele patru studii originale prezentate în continuare oferă fundamentare prin utilizarea unor protocoale imagistice standardizate, instrumente psihometrice validate și modele statistice avansate.

Strategia de cercetare a fost structurată în mod deliberat pentru a aborda tratamentul ortognatic din perspective complementare și progresiv integrate. Primul studiu a evaluat fiabilitatea predictivă a planificării chirurgicale virtuale utilizând software-ul NemoFAB. Al doilea studiu a analizat cantitativ modificările scheletale, dentoalveolare și ale țesuturilor moi după intervenția chirurgicală, prin intermediul analizei cefalometrice digitale standardizate. Al treilea studiu a investigat diferențele legate de sex în ceea ce privește nivelul anxietății, simptomatologia depresivă, mecanismele de coping și percepția calității vieții la candidații pentru chirurgie ortognatică. Al patrulea studiu a analizat vulnerabilitatea psihosocială dependentă de vârstă la pacienții cu asimetrie mentonieră supuși corecției ortodontico-chirurgicale. Împreună, aceste investigații demonstrează că tratamentul ortognatic nu

reprezintă exclusiv o intervenție biomecanică, ci un proces terapeutic biopsihosocial complex, în care precizia structurală și adaptarea psihologică sunt inseparabil interconectate.

Obiectivul 1 (Studiul 1) a fost evaluarea acurateții predictive și a fiabilității clinice a software-ului de planificare chirurgicală virtuală NemoFAB în chirurgia ortognatică și determinarea gradului de concordanță dintre mișcările scheletale simulate digital și rezultatele postoperatorii obținute. Acest studiu a fost realizat în contextul integrării crescute a fluxurilor digitale în chirurgia maxilo-facială și al necesității validării obiective a preciziei acestora. Au fost incluși patruzeci de pacienți adulți supuși tratamentului combinat ortodontico-chirurgical. Documentația fiecărui caz a inclus tomografie computerizată cu fascicul conic, cefalometrie laterală digitală, scanare intraorală și fotografii standardizate, permițând o evaluare tridimensională completă a morfologiei craniofaciale. Osteotomiile virtuale și repoziționările scheletale au fost efectuate în cadrul platformei NemoFAB, care a permis controlul precis al deplasărilor sagitale, verticale și transversale, precum și ajustări în yaw, pitch și roll raportate la planul Frankfurt. Gutierelor chirurgicale realizate prin tehnologie CAD/CAM au fost fabricate pe baza planificării digitale, asigurând transferul intraoperator fidel al mișcărilor simulate. Analiza cefalometrică postoperatorie, efectuată la minimum șase luni de la intervenție, a evidențiat o concordanță semnificativă între parametrii planificați și cei obținuți, în special în cazul avansărilor maxilare și al alinierii verticale. Abaterile minore observate la nivelul componentelor rotaționale s-au situat în limite clinice acceptabile și nu au afectat rezultatul ocluzal sau estetic final. Analiza statistică a confirmat validitatea predictivă ridicată a protocolului de planificare digitală. Rezultatele susțin faptul că planificarea virtuală realizată cu NemoFAB crește predictibilitatea structurală, reduce acumularea erorilor analogice și îmbunătățește comunicarea interdisciplinară dintre ortodont și chirurg. Totodată, s-a confirmat că automatizarea digitală nu înlocuiește expertiza clinică, verificarea manuală a reperelor și interpretarea individualizată rămânând esențiale pentru acuratețea chirurgicală. Studiul validează astfel fiabilitatea fluxurilor complet digitale în chirurgia ortognatică și susține implementarea acestora ca standard contemporan de practică.

Obiectivul 2 (Studiul 2) a fost evaluarea cantitativă a modificărilor scheletale, dentoalveolare și ale țesuturilor moi consecutive intervenției ortognatice, utilizând măsurători cefalometrice digitale standardizate, precum și analiza amplitudinii și direcției modificărilor structurale obținute prin tratament interdisciplinar. Studiul a inclus douăzeci și cinci de pacienți adulți care au finalizat tratamentul combinat ortodontico-chirurgical și au fost urmăriți postoperator pentru

o perioadă minimă de șase luni. Designul de tip pre–post, cu analiză pereche la nivel individual, a permis compararea directă a parametrilor cefalometrici înainte și după intervenție, reducând variabilitatea interindividuală anatomică. Radiografiile cefalometrice laterale digitale au fost analizate cu ajutorul unui software cu detecție asistată de inteligență artificială a reperelor anatomice, fiecare identificare fiind verificată manual pentru a asigura precizia și reproductibilitatea măsurătorilor. Rezultatele au evidențiat o ameliorare semnificativă a relațiilor scheletale sagitale, reflectată prin creșterea valorilor SNA, indicând avansarea maxilarului, și prin normalizarea unghiului ANB, sugerând restabilirea echilibrului maxilo-mandibular. Valorile SNB au prezentat o relativă stabilitate, sugerând o repoziționare mandibulară controlată, fără deplasări sagitale excesive în cohorta analizată. Parametrii dentoalveolari, inclusiv U1–NA și L1–NB, au evidențiat modificări compatibile cu decompensarea ortodontică preoperatorie și cu rafinarea ocluzală postoperatorie. Analiza țesuturilor moi a demonstrat o adaptare proporțională la repoziționarea scheletală, cu creșteri măsurabile ale unghiului nazolabial și îmbunătățirea convexității faciale. Deși răspunsul țesuturilor moi nu a urmat un raport strict liniar cu deplasările osoase, direcția și magnitudinea modificărilor au fost concordante cu tendințele proporționale descrise în literatura de specialitate. Analiza de corelație a evidențiat interdependențe semnificative între parametrii scheletali și cei dentoalveolari, confirmând caracterul coordonat al corecției ortodontico-chirurgicale. Relațiile dintre SNB și ANB, precum și dintre ANB și parametrii incisivi, au demonstrat coerența biomecanică a repoziționării scheletale și adaptării dentare. Constatările validează cefalometria digitală ca instrument diagnostic fiabil și reproductibil, capabil să cuantifice obiectiv rezultatul chirurgical și stabilitatea postoperatorie. Studiul confirmă faptul că precizia morfometrică rămâne esențială în evaluarea eficienței tratamentului ortognatic și în validarea succesului interdisciplinar.

Obiectivul 3 (Studiul 3) a fost investigarea diferențelor bazate pe sex în ceea ce privește nivelul anxietății, simptomatologia depresivă, mecanismele de coping și percepția calității vieții legate de sănătate la pacienții programați pentru chirurgie ortognatică, precum și identificarea predictorilor independenți ai vulnerabilității depresive în această populație. Acest studiu transversal a inclus 127 de pacienți adulți candidați la tratament ortognatic, evaluați în perioada preoperatorie utilizând instrumente psihometrice validate: GAD-7 pentru anxietate, PHQ-9 pentru simptome depresive, SF-36 pentru calitatea vieții și COPE-60 pentru strategiile de coping. Variabilele demografice și clinice au fost comparabile statistic între participanții de sex masculin și feminin, consolidând validitatea internă a analizelor psihologice comparative.

Rezultatele au arătat că pacientele au înregistrat scoruri semnificativ mai mari la anxietate și scoruri mai scăzute la componenta mentală a chestionarului SF-36 comparativ cu pacienții de sex masculin. Deși diferențele directe în simptomatologia depresivă, măsurată prin PHQ-9, au fost moderate, analiza de regresie multivariată a identificat sexul feminin ca predictor independent al riscului crescut de depresie. Analiza mecanismelor de coping a evidențiat tipare distincte între sexe. Bărbații au utilizat predominant strategii de tip disengagement, caracterizate prin evitare și retragere emoțională, în timp ce femeile au manifestat o preferință pentru strategii de tip engagement și coping centrat pe emoții, incluzând exprimarea afectivă și căutarea suportului social. Un aspect esențial evidențiat de analiză a fost asocierea dintre strategiile de coping dezadaptative și vulnerabilitatea depresivă crescută, independent de tipul malocluziei sau de indicația chirurgicală. Variabile precum fumatul, mediul de proveniență sau vârsta nu au demonstrat influențe semnificative asupra riscului depresiv, sugerând că adaptarea psihologică a pacienților ortognatici este modelată predominant de procese interne și mecanisme individuale de gestionare a stresului. Constatările confirmă faptul că pacienții candidați la chirurgie ortognatică reprezintă un grup psihologic heterogen, în cadrul căruia vulnerabilitatea emoțională trebuie identificată și abordată individualizat. Integrarea screeningului psihologic structurat în protocolul preoperator și implementarea unor strategii de consiliere adaptate diferențelor de sex pot contribui la optimizarea adaptării perioperatorii și a rezultatelor psihosociale pe termen lung.

Obiectivul 4 (Studiul 4) a fost evaluarea impactului psihosocial al asimetriei mentoniere și compararea diferențelor legate de vârstă în ceea ce privește calitatea vieții, anxietatea, depresia, stresul perceput și percepția imaginii corporale la adolescenți și adulți tineri supuși corecției ortodontico-chirurgicale. Această investigație de tip caz–control a inclus 149 de pacienți împărțiți în trei grupuri: adolescenți, adulți tineri și un grup de control cu asimetrie craniofacială relativă. Diagnosticul a fost confirmat prin stereofotogrametrie tridimensională și evaluare radiologică standardizată, iar clasificarea asimetriei s-a realizat în funcție de magnitudinea deviației gnathionului față de planul medio-sagital. Instrumentele psihometrice validate utilizate au inclus SF-36 pentru evaluarea calității vieții, BIQLI pentru impactul imaginii corporale asupra funcționării zilnice, HADS pentru anxietate și depresie și PSS-10 pentru stresul perceput. Chestionarele au fost administrate preoperator și la șase luni postintervenție, permițând analiza comparativă longitudinală. Înaintea intervenției, adolescenții au prezentat scoruri semnificativ mai scăzute la componenta mentală a SF-36 comparativ cu adulții tineri, deși parametrii structurali ai asimetriei erau similari între grupuri. De asemenea, adolescenții

au raportat un nivel mai ridicat de insatisfacție legată de aspectul facial și scoruri mai mari la anxietate, sugerând o vulnerabilitate psihologică crescută în această etapă de dezvoltare. Analiza BIQLI a evidențiat o importanță mai mare acordată aspectului fizic și o influență mai pronunțată a imaginii corporale asupra stimei de sine în rândul adolescenților. Rezultatele HADS au confirmat niveluri mai ridicate de anxietate preoperatorie la acest grup, în timp ce diferențele în simptomatologia depresivă nu au fost semnificative statistic. La șase luni postoperator, diferențele intergrup s-au diminuat și nu au mai atins pragul de semnificație statistică. S-a observat o ameliorare a percepției imaginii corporale, o reducere a anxietății și o stabilizare a scorurilor privind calitatea vieții în ambele grupuri. Aceste rezultate sugerează că intervenția ortodontico-chirurgicală contribuie la echilibrarea adaptării psihologice, în special în perioada adolescenței, caracterizată prin sensibilitate crescută față de aspectul fizic și acceptarea socială. Studiul confirmă faptul că adolescența reprezintă o etapă de vulnerabilitate accentuată în raport cu distresul psihologic asociat asimetriilor faciale vizibile. Totuși, corecția ortognatică realizată în timp util poate avea un efect pozitiv asupra procesului de maturizare psihosocială și asupra consolidării imaginii de sine. Rezultatele subliniază importanța unei abordări adaptate vârstei în consilierea preoperatorie și în monitorizarea postoperatorie a pacienților, consolidând dimensiunea psihosocială a tratamentului ortognatic.

Concluzii - Cele patru investigații prezentate în Partea Specială demonstrează în mod convergent că tratamentul ortognatic atinge un nivel ridicat de predictibilitate structurală prin integrarea planificării digitale și validării cefalometrice standardizate, exercitând simultan o influență măsurabilă asupra stării psihologice și asupra percepției calității vieții.

Platformele digitale de planificare virtuală sporesc precizia și reproductibilitatea actului chirurgical, reduc acumularea erorilor analogice și facilitează transferul fidel al mișcărilor simulate în mediul intraoperator. Protocoalele cefalometrice digitale validează obiectiv modificările morfometrice obținute și confirmă coerența biomecanică a corecției interdisciplinare. În paralel, evaluarea psihometrică evidențiază existența unor vulnerabilități diferențiate în funcție de sex și vârstă, care modulează adaptarea emoțională și experiența postoperatorie.

Rezultatele indică faptul că repoziționarea scheletală, deși esențială pentru restabilirea armoniei anatomice și a stabilității funcționale, nu determină în mod exclusiv satisfacția pacientului. Profilul psihologic inițial, mecanismele individuale de coping și etapa de dezvoltare influențează semnificativ traiectoria adaptării postoperatorii. Femeile prezintă o vulnerabilitate

crescută la anxietate și simptomatologie depresivă în faza preoperatorie, iar adolescenții manifestă un impact psihosocial mai pronunțat al asimetriei faciale comparativ cu adulții tineri, chiar în absența unor diferențe structurale semnificative.

Constatările susțin conceptualizarea chirurgiei ortognatice într-un cadru integrat structural–psihologic. Armonia anatomică și stabilitatea ocluzală reprezintă condiții necesare pentru succesul terapeutic, însă nu sunt suficiente în absența unei evaluări psihologice individualizate și a unei colaborări interdisciplinare reale. Screeningul psihologic structurat, consilierea adaptată profilului pacientului și monitorizarea postoperatorie contribuie la optimizarea rezultatelor pe termen lung.

Prin corelarea validării digitale a repoziționării scheletale cu analiza sistematică a adaptării psihosociale, această teză de doctorat confirmă faptul că tratamentul ortognatic contemporan depășește sfera corecției ocluzale, orientându-se către restaurarea globală a echilibrului facial, a funcționalității și a stării de bine centrate pe pacient.