

UNIVERZITET U BEOGRADU
STOMATOLOŠKI FAKULTET

Amar M. Đerlek

**PROCENA PROMENA OKLUZIJE,
SKELETNIH, DENTOALVEOLARNIH,
MEKOTKIVNIH STRUKTURA I KVALITETA
ŽIVOTA KOD KOMBINOVANE
ORTODONTSKO-HIRURŠKE TERAPIJE
PACIJENATA SA III SKELETNOM KLASOM**

Doktorska disertacija

Beograd, 2026

UNIVERSITY OF BELGRADE
SCHOOL OF DENTAL MEDICINE

Amar M. Đerlek

**EVALUATION OF CHANGES IN OCCLUSION,
SKELETAL, DENTOALVEOLAR, SOFT
TISSUE STRUCTURES AND QUALITY OF
LIFE IN COMBINED ORTHODONTIC-
SURGICAL THERAPY OF PATIENTS WITH
SKELETAL CLASS III**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2026

Podaci o mentoru i članovima komisije

Mentori:

Prof. dr Nenad Nedeljković, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Stomatološki fakultet
Klinika za ortopediju vilica

Prof. dr Neda Stefanović, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu, Stomatološki fakultet
Klinika za ortopediju vilica

Članovi komisije:

Prof. dr Zorana Stamenković, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu, Stomatološki fakultet
Klinika za ortopediju vilica (predsednik Komisije)

Doc. dr Tina Pajević, docent
Univerzitet u Beogradu, Stomatološki fakultet
Klinika za ortopediju vilica (član)

Prof. dr Zoran Jezdić, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu, Stomatološki fakultet
Klinika za maksilofacijalnu hirurgiju (član)

Doc. dr Ana Todorović, docent
Univerzitet u Beogradu, Stomatološki fakultet
Implantološko-istraživački centar (član)

Prof. dr Tatjana Puškar, redovni profesor
Univerzitet u Novom Sadu, Medicinski fakultet
Klinika za dentalnu medicinu Vojvodine (član)

Datum odbrane doktorske disertacije: _____

ZAHVALNICA

Veliku zahvalnost i poštovanje dugujem svojim mentorima,

prof. dr Nenadu Nedeljkoviću i prof. dr Nedi Stefanović. Bogato iskustvo i znanje iz ortopedije vilica nesebično su prenosili kroz klinički i naučnoistraživački rad, usmeravajući me i podstičući da stalno napredujem, preispitujem sopstvene granice i težim ka višim ciljevima. Velika je čast, zadovoljstvo i sreća što sam imao priliku da uz njih učim, radim i sazrevam kao stručnjak i istraživač.

Duboku zahvalnost i iskreno poštovanje dugujem prof. dr Zorani Stamenković i doc. dr Tini Pajević, koje su mi tokom zahtevnih trenutaka u izradi doktorske disertacije pružale razumevanje, stručnost i sigurnost. Njihova ljudskost i kolegijalnost bile su mi dragocen oslonac, pomažući da lakše prevaziđem izazove.

Sa velikim poštovanjem se zahvaljujem prof. dr Vojkanu Laziću i doc. dr Ani Todorović, koji su me uveli u svet T-Scan sistema, preneli svoje iskustvo i znanje o njegovim mogućnostima i primeni u kliničkoj praksi.

Na vrednim stručnim i naučnim savetima zahvaljujem se dr Nemanji Marinkoviću i dr Ivanu Arsiću.

Hvala specijalizantima i zaposlenima Klinike za ortopediju vilica i Implantološko-istraživačkog centra Stomatološkog fakulteta u Beogradu na kolegijalnosti, predusretljivosti i pomoći tokom prikupljanja podataka.

Svojoj porodici i prijateljima zahvaljujem što su mi tokom čitavog puta pružali ljubav, pažnju, razumevanje i bezrezervnu podršku.

Ovu doktorsku disertaciju posvećujem svom ocu,

dr Mirsadu Đerleku, koji je od samog početka verovao u mene, moje snove i pomogao da ih ostvarim. Tokom godina ispunjenih izazovima i neizvesnošću bio je moj najčvršći oslonac, ulivajući mi mir, odlučnost i nepokolebljivu snagu da nastavim dalje.

PROCENA PROMENA OKLUZIJE, SKELETNIH, DENTOALVEOLARNIH, MEKOTKIVNIH STRUKTURA I KVALITETA ŽIVOTA KOD KOMBINOVANE ORTODONTSKO-HIRURŠKE TERAPIJE PACIJENATA SA III SKELETNOM KLASOM

SAŽETAK

Uvod: III skeletna klasa predstavlja nepravilnost sagitalnog pravca, koja može nastati usled prerazvijenosti mandibule, nedovoljne razvijenosti maksile ili njihove kombinacije. Njenu kliničku sliku često prate obrnut preklap sekutića, negativan incizalni razmak, poremećena interkuspidacija i promene mekotkivnog profila lica. U težim slučajevima javljaju se i funkcionalne smetnje, uključujući otežano odgrizanje hrane i poremećaj mastikacije, dok izražene dentofacijalne disproporcije mogu negativno uticati na samopouzdanje, socijalne interakcije i subjektivni kvalitet života. Kod pacijenata sa III skeletnom klasom dentoalveolarna kompenzacija može delimično da ublaži postojeći skeletni nesklad, ali njeno uklanjanje tokom prehirurške ortodontske pripreme ima važnu ulogu u planiranju konačne korekcije. Kombinovana ortodontsko-hirurška terapija obuhvata ortodontsku pripremu, ortognatsku hirurgiju i posthiruršku ortodontsku terapiju, sa ciljem poboljšanja odnosa vilica, okluzije, funkcije i estetike lica. Rendgen-kefalometrija omogućava praćenje skeletnih i dentoalveolarnih promena, digitalna analiza okluzije daje uvid u vremenski tok kontakata i relativnu raspodelu sila, a upitnici beleže doživljaj pacijenta. Zajedničko sagledavanje ovih pokazatelja omogućava potpuniju procenu ishoda lečenja.

Cilj: Cilj istraživanja bio je da se kod pacijenata sa III skeletnom klasom procene skeletne, dentoalveolarne i mekotkivne promene tokom različitih faza lečenja, kao i promene okluzalnih odnosa i kvaliteta života. Posebno su ispitani vreme uspostavljanja i prekida okluzalnih kontakata, raspodela sila, položaj i putanja centra okluzalnih sila, uz poređenje funkcionalnih pokazatelja sa kontrolnom grupom i procenu odnosa objektivnih nalaza i subjektivnog doživljaja terapijskog ishoda.

Materijal i metod: Istraživanje je sprovedeno kao prospektivna klinička studija, uz odobrenje Etičkog komiteta Stomatološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Obuhvaćeno je 60 ispitanika, starosti od 15 do 34,99 godina, ravnomerno raspoređenih u tri nezavisne grupe od po 20 ispitanika. III skeletna klasa definisana je na osnovu profilnog telerendgenskog snimka, uz vrednosti ANB ugla $< 1^\circ$ i Wits-ove procene < 0 mm. Iz studije su isključeni ispitanici sa poremećajima temporomandibularnog zgloba, bruksizmom, sistemskim oboljenjima, rascepom usne ili nepca i kraniofacijalnim sindromima. Grupu G1 činili su pacijenti sa III skeletnom klasom praćeni pre početka terapije (T1) i nakon završene prehirurške ortodontske pripreme (T2). Grupa G2 obuhvatala je pacijente sa III skeletnom klasom, kod kojih je nakon ortodontske pripreme primenjena bimaksilarna ortognatska hirurgija. Praćeni su neposredno pre hirurške intervencije (T3), na prvoj posthirurškoj kontroli približno šest do osam nedelja kasnije (T4) i šest meseci nakon te kontrole (T5). Kontrolnu grupu G3 činili su ispitanici sa normalnom okluzijom, kod kojih su okluzalni parametri izmereni jednokratno. G1 i G2 su nezavisni uzorci, pa njihovi nalazi ne predstavljaju uzastopna merenja istih pacijenata. Profilni telerendgenski snimci analizirani su programom OnyxCeph³ u T1 i T2 u grupi G1, odnosno T3 i T4 u grupi G2. Procena je obuhvatila sagitalne i vertikalne skeletne odnose, parametre rasta, položaj i nagib sekutića, mekotkivni profil i razvijenost vilica. Za analizu profilnih snimaka glave korišćena je formula „Beograd 2020“. Kompjuterizovanom analizom pomoću sistema T-Scan Novus procenjeni su vreme okluzije i diskluzije, anteriorno-posteriorna i levo-desna raspodela relativnih okluzalnih sila, kao i položaj i putanja centra okluzalnih sila. Registrovani procenti predstavljaju raspodelu relativnih sila, a ne apsolutnu silu zagrižaja. Snimanja su obuhvatala kretnje od prvog kontakta do maksimalne interkuspidacije. Kvalitet života procenjen je upitnicima MIQ i OQLQ, koji obuhvataju negativan uticaj malokluzije i dentofacijalnog deformiteta. Kod oba upitnika manji skor označava bolji ishod. Pored ukupnog OQLQ skora, analizirani su oralna funkcija, izgled lica, svest o dentofacijalnom izgledu i socijalni aspekt. U grupi G1 T-Scan analiza i upitnici primenjeni su u T1 i T2, dok su u grupi G2 primenjeni u sva tri vremena praćenja (T3, T4 i T5). Za poređenja su korišćeni odgovarajući testovi za uparene i nezavisne uzorke i za ponovljena merenja, uz naknadna poređenja korigovana Bonferronijevom metodom. Povezanost

promena procenjena je korelacionom i višestrukom regresionom analizom, a statistička značajnost definisana je kao $p < 0,05$.

Rezultati: Na početku praćenja, dužina tela maksile nije se statistički značajno razlikovala od očekivane vrednosti ni u grupi G1 ni u grupi G2, dok su dužina tela i visina ramusa mandibule u obe grupe bile veće od očekivanih ($p < 0,001$), što ukazuje na preovlađujuću mandibularnu komponentu skeletne nepravilnosti u ispitivanom uzorku. Tokom ortodonske pripreme u grupi G1 nisu registrovane statistički značajne promene sagitalnih skeletnih odnosa, uključujući ANB ugao i Wits-ovu procenu, dok je većina ostalih skeletnih parametara i parametara tipa rasta lica ostala stabilna. Izdvojene statistički značajne promene zabeležene su kod prednje visine lica N-Me i dužine tela maksile. Izraženije promene nastale su na dentoalveolarnom nivou, IMPA ugao porastao je sa $86,2^\circ$ na $90,1^\circ$ ($p < 0,001$), u skladu sa dekompenzacijom donjih sekutića. Donja usna se približila estetskoj E liniji, dok je položaj gornje usne ostao gotovo nepromenjen. Nakon bimaksilarne ortognatske hirurgije u grupi G2 uočene su izražene sagitalne skeletne promene: povećan je SNA, smanjen SNB, ANB ugao promenio se sa $-4,2^\circ$ na $1,4^\circ$, a Wits-ova procena sa $-8,4$ na $1,4$ mm ($p < 0,001$). Time su negativne polazne vrednosti, karakteristične za III skeletnu klasu, prešle u opseg povoljnijeg sagitalnog odnosa vilica. Vertikalni skeletni pokazatelji nisu se značajno promenili, dok je korekcija koštanih baza bila praćena promenom položaja gornje usne i poboljšanjem mekotkivnog profila. Nagibi sekutića nakon hirurške faze nisu pokazali statistički značajne promene. Promene njihovog položaja u odnosu na APg liniju prvenstveno su odražavale repoziciju vilica. Obim sagitalnih skeletnih promena bio je znatno veći u grupi G2 nego tokom same ortodonske pripreme u grupi G1. Na početnom merenju pacijenti sa III skeletnom klasom imali su produženo vreme okluzije u odnosu na kontrolnu grupu. U grupi G1 ono se tokom pripreme skratilo sa $0,84$ na $0,35$ s ($p = 0,010$), dok se raspodela okluzalnih sila nije bitno promenila. U grupi G2 vreme okluzije smanjilo se sa $1,58$ s pre hirurške intervencije na $0,65$ s na prvoj kontroli i $0,31$ s na završnom merenju ($p < 0,001$), približavajući se vrednostima kontrolne grupe. Skraćenje je bilo značajno i između prve i završne posthirurške kontrole, što ukazuje da se funkcionalno prilagođavanje nastavlja i nakon rane faze oporavka. Vreme diskluzije smanjilo se sa $0,26$ na $0,12$ s ($p = 0,002$), dostigavši vrednost blisku kontrolnoj grupi ($0,13$ s). Istovremeno je anteriorni udeo relativnih okluzalnih sila porastao sa $19,7\%$ na $37,7\%$, pa je na kraju praćenja ostao veći nego u kontrolnoj grupi ($22,3\%$). Najizraženija preraspodela sila ostvarena je neposredno nakon hirurgije, dok kasnija promena nije dostigla statističku značajnost. Levo-desna raspodela ostala je uravnotežena tokom terapije. Položaj centra okluzalnih sila u grupi G2 značajno se poboljšao. Na početku je kod 14 ispitanika bio van referentnog područja, a na kraju je svih 20 ispitanika imalo idealan ili dobar položaj, od čega 12 idealan i osam dobar ($p < 0,001$). Značajno se povećao i udeo normalne putanje centra sila. U grupi G1 nije zabeležena značajna promena položaja ili putanje centra sila tokom same ortodonske pripreme, što dodatno razlikuje funkcionalne efekte dve ispitivane faze. Tokom ortodonske pripreme u grupi G1 ukupni MIQ skor smanjio se sa $9,4$ na $6,8$ ($p = 0,039$), dok smanjenje OQLQ skora sa $36,6$ na $28,4$ nije dostiglo statističku značajnost ($p = 0,077$). U grupi G2 poboljšanje je bilo izraženije i progresivno. Ukupni OQLQ skor smanjio se sa $40,7$ pre hirurgije na $21,6$ na prvoj kontroli i $5,6$ na završnom merenju ($p < 0,001$), a MIQ skor sa $9,2$ na $0,3$ ($p < 0,001$). Značajno poboljšanje ostvareno je u sva četiri domena OQLQ, kao i kod 22 pojedinačne stavke tog upitnika i 17 od 19 stavki MIQ. Naknadna poređenja pokazala su nastavak poboljšanja kvaliteta života i između dve posthirurške kontrole. Za ukupni OQLQ skor sva tri parna poređenja bila su značajna ($p < 0,001$), a najveće relativno smanjenje skorova uočeno je u domenima oralne funkcije i socijalnog aspekta. Veličine efekta za ukupne MIQ i OQLQ skorove bile su velike (Kendall W = $0,69$, odnosno $0,80$), a instrumenti su na početnom uzorku pokazali vrlo dobru, odnosno odličnu internu konzistentnost (Cronbach-ov $\alpha = 0,88$ za MIQ; $\alpha = 0,91$ za OQLQ). Obim korekcije ANB ugla nije bio značajno povezan sa promenom ukupnog OQLQ skora ($p = -0,20$, $p = 0,397$), niti se u regresionoj analizi pokazao kao nezavisan pokazatelj stepena subjektivnog poboljšanja. Težina početne skeletne nepravilnosti, izražena apsolutnim vrednostima ANB ugla i Wits-ove procene, nije bila značajno povezana sa početnim kvalitetom života, niti je obim skeletne korekcije bio značajno povezan sa skraćanjem vremena okluzije. U regresionom modelu viši početni OQLQ skor bio je povezan sa

većim smanjenjem tog skora ($\beta = 0,87$, $p < 0,001$), ali se zbog povezanosti početne vrednosti i promene ovaj odnos ne može tumačiti kao dokaz samostalnog predviđanja ishoda.

Zaključak: Dobijeni rezultati pokazuju različitu ulogu pojedinih faza lečenja. Ortodonska priprema prvenstveno menja nagib i položaj sekutića, uklanja dentalnu kompenzaciju skeletne nepravilnosti i stvara uslove za planirano hirurško repozicioniranje vilica, bez izraženije promene sagitalnih međuviličnih odnosa. Bimaksilarna ortognatska hirurgija omogućava korekciju sagitalne skeletne nepravilnosti, uz vidljivo poboljšanje mekotkivnog profila. Parametri okluzalne funkcije poboljšavaju se tokom posthirurškog praćenja. Vreme uspostavljanja i prekida kontakata približava se kontrolnim vrednostima, a položaj i putanja centra okluzalnih sila postaju povoljniji. Ipak, povećan anteriorni udeo sila na završnom merenju pokazuje da se svi aspekti okluzije u posmatranom periodu nisu izjednačili sa kontrolnom grupom. Poboljšanje kvaliteta života je sveobuhvatno i nastavlja se nakon prve posthirurške kontrole, obuhvatajući oralnu funkciju, izgled lica, svest o izgledu i socijalni aspekt. U ispitivanom uzorku stepen subjektivnog poboljšanja nije bio neposredno određen veličinom skeletne korekcije. Veće smanjenje OQLQ skora bilo je povezano sa izraženijim početnim tegobama, ali ovaj rezultat ne predstavlja dokaz da početni skor samostalno predviđa ishod. Grupe G1 i G2 nisu činili isti pacijenti, broj ispitanika po grupi bio je relativno mali, a razlikovali su se i prema starosti. Stoga nalaze poređenja među grupama treba tumačiti uz te okolnosti. Zajedničko sagledavanje kefalometrijskih, funkcionalnih i subjektivnih pokazatelja omogućava potpuniju procenu terapijskog uspeha kombinovane ortodonsko-hirurške terapije kod pacijenata sa III skeletnom klasom.

Ključne reči: III skeletna klasa; ortodonsko-hirurška terapija; rendgen-kefalometrija; kompjuterizovana analiza okluzije; kvalitet života.

Naučna oblast: stomatološke nauke

Uža naučna oblast: ortopedija vilica

UDK broj:

EVALUATION OF CHANGES IN OCCLUSION, SKELETAL, DENTOALVEOLAR, SOFT TISSUE STRUCTURES AND QUALITY OF LIFE IN COMBINED ORTHODONTIC-SURGICAL THERAPY OF PATIENTS WITH SKELETAL CLASS III

ABSTRACT

Introduction: Skeletal Class III malocclusion is a sagittal discrepancy that may result from mandibular overdevelopment, maxillary underdevelopment, or a combination of both. Its clinical presentation commonly includes anterior crossbite, negative overjet, impaired intercuspation, and alterations in the facial soft-tissue profile. In more severe cases, functional disturbances may occur, including difficulties in biting and impaired mastication, while pronounced dentofacial disproportions may adversely affect self-confidence, social interactions, and perceived quality of life. In patients with skeletal Class III malocclusion, dentoalveolar compensation may partially mask the underlying skeletal discrepancy. However, its elimination during presurgical orthodontic preparation plays an important role in planning definitive correction. Combined orthodontic-surgical treatment comprises orthodontic preparation, orthognathic surgery, and postsurgical orthodontic treatment, with the aim of improving jaw relationships, occlusion, function, and facial esthetics. Cephalometric analysis enables the assessment of skeletal and dentoalveolar changes, computerized occlusal analysis provides insight into the timing of occlusal contacts and the relative distribution of occlusal forces, while questionnaires capture the patient's perceptions of treatment outcomes. The combined assessment of these measures allows a more comprehensive evaluation of treatment outcomes.

Aim: The aim of this study was to assess skeletal, dentoalveolar, and soft-tissue changes during different stages of treatment in patients with skeletal Class III malocclusion, as well as changes in occlusal relationships and quality of life. Particular attention was given to occlusion and disclusion times, force distribution, and the position and trajectory of the center of force, together with comparisons of functional parameters with those of a control group and assessment of the relationship between objective findings and patient's perceptions of treatment outcomes.

Material and Methods: This prospective clinical study was conducted with the approval of the Ethics Committee of the School of Dental Medicine, University of Belgrade. A total of 60 participants, aged 15-34.99 years, were evenly distributed across three independent groups of 20 participants each. Skeletal Class III malocclusion was defined on the basis of lateral cephalometric radiographs, with an ANB angle $< 1^\circ$ and a Wits appraisal < 0 mm. Participants with temporomandibular joint disorders, bruxism, systemic diseases, cleft lip or palate, or craniofacial syndromes were excluded. Group G1 comprised patients with skeletal Class III malocclusion evaluated before the initiation of treatment (T1) and after completion of presurgical orthodontic preparation (T2). Group G2 comprised patients with skeletal Class III malocclusion who underwent bimaxillary orthognathic surgery following orthodontic preparation. They were evaluated immediately before surgery (T3), at the first postsurgical follow-up approximately six to eight weeks later (T4), and six months after the first postsurgical follow-up (T5). The control group (G3) consisted of participants with normal occlusion, in whom occlusal parameters were assessed at a single time point. Groups G1 and G2 represented independent samples. Therefore, their findings do not constitute sequential measurements of the same patients. Lateral cephalometric radiographs were analyzed using OnyxCeph³ at T1 and T2 in G1 and at T3 and T4 in G2. The assessment included sagittal and vertical skeletal relationships, growth-related parameters, incisor position and inclination, soft-tissue profile, and jaw dimensions. The "Belgrade 2020" formula was used for cephalometric analysis. Computerized occlusal analysis using the T-Scan Novus system was performed to assess occlusion and disclusion times, anteroposterior and left-right distributions of relative occlusal forces, as well as the position and trajectory of the center of force (COF). The recorded percentages represented the distribution of relative occlusal forces rather than absolute bite force. Recordings included movements from initial tooth contact to maximum intercuspation. Quality of life was assessed using the Malocclusion Impact Questionnaire (MIQ) and the Orthognathic Quality of Life Questionnaire (OQLQ), which evaluate the negative impact of malocclusion and dentofacial deformity. For both

questionnaires, lower scores indicate better outcomes. In addition to the total OQLQ score, the domains of oral function, facial aesthetics, awareness of dentofacial aesthetics, and social aspects of dentofacial deformity were analyzed. In G1, T-Scan and questionnaire assessments were performed at T1 and T2, whereas in G2 they were performed at all three assessment time points (T3, T4, and T5). Appropriate statistical tests for paired and independent samples and repeated measures were used, with post hoc comparisons adjusted using the Bonferroni method. Associations between changes were assessed using correlation and multiple regression analyses, with statistical significance set at $p < 0.05$.

Results: At baseline, maxillary body length did not differ significantly from the expected value in either G1 or G2, whereas mandibular body length and ramus height were greater than expected in both groups ($p < 0.001$), indicating a predominantly mandibular component of the skeletal discrepancy in the study sample. During orthodontic preparation in G1, no statistically significant changes were observed in sagittal skeletal relationships, including the ANB angle and Wits appraisal, while most other skeletal and facial growth pattern parameters remained stable, although isolated significant changes were observed in anterior facial height and maxillary body length. More pronounced changes occurred at the dentoalveolar level, with the IMPA increasing from 86.2° to 90.1° ($p < 0.001$), consistent with decompensation of the mandibular incisors. The lower lip moved closer to the esthetic E-line, whereas the position of the upper lip remained virtually unchanged. Following bimaxillary orthognathic surgery in G2, marked sagittal skeletal changes were observed: SNA increased, SNB decreased, the ANB angle changed from -4.2° to 1.4° , and the Wits appraisal from -8.4 to 1.4 mm ($p < 0.001$). Thus, the negative baseline values characteristic of skeletal Class III malocclusion shifted toward a more favorable sagittal jaw relationship. Vertical skeletal parameters did not change significantly, whereas correction of the skeletal bases was accompanied by changes in upper-lip position and improvement of the soft-tissue profile. Incisor inclinations showed no statistically significant changes following the surgical phase. Changes in incisor position relative to the APg line primarily reflected surgical repositioning of the jaws. The magnitude of sagittal skeletal changes was considerably greater in G2 than during orthodontic preparation alone in G1. At baseline, patients with skeletal Class III malocclusion exhibited a prolonged occlusion time compared with the control group. In G1, occlusion time decreased from 0.84 to 0.35 s during orthodontic preparation ($p = 0.010$), whereas the distribution of occlusal forces did not change substantially. In G2, occlusion time decreased from 1.58 s before surgery to 0.65 s at the first follow-up and to 0.31 s at the final assessment ($p < 0.001$), approaching the values observed in the control group. The reduction was also significant between the first and final postsurgical assessments, indicating that functional adaptation continued beyond the early recovery period. Disclusion time decreased from 0.26 to 0.12 s ($p = 0.002$), reaching a value close to that of the control group (0.13 s). Concurrently, the anterior proportion of relative occlusal forces increased from 19.7% to 37.7% and remained higher at the end of follow-up than in the control group (22.3%). The most pronounced redistribution of forces occurred immediately after surgery, whereas subsequent changes did not reach statistical significance. Left-right force distribution remained balanced throughout treatment. The position of the center of force in G2 improved significantly. At baseline, it was located outside the reference area in 14 participants, whereas at the final assessment all 20 participants exhibited an ideal or good COF position, with 12 classified as ideal and eight as good ($p < 0.001$). The proportion of normal COF trajectories also increased significantly. In G1, no significant changes in COF position or trajectory were observed during orthodontic preparation alone, further distinguishing the functional effects of the two treatment stages. During orthodontic preparation in G1, the total MIQ score decreased from 9.4 to 6.8 ($p = 0.039$), whereas the reduction in the total OQLQ score from 36.6 to 28.4 did not reach statistical significance ($p = 0.077$). In G2, improvement was more pronounced and progressive. The total OQLQ score decreased from 40.7 before surgery to 21.6 at the first follow-up and to 5.6 at the final assessment ($p < 0.001$), while the MIQ score decreased from 9.2 to 0.3 ($p < 0.001$). Significant improvement was observed across all four OQLQ domains, all 22 individual OQLQ items, and 17 of the 19 MIQ questions. Post hoc comparisons demonstrated continued improvement in quality of life between the two postsurgical assessments. For the total OQLQ score,

all three pairwise comparisons were significant ($p < 0.001$), with the greatest relative reductions observed in the oral function and social aspects domains. Effect sizes for the total MIQ and OQLQ scores were large (Kendall's $W = 0.69$ and 0.80 , respectively), and the instruments demonstrated very good and excellent internal consistency at baseline (Cronbach's $\alpha = 0.88$ for the MIQ and $\alpha = 0.91$ for the OQLQ, respectively). The magnitude of ANB angle correction was not significantly associated with the change in the total OQLQ score ($\rho = -0.20$, $p = 0.397$), nor did it emerge as an independent predictor of the degree of subjective improvement in the regression analysis. The severity of the initial skeletal discrepancy, expressed by the absolute values of the ANB angle and Wits appraisal, was not significantly associated with baseline quality of life, and the magnitude of skeletal correction was not significantly associated with the reduction in occlusion time. In the regression model, a higher baseline OQLQ score was associated with a greater reduction in the score ($\beta = 0.87$, $p < 0.001$). However, because of the inherent relationship between the baseline value and the magnitude of change, this association cannot be interpreted as evidence of independent prediction of treatment outcome.

Conclusion: The findings demonstrate distinct roles of the individual treatment stages. Orthodontic preparation primarily changes incisor inclination and position, eliminates dentoalveolar compensation of the skeletal discrepancy, and creates the conditions necessary for planned surgical repositioning of the jaws, without producing marked changes in sagittal intermaxillary relationships. Bimaxillary orthognathic surgery enables correction of the sagittal skeletal discrepancy and is accompanied by a visible improvement in the soft-tissue profile. Occlusal function continued to improve during postsurgical follow-up. Occlusion and disclusion times approach control values, while the position and trajectory of the center of force become more favorable. However, the persistently increased anterior proportion of occlusal forces at the final assessment indicates that not all aspects of occlusion became comparable with those of the control group within the observed follow-up period. Improvement in quality of life was comprehensive and continued beyond the first postsurgical assessment, encompassing oral function, facial aesthetics, awareness of dentofacial aesthetics, and social aspects. In the study sample, the degree of subjective improvement was not directly determined by the magnitude of skeletal correction. A greater reduction in the OQLQ score was associated with more pronounced baseline impairment; however, this finding does not demonstrate that the baseline score independently predicts treatment outcome. Groups G1 and G2 did not comprise the same patients, the number of participants in each group was relatively small, and the groups also differed in age. Comparisons between the groups should therefore be interpreted in light of these considerations. The combined assessment of cephalometric, functional, and patient-reported outcomes provides a more comprehensive evaluation of treatment outcomes in patients with skeletal Class III malocclusion undergoing combined orthodontic-surgical treatment.

Keywords: skeletal Class III malocclusion; orthodontic-surgical treatment; cephalometric analysis; computerized occlusal analysis; quality of life.

Scientific field: Dental Medicine

Scientific subfield: orthodontics

UDC number:

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1 III skeletna klasa.....	1
1.2 Rendgen-kefalometrija	4
1.3 Okluzija	6
1.4 Digitalna analiza okluzije	7
1.5 Kvalitet života.....	14
2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA I RADNE HIPOTEZE.....	17
3. MATERIJAL I METODE	18
3.1 Statistička obrada podataka	31
4. REZULTATI.....	33
4.1. Demografske i kliničke karakteristike ispitanika	33
4.2. Kefalometrijske promene tokom ortodonske pripreme (grupa G1)	36
4.3. Kefalometrijske promene tokom hirurške faze (grupa G2).....	41
4.3.1. Procena razvijenosti vilica.....	46
4.4. Poređenje obima kefalometrijskih promena između grupa G1 i G2	46
4.5. Kompjuterizovana analiza okluzije	48
4.5.1. Vremenski parametri i raspodela sila u grupi G2	48
4.5.2. Parametri okluzije u grupi G1 tokom pripreme.....	51
4.5.3. Poređenje okluzalnih parametara između grupa.....	52
4.5.4. Položaj i putanja centra okluzalnih sila	55
4.5.5. Naknadna parna poređenja okluzalnih parametara u grupi G2	57
4.6. Procena kvaliteta života.....	58
4.6.1. Naknadna parna poređenja skorova kvaliteta života u grupi G2.....	61
4.6.2. Analiza pojedinačnih stavki upitnika MIQ.....	61
4.6.3. Analiza pojedinačnih stavki upitnika OQLQ	64
4.6.4. Veličine efekta promena u grupi G2.....	66
4.6.5. Pouzdanost (interna konzistentnost) upitnika.....	66
4.7. Korelaciona analiza	67
4.8. Regresiona analiza i intervali poverenja.....	71
5. DISKUSIJA	74
6. ZAKLJUČCI.....	87
7. LITERATURA.....	88
8. BIOGRAFIJA AUTORA	95
9. IZJAVE.....	97

1. UVOD

1.1 III skeletna klasa

Sagitalne nepravilnosti zagrižaja obuhvataju antero-posteriorne nepravilnosti odnosa maksile i mandibule, kao i međusobnog položaja zuba u gornjem i donjem zubnom nizu. Posmatrajući odnose prvih stalnih molara gornjeg i donjeg zubnog niza, Edvard Engl je podelio malokluzije na malokluzije I, II i III klase (Slika 1) (1).

I klasa (neutrookluzija) - pravilna okluzija u antero-posteriornom pravcu.

1) Meziobukalna kvržica gornjeg prvog molara okludira sa meziobukalnom brazdom donjeg prvog molara.

2) Gornji očnjak okludira sa distalnom padinom donjeg očnjaka i mezijalnom padinom donjeg prvog premolara.

II klasa (distookluzija) - mandibularni zubni niz je pomeren distalno u odnosu na maksilarni.

1) Za polovinu širine premolara - 1/2 II klase (singularni antagonizam).

- Meziobukalna kvržica gornjeg prvog molara okludira sa meziobukalnom kvržicom donjeg prvog molara.
- Gornji očnjak okludira sa donjim očnjakom.

2) Za celu širinu premolara - puna II klasa.

- Meziobukalna kvržica gornjeg prvog molara okludira sa distalnom padinom drugog premolara i mezijalnom padinom donjeg prvog molara.
- Gornji očnjak nalazi se između donjeg lateralnog sekutića i donjeg očnjaka.

III klasa (meziokluzija) - mandibularni zubni niz je pomeren mezijalno u odnosu na maksilarni.

1) Za polovinu širine premolara - 1/2 III klasa.

- Meziobukalna kvržica gornjeg prvog molara okludira sa distobukalnom kvržicom donjeg prvog molara.
- Gornji očnjak okludira sa donjim prvim premolarom.

2) Za celu širinu premolara - puna III klasa.

- Meziobukalna kvržica gornjeg prvog molara okludira sa distalnom padinom donjeg prvog molara i mezijalnom padinom drugog molara.
- Gornji očnjak se nalazi između donjih premolara.



Slika 1. Englova klasifikacija malokluzija: a) I klasa, b) II klasa, c) III klasa.

Malokluzije III klase mogu se ispoljiti kao dentoalveolarne, funkcionalne ili skeletne nepravilnosti, pri čemu svaka od njih ima specifične karakteristike (1):

- 1) Dentoalveolarna III klasa nastaje kao posledica nepravilne inklinacije zuba uz očuvane skeletne odnose vilica.
- 2) Funkcionalna III klasa se karakteriše prisustvom prevremenih okluzalnih kontakata (najčešće na sekutićima) koji dovode do anteriornog pomeranja mandibule prilikom zatvaranja usta iz položaja fiziološkog mirovanja.
- 3) Skeletna III klasa predstavlja posledicu poremećenih međuviličnih odnosa izazvanih nepravilnim rastom i razvojem maksile, mandibule ili njihovom kombinacijom.

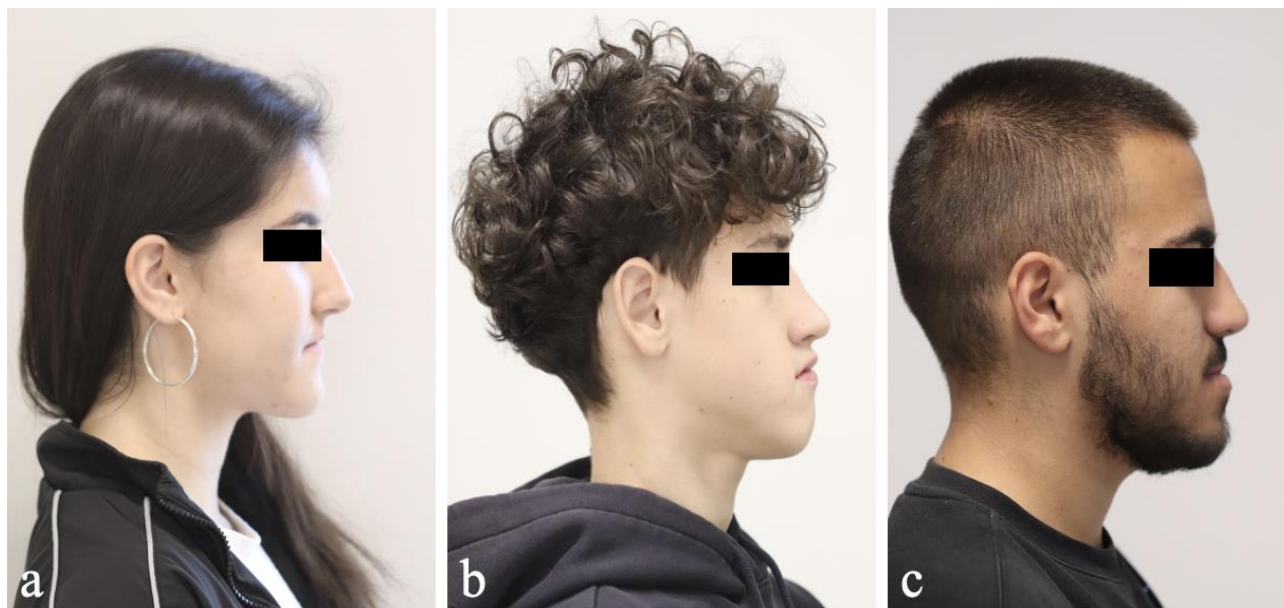
III skeletna klasa predstavlja nepravilnost u sagitalnom odnosu maksile i mandibule koja može nastati usled (1) (Slike 2 i 3):

- 1) prerazvijenosti mandibule (pravi mandibularni prognatizam), pri čemu mandibula prednjači u odnosu na maksilu.
- 2) maksilarne hipoplazije ili retrognatizma, kada je maksila nedovoljno razvijena u odnosu na mandibulu.
- 3) njihove kombinacije.
- 4) bimaksilarnog retrognatizma sa većim retrognatizmom maksile.
- 5) bimaksilarnog prognatizma sa većim prognatizmom mandibule.

Za razliku od dentalne III klase po Englu, koja se prvenstveno odnosi na položaj zuba i okluzalne odnose, III skeletna klasa obuhvata poremećaj odnosa koštanih struktura i često zahteva složeniji dijagnostički i terapijski pristup (1).



Slika 2. Dentoalveolarne manifestacije mogućih formi III skeletne klase: a) maksilarni retrognatizam, b) mandibularni prognatizam, c) kombinacija a i b.



Slika 3. Ekstraoralne fotografije različitih formi III skeletne klase: a) maksilarni retrognatizam, b) mandibularni prognatizam, c) kombinacija a i b.

Etiologija III skeletne klase je multifaktorijalne prirode i obuhvata genetske, epigenetske i faktore spoljašnje sredine. Dosadašnja istraživanja ukazuju na značajnu naslednu komponentu, naročito kod izraženog mandibularnog prognatizma, gde se sličan obrazac rasta često može uočiti unutar porodica. Pored genetske predispozicije, na razvoj ove anomalije mogu uticati poremećaji rasta kraniofacijalnog kompleksa, funkcionalni faktori, hormonski disbalans i individualne varijacije u vremenu i intenzitetu rasta vilica (1).

Učestalost pojedinih obrazaca ekspresije III skeletne klase razlikuje se među populacijama. Na evropskom tlu najčešće se registruje maksilarni retrognatizam ili kombinovani oblici, dok je u određenim azijskim populacijama izraženiji mandibularni prognatizam. Ove razlike ukazuju na značaj genetskih i etničkih faktora u fenotipskoj ekspresiji III skeletne klase (2).

Klinička slika III skeletne klase može biti veoma raznolika, u zavisnosti od dominantne skeletne diskrepance i stepena izraženosti anomalije. Često su prisutni obrnut preklap sekutića, izražen negativan incizalni razmak, ukršten ili otvoren zagrižaj, poremećena interkuspidacija i asimetrije zubnih nizova. U težim slučajevima dolazi do izraženih funkcionalnih smetnji, uključujući otežano odgrizanje hrane, poremećaj mastikacije i kompenzatorne obrasce mandibularnih kretnji (1).

Kod pacijenata sa III skeletnom klasom često se može uočiti dentoalveolarna kompenzacija skeletne nepravilnosti. Prilikom kliničkog pregleda registrujemo protruziju gornjih frontalnih zuba, kao i retruziju donjeg fronta, čime organizam nastoji da umanjuje postojeći skeletni nesklad i omogući funkcionalniji zagrižaj. Prisustvo ovih kompenzacija ima veliki klinički značaj, jer njihovo uklanjanje tokom prehirurške ortodonske pripreme ima bitnu ulogu u planiranju definitivne terapije (1).

Osim dentoalveolarnih problema, III skeletna klasa značajno utiče na izgled lica. Pacijente često karakteriše ravan ili konkavan profil, povećan vilični sprat lica, retrudirana gornja usna, protrudirana donja usna i prominencija brade. Promene mekotkivnog profila mogu biti jedan od glavnih razloga javljanja pacijenata ortodontu, naročito u adolescenciji i odraslom dobu, kada estetska komponenta dobija poseban značaj (3).

Izražene dentofacijalne disproporcije mogu negativno uticati na samopouzdanje te tako psihosocijalni uticaj III skeletne klase ne treba zanemariti. Takođe, njen uticaj se može odraziti i na socijalne interakcije i subjektivni kvalitet života. Studije ukazuju da uspešno lečenje ovih pacijenata ne podrazumeva samo korekciju skeletnih i dentalnih odnosa, već i poboljšanje psihološkog blagostanja i zadovoljstva sopstvenim izgledom (4).

Postavljanje dijagnoze III skeletne klase zasniva se na sveobuhvatnoj proceni kliničkih i dijagnostičkih parametara, koja obuhvata anamnezu, klinički pregled, analizu studijskih modela, analizu intraoralnih i ekstraoralnih fotografija, radiološku evaluaciju kao i kefalometrijsku analizu. Veoma su važni kefalometrijski pokazatelji, poput uglova SNA, SNB i ANB, Wits procene, kao i analiza položaja i inklinacije sekutića, jer doprinose preciznom razlikovanju skeletne komponente u odnosu na dentoalveolarnu kompenzaciju skeletne nepravilnosti. Na osnovu ovako postavljene dijagnoze moguće je planirati terapijski pristup, odrediti odgovarajući modalitet lečenja i proceniti prognozu terapijskog ishoda (1).

Vrsta terapije III skeletne klase zavisi od uzrasta pacijenta i preostalog potencijala rasta. U periodu rasta moguće je primeniti ortopedske procedure usmerene na stimulaciju rasta maksile ili restrikciju rasta mandibule, dok kod odraslih pacijenata sa umerenim ili izraženim skeletnim nepravilnostima terapija često zahteva kombinovani ortodonsko-hirurški pristup (1).

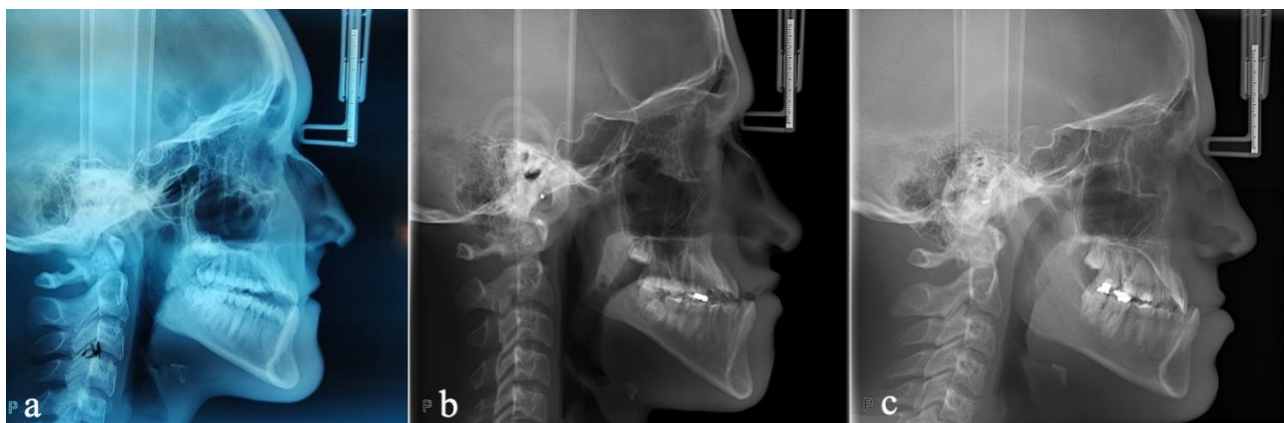
Kombinovana ortodonsko-hirurška terapija daje mogućnost istovremene korekcije dentoalveolarnih i skeletnih nepravilnosti, uspostavljanja stabilnih okluzalnih odnosa i poboljšanja funkcije i estetike orofacijalnog sistema. Lečenje se sastoji od prehirurške ortodonske pripreme, ortognatske hirurške intervencije i posthirurške ortodonske terapije, pri čemu se u zavisnosti od kliničke slike najčešće primenjuju Le Fort I osteotomija maksile, bilateralna sagitalna split osteotomija mandibule ili njihova kombinacija (1, 5).

1.2 Rendgen-kefalometrija

Dijagnostička metoda koja se najčešće primenjuje u svakodnevnoj ortodonskoj praksi je analiza profilnog snimka glave, jer stvara uslove za objektivnu procenu skeletnih, dentoalveolarnih i mekotkivnih odnosa kraniofacijalnog kompleksa u sagitalnom i vertikalnom pravcu. Od uvođenja analize profilnog snimka glave u kliničku praksu, kefalometrija je postala nezaobilazan deo dijagnostike, planiranja terapije i praćenja rezultata lečenja kod pacijenata sa različitim dentofacijalnim deformitetima, uključujući i deformitete III skeletne klase (1).

Analiza profilnog snimka glave kod pacijenata sa III skeletnom klasom ima veoma veliki značaj jer pruža mogućnost pouzdanog utvrđivanja nepravilnosti položaja i razvoja vilica, kao što su maksilarni retrognatizam, mandibularni prognatizam ili kombinacija obe skeletne komponente (1, 6) (Slika 4). Diferencijalna dijagnoza nepravilnosti od presudnog je značaja za izbor terapijskog pristupa, naročito

pri odluci između ortopedskog tretmana u periodu rasta, a takođe i prilikom planiranja ortodonske terapije kamuflažom ili kombinovanog ortodonsko-hirurškog lečenja kod odraslih pacijenata (1, 6).



Slika 4. Profilni snimak glave sa različitim formama III skeletne klase: a) maksilarni retrognatizam, b) mandibularni prognatizam, c) kombinacija a i b.

Na osnovu pregleda dostupne literature, uglovi SNA, SNB i ANB, zajedno sa Wits procenom, predstavljaju najčešće korišćene kefalometrijske parametre u dijagnozi i proceni uspešnosti lečenja pacijenata sa III skeletnom klasom. Pored njih, značajnu dijagnostičku i prognostičku vrednost imaju i parametri koji procenjuju tip rasta (FMA, gonijalni ugao i ugao Y ose, Bjorkova i Jarabakova analiza), inklinaciju sekutića (I/SpP, IMPA i interincizalni ugao), kao i mekotkivni profil (Holdaway H ugao) (1, 7-10).

SNA ugao nam ukazuje na položaj maksile u odnosu na ravan prednje kranijalne baze, SNB ugao služi za procenu položaja mandibule u odnosu na navedenu ravan. U zavisnosti od skeletne diskrepance, vrednosti uglova SNA i SNB mogu pokazivati različite vrednosti. Kod pseudoprogenije ugao SNA je smanjen u odnosu na opseg ($80-84^\circ$), dok se ugao SNB nalazi unutar opsega ($78-82^\circ$). Nasuprot tome, kod prave progenije karakteristično je povećanje vrednosti ugla SNB, pri čemu se ugao SNA nalazi unutar opsega. Pored navedenih obrazaca, III skeletna klasa može biti posledica kombinacije maksilarnog retrognatizma i mandibularnog prognatizma, kada se istovremeno registruju smanjene vrednosti ugla SNA i povećane vrednosti ugla SNB. Za analizu međuviličnih odnosa u sagitalnom pravcu koristi se ugao ANB. Vrednosti ANB ugla koje su niže od opsega ($1-5^\circ$) ili negativne ukazuju na prisustvo III skeletne klase (1, 11).

Wits procena uz uglove SNA, SNB i ANB spada u značajan dijagnostički parametar prilikom procene sagitalnog odnosa maksile i mandibule. Ova procena zasniva se na projekciji tačaka A i B u odnosu na okluzalnu ravan. U slučaju rotacija vilica ili kranijalne baze, ona može dati realnu vrednost o sagitalnom odnosu, odnosno skeletnoj klasi. Vrednosti Wits procene koje su niže od opsega ($0-4\text{ mm}$) ili negativne ukazuju na prisustvo III skeletne klase. Veoma je važno kombinovati više parametara analize profilnog snimka glave kako bi se pouzdano utvrdila skeletna klasa (1, 11, 12).

Osim procene sagitalnog odnosa vilica, analizom profilnog snimka glave možemo proceniti i obrazac rasta vilica. Procena tipa rasta po Bjorku i Jarabaku, FMA ugao, gonijalni ugao i ugao Y ose mogu nam predložiti smer rasta, potencijalnu rotaciju mandibule kao i mogućnost vertikalnih disproporcija. Vertikalne nepravilnosti uglavnom zavise od obrasca rasta, pri čemu se najčešće manifestuju kao otvoren ili dubok zagrižaj. Pored navedenih parametara, podaci sa profilnog snimka glave o inklinaciji gornjih i donjih sekutića imaju značajnu ulogu u samoj dijagnozi i planu buduće terapije jer kod prave progenije uočavamo promene u njihovom nagibu koje se manifestuju protruzijom gornjih i retruzijom donjih sekutića (1, 13).

Uz promene na dentoalveolarnim i skeletnim strukturama, kod pacijenta sa III skeletnom klasom prisutne su i promene na mekotkivnom profilu. Najčešća ekstraoralna manifestacija pacijenata sa III skeletnom klasom je konkavan profil, sa retrudiranom gornjom usnom, protrudiranom donjom usnom i prominencijom vrha brade posmatrano u biometrijskom polju. Procena položaja usana, brade kao i veličine nazolabijalnog i mentolabijalnog ugla veoma je važna za planiranje terapije ovih pacijenata (1, 3).

Analiza profilnog telerendgena se može sprovoditi tradicionalno manuelnom metodom, kompjuterski asistiranom metodom i u savremenom dobu primenom veštačke inteligencije. Zahvaljujući naprednim digitalnim softverskim sistemima omogućeno je preciznije merenje, digitalno obeležavanje tačaka, superponiranje snimaka, kao i mogućnost predviđanja pojedinih vrsta terapije (14). Deo softvera bazira se na primeni veštačke inteligencije, tako da uz pomoć već naučenih šema može precizno odrediti posmatrane tačke i odraditi analizu profilnog snimka glave bez potrebe za većim korigovanjem od strane lekara. U terapiji III skeletne klase, primena ovih tehnologija ogleda se u mogućnosti lakše i brže dijagnostike, predviđanja skeletnih i mekotkivnih promena nakon završenog hirurškog tretmana (15, 16).

Paralelno sa prednostima koje nam kefalometrija pruža, ona može imati i određena ograničenja. Vrlo često se dešava da dvodimenzionalni snimci dovode do preklapanja anatomskih struktura, te otežavaju pronalaženje specifičnih tačaka koje su nam potrebne, dok vrednosti pojedinih parametara mogu zavisi od građe kraniofacijalnog kompleksa. U prilog tome, profilni snimci glave koriste se kao dopunsko dijagnostičko sredstvo uz klinički pregled i analizu studijskih modela (1, 14).

1.3 Okluzija

Okluzija predstavlja koordinisani sistem koji se sastoji iz statičkih i dinamičkih kontakata ostvarenih između zuba gornje i donje vilice (17). Ukoliko se posmatra u užem kontekstu, ona se odnosi prvenstveno na raspored zuba u vilicama i način na koji oni okludiraju, a ukoliko podrazumeva širi kontekst, ona se ne odnosi isključivo na kontakte već i na usklađenost odnosa između svih komponenti mastikatornog, neuromuskularnog sistema, zuba i potpornog aparata, kraniofacijalnog skeleta sa temporomandibularnim zglobovima (18, 19).

Na osnovu studija koje je sproveo Bajron, definisani su osnovni kriterijumi funkcionalno prihvatljive okluzije koji se i danas primenjuju u kliničkoj praksi. Oni podrazumevaju postojanje stabilnih i simultanih bilateralnih kontakata u položaju maksimalne interkuspidacije, nezavisno od međuviličnih odnosa (20).

Bajron ističe da je veoma značajno usmeravanje okluzalnih sila duž osovine zuba, čime se postiže optimalna raspodela opterećenja u potpornom aparatu i smanjuje rizik od preopterećenja parodonticijuma. Poželjno je postojanje ograničenog slobodnog prostora u retropulzivnoj kretnji, što dovodi do funkcionalne adaptacije bez destabilizacije zagrižaja (20).

Tokom ekskurzionih kretnji mandibule, funkcionalna okluzija podrazumeva kontrolisanu distribuciju kontakata, pri čemu se u laterookluziji ostvaruje očajnom vođena okluzija, dok u propulziji dolazi do kontakta prednjih zuba uz diskulziju bočnih zuba. Pored toga, vertikalna dimenzija okluzije je značajan činilac u očuvanju funkcionalne ravnoteže mastikatornog sistema. Iako ovi principi ne predstavljaju apsolutni standard, savremena istraživanja potvrđuju da navedeni parametri čine osnovu stabilnih, funkcionalnih i održivih okluzalnih odnosa (20-22).

Mimo funkcionalnog pristupa okluziji koji je razvio Bajron, značajan doprinos razumevanju okluzalnih odnosa dao je Edward H. Angle, koji je krajem XIX i početkom XX veka definisao osnovnu klasifikaciju malokluzija na osnovu međusobnog odnosa prvih stalnih molara. Engl je

smatrao da pravilna okluzija podrazumeva idealan odnos zubnih nizova, pri čemu je položaj gornjeg prvog molara ključni referentni parametar za određivanje okluzalnog odnosa (23).

Dalja istraživanja koncepta normalne okluzije unapredio je Lawrence F. Andrews, koji je analizom denticija osoba bez ortodontskih nepravilnosti definisao šest ključeva optimalne okluzije. Ovi ključevi podrazumevaju sledeće:

- 1) Odnos molara, maksile i mandibule u I klasi.
- 2) Pravilna angulacija zuba (tip).
- 3) Pravilna inklinacija zuba (tork).
- 4) Odsustvo rotacija.
- 5) Odsustvo dijastema.
- 6) Blago izražena Spee-ova kriva.

Andrews-ovi principi predstavljaju važan napredak ka standardizaciji dijagnostičkih kriterijuma okluzije i danas imaju veoma značajnu ulogu u planiranju ortodontske terapije (24).

Pri pokretima zatvaranja donje vilice uspostavlja se koordinisan kontakt svih zuba, pri čemu ne postoji postepeno uključivanje pojedinačnih zuba, već se okluzalni kontakti ostvaruju ujednačeno i bez vremenskog kašnjenja, što se definiše kao istovremenost okluzalnih kontakata. Na ovaj način postiže se stabilna kretanja mandibule iz položaja fiziološkog mirovanja u položaj maksimalne interkuspidacije i ravnomerna distribucija okluzalnih sila. Postizanje ovakvog obrasca kontakata predstavlja jedan od osnovnih ciljeva ortodontske terapije, jer doprinosi funkcionalnoj usklađenosti i stabilnosti okluzalnih odnosa (25).

Pacijenti kod kojih su dijagnostikovani dentofacijalni deformiteti, među kojima su i pacijenti sa III skeletnom klasom, pokazuju velika odstupanja u okluzalnim odnosima usled nesklada skeletnih baza, dentalne kompenzacije skeletne nepravilnosti. Najčešće dentoalveolarne kliničke manifestacije III klase okluzije po Englu manifestuju se brojnim nepravilnostima kao što su (1, 6):

- 1) Jednostrano ili obostrano ukršten zagrižaj.
- 2) Otvoren zagrižaj.
- 3) Smanjen ili obrnut preklop sekutića.
- 4) Prevreteni kontakti.
- 5) Interkuspidacija bočnih zuba polu treće ili pune treće klase.
- 6) Protrudirani gornji sekutići.
- 7) Retrudirani donji sekutići.

1.4 Digitalna analiza okluzije

U poslednjim decenijama 20. veka, Maness je razvio savremeni kompjuterizovani sistem za analizu okluzije pod nazivom T-Scan (Tekscan Inc., Boston, MA, USA). Ovaj moderni sistem doprinosi registrivanju okluzalnih kontakata, njihovom preciznom evidentiranju, određivanju trajanja, kao i proceni relativne raspodele okluzalnih sila u položaju maksimalne interkuspidacije mandibule uz primenu vremena kao ključnog dijagnostičkog parametra (26).

Prvi T-Scan I (Tekscan Inc., Boston, MA, USA) sistem karakterisale su ograničene softverske mogućnosti, ali ipak je bilo moguće registrovanje okluzalnih kontakata u položaju maksimalne interkuspidacije uz njihov prikaz u dvodimenzionalnom (2D) i trodimenzionalnom (3D) obliku, u vremenskom intervalu od prvog kontakta do postizanja maksimalne interkuspidacije. Međutim, broj uzastopnih merenja bio je ograničen, a kapacitet sistema za skladištenje i obradu podataka relativno mali. Kao dodatni nedostaci isticali su se: veća debljina senzora, koja je mogla uticati na prirodnost okluzalnih odnosa tokom registracije, kao i prikaz rezultata u crno-beloj formi, bez mogućnosti procene jačine pojedinačnih kontakata (27).

Unapređena verzija sistema, T-Scan II (Tekscan Inc., Boston, MA, USA), uvedena je 1997. godine u Sjedinjenim Američkim Državama i odlikovala se značajno razvijenijim softverskim rešenjima, koja su omogućila jednostavniju i efikasniju registraciju okluzalnih kontakata, kao i pouzdanije očitavanje i obradu dobijenih podataka (27).

Ovaj sistem obuhvatao je više funkcionalnih komponenti, među kojima se izdvajaju paralelni prijemni modul, ručni uređaj za konverziju podataka, personalni računar sa minimalnim tehničkim specifikacijama (486/33 IBM, 8 MB RAM, 20 MB hard disk), senzori različitih dimenzija, namenski T-Scan II softver za Windows platformu (verzija 2.05), kao i odgovarajući kablovi sa napajanjem (27).

T-Scan III sistem (Tekscan Inc., Boston, MA, USA) uveden je u kliničku upotrebu 2007. godine, dok je njegova unapređena verzija softvera 7.0 postala dostupna početkom 2011. godine. U odnosu na prethodne generacije, ovaj sistem karakterišu poboljšane tehničke performanse i naprednije mogućnosti obrade i prikaza podataka. Osnovne komponente sistema obuhvataju ručni uređaj za konverziju podataka, personalni računar sa definisanim minimalnim hardverskim zahtevima (Intel Pentium 1.6 GHz, 512 MB RAM, 1 GB hard disk, operativni sistem Windows 2000, XP ili Vista – 32-bitna verzija), namenski T-Scan III softver za Windows okruženje (verzija 7.0), kao i senzorske folije debljine 60 μm sa odgovarajućim držačima različitih dimenzija (27).

Najnoviju generaciju digitalnog sistema za analizu okluzije predstavlja T-Scan Novus sistem (Slika 5), koji je proizveden 2016. godine (Tekscan Inc., Boston, MA, USA). Razvijen je sa ciljem unapređenja preciznosti merenja, pouzdanosti podataka i jednostavnosti primene u kliničkoj i istraživačkoj praksi. U odnosu na prethodne generacije sistema, ovaj uređaj integriše savremena hardverska i softverska rešenja, čime pruža mogućnost detaljnije i stabilnije analize okluzalnih kontakata u realnom vremenu (28).

Osnovne komponente T-Scan Novus sistema obuhvataju:

- 1) Ručni uređaj za prenos i konverziju podataka (modul) (Slika 6).
- 2) Konektor, odnosno kabl koji povezuje modul i kompjuter.
- 3) Držači senzora različitih dimenzija.
- 4) Digitalni senzor (folija).
- 5) Personalni računar sa odgovarajućim tehničkim karakteristikama.

Za optimalan rad sistema preporučuje se računar sa procesorom minimalne brzine 2.0 GHz, najmanje 8 GB RAM memorije, odgovarajućim grafičkim performansama, kao i operativnim sistemom Windows 7 ili novijim verzijama. Takođe, neophodan je dovoljan kapacitet skladištenja podataka, minimalno 20 GB kako bi se omogućilo čuvanje i analiza većeg broja snimaka (28).



Slika 5. T-Scan Novus sistem sa odgovarajućim hardverom i softverom.



Slika 6. Ručni uređaj za prenos i konverziju podataka (modul)

Sistem funkcioniše na principu upotrebe digitalnog senzora visoke osetljivosti na pritisak, koji registruje redosled nastanka okluzalnih kontakata, njihovo trajanje i relativnu raspodelu sila tokom zatvaranja mandibule i funkcionalnih pokreta. Dobijeni podaci prikazuju se u unapređenom softverskom okruženju prikazujući jasnu vizualizaciju kontakata, praćenje promena tokom vremena i jednostavniju interpretaciju rezultata (28).

Držači senzorskih folija (Slika 7) u okviru T-Scan sistema obezbeđuju pravilno pozicioniranje senzora u usnoj duplji i stabilnost tokom registracije okluzalnih kontakata. Proizvode se u manjoj i većoj dimenziji i njihov dizajn olakšava prilagođavanje različitim veličinama zubnih lukova, čime se postiže veća preciznost i ponovljivost merenja (28).



Slika 7. Držači senzorskih folija u dostupnim dimenzijama, mali i veliki.

Senzorske folije koje se koriste u okviru T-Scan Novus sistema odlikuju se smanjenom debljinom u odnosu na ranije generacije i iznose približno 60 μm (Slika 8), proizvode se u manjoj i većoj dimenziji. Njihova povećana fleksibilnost i rezolucija doprinose preciznijem detektovanju pojedinačnih kontakata i boljoj diferencijaciji raspodele okluzalnih sila (28).

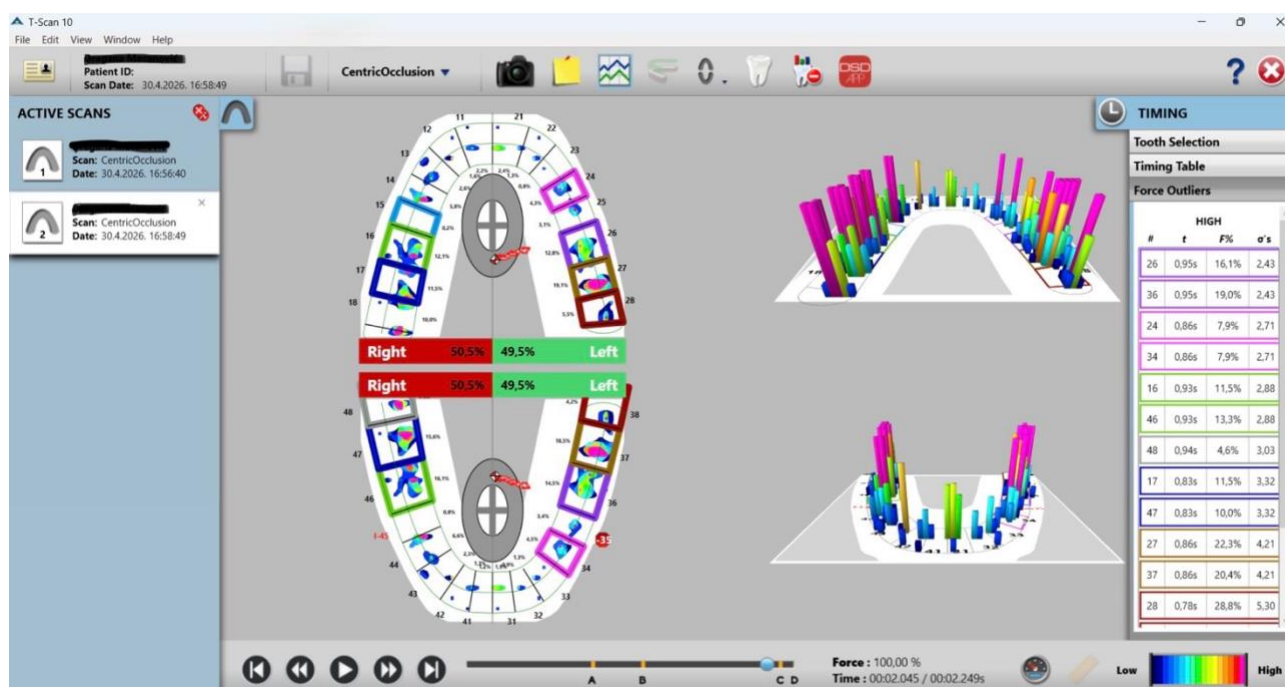


Slika 8. Senzorske folije u manjoj i većoj dimenziji.

Softverski deo sistema dodatno je unapređen, verzija T-Scan softvera v10 (Slika 9) poslednji put ažurirana je 2018. godine sa naprednom analizom vremenskih, kvantitativnih i kvalitativnih parametara okluzije. Jedna od njegovih osnovnih karakteristika jeste prikaz okluzalnih kontakata u vremenskom intervalu, pri čemu se jasno uočava redosled njihovog nastanka od inicijalnog kontakta do postizanja maksimalne interkuspidacije. Ova sekvencijalna analiza služi za identifikaciju prevremenih i dominantnih kontakata, kao i procenu njihove uloge u ukupnoj okluzalnoj ravnoteži (28).

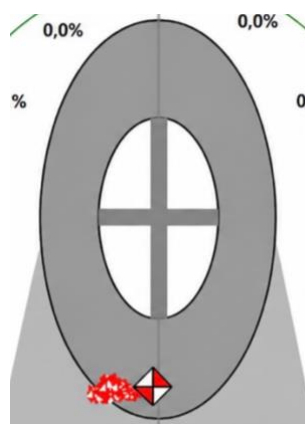
Softver stvara uslove za vizuelizaciju okluzalnih sila putem kolor mapa, gde različite boje predstavljaju različit intenzitet relativnog opterećenja. Na taj način moguće je brzo uočiti zone povećanog opterećenja, kao i neravnomernu raspodelu sila između leve i desne strane zubnih nizova (28).

Posebna prednost sistema ogleda se u mogućnosti reprodukcije snimljenih podataka u realnom vremenu u vidu MP4 formata, kao i njihovo usporavanje ili zaustavljanje u određenim fazama, što rezultira detaljnom analizom svakog pojedinačnog kontakta. Pored toga, softver može izdvojiti specifične vremenske intervale, selektivnu analizu određenih segmenata zubnog niza kao i integraciju intraoralnog skena zubnog niza radi preciznije procene (28).



Slika 9. T-Scan softver verzije v10 (Tekscan Inc., Boston, MA, USA).

Napredna funkcija uključuje određivanje centra okluzalnih sila (Slika 10) i njegovo praćenje tokom celokupnog ciklusa zatvaranja mandibule. Ovaj parametar daje uvid u balans okluzalnog opterećenja i veoma je značajan u pogledu stabilnosti okluzije. Takođe, softver obezbeđuje grafički prikaz promena ovog centra kroz vreme, što dodatno doprinosi razumevanju dinamike okluzije (28).



Slika 10. Prikaz centra okluzalnih sila

Istraživanja novijeg datuma ukazuju da stabilna i centralizovana pozicija centra okluzalnih sila tokom maksimalne interkuspidacije može ukazivati na uravnoteženu raspodelu okluzalnih kontakata i veću funkcionalnu stabilnost stomatognatog sistema (29, 30).

Bela elipsasta zona manjeg obima predstavlja referentno područje u kome se kod ispitanika sa funkcionalno stabilnom okluzijom najčešće nalazi centar okluzalnih sila tokom maksimalne interkuspidacije, sa statističkom verovatnoćom od 68%. Šire elipsasto polje obuhvata opseg verovatnoće od 95%, dok pozicioniranje centra sila van ovih granica može ukazivati na poremećaj okluzalne ravnoteže i smanjenu funkcionalnu stabilnost okluzije (27).

Analize sprovedene primenom digitalnih sistema za ispitivanje okluzije pokazale su da se centar okluzalnih sila kod osoba sa funkcionalno uravnoteženom okluzijom najčešće nalazi u posteriornim segmentima zubnih nizova, u projekciji regije prvih molara. U prvim istraživanjima, Maness i saradnici opisali su njegov položaj približno 28 mm posteriorno u odnosu na ravan inciziva u anteroposteriornom pravcu (26).

Nekoliko godina kasnije, Mizui i saradnici registrovali su nešto distalnije vrednosti, navodeći prosečnu udaljenost od približno 34 mm od incizalne ravni (31).

Rezultati ovih istraživanja poslužili su kao osnova za definisanje referentne pozicije centra okluzalnih sila u okviru T-Scan II sistema, gde je centralna tačka referentnih elipsi postavljena na medio-sagitalnu liniju, približno 31 mm distalno od ravni inciziva. Granice referentnih elipsastih zona određene su analizom podataka prikupljenih kod ispitanika sa stabilnim okluzalnim odnosima, pri čemu manje polje odgovara opsegu jedne standardne devijacije, dok šire polje obuhvata interval od dve standardne devijacije u odnosu na prosečnu poziciju centra sila (26, 31, 32).

Brojne studije ukazuju na to da položaj centra okluzalnih sila ima suštinsku ulogu u proceni funkcionalne ravnoteže mastikatornog sistema. Kod ispitanika sa uravnoteženim okluzalnim odnosima centar sila se najčešće nalazi unutar referentnih granica predviđenih za fiziološki stabilnu okluziju, dok njegovo odstupanje od ovih zona može biti povezano sa poremećajem raspodele okluzalnog opterećenja, prisustvom asimetrije ili funkcionalnom nestabilnošću (32, 33).

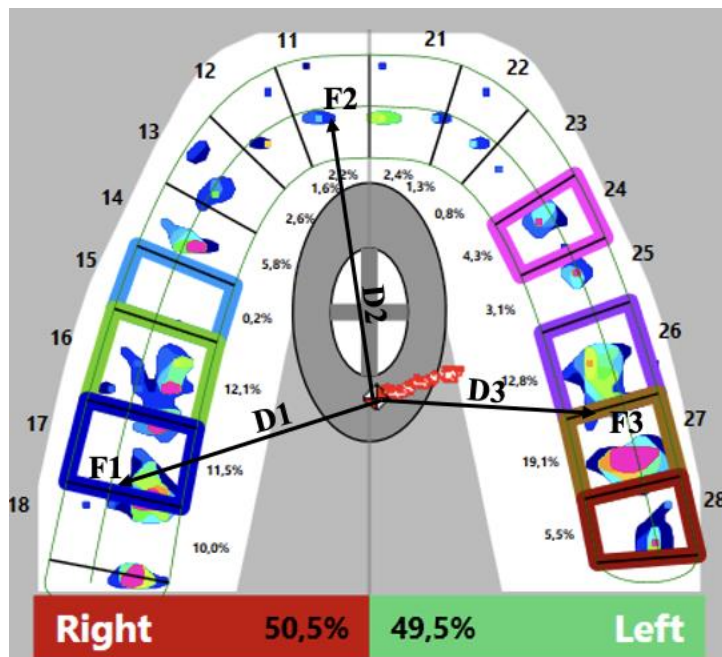
Takođe, utvrđeno je da promene okluzalnih odnosa nastale tokom ortodontsko-hirurške terapije mogu uticati na položaj i stabilnost centra okluzalnih sila u fazi maksimalne interkuspidacije (29, 33).

Za određivanje položaja centra okluzalnih sila neophodno je analizirati raspodelu okluzalnih opterećenja u odnosu na medio-sagitalnu liniju i incizalnu ravan.

U tom postupku izračunava se odnos momenata sila između leve i desne strane zubnih nizova, kao i prosečna vrednost njihovog anteroposteriornog položaja (Slika 11). Na osnovu dobijenih parametara moguće je definisati prostornu poziciju centra okluzalnih sila tokom maksimalne interkuspidacije (27).

„Levo-desni moment“ određuje se kao razlika između zbira proizvoda sila kontakata i njihovih udaljenosti na desnoj strani i odgovarajućih vrednosti na levoj strani:

„levo-desni moment“ = zbir (sila desnog kontakta $\times$ desna udaljenost kontakta) – zbir (sila levog kontakta $\times$ leva udaljenost kontakta)



D=distanca, F=sila
 $D1 \times F1 = D2 \times F2 = D3 \times F3$

Slika 11. Matematički proračun centra okluzalnih sila u položaju maksimalne interkuspidacije.

Položaj kontakata u odnosu na incizalnu ravan određuje se izračunavanjem vrednosti za levu i desnu stranu zubnog niza. „Levi krak“ dobija se prema sledećoj formuli:

„levi krak“ = zbir (sila levog kontakta $\times$ udaljenost kontakta od ravni inciziva) / zbir sila levih kontakata

„Desni krak“ izračunava se na isti način za kontakte registrovane na desnoj strani.

Nakon toga određuje se „srednja vrednost kraka“, koja predstavlja prosečnu vrednost leve i desne strane:

„srednja vrednost kraka“ = $1 / 2$ (levi krak + desni krak)

Dobijena srednja vrednost čini jednostavnijim određivanje anteroposteriorne udaljenosti centra okluzalnih sila u odnosu na incizalnu ravan (27).

Primena digitalne analize okluzije u ortodonciji ima poseban značaj jer vrši objektivnu procenu funkcionalnih okluzalnih odnosa. Za razliku od konvencionalnih metoda registracije kontakata, T-Scan sistem implementira analizu vremenskog rasporeda kontakata, relativne raspodele okluzalnih sila i dinamike zatvaranja mandibule, čime se dobija detaljniji uvid u funkcionalnu stabilnost okluzije (25, 32).

Kod pacijenata sa dentofacijalnim deformitetima, digitalna analiza okluzije pruža detaljniju procenu funkcionalnih poremećaja nastalih kao posledica skeletnog nesklada i dentoalveolarne kompenzacije. Primena T-Scan sistema pruža mogućnost praćenja promena okluzalnih odnosa tokom i nakon kombinovane ortodontsko-hirurške terapije, čime se dobija precizniji uvid u stepen uspostavljene funkcionalne ravnoteže stomatognatnog sistema (29, 33). Analiza parametara kao što su vreme okluzije, vreme diskluzije i položaj centra okluzalnih sila može doprineti proceni funkcionalne

stabilnosti postignutih okluzalnih odnosa i stepena adaptacije stomatognatog sistema nakon završene terapije (32, 33).

Karakter okluzalnih kontakata kod pacijenata sa III skeletnom klasom ne zavisi isključivo od prisustva sagitalnog skeletnog nesklada, već i od udruženih nepravilnosti u vertikalnom i transverzalnom pravcu. Različite kombinacije skeletnih i dentoalveolarnih odstupanja mogu usloviti razlike u rasporedu okluzalnih kontakata, relativnoj raspodeli okluzalnih sila i dinamici njihovog uspostavljanja tokom zatvaranja mandibule. Dosadašnja istraživanja pokazala su da kombinovana ortodonsko-hirurška terapija dovodi do poboljšanja funkcionalnih okluzalnih odnosa i povoljnije raspodele okluzalnih sila. Međutim, većina dostupnih studija zasniva se na manjim uzorcima ispitanika i proceni ograničenog broja okluzalnih parametara, najčešće nakon završene terapije ili u pojedinim fazama lečenja (34-37).

Do sada nisu objavljene obimnije longitudinalne studije koje su pratile pacijente sa III skeletnom klasom od ortodonske pripreme, kroz ortognatsku hirurgiju, do završetka ortodonske terapije, uz istovremenu analizu većeg broja parametara digitalne okluzije, kao što su vreme okluzije, vreme diskluzije, položaj centra okluzalnih sila, raspodela sila u anteriornom i posteriornom segmentu i distribucija sila između leve i desne strane. Iz tog razloga, primena digitalne analize okluzije u ovoj doktorskoj disertaciji mogla bi dati sveobuhvatnu i objektivnu procenu promena okluzije tokom celokupnog toka kombinovane ortodonsko-hirurške terapije (34-37).

1.5 Kvalitet života

Kvalitet života predstavlja složen koncept koji obuhvata fizičko i psihičko zdravlje, emocionalnu stabilnost, socijalne odnose i subjektivnu procenu pojedinca o sopstvenom funkcionisanju u svakodnevnom životu. U stomatologiji zasnovanoj na savremenim principima procena kvaliteta života ima sve značajniju ulogu, jer sagledava uticaj bolesti i terapijskih procedura upotrebom objektivnih kliničkih parametara i subjektivnog doživljaja pacijenta. Aktuelni koncept zdravstvene zaštite podrazumeva da uspeh terapije nije određen isključivo postizanjem funkcionalnog i morfološkog poboljšanja, već i stepenom zadovoljstva pacijenta postignutim rezultatima i njegovom sposobnošću da bez ograničenja obavlja svakodnevne aktivnosti (38, 39).

U stomatologiji je razvijen pojam kvaliteta života povezanog sa oralnim zdravljem (engl. Oral Health-Related Quality of Life – OHRQoL), koji se odnosi na uticaj oralnog zdravlja, funkcionalnih sposobnosti, estetskih karakteristika i psihosocijalnih faktora na svakodnevni život pojedinca. Oralno zdravlje danas se ne posmatra samo kao odsustvo bolesti i patoloških promena, već kao stanje koje doprinosi nesmetanoj mastikaciji, govoru, gutanju, socijalnoj komunikaciji i očuvanom psihološkom statusu (38, 39).

Malokluzije i dentofacijalni deformiteti mogu imati značajan uticaj na kvalitet života pacijenata, naročito kada su prisutne izražene skeletne nepravilnosti i promene mekotkivnog profila lica. Kod osoba sa III skeletnom klasom prisutne su promene na skeletnim, dentoalveolarnim i mekotkivnim strukturama koje mogu dovesti do funkcionalnih, estetskih i psihosocijalnih poremećaja (40, 41).

Promene mekotkivnog profila često predstavljaju jedan od glavnih razloga zbog kojih se pacijenti odlučuju za ortodonsko-hiruršku terapiju. Estetske karakteristike lica imaju značajnu ulogu u socijalnoj komunikaciji i percepciji sopstvenog izgleda, zbog čega izražene skeletne nepravilnosti mogu dovesti do smanjenog samopouzdanja, povećane psihološke opterećenosti i nezadovoljstva sopstvenim izgledom (40-42).

Studije pokazuju da pacijenti sa dentofacijalnim deformitetima češće iskazuju niži stepen kvaliteta života povezanog sa oralnim zdravljem u poređenju sa osobama bez izraženih skeletnih nepravilnosti.

Psihosocijalni efekti malokluzija mogu uključivati smanjenu sigurnost u socijalnim interakcijama, povećanu usmerenost na estetske nedostatke, izbegavanje fotografisanja i javnih nastupa, kao i poteškoće u međuljudskim odnosima. Značaj ovih problema prisutan je tokom adolescencije i mlađeg odraslog doba, kada estetske karakteristike lica imaju značajnu ulogu u formiranju identiteta i socijalne percepcije pojedinca (4, 42). Phillips i saradnici navode da motivacija pacijenata za ortodonsko-hiruršku terapiju često nije isključivo funkcionalne prirode, već u velikoj meri proizlazi iz želje za poboljšanjem estetskog izgleda i socijalnog samopouzdanja (40).

Pacijenti sa izraženim deformitetima često imaju povećana očekivanja od terapije, naročito u pogledu promene profila lica, usklađenosti mekotkivnih struktura i poboljšanja ukupnih facijalnih disproporcija. Iz tih razloga procena kvaliteta života ima značajnu ulogu jer ukazuje na bolje razumevanje individualnih potreba pacijenta, njegovih očekivanja od terapije i uticaja dentofacijalnog deformiteta na psihosocijalno funkcionisanje (40).

Kombinovana ortodonsko-hirurška terapija predstavlja vrstu terapije pacijenata sa umerenim ili izraženim nepravilnostima III skeletne klase. Osnovni cilj terapije jeste uspostavljanje stabilnih skeletnih, dentoalveolarnih, funkcionalnih i estetskih odnosa. Međutim, celokupna terapija ne podrazumeva samo korekciju skeletnog nesklada i uspostavljanje pravilnih okluzalnih odnosa, već i poboljšanje kvaliteta života pacijenta. Procena zadovoljstva pacijenta danas se smatra važnim pokazateljem uspešnosti ortodonsko-hirurške terapije (4, 42, 43).

Nakon završene ortognatske terapije dolazi do značajnog poboljšanja mastikatorne funkcije, govora, izgleda lica i socijalnog funkcionisanja pacijenata. Pacijenti nakon terapije često navode veću sigurnost u svakodnevnim kontaktima, povećanje samopouzdanja i veće zadovoljstvo sopstvenim izgledom. Istovremeno, poboljšanje mekotkivnog profila i uspostavljanje uravnoteženijih facijalnih proporcija mogu doprineti većem psihološkom zadovoljstvu pacijenata i pozitivno uticati na način na koji oni doživljavaju sopstveno svakodnevno funkcionisanje i opšte blagostanje (4, 42, 43).

Schaefer i saradnici u sistematskom pregledu literature navode da ortognatska terapija u najvećem broju slučajeva dovodi do značajnog poboljšanja kvaliteta života povezanog sa oralnim zdravljem, naročito u domenu estetske komponente, emocionalnog statusa i socijalnog funkcionisanja (4).

Slične rezultate navode i Sen i saradnici, koji ističu da kombinovana ortodonsko-hirurška terapija može doprineti značajnom poboljšanju kvaliteta života kod pacijenata sa dentofacijalnim deformitetima (42). Pored toga, Almasri i saradnici ukazuju da stepen zadovoljstva postignutim rezultatima ne zavisi isključivo od objektivnih skeletnih i okluzalnih promena, već i od individualne percepcije pacijenta, psiholoških faktora i očekivanog ishoda terapije (43).

Veći broj istraživanja naglašava značaj uključivanja subjektivne procene pacijenta u evaluaciji uspešnosti terapije. Zbog toga su razvijeni specifični upitnici namenjeni proceni kvaliteta života kod osoba sa malokluzijama i dentofacijalnim deformitetima. Za razliku od generičkih upitnika, specifični instrumenti daju detaljniju procenu problema povezanih sa estetikom lica, oralnim funkcijama i psihosocijalnim aspektima života kod ortodontskih pacijenata (38, 39).

Jedan od najčešće korišćenih upitnika za procenu kvaliteta života kod pacijenata sa dentofacijalnim deformitetima jeste OQLQ (engl. *Orthognathic Quality of Life Questionnaire*). Ovaj upitnik razvijen je sa ciljem procene uticaja dentofacijalnih deformiteta na svakodnevni život pacijenata i obuhvata četiri osnovna domena: socijalne aspekte deformiteta, estetsku percepciju, oralne funkcije i svest pacijenta o deformitetu. Validacija OQLQ upitnika na srpskom jeziku pokazala je dobru pouzdanost i mogućnost njegove primene kod pacijenata sa malokluzijama i dentofacijalnim deformitetima (38).

Uz OQLQ upitnik, u ortodontskim istraživanjima značajnu primenu ima i MIQ (engl. *Malocclusion Impact Questionnaire*), koji je razvijen za procenu uticaja malokluzija na svakodnevne aktivnosti, emocionalni status i socijalne interakcije mladih pacijenata. Validacijom MIQ upitnika za populaciju Republike Srbije potvrđena je njegova pouzdanost i mogućnost primene u proceni subjektivnog doživljaja malokluzija kod ortodontskih pacijenata (44).

Pregledom aktuelne literature, procena kvaliteta života kod pacijenata sa III skeletnom klasom najčešće je vršena primenom upitnika OQLQ, samostalno ili u kombinaciji sa OHIP-14, pri čemu je potvrđeno značajno poboljšanje kvaliteta života nakon kombinovane ortodontsko-hirurške terapije. Međutim, veoma mali broj studija, sa malim brojem ispitanika koji su imali III skeletnu klasu istovremeno je procenjivao kvalitet života primenom OQLQ i subjektivnu mastikatornu funkciju korišćenjem MIQ upitnika (4, 45-47). Iz tog razloga, istovremena primena ova dva validirana upitnika na većem broju ispitanika i kroz duže vreme praćenja u okviru doktorske disertacije mogla bi dati uvid u bolju procenu terapijskog ishoda i odnosa između objektivnih kliničkih pokazatelja i subjektivne percepcije pacijenata.

2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA I RADNE HIPOTEZE

Radi detaljne procene promena okluzalnih odnosa, skeletnih, dentoalveolarnih i mekotkivnih struktura, kao i analize kvaliteta života kod pacijenata sa III skeletnom klasom tokom kombinovane ortodonsko-hirurške terapije, definisani su sledeći **ciljevi istraživanja doktorske disertacije**:

- 1) Utvrditi obim skeletnih, dentoalveolarnih i mekotkivnih promena tokom terapije.
- 2) Kompjuterizovanom analizom proceniti raspodelu okluzalnih sila i položaj centra okluzalnih sila tokom uspostavljanja maksimalne interkuspidacije mandibule pre i nakon kombinovane ortodonsko-hirurške terapije.
- 3) Kompjuterizovanom analizom proceniti promene u jačini okluzalnih kontakata ostvarenih u položaju maksimalne interkuspidacije mandibule pre i nakon kombinovane ortodonsko-hirurške terapije.
- 4) Izvršiti procenu vremena potrebnog za uspostavljanje okluzalnih kontakata u položaju maksimalne interkuspidacije mandibule pre i nakon kombinovane ortodonsko-hirurške terapije.
- 5) Uporediti rezultate kompjuterizovane analize raspodele okluzalnih sila, položaja centra okluzalnih sila, kao i vremena potrebnog za uspostavljanje okluzalnih kontakata u položaju maksimalne interkuspidacije mandibule pre i nakon kombinovane ortodonsko-hirurške terapije.
- 6) Proceniti stepen zadovoljstva pacijenata, kvalitet života i subjektivnu percepciju izgleda mekotkivnog profila lica na osnovu odgovora dobijenih primenom relevantnih upitnika.

U skladu sa ciljevima istraživanja postavljene su **radne hipoteze doktorske disertacije**:

- 1) U toku ortodonsko-hirurške terapije dolazi do skeletnih promena na mandibuli i maksili u zavisnosti od vrste hirurške intervencije.
- 2) Ortodonska terapija dovodi do promena na dentoalveolarnim strukturama, koje tokom pripreme za hiruršku intervenciju rezultiraju kliničkim poboljšanjem u predelu frontalnih zuba.
- 3) Ne postoji korelacija između primenjene ortognatske hirurgije i dentoalveolarnih promena.
- 4) Postoji korelacija u obimu promena mekotkivnih struktura u zavisnosti od načina sprovođenja i vrste terapije.
- 5) Tokom položaja maksimalne interkuspidacije mandibule, pre i nakon kombinovane ortodonsko-hirurške terapije, dolazi do promena u intenzitetu i vremenu uspostavljanja okluzalnih kontakata zuba gornje i donje vilice.
- 6) Pacijent uočava značajne promene u kvalitetu života i izgledu mekotkivnog profila lica u odnosu na period pre kombinovane ortodonsko-hirurške terapije.

3. MATERIJAL I METODE

Istraživanje je sprovedeno kao prospektivna kontrolisana klinička studija na Klinici za ortopediju vilica i u Implantološko-istraživačkom centru Stomatološkog fakulteta, odobrena od strane Etičkog odbora Stomatološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, pod brojem 36/34. Usklađena je sa svim etičkim principima definisanim Helsinškom deklaracijom za biomedicinska istraživanja na ljudima.

U studiju je bilo uključeno 60 ispitanika starosti od 15,00 do 34,99 godina, od čega 29 osoba muškog i 31 osoba ženskog pola. Veličina uzorka je izračunata na osnovu statističke značajnosti od 0,05 i moći studije od 99%. Svi punoletni ispitanici su dali saglasnost i potpisali informisani pristanak, dok su za maloletne ispitanike roditelji dali saglasnost za učešće u studiji i potpisali informisani pristanak.

Ispitanici uključeni u istraživanje bili su podeljeni u tri grupe, od kojih je svaka obuhvatila po 20 ispitanika:

G1-pacijenti sa dijagnostikovanom III skeletnom klasom na početku terapije i nakon završene ortodonske pripreme.

G2-pacijenti sa dijagnostikovanom III skeletnom klasom nakon završene ortodonske pripreme, pre hirurške intervencije i nakon završene hirurške intervencije.

G3-kontrolna grupa koju su činili pacijenti sa dijagnostikovanom normalnom okluzijom (I klasa okluzije po Englu bez izraženih nepravilnosti u položaju zuba).

Svi pacijenti uključeni u studiju lečeni su kombinovanom ortodonsko-hirurškom terapijom, koja se sastojala od prehirurškog ortodonskog tretmana, hirurške intervencije i posthirurškog ortodonskog tretmana (engl. *Orthodontic first approach*). Kod svih ispitanika grupe G2 primenjena je bimaksilarna ortognatska hirurška intervencija.

Kriterijumi za uključivanje ispitanika u studiju bili su sledeći:

- za grupe G1 i G2

- 1) dijagnostikovana III skeletna klasa.
- 2) umerena ili izražena skeletna nepravilnost.
- 3) odsustvo sistemskih i kongenitalnih oboljenja.
- 4) prisustvo nepravilnosti u vertikalnom ili transverzalnom pravcu.

- za grupu G3

- 1) pacijenti sa dijagnostikovanom normalnom okluzijom (I klasa okluzije po Englu bez izraženih nepravilnosti u položaju zuba).

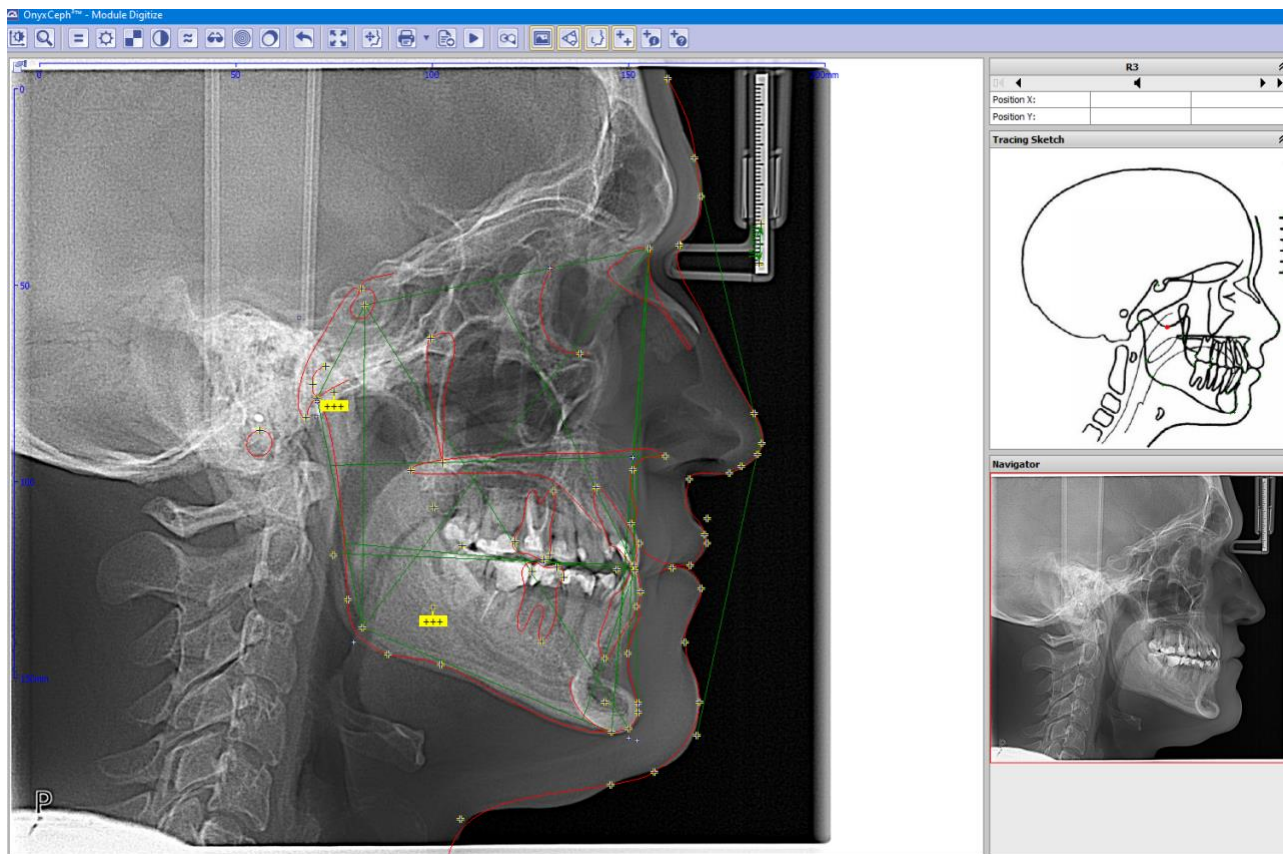
Kriterijumi za isključivanje ispitanika iz studije obuhvatali su:

- 1) poremećaje temporomandibularnog zgloba.
- 2) bruksizam.

- 3) sistemska oboljenja.
- 4) rascep usne ili nepca.
- 5) prisustvo kraniofacijalnih sindroma.

Tokom prve faze istraživanja dijagnostikovana je III skeletna klasa analizom profilnih snimaka glave. Profilni snimci glave snimljeni su aparatom KaVo ORTHOPANTOMOGRAPH™ OP 3D (PaloDEX Group Oy., SN: KU2110130, Type PCX-1, Manufactured: October 2021, Tuusula, Finland) u Dijagnostičkom centru Stomatološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, dok je prikupljanje podataka vršeno na Klinici za ortopediju vilica Stomatološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Analizirano je ukupno 80 profilnih snimaka glave pacijenata: pre ortodonske pripreme, nakon završene ortodonske pripreme, pre hirurške intervencije i nakon završene kombinovane ortodonsko-hirurške terapije.

Analize telerendgenskih snimaka vršene su pomoću kompjuterskog programa OnyxCeph³™ (Image Instruments GmbH. Released 2024. Image Instruments GmbH. OnyxCeph³™ for Windows, Version 3.2.211(585), Chemnitz, Germany). Analiza telerendgenskih snimaka u grupi G1 izvršena je pre početka ortodonske terapije i nakon završene ortodonske pripreme, dok je u grupi G2 izvršena neposredno pre hirurške intervencije i nakon završene kombinovane ortodonsko-hirurške terapije (Slika 12).



Slika 12. Analiza telerendgenskog snimka glave pomoću kompjuterskog programa OnyxCeph³™.

Klasifikacija pacijenata prema skeletnoj klasi vršena je na osnovu analize profilnog telerendgenskog snimka, vrednosti ANB ugla i Wits-ove procene. Vrednosti ANB ugla manje od 1° i vrednosti Wits-ove procene manje od 0 mm označavale su III skeletnu klasu (11).

Kriterijumi koje su telerendgenski snimci morali da ispune kako bi bili uključeni u studiju obuhvatali su:

- 1) dobar kvalitet snimka.
- 2) odsustvo patoloških procesa u koštanom tkivu.
- 3) pravilno pozicioniranje glave tokom snimanja, u skladu sa standardnim radiografskim principima.

Svi telerendgenski snimci sačuvani su u JPEG formatu. Posebna pažnja bila je posvećena zaštiti i poverljivosti podataka ispitanika. Podaci su čuvani u kompjuterskoj bazi podataka putem posebno šifrovanog sistema. Ordinirajući lekar kodirao je identitet ispitanika, dok je identitet svakog ispitanika bio poznat isključivo lekaru odgovornom za lečenje.

Za analizu profilnih telerendgenskih snimaka korišćena je formula „Beograd 2020“, pri čemu su bile ključne sledeće referentne tačke i ravni (11):

• Koštane tačke:

- 1) N – *Nasion*.
- 2) S – *Sella*.
- 3) Se – *Sella entrance*.
- 4) Ar – *Articulare*.
- 5) Sna – *Spina nasalis anterior*.
- 6) Snp – *Spina nasalis posterior*.
- 7) A – *najveće udubljenje konkavnog profila senke premaksile*.
- 8) B – *najveće udubljenje konkavnog profila mandibularnog alveolarnog procesusa*.
- 9) Pg – *Pogonion*.
- 10) Gn – *Gnathion*.
- 11) Me – *Menton*.
- 12) Go – *Gonion*.
- 13) Cd – *Condylion*.

- Dentalne tačke:

- 1) Is – *vrh incizalne ivice krunice najprominentnijeg maksilarnog centralnog sekutića.*
- 2) Ap – *apikalna tačka najprominentnijeg maksilarnog centralnog sekutića.*
- 3) is – *vrh incizalne ivice krunice najprominentnijeg mandibularnog centralnog sekutića.*
- 4) ap – *apikalna tačka najprominentnijeg mandibularnog centralnog sekutića.*

- Mekotkivne tačke:

- 1) N' – *Nasion prim.*
- 2) Prn – *Pronasale.*
- 3) Sn – *Subnasale.*
- 4) Ls – *Labrale superius.*
- 5) Li – *Labrale inferius.*
- 6) Sm – *Supramentale.*
- 7) Pg – *Pogonion.*

- Linearni parametri:

- 1) AO-BO (Wits) – *međuvilični odnos u sagitalnom pravcu.*
- 2) i-APg – *vrh incizalne ivice krunice najprominentnijeg mandibularnog centralnog sekutića do APg linije.*
- 3) I-APg – *vrh incizalne ivice krunice najprominentnijeg maksilarnog centralnog sekutića do APg linije.*
- 4) N-Se – *Nasion-Sella entrance.*
- 5) MP – *mandibularna ravan.*
- 6) SpP – *palatinalna ravan.*
- 7) Cmax – *Corpus maxillae.*
- 8) Cmand – *Corpus mandibulae.*
- 9) S-Go – *Sella-Gonion.*

- 10) N-Me – *Nasion-Menton*.
- 11) Ls-E – *Labrale superius-Rickettsova estetska linija*.
- 12) Li-E – *Labrale inferius-Rickettsova estetska linija*.

• Angularni parametri:

- 1) SNA – *sagitalni položaj maksile*.
- 2) SNB – *sagitalni položaj mandibule*.
- 3) ANB – *sagitalni odnos maksile i mandibule*.
- 4) SN/SpP – *odnos prednjeg dela baze lobanje i palatinalne ravni*.
- 5) SN/MP – *odnos prednjeg dela baze lobanje i mandibularne ravni*.
- 6) SpP/MP – *odnos palatinalne i mandibularne ravni*.
- 7) $\sum$ NSAr-SArGo-ArGoMe – *procena tipa rasta lica prema Bjork-u*.
- 8) $S\text{-Go}/N\text{-Me} \times 100\%$ – *procena tipa rasta lica prema Jarabak-u*.
- 9) FMA – *ugao mandibularne ravni u odnosu na Frankfurtsku horizontalu*.
- 10) FMIA – *ugao ose donjih sekutića u odnosu na Frankfurtsku horizontalu*.
- 11) IMPA – *ugao ose donjih sekutića u odnosu na mandibularnu ravan*.
- 12) I/SpP – *ugao ose gornjih sekutića u odnosu na palatinalnu ravan*.

Tabela 1. Analiza profilnog telerendgenskog snimka „Beograd 2020“.

PARAMETAR	STANDARDNA VREDNOST	OPSEG	IZMERENA VREDNOST	NALAZ
SAGITALNI I VERTIKALNI SKELETNI PARAMETRI				
SNA	82°	80°-84°		
SNB	80°	78°-82°		
ANB	2°	1°-5°		
AO-BO (Wits)	2 mm	0-4 mm		
SN/SpP	8°	5°-11°		
SN/MP	28°	26°-30°		
SpP/MP	20°	15°-25°		
FMA	25°	22°-28°		
DENTALNI PARAMETRI				
FMIA	67°	64°-70°		
IMPA	88°	85°-91°		
I/SpP	110°	104°-116°		
i-APg	2 mm	0-4 mm		
I-APg	3 mm	1-5 mm		
TIP RASTA LICA				
NSAr	123°	118°-128°		
SArGo	143°	137°-149°		
ArGoMe	130°	123°-137°		
Σ	396°	392°-400°		
S-Go				
N-Me				
(S-Go/N-Me)x100	63,5%	62-65%		
PARAMETRI RAZVIJENOSTI VILICA				
N-Se				
		TREBA VREDNOST		
CMx=7/10NSe				
CMd=21/20NSe				
RMd=5/7 CMd				
PARAMETRI POLOŽAJA USANA				
Ls-E		-4 do 3 mm		
Li-E		-2 do 4 mm		

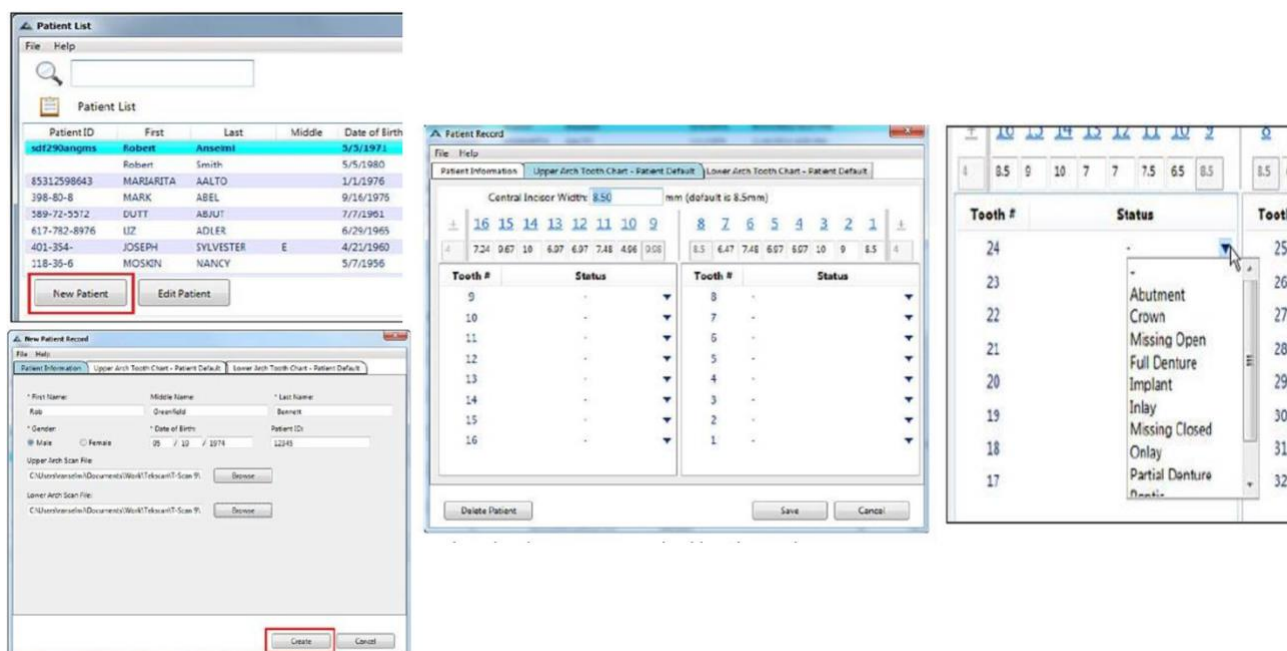
Analiza okluzije pri maksimalnoj interkuspidaciji mandibule izvršena je primenom T-Scan Novus sistema (Tekscan Inc., Norwood, MA, SAD, sa kompatibilnom ručicom oznake 103-5260, uređaj proizveden 2024.).

U grupi G1 analiza je sprovedena pre početka ortodontske terapije i nakon završene ortodontske pripreme koja je trajala prosečno 1,5 do 2 godine.

U grupi G2 analiza je izvršena neposredno pre hirurške intervencije, na prvoj posthirurškoj kontroli (6-8 nedelja nakon hirurške korekcije) i šest meseci nakon prve posthirurške kontrole.

U grupi G3 analiza je sprovedena nakon dijagnostikovanja normalne okluzije (I klasa okluzije po Englu bez izraženih nepravilnosti u položaju zuba).

Za analizu okluzije korišćen je softverski program T-Scan™ v10 (Tekscan Inc., objavljen 2018., Tekscan T-Scan™ za Windows 8, 9 i 10, verzija 10.0.40, serijski broj softvera 31111, Norwood, MA, SAD). Na samom početku bilo je potrebno uneti dimenzije gornjeg i donjeg centralnog sekutića, kao i distribuciju zuba u T-Scan™ v10 stomatološki karton, kako bi se prilagodili grafički prikazi zubnih lukova i unapredilo mapiranje okluzalnog luka tokom snimanja (28) (Slika 13).

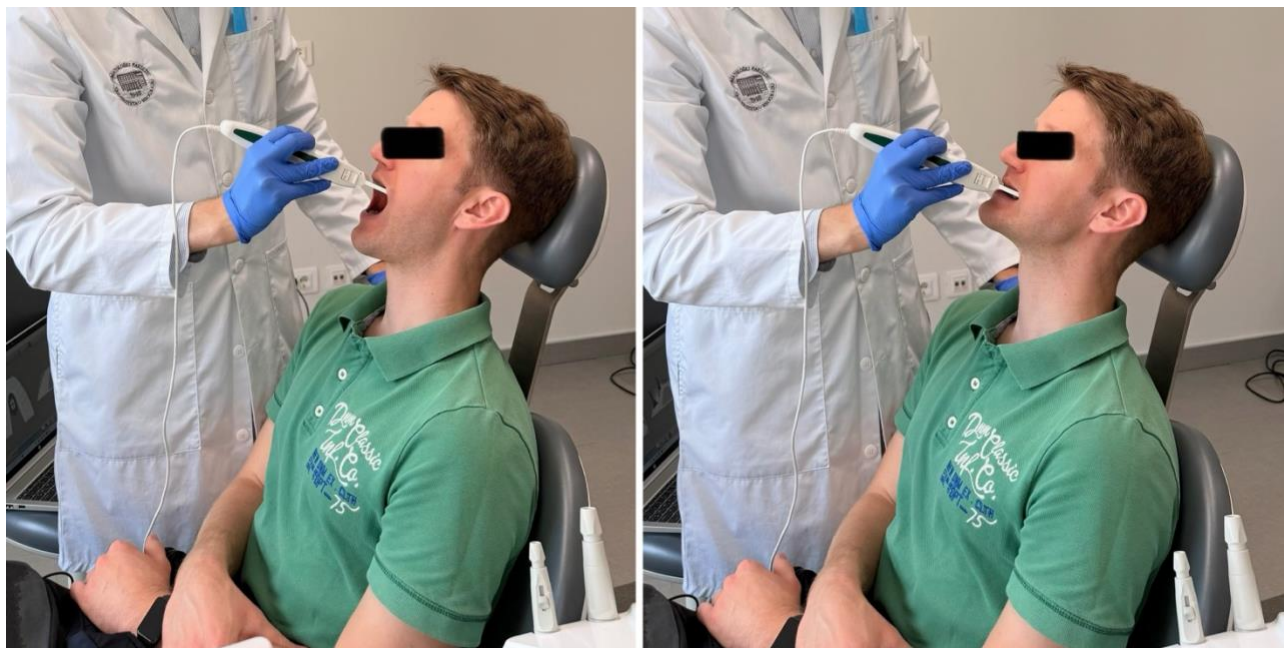


Slika 13. Registrovanje pacijenta u T-Scan™ v10 stomatološki karton.

Pre postavljanja ultratankih senzorskih folija proizvođača Tekscan Inc. (Norwood, MA, USA), proizvedenih 2023. godine, debljine 0,1 mm, koje su se sastojale od dva sloja HD senzora sa mrežom redova i kolona otpornog mastila između njih, vizuelno je određivana veličina zubnih nizova ispitanika. Na osnovu procenjene veličine zubnih nizova birana je jedna od dve dostupne veličine senzorskih folija (uža ili šira) (28).

Šira senzorska folija sadržala je 1370 senzora dimenzija 66 mm × 56 mm, dok je uža senzorska folija sadržala 1122 senzora dimenzija 58 mm × 51 mm. Obe folije su registrovale 256 mogućih vrednosti pri osam različitih nivoa osetljivosti (28).

Tokom snimanja ispitanik je sedeo u uspravnom položaju, sa glavom oslonjenom na naslon za glavu stomatološke stolice, tako da gornji i donji deo tela zaklapaju ugao od 90 stepeni (Slika 14).



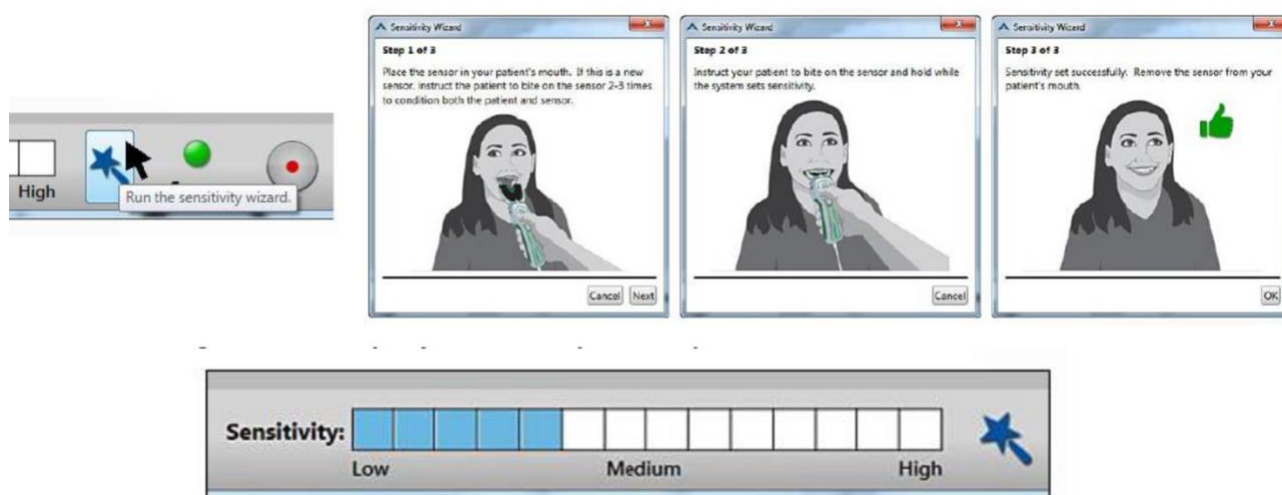
Slika 14. Položaj ispitanika i pozicioniranje senzora u usnoj duplji.

Svaki ispitanik je tokom merenja ostvario jedan zagrižaj na senzoru maksimalnim intenzitetom u trajanju od 1–2 sekunde. Senzor sa držačem postavljan je u usnu duplju ispitanika tako da se označena sredina senzora poklopi sa mezijalnim uglovima gornjih centralnih sekutića (Slika 15).



Slika 15. Pravilno pozicioniranje senzora, tako da se sredina senzora poklopi sa mezijalnim uglovima gornjih centralnih sekutića.

Zatim je bilo neophodno utvrditi tačan raspon okluzalnih sila koji odgovara svakom ispitaniku, što se postizalo podešavanjem osetljivosti senzora (Slika 16). Precizno podešavanje, koje program vrši automatski na osnovu dovoljno prikupljenih podataka prilikom položaja maksimalne interkuspidacije, omogućavalo je da raspon registrovanih sila T-Scan Novus sistemom odgovara jačini zagrižaja svakog ispitanika pojedinačno. Na taj način omogućeno je razlikovanje relativne sile zatvaranja pri maksimalnoj interkuspidaciji u okviru različitih okluzalnih kontakata kod svakog ispitanika (28).



Slika 16. Precizno podešavanje osetljivosti senzora uz pomoć T-Scan™ v10 softvera.

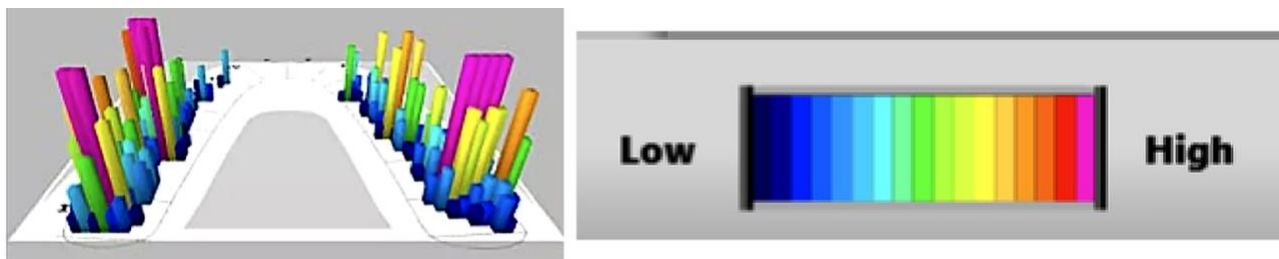
Pritiskom na crveno dugme na kućištu modula daje se signal programu za početak skeniranja (Slika 17).



Slika 17. Aktivirano dugme crvene boje na kućištu modula za pokretanje skeniranja.

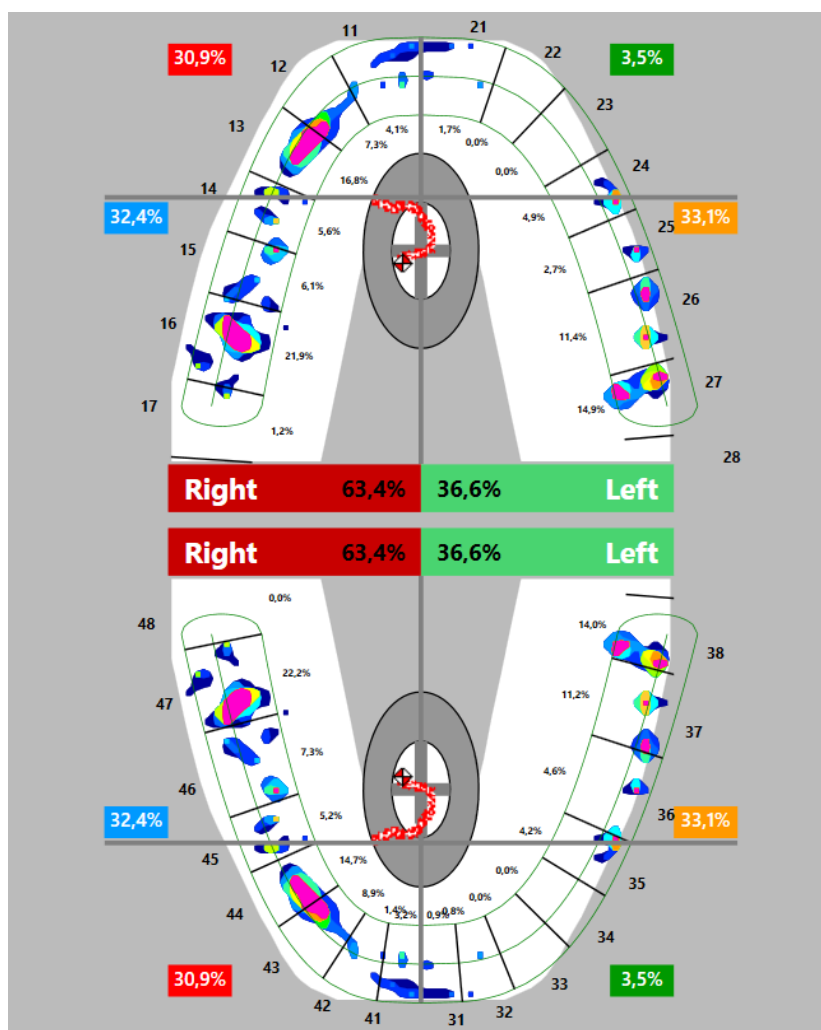
Skeniranje počinje automatski u trenutku kada dođe do prvog kontakta zuba sa senzorom, a prestaje sa uspostavljenom maksimalnom interkuspidacijom. Softver T-Scan™ v10 obradi podatke i na glavnom prozoru menija pokaže da li je skeniranje izvedeno korektno, odnosno da li softver ima dovoljno podataka za analizu okluzije. Ukoliko nema dovoljno podataka, skeniranje se mora ponoviti. Senzor se može koristiti i do 10 puta ukoliko nije oštećen u smislu perforacije ili kidanja.

Različit intenzitet sila zatvaranja pri maksimalnoj interkuspidaciji prikazivan je grafički spektrom boja, od najmanjih sila (crna/plava), preko sila srednjeg intenziteta (zelena/žuta), do najvećih sila (narandžasta/crvena) (28) (Slika 18).



Slika 18. Spektar intenziteta sila, od najmanjih do najvećih.

Intenzitet zastupljenosti okluzalnih sila softver može prikazati i podelom zubnog niza pomoću vertikalne i horizontalne referentne linije. Posmatranjem samo vertikalne linije, zubni niz se deli na desni i levi segment, dok horizontalna linija omogućava podelu na anteriorni i posteriorni segment. Kada se istovremeno primene obe referentne linije, zubni niz se deli na četiri kvadranta: gornji desni, gornji levi, donji desni i donji levi, čime se omogućava detaljnija analiza raspodele okluzalnih sila (28) (Slika 19).

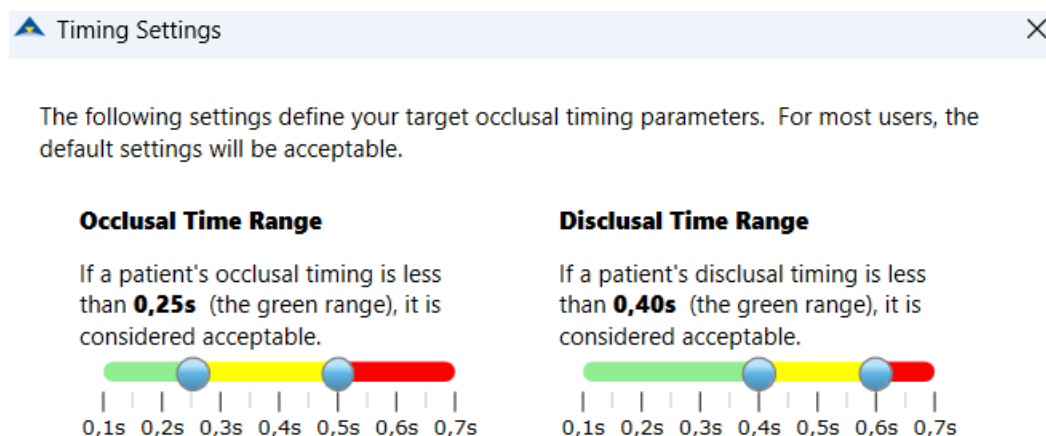


Slika 19. Prikaz podele zubnog niza na segmente i kvadrante vertikalnom i horizontalnom linijom.

Po završenom snimanju analizirani su filmovi snimljeni u stvarnom vremenu od prvog kontakta do položaja maksimalne interkuspidacije, a posmatrani su sledeći parametri:

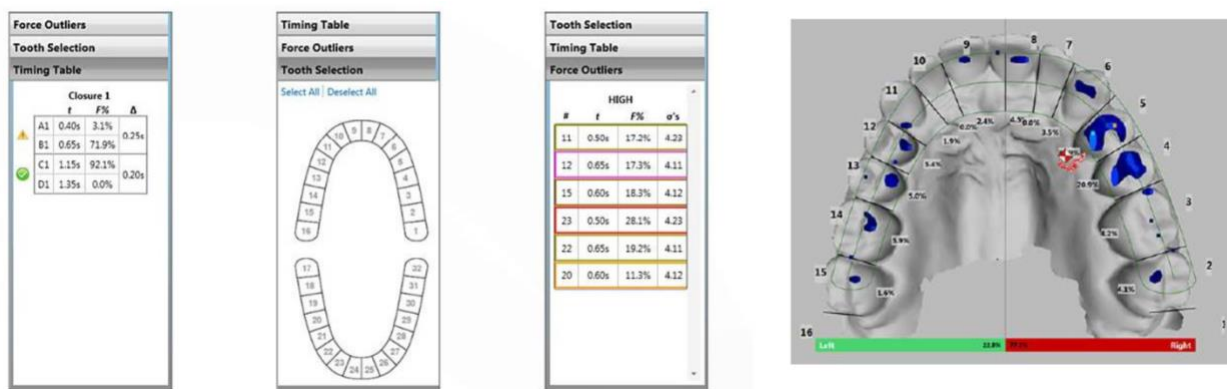
- 1) Jačina relativnih sila u stvarnom vremenu.
- 2) Prikaz promene relativnih sila.
- 3) Centar sila i njegova udaljenost od sredine zubnog luka.
- 4) Vreme uspostavljanja okluzalnih kontakata.

Okluzalno vreme, definisano kao period od prvog kontakta zuba do uspostavljanja maksimalne interkuspidacije, određivano je korišćenjem vremenskih pokazatelja dostupnih u T-Scan™ v10 softveru. Vrednosti okluzalnog vremena $\leq 0,2$ s i vremena diskluzije $\leq 0,4$ s smatrane su idealnim (28) (Slika 20).



Slika 20. Opseg vremenskih parametara okluzije prikazan u T-Scan™ v10 softveru.

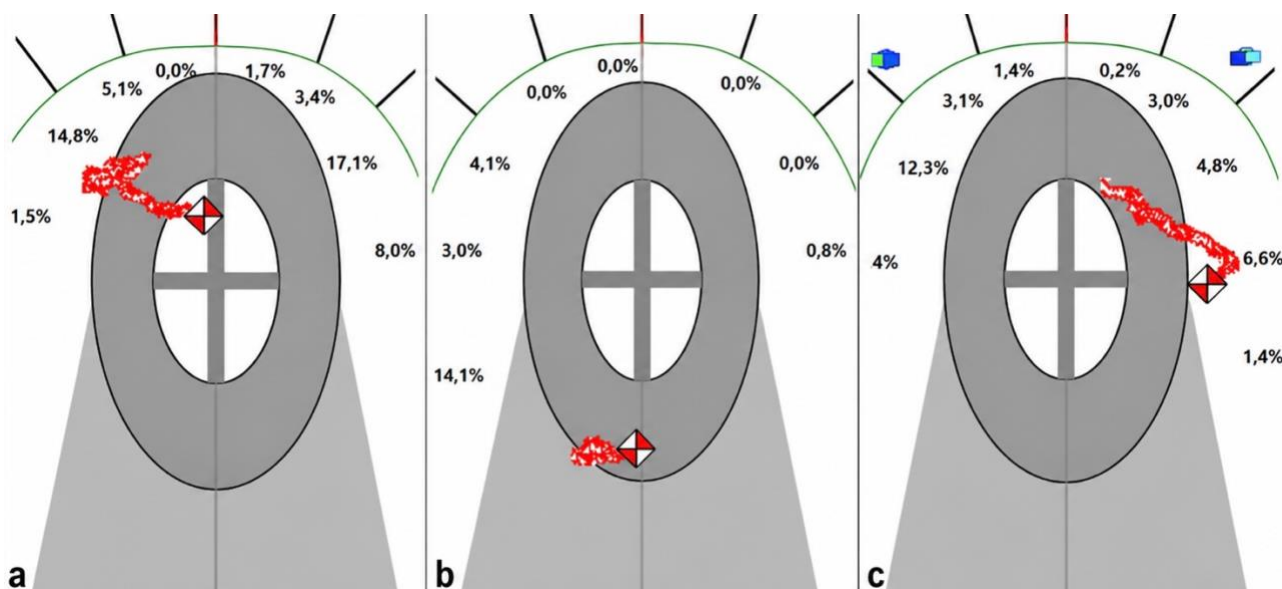
T-Scan sistem izračunava procenat relativnih sila za svaki zub u odnosu na ukupnu okluzalnu silu u datom trenutku. Ove vrednosti prikazuju se na okluzogramu zajedno sa vremenskim parametrima izraženim u sekundama i vizuelizuju se putem opcije „*Force Outliers*“ i u tabeli vremenskih parametara (Slika 21).



Slika 21. Okluzogram sa prikazom relativnih sila po zubima, opcije „Force Outliers“ i tabele vremenskih parametara u softveru T-Scan™ v10.

Na dvodimenzionalnom prikazu centar okluzalnih sila predstavljen je crvenim i belim romboidima, čime se vizuelizuje ravnoteža okluzije. Položaj centra okluzalnih sila klasifikovan je u tri kategorije (Slika 22):

- 1) Idealnim se smatrao položaj kada je centar okluzalnih sila prikazan kao romboid lociran unutar centralne elipse.
- 2) Dobrim se smatrao položaj u kome se romboid nalazio unutar srebrne spoljašnje elipse.
- 3) Ukoliko se centar okluzalnih sila nalazio izvan obe navedene elipse, klasifikovan je kao položaj van referentnog područja.

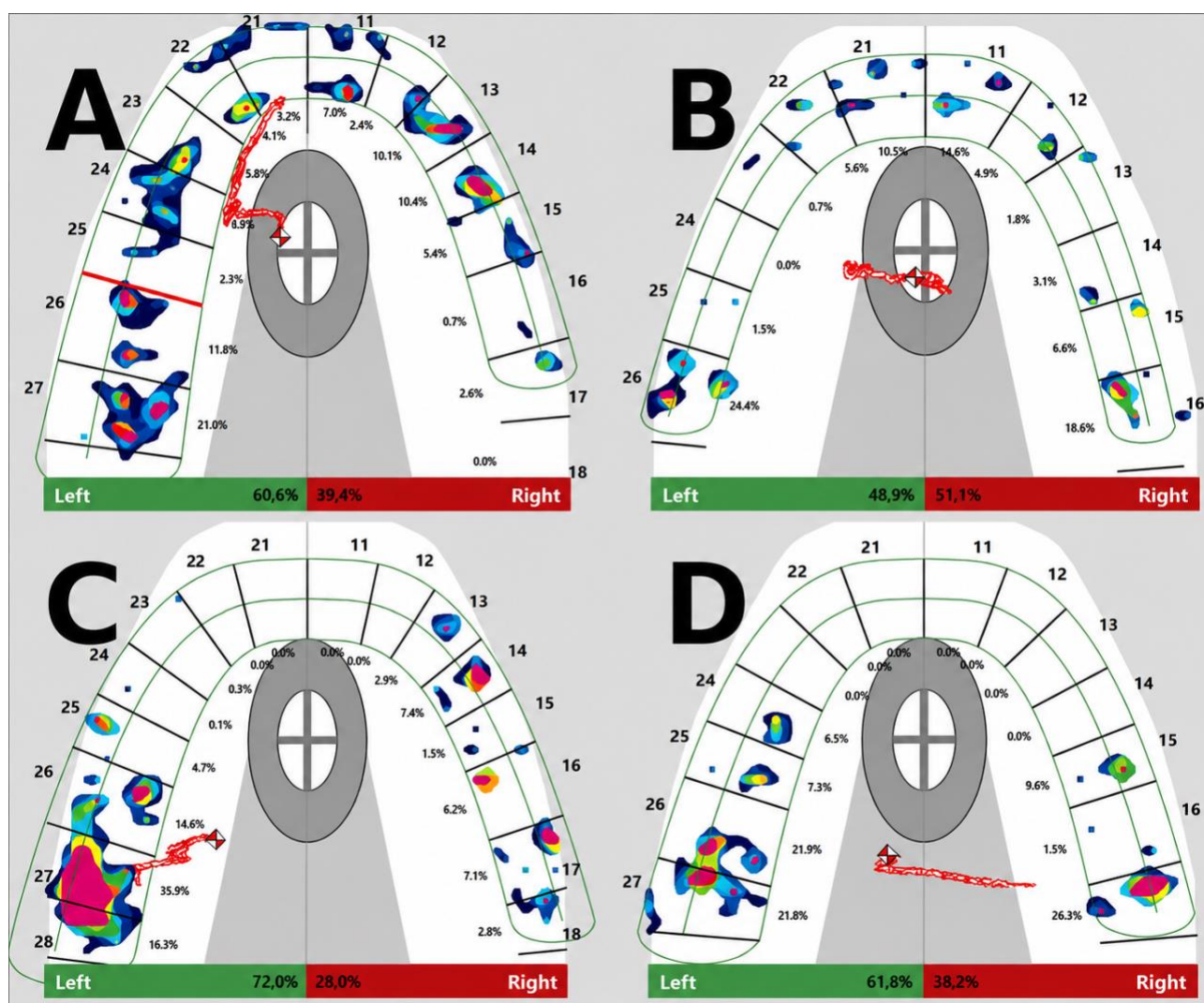


Slika 22. Mogući položaji centra okluzalnih sila: a) idealan - romboid lociran unutar centralne elipse, b) dobar - romboid lociran unutar srebrne spoljašnje elipse, c) van referentnog područja - izvan obe elipse.

Radi procene stabilnosti okluzije, putanja kretanja centra okluzalnih sila od prvog kontakta zuba do maksimalne interkuspidacije svrstana je u četiri obrasca (Slika 23):

- 1) Normalna putanja - centar okluzalnih sila se kretao približno pravolinijski od prednjeg ka zadnjem delu zubnog luka, prateći srednju liniju.
- 2) Kontaktna tačka - putanja je bila ograničena na određenu regiju bez izraženog pravolinijskog kretanja.
- 3) Klizanje levo–desno - putanja centra okluzalnih sila je usmerena horizontalno preko srednje linije sa leve na desnu stranu.
- 4) Horizontalno klizanje u desno-levoj ravni-putanja centra okluzalnih sila bila je izraženo horizontalna u odnosu na srednju liniju sa desne na levu stranu.

Podaci dobijeni pomoću T-Scan Novus sistema prikupljani su i čuvani u Implantološko-istraživačkom centru Stomatološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.



Slika 23. Četiri obrasca putanje centra okluzalnih sila: A-normalna putanja, pravolinijskog toka; B-kontaktna tačka, sa putanjom grupisanom u ograničenoj regiji; C-klizanje s leve na desnu stranu, sa horizontalno usmerenom putanjom preko srednje linije; D-klizanje s desne na levu stranu, sa horizontalno usmerenom putanjom preko srednje linije.

U okviru procene kvaliteta života povezanog sa ortodonsko-hirurškom terapijom, ispitanici su popunjavali sledeće upitnike:

- 1) Upitnik za procenu uticaja malokluzija na kvalitet života - MIQ (44).
- 2) Upitnik za procenu kvaliteta života kod osoba sa dentofacijalnim deformitetima - OQLQ (38).

U grupi G1 upitnici su primenjivani pre početka ortodonske terapije i nakon završetka prehirurške ortodonske pripreme, dok su u grupi G2 popunjavani neposredno pre hirurške intervencije, na prvoj postoperativnoj kontroli (6–8 nedelja nakon hirurške korekcije) i šest meseci nakon prve postoperativne kontrole.

Primenom navedenih upitnika praćene su promene u kvalitetu života povezanom sa malokluzijama i dentofacijalnim deformitetima tokom različitih faza kombinovane ortodonsko-hirurške terapije. Istovremeno je analizirana povezanost subjektivne procene ispitanika o izgledu i položaju zuba, mekotkivnim strukturama lica, oralnim funkcijama i psihosocijalnom funkcionisanju sa objektivnim dentalnim, skeletnim i mekotkivnim parametrima. Oba upitnika validirana su za primenu na srpskom jeziku.

3.1 Statistička obrada podataka

Statistička obrada podataka izvršena je u programu IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Kategorijske varijable prikazane su kao apsolutne i relativne frekvencije, dok su kontinuirane varijable prikazane kao aritmetička sredina $\pm$ standardna devijacija ($\bar{X} \pm SD$) za normalno distribuirane podatke, odnosno kao medijana sa interkvartilnim rasponom (IQR) za podatke koji nisu pratili normalnu raspodelu.

Normalnost raspodele kontinuiranih varijabli proverena je Shapiro–Wilk testom, uz dodatni uvid u histograme i Q–Q dijagrame. U zavisnosti od ispunjenosti pretpostavki, biran je odgovarajući parametarski ili neparametarski test.

Za poređenje dva zavisna (uparena) merenja unutar iste grupe, u grupi G1 između merenja pre (T1) i posle (T2) ortodonske pripreme, kao i za kefalometrijska poređenja u grupi G2 između merenja pre (T3) i posle (T4) kombinovane terapije korišćen je upareni t-test kada je raspodela razlika bila normalna, odnosno Wilcoxon-ov test ranga sa znakom kada pretpostavka o normalnosti nije bila zadovoljena.

Za poređenje tri ponovljena merenja unutar grupe G2 (parametri T-Scan analize i skorovi upitnika u tačkama T3, T4 i T5) korišćena je analiza varijanse za ponovljena merenja (repeated-measures ANOVA). Sferičnost je proverena Mauchly-jev testom, a u slučaju njenog narušavanja primenjena je Greenhouse–Geisser korekcija stepeni slobode. Kada pretpostavke za parametarsku analizu nisu bile ispunjene, korišćen je Friedman-ov test. Naknadna parna poređenja (post-hoc) sprovedena su uz Bonferroni korekciju nivoa značajnosti.

Za poređenja između tri nezavisne grupe (G1, G2 i G3) korišćena je jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA), uz proveru homogenosti varijansi Levene-ovim testom, odnosno Kruskal–Wallis-ov test kod odstupanja od normalnosti. Poređenje dve nezavisne grupe vršeno je Studentovim t-testom za nezavisne uzorke (odnosno Welch-ovim t-testom pri nejednakim varijansama), odnosno Mann–Whitney U testom.

Razlike u raspodeli kategorijskih varijabli (pol, forma III skeletne klase) analizirane su Pirsonovim hi-kvadrat testom, uz primenu Fisher-ovog testa tačne verovatnoće kada su očekivane frekvencije u

ćelijama bile male. Za analizu promena kategorijskih pokazatelja centra okluzalnih sila (COF) tokom ponovljenih merenja korišćeni su Friedman-ov test (za ordinalno kodiran položaj COF), Cochran-ov Q test i McNemar-ov test (za promene dihotomnih obeležja između dve tačke).

Povezanost kontinuiranih varijabli procenjena je Spearman-ovim koeficijentom korelacije ranga (ρ). Pored pojedinačnih korelacija (obim skeletnih promena naspram promene kvaliteta života, skeletne naspram dentoalveolarnih i mekotkivnih promena, kao i težina početne nepravilnosti naspram početnog kvaliteta života), izrađena je i korelaciona matrica ključnih parametara na objedinjenom početnom uzorku.

Radi utvrđivanja činilaca koji predviđaju ishod terapije, sprovedena je višestruka linearna regresiona analiza. Ispitani su modeli u kojima su kao zavisne promenljive postavljeni poboljšanje kvaliteta života (promena ukupnog OQLQ skora) i završno vreme okluzije, a kao nezavisne promenljive obim skeletne korekcije (promena ANB ugla) i početne vrednosti odgovarajućih parametara. Za regresione koeficijente prikazani su i pripadajući 95% intervali poverenja.

Za ključne promene izračunati su 95% intervali poverenja prosečne promene, kao i veličine efekta: Cohen-ov koeficijent d (za poređenja zavisnih uzoraka), parcijalni eta-kvadrat i Kendall-ov koeficijent konkordancije W (za analize ponovljenih merenja).

Interna konzistentnost (pouzdanost) primenjenih upitnika MIQ i OQLQ, uključujući domene OQLQ, procenjena je Cronbach-ovim koeficijentom alfa.

Statistička značajnost definisana je kao $p < 0,05$. Rezultati statističke obrade prikazani su tabelarno i grafički.

4. REZULTATI

U ovom poglavlju prikazani su rezultati sprovedenog istraživanja, organizovani prema ciljevima doktorske disertacije. Najpre su predstavljene demografske i kliničke karakteristike ispitanika, a zatim rezultati kefalometrijske analize u grupi koja je bila podvrgnuta ortodontskoj pripremi (G1) i u grupi koja je prošla hiruršku fazu terapije (G2). Nakon toga slede rezultati kompjuterizovane analize okluzije (T-Scan) sa uporednim vrednostima kontrolne grupe (G3), rezultati procene kvaliteta života primenom upitnika, i na kraju rezultati korelacione analize.

4.1. Demografske i kliničke karakteristike ispitanika

Istraživanjem je obuhvaćeno ukupno 60 ispitanika, ravnomerno raspoređenih u tri grupe od po 20 ispitanika. U grupi G1 bilo je 11 ispitanika muškog i 9 ženskog pola, u grupi G2 10 muškog i 10 ženskog, a u kontrolnoj grupi G3 8 muškog i 12 ženskog pola. Raspodela polova nije se statistički značajno razlikovala između grupa ($\chi^2 = 0,93$, $p = 0,627$), čime je obezbeđena uporedivost grupa prema polu (Tabela 2).

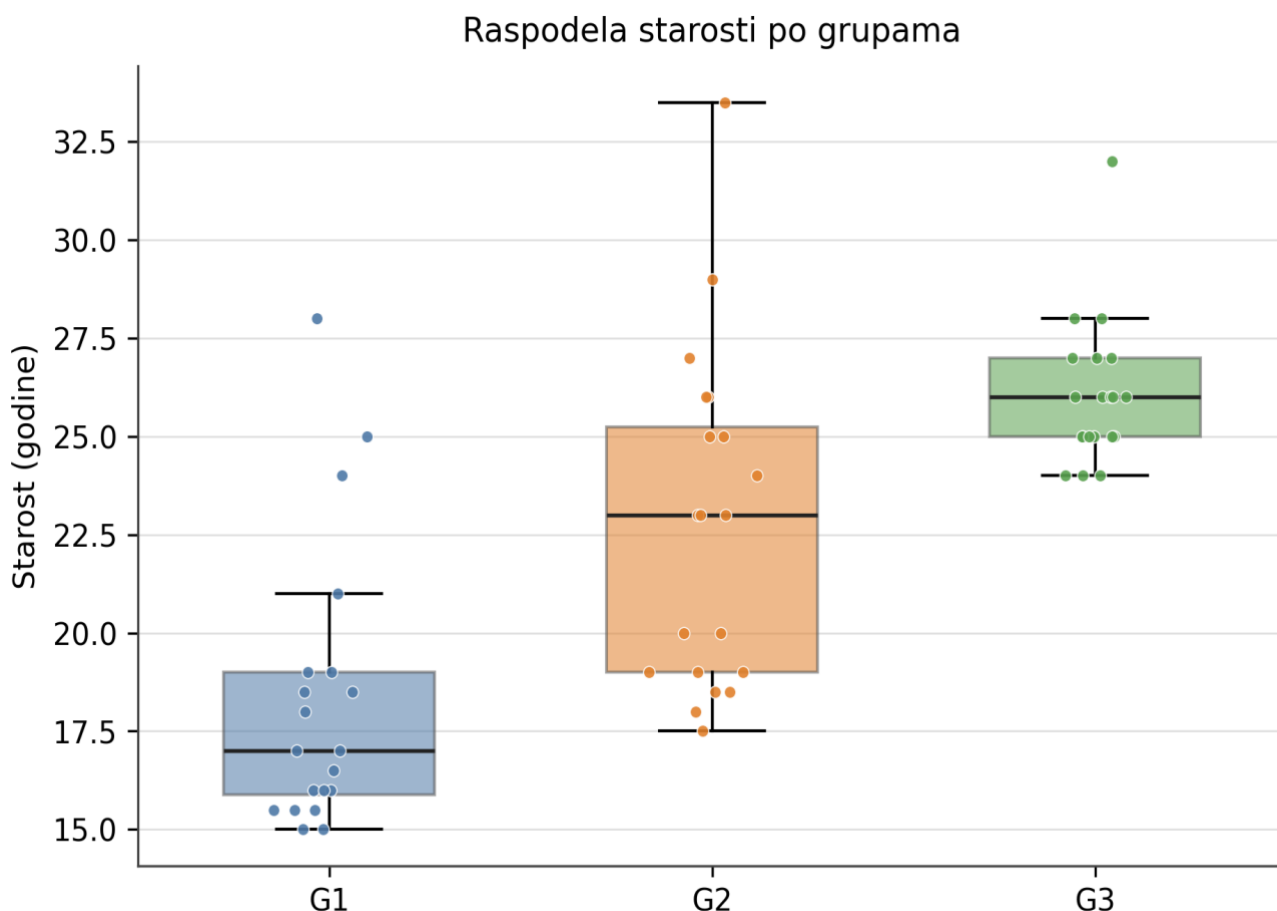
Tabela 2. Demografske karakteristike ispitanika po grupama.

Karakteristika	G1 (n=20)	G2 (n=20)	G3 (n=20)	p
Muški pol, n (%)	11 (55%)	10 (50%)	8 (40%)	—
Ženski pol, n (%)	9 (45%)	10 (50%)	12 (60%)	0,627
Starost, $\bar{X} \pm SD$ (god.)	18,3 $\pm$ 3,6	22,7 $\pm$ 4,3	26,1 $\pm$ 1,8	< 0,001
Starost, medijana (god.)	17,0	23,0	26,0	—
Starost, raspon (god.)	15,0–28,0	17,5–33,5	24,0–32,0	—

G1 – grupa ortodontske pripreme; G2 – grupa hirurške faze; G3 – kontrolna grupa; $\bar{X}$ – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; n – broj ispitanika; p – nivo statističke značajnosti. Korišćeni testovi: Hi-kvadrat test (pol) i jednofaktorska ANOVA / Kruskal–Wallis test (starost).

Prosečna starost ispitanika iznosila je 18,3 $\pm$ 3,6 godina u grupi G1, 22,7 $\pm$ 4,3 godina u grupi G2 i 26,1 $\pm$ 1,8 godina u grupi G3. Razlika u starosti između grupa bila je statistički značajna (Kruskal–Wallis, $p < 0,001$). Ispitanici grupe G1 bili su najmlađi (raspon 15,0–28,0 godina), što odražava činjenicu da su ortodontskoj pripremi pristupali i mlađi, još rastući pacijenti, dok su hirurškoj fazi (G2) i kontrolnoj grupi (G3) pripadali stariji ispitanici sa završenim rastom. Ova razlika uzeta je u obzir pri tumačenju rezultata.

Na grafikonu je prikazana raspodela starosti ispitanika po grupama. Ispitanici grupe G1 bili su najmlađi (medijana 17,0 godina), dok su grupe G2 (23,0 god.) i G3 (26,0 god.) bile starije; razlika je bila statistički značajna ($p < 0,001$) (Grafikon 1).



Grafikon 1. Raspodela starosti ispitanika po grupama. Prikazani su medijana, interkvartilni raspon i pojedinačne vrednosti za svaku grupu.

G1 – ortodontska priprema; G2 – hirurška faza; G3 – kontrolna grupa.

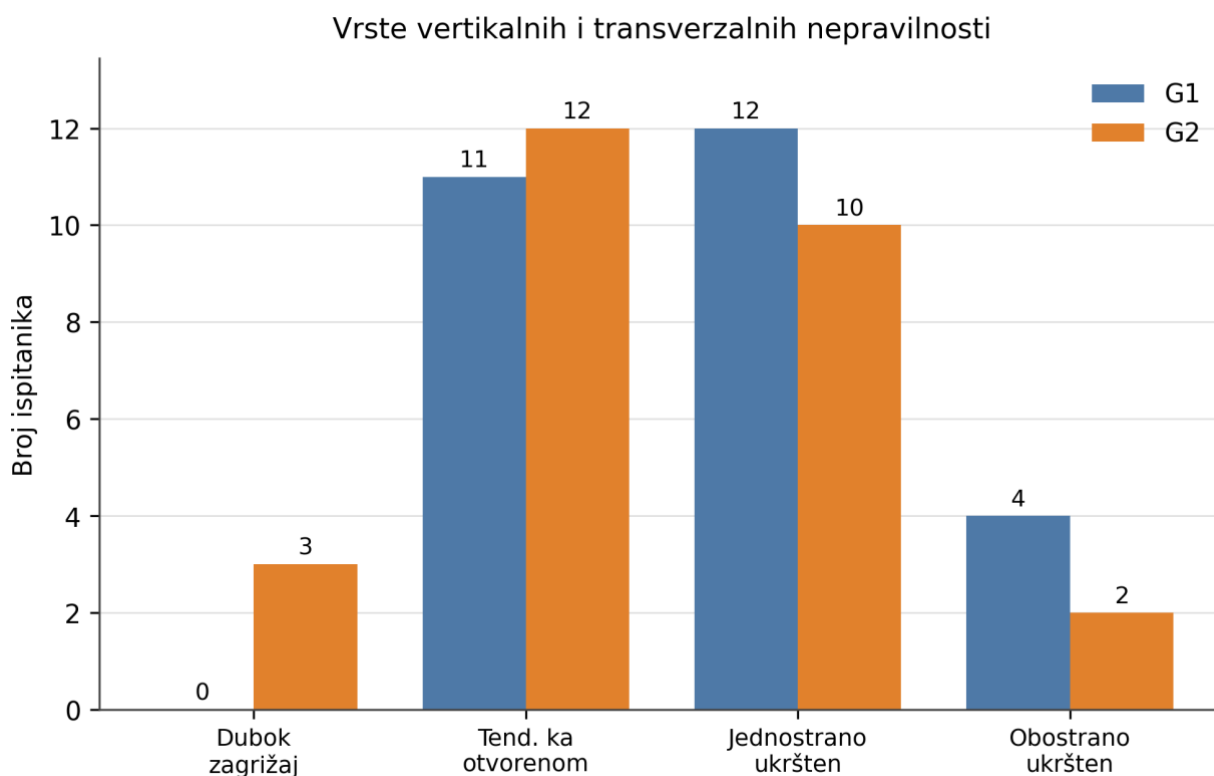
Kliničke karakteristike malokluzije prikazane su za grupe G1 i G2, budući da kontrolna grupa (G3) po kriterijumu uključivanja nije imala skeletnu nepravilnost. Prema formi III skeletne klase, u obe grupe najčešći su bili mandibularni prognatizam i maksilarni retrognatizam, dok su u grupi G2 zastupljene i dopunski kodirane bimaksilarne forme (bimaksilarni prognatizam kod 2, bimaksilarni retrognatizam kod 4 ispitanika). Vertikalna nepravilnost bila je prisutna kod 11 ispitanika u G1 i 15 u G2, sa dominantnom tendencijom ka otvorenom zagrižaju, a transversalna kod 16 ispitanika u G1 i 12 u G2, pretežno sa jednostrano ukrštenim zagrižajem (Tabela 3).

Tabela 3. Kliničke karakteristike malokluzije u grupama G1 i G2.

Karakteristika	G1 (n=20)	G2 (n=20)
Maksilarni retrognatizam	6	4
Mandibularni prognatizam	8	6
Kombinovana forma	1	4
Bimaksilarni prognatizam	1	2
Bimaksilarni retrognatizam	4	4
Vertikalna nepravilnost – ukupno	11	15
– dubok zagrižaj	0	3
– tendencija ka otvorenom	11	12
Transverzalna nepravilnost – ukupno	16	12
– jednostrano ukršten zagrižaj	12	10
– obostrano ukršten zagrižaj	4	2

N/A – forma nije jednoznačno određena; n – broj ispitanika. Podaci su prikazani kao apsolutne frekvencije. Bimaksilarni prognatizam i bimaksilarni retrognatizam uvedeni su kao dopunske forme III skeletne klase, a vertikalna i transverzalna nepravilnost dodatno su razvrstane prema podtipu.

Raspodela vrsta vertikalnih i transversalnih nepravilnosti prikazana je na grafikonu. U obe grupe preovlađuje tendencija ka otvorenom zagrižaju (G1: 11, G2: 12 ispitanika) i jednostrano ukršten zagrižaj (G1: 12, G2: 10), dok su dubok i obostrano ukršten zagrižaj ređi (Grafikon 2).



Grafikon 2. Raspodela vrsta vertikalnih i transversalnih nepravilnosti u grupama G1 i G2.

G1 – ortodonska priprema; G2 – hirurška faza.

4.2. Kefalometrijske promene tokom ortodonske pripreme (grupa G1)

Kefalometrijskom analizom u grupi G1 upoređene su vrednosti izmerene pre početka terapije (T1) i nakon završene ortodonske pripreme (T2). Radi preglednijeg prikaza, analizirani parametri grupisani su u četiri celine: skeletne parametre, parametre tipa rasta lica, dentoalveolarne parametre i mekotkivne parametre sa parametrima razvijenosti vilica.

U tabeli 4 predstavljene su vrednosti skeletnih parametara u sagitalnom i vertikalnom pravcu u grupi G1. Poređenjem vrednosti pre i posle ortodonske pripreme, nije ustanovljena statistički značajna razlika ni za jedan od ispitivanih angularnih i linearnih parametara. Ovakav nalaz je očekivan, jer ortodonska priprema u okviru koncepta „hirurgija posle pripreme“ ima za cilj dekompenzaciju položaja zuba, a ne korekciju skeletne nepravilnosti, koja se postiže tek hirurškom intervencijom (Tabela 4).

Tabela 4. Skeletni kefalometrijski parametri u grupi G1 (T1 vs T2).

Parametar	T1 ($\bar{X} \pm SD$)	T2 ($\bar{X} \pm SD$)	Δ	d	Test	p
SNA (°)	80,5 ± 2,6	79,8 ± 2,2	-0,65	0,35	t-test	0,131
SNB (°)	82,7 ± 2,8	82,2 ± 2,7	-0,50	0,26	t-test	0,268
ANB (°)	-2,2 ± 1,8	-2,4 ± 1,8	-0,15	0,10	Wilcoxon	0,958
Wits (mm)	-5,9 ± 2,8	-6,7 ± 2,6	-0,80	0,35	t-test	0,139
SN/SpP (°)	11,6 ± 16,5	8,7 ± 3,5	-2,90	0,18	Wilcoxon	0,627
SN/MP (°)	27,1 ± 5,8	34,8 ± 6,4	+7,77	0,06	t-test	0,775
SpP/MP (°)	38,7 ± 6,7	26,1 ± 7,7	-12,60	0,29	t-test	0,218
FMA (°)	26,9 ± 5,9	23,4 ± 6,6	-3,50	0,24	Wilcoxon	0,088

*SNA/SNB/ANB – sagitalni položaj maksile, mandibule i njihov međuodnos; Wits – AO–BO procena; SN/SpP, SN/MP, SpP/MP – odnosi baze lobanje, palatinalne i mandibularne ravni; FMA – ugao mandibularne ravni prema Frankfurtskoj horizontali; Δ – prosečna promena; $\bar{X}$ – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; * – $p < 0,05$. Test: upareni t-test ili Wilcoxon-ov test. |d| – apsolutna vrednost Cohen-ovog d_z (veličina efekta).*

Analizom parametara koji opisuju vertikalni obrazac lica tokom ortodontske pripreme nisu utvrđene značajne promene u većini posmatranih pokazatelja. Vrednosti uglova NSAr i SArGo pokazale su minimalno povećanje, dok su ArGoMe i zbir Björkovih uglova imali blagu tendenciju smanjenja, bez statističke značajnosti. Slična stabilnost registrovana je i kod zadnje visine lica S-Go i Jarabak analize, čije promene između dva merenja takođe nisu dostigle nivo statističke značajnosti. Jedina statistički značajna promena zabeležena je kod prednje visine lica N-Me, koja je nakon završene ortodontske pripreme bila manja u odnosu na početno merenje. Posmatrano u celini, dobijeni rezultati ukazuju da ortodonska priprema nije dovela do izraženijih promena vertikalnog obrasca lica, budući da je većina parametara koji ga definišu ostala stabilna između vremena T1 i T2 (Tabela 5).

Tabela 5. Parametri tipa rasta lica u grupi G1 (T1 vs T2).

Parametar	T1 ($\bar{X} \pm SD$)	T2 ($\bar{X} \pm SD$)	Δ	$ d $	Test	p
NSAr (°)	119,6 ± 5,9	119,7 ± 6,0	+0,05	0,02	t-test	0,943
SArGo (°)	144,3 ± 8,0	145,2 ± 8,4	+0,95	0,15	Wilcoxon	1,000
ArGoMe (°)	131,6 ± 6,4	130,0 ± 6,1	-1,57	0,45	Wilcoxon	0,114
Σ Björk (°)	395,6 ± 6,2	394,9 ± 6,6	-0,68	0,13	Wilcoxon	0,197
S-Go (mm)	70,9 ± 5,3	70,1 ± 6,6	-0,82	0,17	t-test	0,469
N-Me (mm)	110,7 ± 8,0	106,9 ± 7,5	-3,83	0,50	t-test	0,037 *
Jarabak (%)	64,0 ± 4,1	65,5 ± 5,5	+1,52	0,30	t-test	0,190

NSAr, SArGo, ArGoMe i Σ Björk – parametri tipa rasta lica po Björk-u; S-Go, N-Me i Jarabak ($S\text{-Go}/N\text{-Me} \times 100$) – parametri tipa rasta po Jarabak-u; Δ – prosečna promena; $\bar{X}$ – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; * – $p < 0,05$. Test: upareni t-test ili Wilcoxon-ov test. $|d|$ – apsolutna vrednost Cohen-ovog d_z (veličina efekta).

Tokom ortodontske pripreme izraženije promene registrovane su na dentoalveolarnom nivou. Došlo je do statistički značajnog povećanja vrednosti FMIA i povećanja IMPA ugla, što ukazuje na promenu inklinacije donjih sekutića u pravcu njihove proklinacije. Istovremeno je zabeleženo i statistički značajno povećanje vrednosti parametra i-APg, odnosno promena položaja donjih sekutića u odnosu na APg liniju. Promene parametara I/SpP i I-APg, kojima se procenjuje položaj gornjih sekutića, nisu dostigle nivo statističke značajnosti. Dobijeni rezultat pokazuje da su tokom prehirurške ortodontske pripreme najizraženije promene nastale u položaju i inklinaciji donjih frontalnih zuba. To odgovara procesu dentoalveolarne dekompenzacije, kojim se postepeno menja položaj zuba karakterističan za dentoalveolarnu kompenzaciju skeletne nepravilnosti i uspostavlja povoljniji dentoalveolarni odnos za planiranu hiruršku korekciju vilica (Tabela 6).

Tabela 6. Dentoalveolarni parametri u grupi G1 (T1 vs T2).

Parametar	T1 ($\bar{X} \pm SD$)	T2 ($\bar{X} \pm SD$)	Δ	$ d $	Test	p
FMIA (°)	66,8 ± 6,9	69,3 ± 7,7	+2,5	0,80	t-test	0,002 *
IMPA (°)	86,2 ± 4,7	90,1 ± 5,5	+3,9	1,26	t-test	< 0,001 *
I/SpP (°)	115,5 ± 4,7	116,0 ± 4,4	+0,60	0,09	t-test	0,683
i-APg (mm)	3,3 ± 2,7	4,5 ± 3,3	+1,18	0,31	Wilcoxon	0,049 *
I-APg (mm)	2,8 ± 2,9	3,1 ± 2,3	+0,35	0,14	t-test	0,545

FMIA/IMPA – uglovi ose donjih sekutića prema Frankfurtskoj horizontali i mandibularnoj ravni; I/SpP – nagib gornjih sekutića prema palatinalnoj ravni; i-APg, I-APg – rastojanje incizalnih ivica donjih i gornjih sekutića od APg linije; Δ – prosečna promena; $\bar{X}$ – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; * – $p < 0,05$. Test: upareni t-test ili Wilcoxon-ov test. $|d|$ – apsolutna vrednost Cohen-ovog d_z (veličina efekta).

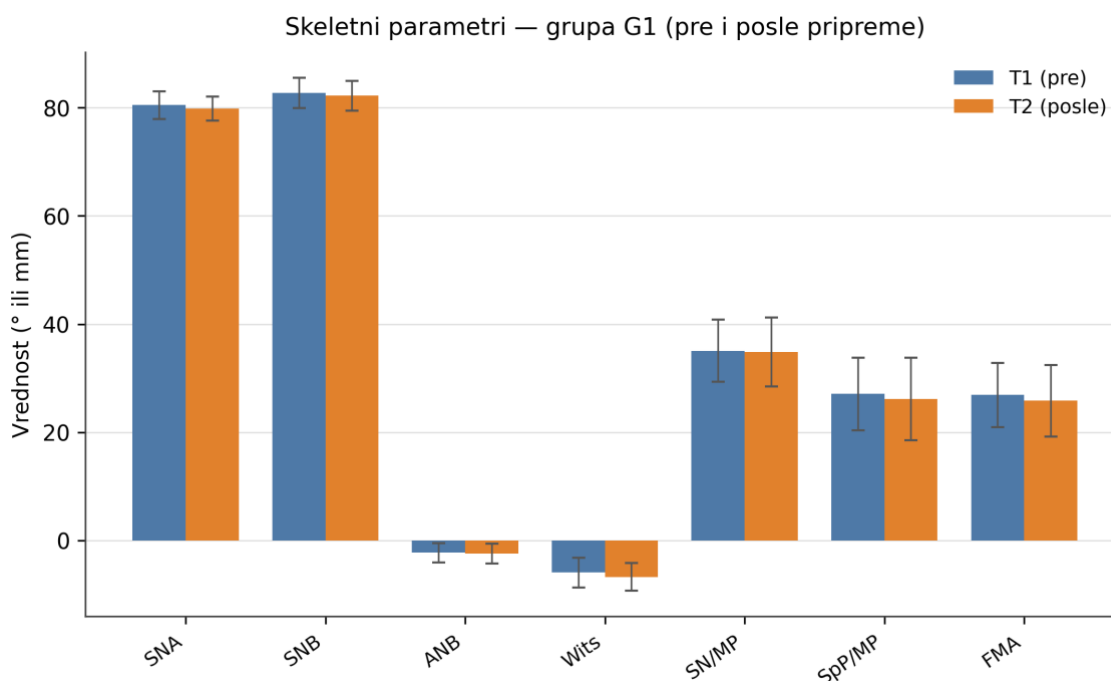
Kod mekotkivnih parametara, položaj gornje usne u odnosu na E liniju ostao je gotovo nepromenjen tokom ortodontske pripreme. Donja usna se statistički značajno približila E liniji, što je u skladu sa promenama položaja donjih frontalnih zuba zabeleženim tokom dentoalveolarne dekompenzacije. Parametri koji opisuju razvijenost vilica uglavnom su ostali stabilni između dva vremena merenja. Vrednosti N-Se, Corpus mandibulae i Ramus mandibulae nisu se statistički značajno menjale, dok je kod parametra Corpus maxillae registrovano statistički značajno povećanje. U suštini, rezultati ukazuju da ortodontska priprema nije dovela do izraženijih promena dimenzija koštanih baza, dok su uočljivije promene bile prisutne na dentoalveolarnom i mekotkivnom nivou (Tabela 7).

Tabela 7. Mekotkivni parametri i parametri razvijenosti vilica u grupi G1 (T1 vs T2).

Parametar	T1 ($\bar{X} \pm SD$)	T2 ($\bar{X} \pm SD$)	Δ	$ d $	Test	p
Ls-E (mm)	-6,8 ± 2,1	-6,8 ± 2,2	-0,03	0,02	t-test	0,937
Li-E (mm)	-3,0 ± 2,7	-2,0 ± 2,2	+0,93	0,73	t-test	0,004 *
N-Se (mm)	62,2 ± 3,8	60,9 ± 3,8	-1,32	0,43	t-test	0,067
Corpus maxillae (mm)	41,0 ± 3,3	43,2 ± 2,8	+2,25	0,69	t-test	0,006 *
Corpus mandibulae (mm)	67,6 ± 5,2	69,2 ± 5,3	+1,61	0,30	t-test	0,195
Ramus mandibulae (mm)	54,2 ± 4,4	54,5 ± 5,1	+0,21	0,04	Wilcoxon	0,827

Ls-E, Li-E – rastojanje gornje i donje usne od Rickettsove estetske (E) linije; N-Se – Nasion–Sella entrance; Corpus maxillae/mandibulae – dužina tela vilica; Ramus – visina grane mandibule; Δ – prosečna promena; $\bar{X}$ – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; * – $p < 0,05$. Test: upareni t-test ili Wilcoxon-ov test. $|d|$ – apsolutna vrednost Cohen-ovog d_z (veličina efekta).

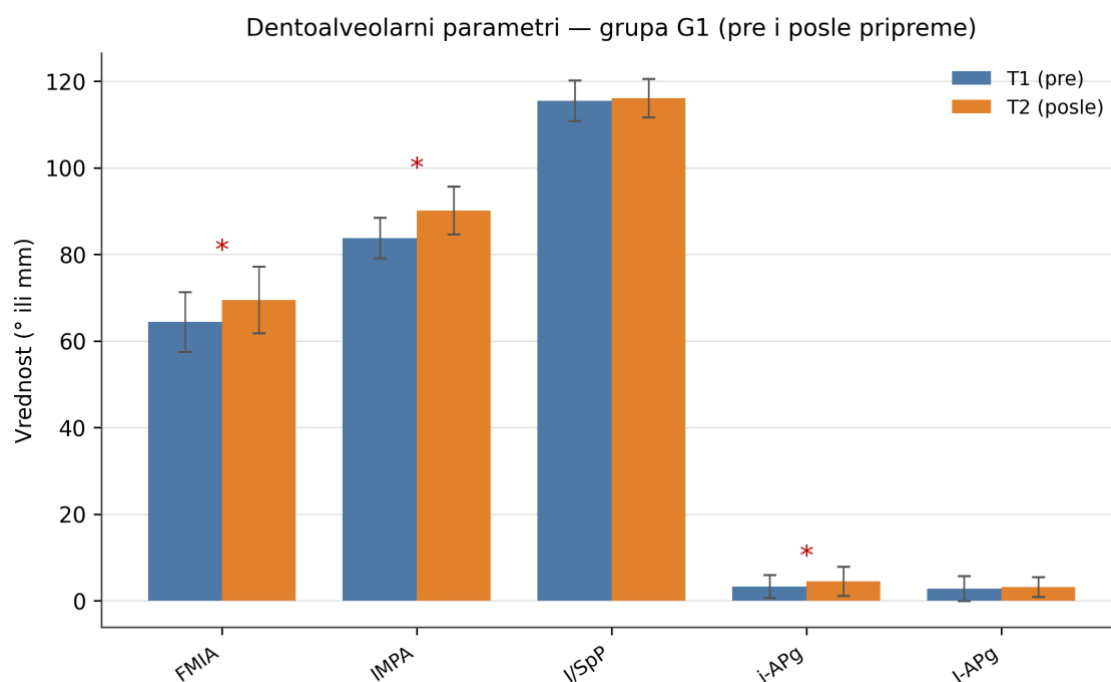
Na grafikonu su uporedno prikazani skeletni parametri grupe G1 pre i posle pripreme. Vrednosti se gotovo ne menjaju (SNA $80,5^{\circ} \rightarrow 79,8^{\circ}$; ANB $-2,2^{\circ} \rightarrow -2,4^{\circ}$), što potvrđuje da ortodonska priprema ne menja bitno skeletne odnose (Grafikon 3).



Grafikon 3. Skeletni parametri u grupi G1 pre (T1) i posle (T2) ortodonske pripreme. Zvezdicom su označeni parametri sa statistički značajnom promenom ($p < 0,05$).

Vertikalne linije predstavljaju standardnu devijaciju.

Dentoalveolarni parametri grupe G1 prikazani su grafički pre i posle pripreme. Uočava se promena nagiba donjih sekutića (IMPA $86,2^{\circ} \rightarrow 90,1^{\circ}$, $p < 0,001$), što odražava dekompenzatorni karakter pripreme (Grafikon 4).



Grafikon 4. Dentoalveolarni parametri u grupi G1 pre (T1) i posle (T2) ortodonske pripreme. Zvezdicom su označeni parametri sa statistički značajnom promenom ($p < 0,05$).

Vertikalne linije predstavljaju standardnu devijaciju.

Sumarno, tokom ortodontske pripreme u grupi G1 skeletni međuvilični odnosi ostali su stabilni, dok su promene bile izraženije na dentoalveolarnom nivou, što potvrđuje dekompenzatorni karakter ove faze terapije i njenu ulogu u pripremi za hiruršku korekciju.

4.3. Kefalometrijske promene tokom hirurške faze (grupa G2)

U grupi G2 upoređene su kefalometrijske vrednosti neposredno pre hirurške intervencije (T3) i nakon završene kombinovane ortodontsko-hirurške terapije (T4). Kod svih ispitanika ove grupe primenjena je bimaxilarna ortognatska hirurška intervencija. Parametri su prikazani u iste četiri celine kao i za grupu G1.

Nakon sprovedene ortognatske hirurške intervencije zabeležene su izražene promene sagitalnih skeletnih odnosa. Vrednost SNA ugla statistički je značajno povećana, dok je SNB ugao značajno smanjen. Registrovano je izrazito povećanje ANB ugla i Wits-ove procene, pri čemu su oba parametra iz negativnih vrednosti, karakterističnih za III skeletnu klasu, prešla u opseg koji ukazuje na znatno povoljniji sagitalni odnos vilica. Za razliku od sagitalnih pokazatelja, promene vertikalnih parametara SN/SpP, SN/MP, SpP/MP i FMA bile su blage i bez statističke značajnosti. Dobijeni rezultati potvrđuju da je hirurška faza terapije dovela prvenstveno do korekcije sagitalne skeletne disproporcije, uz očuvanje vertikalnih odnosa (Tabela 8).

Tabela 8. Skeletni kefalometrijski parametri u grupi G2 (T3 vs T4).

Parametar	T3 ($\bar{X} \pm SD$)	T4 ($\bar{X} \pm SD$)	Δ	d	Test	p
SNA (°)	78,6 ± 4,8	81,6 ± 4,0	+3,00	0,98	t-test	< 0,001 *
SNB (°)	82,8 ± 4,0	80,2 ± 3,7	-2,55	1,14	t-test	< 0,001 *
ANB (°)	-4,2 ± 2,8	1,4 ± 0,8	+5,6	2,08	t-test	< 0,001 *
Wits (mm)	-8,4 ± 3,3	1,4 ± 1,3	+9,80	2,83	t-test	< 0,001 *
SN/SpP (°)	9,3 ± 2,9	8,3 ± 2,0	-0,95	0,32	t-test	0,166
SN/MP (°)	36,3 ± 8,2	35,0 ± 7,6	-1,35	0,31	t-test	0,186
SpP/MP (°)	27,1 ± 7,5	26,6 ± 7,4	-0,50	0,14	t-test	0,547
FMA (°)	28,1 ± 6,0	27,4 ± 5,8	-0,65	0,15	t-test	0,503

*SNA/SNB/ANB – sagitalni položaj maksile, mandibule i njihov međuodnos; Wits – AO–BO procena; SN/SpP, SN/MP, SpP/MP – odnosi baze lobanje, palatinalne i mandibularne ravni; FMA – ugao mandibularne ravni prema Frankfurtskoj horizontali; Δ – prosečna promena; $\bar{X}$ – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; * – $p < 0,05$. Test: upareni t-test ili Wilcoxon-ov test. |d| – apsolutna vrednost Cohen-ovog d_z (veličina efekta).*

Kod parametara koji opisuju obrazac rasta i vertikalne proporcije lica zabeležene su samo manje promene nakon hirurške intervencije. Vrednosti SArGo, ArGoMe, zbira Björkovih uglova, S-Go i Jarabak pokazale su neznatno povećanje, dok su NSAr i N-Me imali tendenciju smanjenja, ali nijedna od registrovanih promena nije dostigla statističku značajnost. Dobijeni nalazi upućuju na stabilnost vertikalnog skeletnog obrasca i proporcija lica nakon hirurške korekcije, uprkos promenama položaja vilica nastalim nakon hirurške intervencije (Tabela 9).

Tabela 9. Parametri tipa rasta lica u grupi G2 (T3 vs T4).

Parametar	T3 ($\bar{X} \pm SD$)	T4 ($\bar{X} \pm SD$)	Δ	d	Test	p
NSAr (°)	121,3 ± 5,3	120,5 ± 6,4	-0,75	0,15	Wilcoxon	0,628
SArGo (°)	142,2 ± 6,8	143,8 ± 5,6	+1,60	0,29	t-test	0,209
ArGoMe (°)	132,7 ± 7,0	132,8 ± 6,1	+0,10	0,02	t-test	0,919
Σ Björk (°)	396,2 ± 8,7	397,1 ± 8,5	+0,90	0,12	t-test	0,595
S-Go (mm)	69,7 ± 6,0	71,0 ± 8,6	+1,27	0,21	t-test	0,356
N-Me (mm)	109,3 ± 9,1	108,0 ± 10,0	-1,40	0,14	t-test	0,544
Jarabak (%)	64,0 ± 7,0	65,7 ± 6,7	+1,73	0,43	Wilcoxon	0,055

*NSAr, SArGo, ArGoMe i Σ Björk – parametri tipa rasta lica po Björk-u; S-Go, N-Me i Jarabak ($S-Go/N-Me \times 100$) – parametri tipa rasta po Jarabak-u; Δ – prosečna promena; $\bar{X}$ – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; * – $p < 0,05$. Test: upareni t-test ili Wilcoxon-ov test. |d| – apsolutna vrednost Cohen-ovog d_z (veličina efekta).*

Dentoalveolarni parametri nakon hirurške intervencije pokazali su samo blage promene vrednosti FMIA, IMPA i I/SpP, bez statističke značajnosti. Međutim, parametri koji opisuju položaj sekutića u odnosu na APg liniju pokazali su statistički značajne promene, sa smanjenjem vrednosti i-APg i povećanjem I-APg. Za razliku od promena tokom prehirurške ortodontske pripreme, ovi nalazi prvenstveno odražavaju promenu prostornog odnosa zuba i koštanih baza nastalu nakon hirurške repozicije vilica (Tabela 10).

Tabela 10. Dentoalveolarni parametri u grupi G2 (T3 vs T4).

Parametar	T3 ($\bar{X} \pm SD$)	T4 ($\bar{X} \pm SD$)	Δ	d	Test	p
FMIA (°)	66,5 ± 4,9	68,2 ± 6,2	+1,70	0,33	t-test	0,155
IMPA (°)	85,5 ± 6,1	84,4 ± 5,8	-1,05	0,22	t-test	0,341
I/SpP (°)	118,3 ± 7,7	119,8 ± 6,0	+1,50	0,25	t-test	0,271
i-APg (mm)	4,8 ± 1,9	2,1 ± 1,8	-2,75	1,51	t-test	< 0,001 *
I-APg (mm)	2,2 ± 2,7	3,9 ± 1,8	+1,65	0,58	Wilcoxon	0,005 *

*FMIA/IMPA – uglovi ose donjih sekutića prema Frankfurtskoj horizontali i mandibularnoj ravni; I/SpP – nagib gornjih sekutića prema palatinalnoj ravni; i-APg, I-APg – rastojanje incizalnih ivica donjih i gornjih sekutića od APg linije; Δ – prosečna promena; $\bar{X}$ – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; * – $p < 0,05$. Test: upareni t-test ili Wilcoxon-ov test. |d| – apsolutna vrednost Cohen-ovog d_z (veličina efekta).*

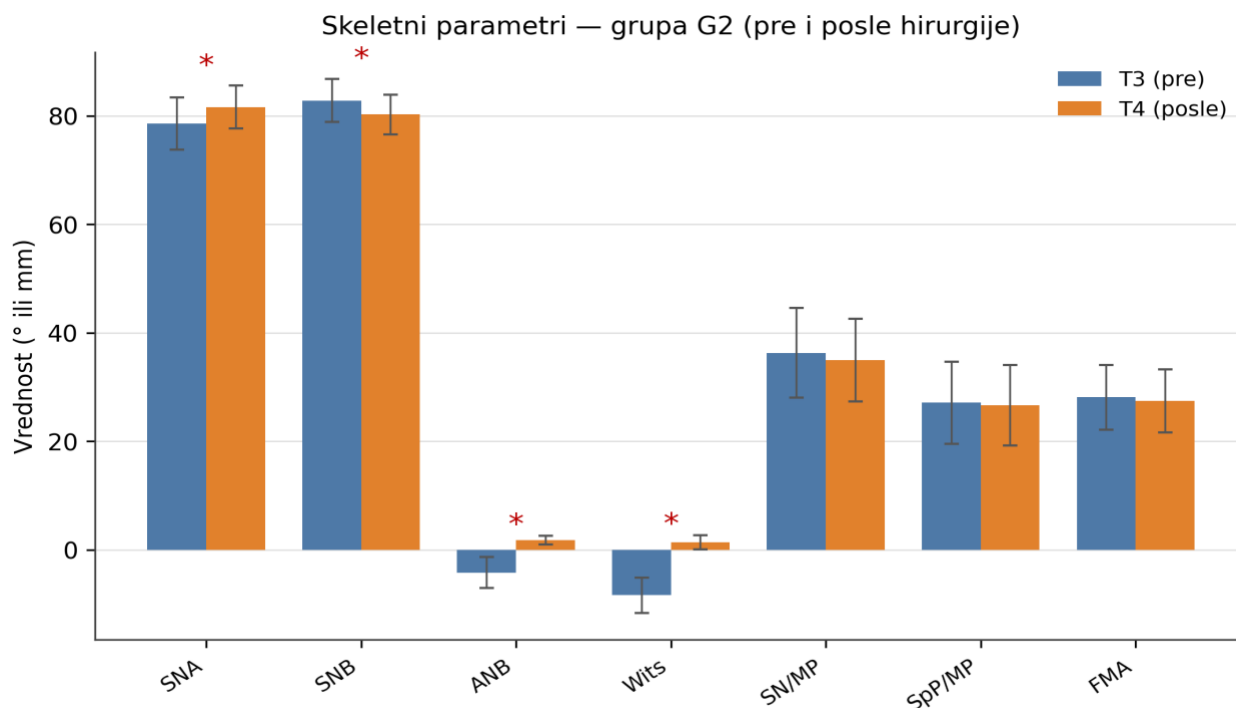
Parametri mekotkivnog profila nakon hirurške intervencije upućuju na statistički značajno povećanje vrednosti Ls-E, dok promena Li-E nije bila statistički značajna. Parametri N-Se, Corpus maxillae i Ramus mandibulae pokazali su manje promene bez statističke značajnosti, dok je vrednost Corpus mandibulae značajno smanjena. Dobijene vrednosti govore u prilog tome da je hirurška korekcija skeletnih odnosa bila praćena promenom položaja gornje usne u odnosu na estetsku liniju, što doprinosi promeni mekotkivnog profila lica i estetskom ishodu terapije (Tabela 11).

Tabela 11. Mekotkivni parametri i parametri razvijenosti vilica u grupi G2 (T3 vs T4).

Parametar	T3 ($\bar{X} \pm SD$)	T4 ($\bar{X} \pm SD$)	Δ	$ d $	Test	p
Ls-E (mm)	$-7,0 \pm 2,5$	$-4,2 \pm 2,8$	+2,77	1,39	t-test	< 0,001 *
Li-E (mm)	$-1,8 \pm 3,5$	$-1,4 \pm 2,9$	+0,47	0,14	t-test	0,531
N-Se (mm)	$60,1 \pm 4,0$	$60,0 \pm 4,6$	-0,05	0,01	Wilcoxon	0,844
Corpus maxillae (mm)	$41,3 \pm 6,6$	$41,6 \pm 4,4$	+0,29	0,06	Wilcoxon	0,231
Corpus mandibulae (mm)	$69,5 \pm 6,1$	$67,7 \pm 6,8$	-1,85	0,56	Wilcoxon	0,032 *
Ramus mandibulae (mm)	$54,4 \pm 5,5$	$52,8 \pm 7,2$	-1,55	0,34	t-test	0,146

*Ls-E, Li-E – rastojanje gornje i donje usne od Rickettsove estetske E linije; N-Se – Nasion–Sella entrance; Corpus maxillae/mandibulae – dužina tela vilica; Ramus – visina grane mandibule; Δ – prosečna promena; $\bar{X}$ – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; * – $p < 0,05$. Test: upareni t-test ili Wilcoxon-ov test. $|d|$ – apsolutna vrednost Cohen-ovog d_z (veličina efekta).*

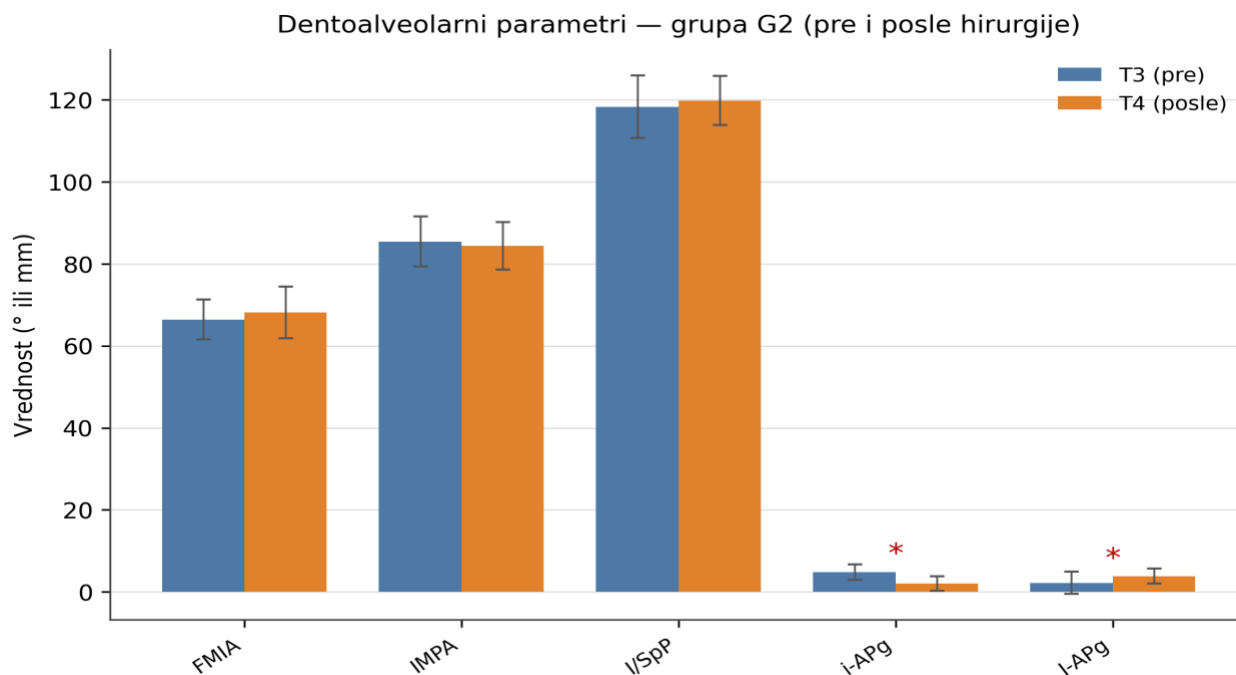
Na grafikonu su uporedno prikazani skeletni parametri grupe G2 pre i posle hirurgije. Najizraženija je korekcija ANB ugla ($-4,2^{\circ} \rightarrow 1,4^{\circ}$) i Wits procene ($-8,4 \rightarrow 1,4$ mm), $p < 0,001$, čime se normalizuju međuvilični odnosi (Grafikon 5).



Grafikon 5. Skeletni parametri u grupi G2 pre (T3) i posle (T4) kombinovane terapije. Zvezdicom su označeni parametri sa statistički značajnom promenom ($p < 0,05$).

Vertikalne linije predstavljaju standardnu devijaciju.

Grafički su prikazani dentoalveolarni parametri grupe G2, koji prate hirurški pomak baza vilica (npr. IMPA $85,5^{\circ} \rightarrow 84,4^{\circ}$) (Grafikon 6).



Grafikon 6. Dentoalveolarni parametri u grupi G2 pre (T3) i posle (T4) kombinovane terapije. Zvezdicom su označeni parametri sa statistički značajnom promenom ($p < 0,05$).

Vertikalne linije predstavljaju standardnu devijaciju.

Sumarno, u grupi G2 bimaksilarna ortognatska hirurgija dovela je do izražene i statistički značajne korekcije sagitalnih skeletnih odnosa, sa normalizacijom ANB ugla i Wits-ove procene, kao i do vidljivog poboljšanja mekotkivnog profila lica.

4.3.1. Procena razvijenosti vilica

Radi karakterizacije skeletnog obrasca III klase, izmerene dužine tela i ramusa mandibule upoređene su sa očekivanim vrednostima izračunatim prema Schwarz-ovoj metodi na osnovu dužine prednje baze lobanje (N-Se). Poređenje je izvršeno za početno stanje u obe grupe pacijenata (G1 u tački T1 i G2 u tački T3), primenom uparenog testa.

Dužina tela maksile (Corpus maxillae) nije se statistički značajno razlikovala od očekivane vrednosti ni u jednoj grupi (G1: $p = 0,519$; G2: $p = 0,544$), što ukazuje na urednu razvijenost maksile. Nasuprot tome, dužina tela mandibule (Corpus mandibulae) bila je statistički značajno veća od očekivane u obe grupe ($p < 0,001$), dok je u obe grupe i visina ramusa mandibule bila značajno povećana u odnosu na očekivanu vrednost ($p < 0,001$). Ovakav trend, koji podrazumeva uredno razvijenu maksilu uz izraženiju razvijenost mandibule, ukazuje da u osnovi ispitivane III skeletne klase preovlađuje mandibularna komponenta (Tabela 12).

Tabela 12. Poređenje izmerenih i očekivanih (Schwarz) dimenzija vilica na početnom snimku, po grupama.

Parametar	Grupa	Očekivano ($\bar{X} \pm SD$)	Izmereno ($\bar{X} \pm SD$)	Δ	p
Corpus maxillae (mm)	G1 (T1)	$43,6 \pm 2,7$	$43,2 \pm 2,8$	-0,33	0,519
Corpus mandibulae (mm)	G1 (T1)	$65,4 \pm 4,0$	$69,2 \pm 5,3$	+3,81	< 0,001 *
Ramus mandibulae (mm)	G1 (T1)	$49,4 \pm 3,8$	$54,2 \pm 4,4$	+4,83	< 0,001 *
Corpus maxillae (mm)	G2 (T3)	$42,1 \pm 2,8$	$41,3 \pm 6,6$	-0,74	0,544
Corpus mandibulae (mm)	G2 (T3)	$63,1 \pm 4,2$	$69,5 \pm 6,1$	+6,40	< 0,001 *
Ramus mandibulae (mm)	G2 (T3)	$49,6 \pm 4,3$	$54,4 \pm 5,5$	+4,71	< 0,001 *

Očekivane vrednosti izračunate su prema Schwarz-ovoj metodi: $Corpus\ maxillae = N-Se \times 7/10$; $Corpus\ mandibulae = N-Se \times 21/20$; $Ramus\ mandibulae = Corpus\ mandibulae \times 5/7$. Δ – razlika (izmereno – očekivano); pozitivna vrednost označava prekomernu razvijenost; test – upareni t-test / Wilcoxon-ov test; * – $p < 0,05$.

4.4. Poređenje obima kefalometrijskih promena između grupa G1 i G2

Radi procene doprinosa pojedinih faza terapije, obim promena analiziranih parametara upoređen je između grupe koja je prošla ortodontsku pripremu (G1) i grupe nakon hirurške faze terapije (G2), primenom testova za nezavisne uzorke.

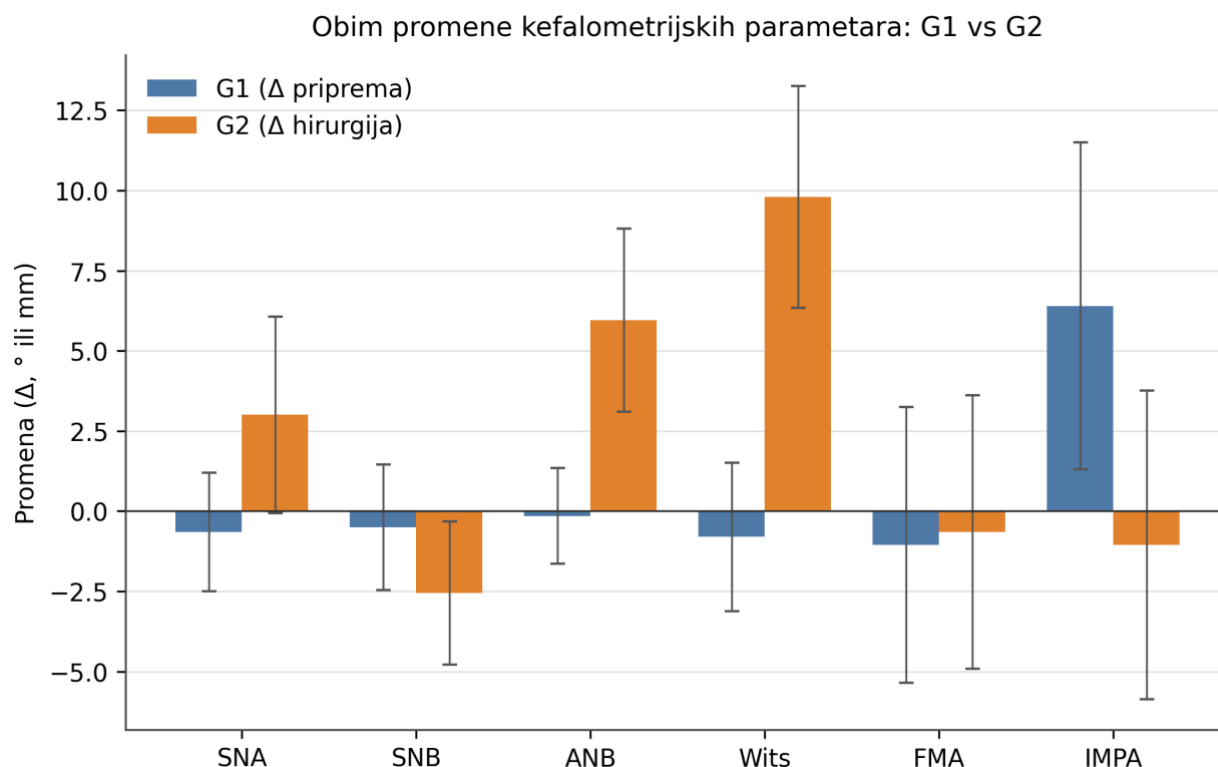
Hirurška faza terapije bila je praćena znatno izraženijim promenama sagitalnih skeletnih odnosa u poređenju sa ortodontskom pripremom, sa statistički značajnim razlikama za uglove SNA, SNB, ANB i Wits procenu. Značajna razlika između grupa registrovana je i za IMPA ugao, što ukazuje na različit pravac dentoalveolarnih promena tokom dve faze terapije, kao i za Ls-E, kod kojeg je izraženija promena zabeležena nakon hirurške intervencije. Dobijeni nalazi potvrđuju da se tokom ortodontske pripreme promene prvenstveno odvijaju na dentoalveolarnom nivou, dok hirurška faza dovodi do izražene korekcije skeletnih odnosa vilica, uz prateće promene mekotkivnog profila (Tabela 13).

Tabela 13. Poređenje prosečnog obima promene (Δ) kefalometrijskih parametara između grupa G1 i G2.

Parametar	Δ G1 (T2–T1)	Δ G2 (T4–T3)	Test	p
SNA (°)	-0,65	3,00	Welch t	< 0,001 *
SNB (°)	-0,50	-2,55	t-test	0,004 *
ANB (°)	-0,15	5,6	Mann-Whitney U	< 0,001 *
Wits (mm)	-0,80	9,80	t-test	< 0,001 *
SN/MP (°)	-0,25	-1,35	t-test	0,406
FMA (°)	-3,05	-0,65	Mann-Whitney U	0,430
IMPA (°)	3,90	-1,05	t-test	< 0,001 *
I-APg (mm)	0,35	1,65	Mann-Whitney U	0,074
Ls-E (mm)	-0,03	2,77	t-test	< 0,001 *
Li-E (mm)	0,93	0,47	Welch t	0,577

Δ – prosečna promena vrednosti parametra; poređenje između grupa vršeno je Studentovim t-testom za nezavisne uzorke, odnosno Mann–Whitney U testom kod odstupanja od normalne raspodele; * – $p < 0,05$.

Grafikon 7 poredi obim promene (Δ) parametara između grupa. Hirurška grupa G2 ostvaruje znatno veće skeletne pomake — npr. ANB $\Delta = 5,6^\circ$ naspram $-0,15^\circ$ u grupi G1 (Grafikon 7).



Grafikon 7. Prosečan obim promene (Δ) izabranih kefalometrijskih parametara u grupama G1 i G2.

Pozitivne vrednosti označavaju porast, a negativne smanjenje parametra.

Vertikalne linije predstavljaju standardnu devijaciju; Δ – promena (posle – pre).

4.5. Kompjuterizovana analiza okluzije

Kompjuterizovanom analizom okluzije pomoću sistema T-Scan Novus procenjeni su vremenski parametri uspostavljanja i prekida okluzalnih kontakata, raspodela okluzalnih sila u anteriorno-posteriornom pravcu i na levoj i desnoj strani zubnog niza, kao i položaj i putanja centra okluzalnih sila. U grupi G2 parametri su praćeni u tri vremenske tačke (T3 – pre hirurgije, T4 – prva posthirurška kontrola, T5 – šest meseci kasnije), u grupi G1 pre (T1) i posle (T2) ortodontske pripreme, dok su vrednosti kontrolne grupe (G3, jednokratno merenje T0) korišćene kao referentne.

4.5.1. Vremenski parametri i raspodela sila u grupi G2

Vreme uspostavljanja okluzije značajno se skratilo tokom terapije, sa $1,58 \pm 0,88$ s (T3) na $0,65 \pm 0,54$ s (T4) i $0,31 \pm 0,19$ s (T5) (Friedman, $p < 0,001$). Naknadnim parnim poređenjima (Bonferroni) utvrđeno je da se skraćanje ostvaruje i održava do kraja praćenja (T3→T4: $p < 0,001$; T4→T5: $p = 0,003$; T3→T5: $p < 0,001$), pri čemu se vrednost u tački T5 približila kontrolnoj grupi ($0,26 \pm 0,09$ s). Vreme diskuluzije smanjilo se sa $0,26 \pm 0,20$ s na $0,12 \pm 0,07$ s (Friedman, $p = 0,002$), takođe se približavajući kontrolnoj vrednosti ($0,13 \pm 0,10$ s). Anteriorno-posteriorna raspodela sila menjala se tokom terapije (anteriorno T3: $19,7 \pm 16,9\%$ → T5: $37,7 \pm 14,3\%$; Friedman, $p < 0,001$), pri čemu je završni anteriori udeo ostao viši od kontrolnog ($37,7\%$ naspram $22,3\%$). Levo-desna raspodela ostala je uravnotežena (sila levo T3: $55,8 \pm 17,0\%$ → T5: $51,5 \pm 3,3\%$; Friedman, $p = 0,522$), bez značajne asimetrije (Tabela 14).

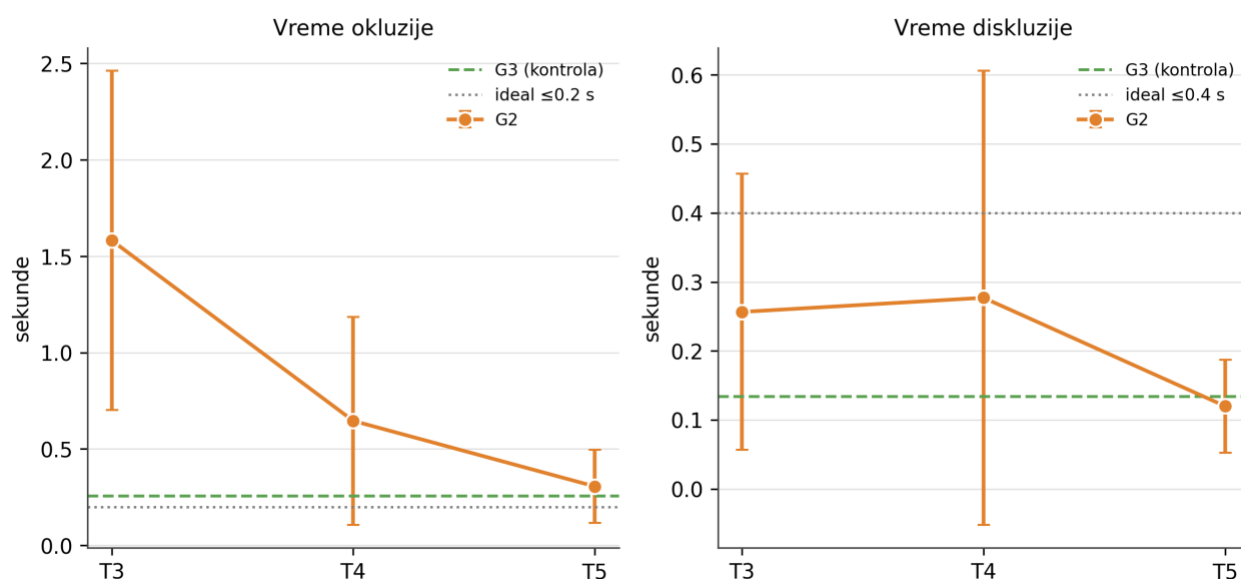
Tabela 14. Parametri T-Scan analize u grupi G2 tokom tri vremenske tačke (T3, T4, T5), sa uporednom vrednošću kontrolne grupe (G3).

Parametar	T3 ($\bar{X} \pm SD$)	T4 ($\bar{X} \pm SD$)	T5 ($\bar{X} \pm SD$)	p	G3 (T0)
Vreme okluzije (s)	1,58 $\pm$ 0,88	0,65 $\pm$ 0,54	0,31 $\pm$ 0,19	< 0,001 *	0,26 $\pm$ 0,09
Vreme diskluzije (s)	0,26 $\pm$ 0,20	0,28 $\pm$ 0,33	0,12 $\pm$ 0,07	0,002 *	0,13 $\pm$ 0,10
Sila anteriorno (%)	19,7 $\pm$ 16,9	44,0 $\pm$ 15,6	37,7 $\pm$ 14,3	< 0,001 *	22,3 $\pm$ 10,0
Sila posteriorno (%)	80,3 $\pm$ 16,9	56,0 $\pm$ 15,6	62,3 $\pm$ 14,3	< 0,001 *	77,7 $\pm$ 10,0
Sila levo (%)	55,8 $\pm$ 17,0	49,3 $\pm$ 14,0	51,5 $\pm$ 3,3	0,522	51,1 $\pm$ 2,6
Sila desno (%)	44,2 $\pm$ 17,0	50,7 $\pm$ 14,0	48,5 $\pm$ 3,3	0,522	48,9 $\pm$ 2,6

Sile su izražene kao procenat ukupne okluzalne sile. p – nivo značajnosti analize ponovljenih merenja (RM-ANOVA sa Greenhouse–Geisser korekcijom pri narušenoj sferičnosti) odnosno Friedman-ovog testa; * – $p < 0,05$. G3 (T0) – kontrolna grupa; $\bar{X}$ – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija.

Na grafikonu su prikazani vremenski parametri okluzije u grupi G2. Vreme okluzije opada sa $1,58 \pm 0,88$ s (T3) na $0,31 \pm 0,19$ s (T5), približavajući se vrednosti kontrolne grupe ($0,26 \pm 0,09$ s) (Grafikon 8).

Vremenski parametri okluzije u grupi G2 (sa kontrolnom vrednošću)

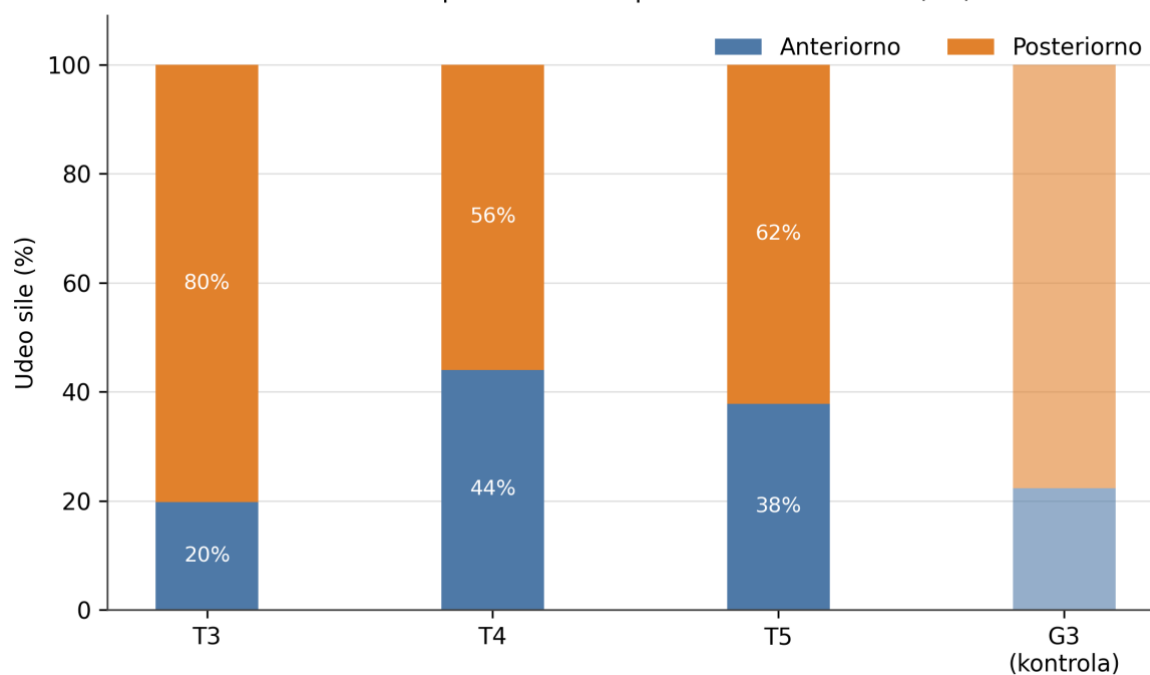


Grafikon 8. Vreme okluzije i diskluzije u grupi G2 kroz tri vremenske tačke, sa označenom kontrolnom vrednošću (G3) i idealnim graničnim vrednostima.

Isprekidana linija – vrednost kontrolne grupe; tačkasta linija – idealna granična vrednost; vertikalne linije – SD.

Anteriono-posteriorna raspodela okluzalnih sila u grupi G2 prikazana je grafički. Anterorni udeo se menja od $19,7 \pm 16,9\%$ (T3) ka $37,7 \pm 14,3\%$ (T5), pri čemu je završni anterorni udeo bio viši nego u kontrolnoj grupi (Grafikon 9).

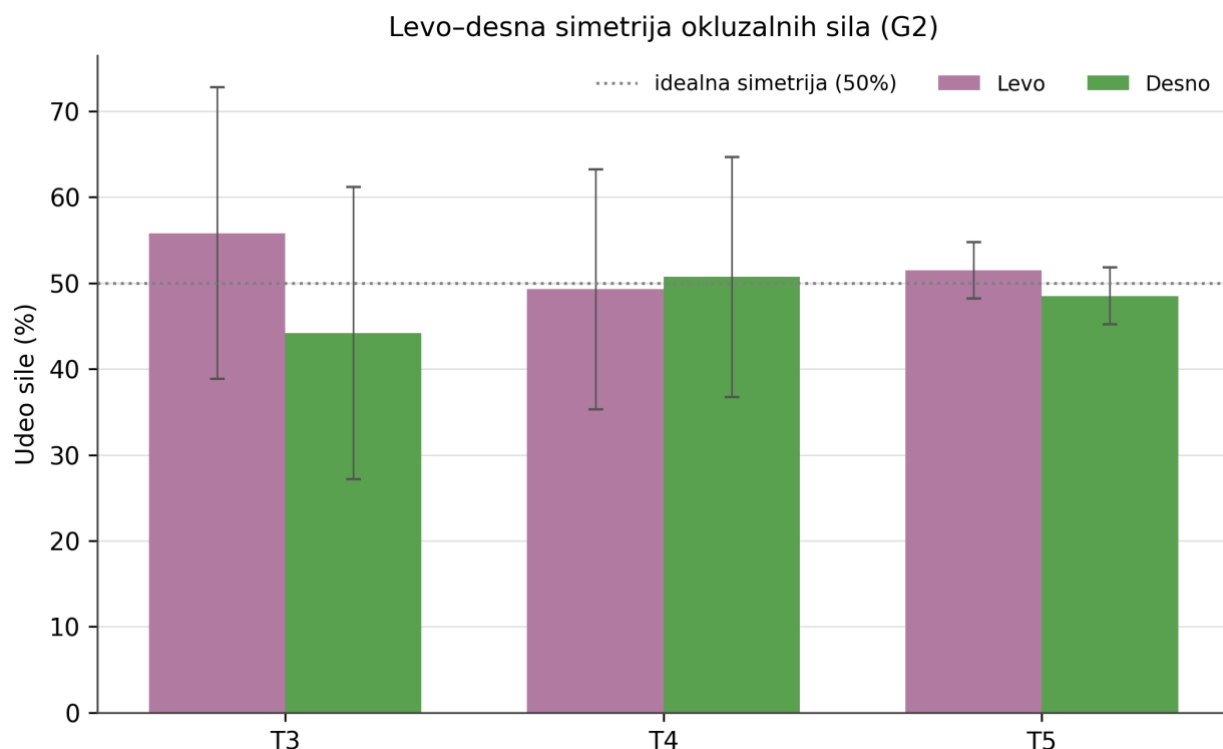
Anteriono-posteriorna raspodela okluzalnih sila (G2)



Grafikon 9. Anteriono-posteriorna raspodela okluzalnih sila u grupi G2 kroz vremenske tačke, sa uporednom vrednošću kontrolne grupe (G3).

Vrednosti su izražene kao procenat ukupne sile.

Na grafikonu je prikazana levo-desna raspodela sila u grupi G2, koja ostaje uravnotežena tokom terapije (približno 50:50), bez statistički značajne asimetrije ($p = 0,522$) (Grafikon 10).



Grafikon 10. Levo–desna raspodela okluzalnih sila u grupi G2 kroz vremenske tačke. Tačkasta linija označava idealnu simetriju (50%).
Vertikalne linije predstavljaju standardnu devijaciju.

4.5.2. Parametri okluzije u grupi G1 tokom pripreme

U grupi G1 upoređeni su parametri kompjuterizovane analize okluzije pre (T1) i posle (T2) ortodontske pripreme. Jedina statistički značajna promena zabeležena je kod vremena okluzije, koje se skratilo sa $0,84 \pm 0,66$ s na $0,35 \pm 0,30$ s (upareni t-test; $p = 0,010$), čime je vreme uspostavljanja okluzalnih kontakata praktično prepolovljeno već u pripremnoj fazi. Vreme diskluzije nije se značajno promenilo ($0,22 \pm 0,23$ s naspram $0,33 \pm 0,40$ s; Wilcoxon-ov test; $p = 0,139$), pri čemu je uočena čak i blaga tendencija porasta. Raspodela okluzalnih sila ostala je nepromenjena: anteriorni udeo iznosio je $25,1 \pm 24,1$ % pre i $20,8 \pm 21,5$ % posle pripreme ($p = 0,261$), a posteriorni $75,4 \pm 23,3$ % naspram $79,2 \pm 21,5$ % ($p = 0,314$). Levo-desna raspodela takođe je ostala uravnotežena i praktično nepromenjena (levo $51,8 \pm 17,8$ % $\rightarrow$ $50,8 \pm 19,6$ %; desno $48,2 \pm 17,8$ % $\rightarrow$ $49,2 \pm 19,6$ %; $p = 0,821$). Ovi rezultati pokazuju da ortodonska priprema poboljšava vremensku komponentu okluzije (brže uspostavljanje kontakata), ali ne menja bitno raspodelu okluzalnog opterećenja, što je u skladu sa njenom ulogom u pripremi, a ne u konačnoj korekciji okluzalnih odnosa (Tabela 15).

Tabela 15. Parametri T-Scan analize u grupi G1 pre (T1) i posle (T2) ortodonske pripreme.

Parametar	T1 ($\bar{X} \pm SD$)	T2 ($\bar{X} \pm SD$)	Test	p
Vreme okluzije (s)	0,84 $\pm$ 0,66	0,35 $\pm$ 0,30	t-test	0,010 *
Vreme diskluzije (s)	0,22 $\pm$ 0,23	0,33 $\pm$ 0,40	Wilcoxon	0,139
Sila anteriorno (%)	25,1 $\pm$ 24,1	20,8 $\pm$ 21,5	t-test	0,261
Sila posteriorno (%)	75,4 $\pm$ 23,3	79,2 $\pm$ 21,5	t-test	0,314
Sila levo (%)	51,8 $\pm$ 17,8	50,8 $\pm$ 19,6	t-test	0,821
Sila desno (%)	48,2 $\pm$ 17,8	49,2 $\pm$ 19,6	t-test	0,821

Sile su izražene kao procenat ukupne okluzalne sile; test – upareni t-test ili Wilcoxon-ov test; * – $p < 0,05$.

4.5.3. Poređenje okluzalnih parametara između grupa

Poređenjem početnih vrednosti okluzalnih parametara između tri grupe utvrđeno je da su obe grupe pacijenata sa III skeletnom klasom značajno odstupale od kontrolne grupe po vremenskim parametrima okluzije. Vreme okluzije bilo je izrazito produženo kod pacijenata u odnosu na kontrolu (G1: 0,84 $\pm$ 0,66 s; G2: 1,58 $\pm$ 0,88 s; G3: 0,26 $\pm$ 0,09 s; Kruskal–Wallis-ov test; $p < 0,001$), pri čemu je najveće odstupanje imala hirurška grupa G2. Slično, vreme diskluzije bilo je značajno duže kod pacijenata nego kod kontrole (G1: 0,22 $\pm$ 0,23 s; G2: 0,26 $\pm$ 0,20 s; G3: 0,13 $\pm$ 0,10 s; $p = 0,004$). Nasuprot vremenskim parametrima, raspodela okluzalnih sila nije se statistički značajno razlikovala među grupama na početku praćenja: anteriorni udeo sile iznosio je 25,1 $\pm$ 24,1 % (G1), 19,7 $\pm$ 16,9 % (G2) i 22,3 $\pm$ 10,0 % (G3), a posteriorni 75,4 $\pm$ 23,3 %, 80,3 $\pm$ 16,9 % i 77,7 $\pm$ 10,0 % ($p = 0,479$ za oba). Levo-desna raspodela takođe se nije razlikovala među grupama (sila levo: 51,8 $\pm$ 17,8 %, 55,8 $\pm$ 17,0 % i 51,1 $\pm$ 2,6 %; sila desno: 48,2 $\pm$ 17,8 %, 44,2 $\pm$ 17,0 % i 48,9 $\pm$ 2,6 %; $p = 0,367$). Ovi rezultati potvrđuju da je poremećaj okluzalne funkcije kod III skeletne klase na početku prevashodno izražen kroz produženo vreme uspostavljanja i prekida okluzalnih kontakata, dok je sama raspodela sila (anteriorno-posteriorno i levo-desno) u polaznom stanju bila slična kontrolnoj grupi (Tabela 16).

Tabela 16. Poređenje okluzalnih parametara između grupa na početku praćenja (G1·T1, G2·T3, G3·T0).

Parametar	G1 (T1)	G2 (T3)	G3 (T0)	Test	p
Vreme okluzije (s)	0,84 ± 0,66	1,58 ± 0,88	0,26 ± 0,09	Kruskal-Wallis	< 0,001 *
Vreme diskluzije (s)	0,22 ± 0,23	0,26 ± 0,20	0,13 ± 0,10	Kruskal-Wallis	0,004 *
Sila anteriorno (%)	25,1 ± 24,1	19,7 ± 16,9	22,3 ± 10,0	Kruskal-Wallis	0,479
Sila posteriorno (%)	75,4 ± 23,3	80,3 ± 16,9	77,7 ± 10,0	Kruskal-Wallis	0,479
Sila levo (%)	51,8 ± 17,8	55,8 ± 17,0	51,1 ± 2,6	Kruskal-Wallis	0,367
Sila desno (%)	48,2 ± 17,8	44,2 ± 17,0	48,9 ± 2,6	Kruskal-Wallis	0,367

*Poređenje između tri grupe vršeno je jednofaktorskom ANOVA / Kruskal–Wallis testom; * – $p < 0,05$. Sile su izražene kao procenat ukupne okluzalne sile; G3 (T0) – kontrolna grupa.*

Poređenjem završnih vrednosti okluzalnih parametara između tri grupe sagledano je u kojoj meri se stanje okluzije nakon terapije približilo kontrolnoj grupi. Najvažniji nalaz odnosi se na vreme okluzije, koje se na kraju praćenja više nije statistički značajno razlikovalo među grupama (G1: $0,35 \pm 0,30$ s; G2: $0,31 \pm 0,19$ s; G3: $0,26 \pm 0,09$ s; Kruskal–Wallis-ov test; $p = 0,960$). To znači da je hirurška grupa G2, koja je na početku imala izrazito produženo vreme okluzije (1,58 s), do tačke T5 dostigla nivo kontrolne grupe, čime je potvrđena funkcionalna normalizacija dinamike uspostavljanja okluzalnih kontakata. Vreme diskluzije pokazalo je statistički značajnu razliku među grupama (G1: $0,33 \pm 0,40$ s; G2: $0,12 \pm 0,07$ s; G3: $0,13 \pm 0,10$ s; $p = 0,038$), pri čemu je razlika prevashodno posledica grupe G1, čije je vreme diskluzije ostalo povišeno i vrlo varijabilno; nasuprot tome, vrednost u grupi G2 (0,12 s) gotovo se poklapa sa kontrolnom (0,13 s), što ukazuje na to da je nakon hirurške terapije razdvajanje zubnih nizova pri ekscentričnim pokretima potpuno normalizovano. U pogledu anteriorno-posteriorne raspodele okluzalnih sila utvrđena je statistički značajna razlika među grupama (anteriorno — G1: $20,8 \pm 21,5$ %; G2: $37,7 \pm 14,3$ %; G3: $22,3 \pm 10,0$ %; posteriorno — G1: $79,2 \pm 21,5$ %; G2: $62,3 \pm 14,3$ %; G3: $77,7 \pm 10,0$ %; $p = 0,001$ za oba). Razlika potiče od grupe G2, koja je na kraju terapije imala veći anteriorni udeo sile (37,7 %) u odnosu na kontrolnu grupu (22,3 %) i grupu G1 (20,8 %), odnosno umanjeno posteriorno opterećenje. Ovaj nalaz ukazuje na to da nova, hirurški uspostavljena okluzija u grupi G2 raspoređuje sile nešto anteriornije nego što je to slučaj u fiziološkoj kontrolnoj okluziji.

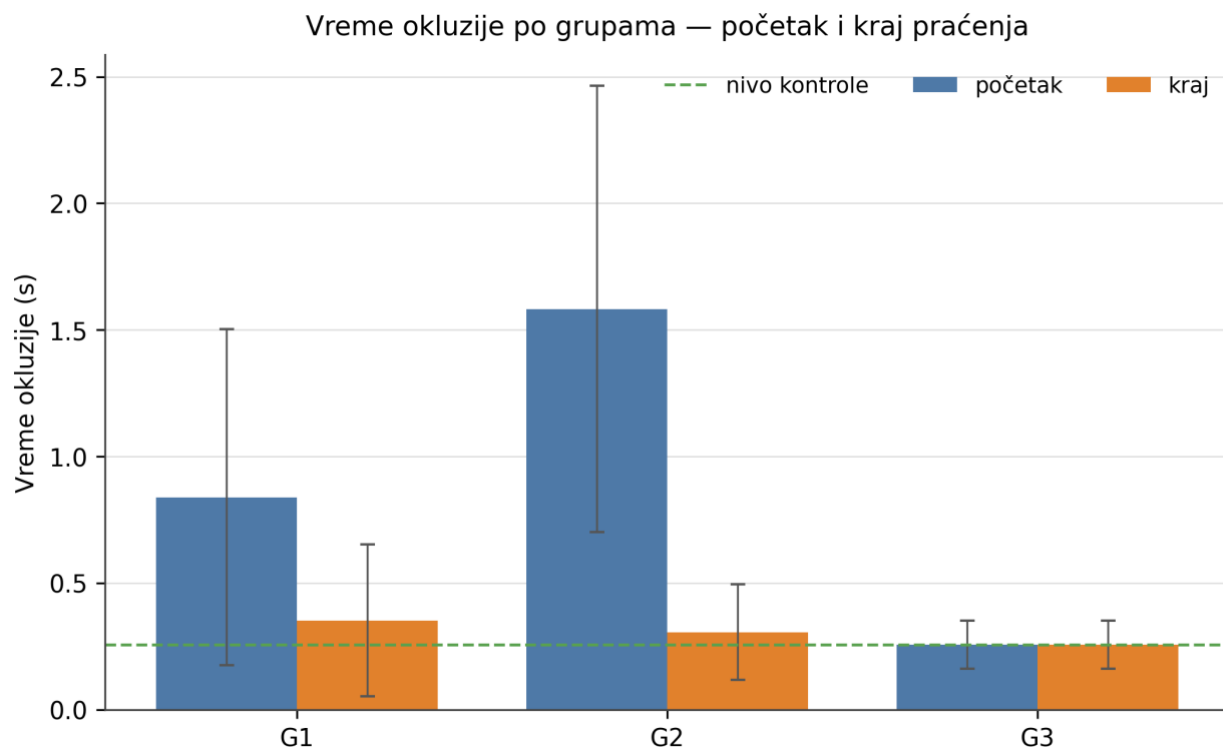
Levo-desna raspodela sila ostala je uravnotežena i praktično istovetna u sve tri grupe (sila levo — G1: $50,8 \pm 19,6$ %; G2: $51,5 \pm 3,3$ %; G3: $51,1 \pm 2,6$ %; sila desno — G1: $49,2 \pm 19,6$ %; G2: $48,5 \pm 3,3$ %; G3: $48,9 \pm 2,6$ %; $p = 0,993$). Pri tome je uočljivo da su grupe G2 i G3 imale znatno manju varijabilnost ($SD \approx 3$ %) u odnosu na grupu G1 ($SD \approx 20$ %), što znači da je hirurška terapija dovela do vrlo konzistentne, simetrične raspodele okluzalnog opterećenja, uporedive sa kontrolnom grupom. Sumarno, na kraju praćenja grupa G2 se po vremenskim parametrima okluzije i simetriji sila izjednačila sa kontrolnom grupom, uz jedino odstupanje u smeru nešto izraženijeg anteriornog opterećenja (Tabela 17).

Tabela 17. Poređenje okluzalnih parametara između grupa na kraju praćenja (G1·T2, G2·T5, G3·T0).

Parametar	G1 (T2)	G2 (T5)	G3 (T0)	Test	p
Vreme okluzije (s)	0,35 ± 0,30	0,31 ± 0,19	0,26 ± 0,09	Kruskal-Wallis	0,960
Vreme diskluzije (s)	0,33 ± 0,40	0,12 ± 0,07	0,13 ± 0,10	Kruskal-Wallis	0,038 *
Sila anteriorno (%)	20,8 ± 21,5	37,7 ± 14,3	22,3 ± 10,0	Kruskal-Wallis	0,001 *
Sila posteriorno (%)	79,2 ± 21,5	62,3 ± 14,3	77,7 ± 10,0	Kruskal-Wallis	0,001 *
Sila levo (%)	50,8 ± 19,6	51,5 ± 3,3	51,1 ± 2,6	Kruskal-Wallis	0,993
Sila desno (%)	49,2 ± 19,6	48,5 ± 3,3	48,9 ± 2,6	Kruskal-Wallis	0,993

*Poređenje između tri grupe vršeno je jednofaktorskom ANOVA / Kruskal–Wallis testom; * – $p < 0,05$. Sile su izražene kao procenat ukupne okluzalne sile; G3 (T0) – kontrolna grupa.*

Grafikon poredi vreme okluzije po grupama na početku i na kraju praćenja. Na kraju terapije grupa G2 dostiže nivo kontrolne grupe, pri čemu razlika među grupama više nije značajna ($p = 0,960$) (Grafikon 11).



Grafikon 11. Vreme okluzije po grupama na početku i na kraju praćenja, sa označenim nivoom kontrolne grupe.

Vertikalne linije predstavljaju standardnu devijaciju; isprekidana linija – prosečna vrednost kontrolne grupe.

4.5.4. Položaj i putanja centra okluzalnih sila

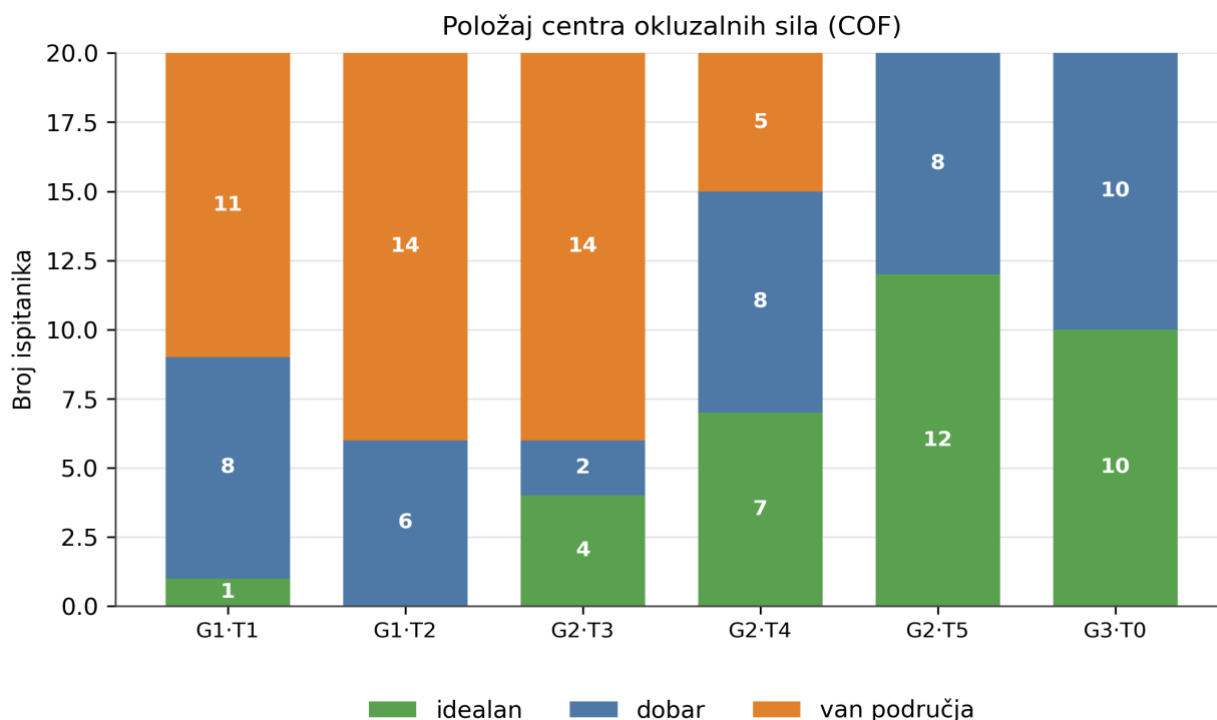
Položaj centra okluzalnih sila klasifikovan je kao idealan, dobar ili van referentnog područja. U grupi G2 zabeleženo je statistički značajno poboljšanje položaja centra okluzalnih sila tokom terapije (Friedman, $\chi^2 = 19,07$, $p < 0,001$). Na početku (T3) kod većine ispitanika centar okluzalnih sila je bio van referentnog područja (14 ispitanika), dok su na kraju praćenja (T5) svi ispitanici imali idealan ili dobar položaj (12 idealan, 8 dobar). Naknadnim poređenjima najizraženija razlika bila je između T3 i T5 ($p = 0,001$). U grupi G1 položaj centra okluzalnih sila se nije značajno promenio tokom pripreme (Wilcoxon, $p = 0,206$) (Tabela 18).

Tabela 18. Distribucija položaja centra okluzalnih sila po grupama i vremenskim tačkama.

Kategorija	G1·T1	G1·T2	G2·T3	G2·T4	G2·T5	G3·T0
Idealan	1	0	4	7	12	10
Dobar	8	6	2	8	8	10
Van područja	11	14	14	5	0	0

Podaci su prikazani kao apsolutne frekvencije (broj ispitanika). Promena tokom vremena u grupi G2 testirana je Friedman-ovim testom (ordinalne kategorije), a u grupi G1 Wilcoxon-ovim testom.

Na grafikonu je prikazana raspodela položaja centra okluzalnih sila. U grupi G2 udeo idealnog položaja raste sa 4 (T3) na 12 ispitanika (T5), dok položaj van područja iščezava ($p < 0,001$) (Grafikon 12).



Grafikon 12. Distribucija položaja centra okluzalnih sila (COF) po grupama i vremenskim tačkama.
G1 – priprema; G2 – hirurška faza; G3 – kontrola.

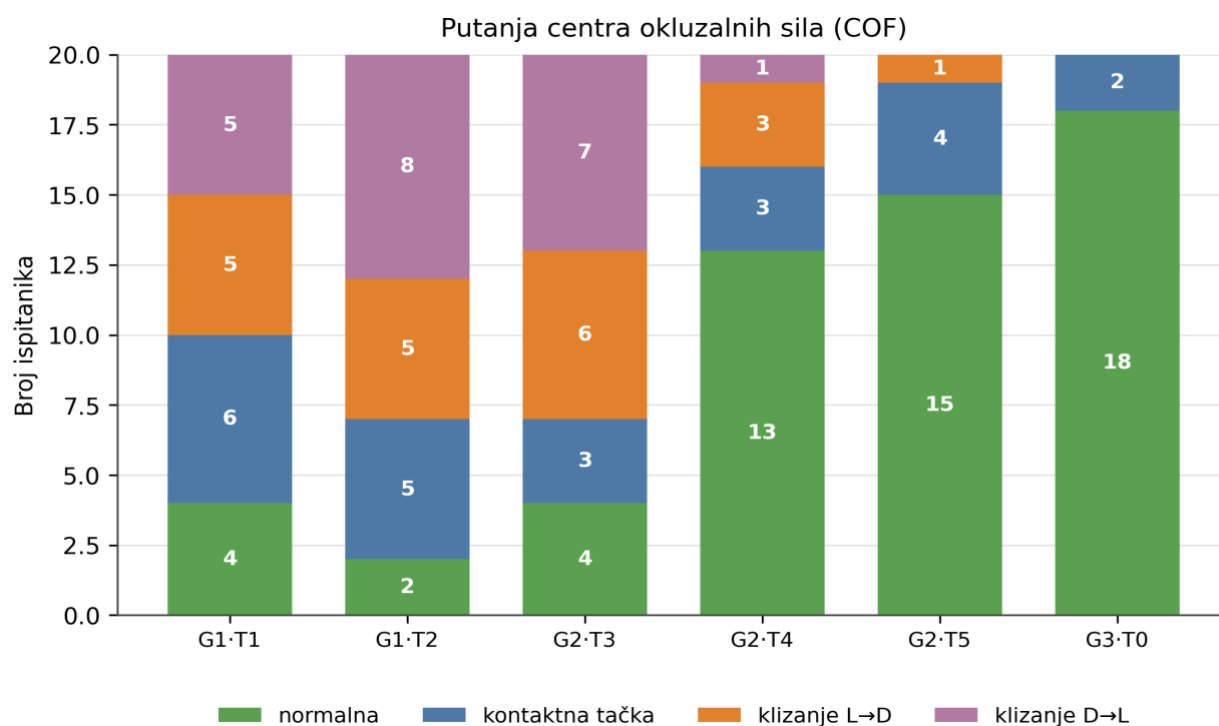
Putanja centra okluzalnih sila razvrstana je u četiri obrasca. U grupi G2 udeo normalne putanje značajno se povećao tokom terapije (Cochranov $Q = 15,85$, $p < 0,001$), dok u grupi G1 nije bilo značajne promene (McNemar, $p = 0,500$) (Tabela 19).

Tabela 19. Distribucija putanje centra okluzalnih sila (COF) po grupama i vremenskim tačkama.

Kategorija	G1·T1	G1·T2	G2·T3	G2·T4	G2·T5	G3·T0
Normalna	4	2	4	13	15	18
Kontaktna tačka	6	5	3	3	4	2
Klizanje L→D	5	5	6	3	1	0
Klizanje D→L	5	8	7	1	0	0

Podaci su prikazani kao apsolutne frekvencije. Promena tokom vremena u grupi G2 testirana je Cochranovim Q testom (normalna vs. ostale putanje), a u grupi G1 McNemarovim testom. L→D – klizanje s leve na desnu stranu; D→L – klizanje s desne na levu stranu.

Raspodela putanje centra okluzalnih sila prikazana je grafički; u grupi G2 tokom terapije raste udeo normalne putanje ($p < 0,001$) (Grafikon 13).



Grafikon 13. Distribucija putanje centra okluzalnih sila (COF) po grupama i vremenskim tačkama.

G1 – priprema; G2 – hirurška faza; G3 – kontrola.

Sumarno, kompjuterizovana analiza okluzije pokazala je da se nakon hirurške terapije vremenski parametri i položaj/putanja centra okluzalnih sila u grupi G2 poboljšavaju, dok je anteriorno-posteriorna raspodela sila na završnom merenju ostala brojčano različita od kontrolne grupe, dok su promene ostvarene samom ortodontskom pripremom (G1) bile skromnije.

4.5.5. Naknadna parna poređenja okluzalnih parametara u grupi G2

Pošto je omnibus analiza (Friedman-ov test) pokazala značajne promene tokom tri vremenske tačke, naknadnim parnim poređenjima uz Bonferroni korekciju precizirano je između kojih tačaka se promene zapravo ostvaruju. Za vreme okluzije razlika je bila statistički značajna na svakom koraku: između T3 i T4 ($p < 0,001$), između T4 i T5 ($p = 0,003$), kao i ukupno između T3 i T5 ($p < 0,001$). To znači da se skraćanje vremena okluzije ostvaruje već neposredno nakon hirurške intervencije, a potom se i dalje značajno poboljšava do završnog merenja nakon šest meseci.

Vreme diskluzije nije se značajno menjalo između susednih tačaka — ni od T3 do T4 ($p = 1,000$) ni od T4 do T5 ($p = 0,126$) — ali je kumulativna promena od početka do kraja praćenja (T3 vs T5) bila statistički značajna ($p = 0,003$). Ovakav obrazac ukazuje na postepeno smanjenje vremena diskluzije koje postaje uočljivo tek kada se sagleda čitav period praćenja.

Za anteriorno-posteriornu raspodelu sila glavna promena ostvarena je neposredno nakon hirurgije: između T3 i T4 razlika je bila visoko značajna ($p < 0,001$, za anteriorni i posteriorni udeo), dok između T4 i T5 nije dostigla značajnost ($p = 0,052$, granično). Ukupna promena od T3 do T5 ostala je značajna ($p = 0,001$). Drugim rečima, najveća preraspodela okluzalnih sila nastaje između T3 i T4, a promena između T4 i T5 ne dostiže statističku značajnost. Levo-desna raspodela sila nije se značajno menjala ni u jednom vremenskom intervalu (T3 vs T4: $p = 0,636$; T4 vs T5: $p = 1,000$; T3 vs T5: $p = 0,841$), što potvrđuje da je simetrija okluzalnog opterećenja bila očuvana tokom čitavog toka terapije.

Sumarno, vreme okluzije poboljšava se progresivno kroz sve tri tačke, raspodela sila u anteriorno-posteriornom pravcu najviše se menja neposredno nakon hirurgije, dok kasnija promena ne dostiže statističku značajnost, dok levo-desna simetrija ostaje nepromenjena (Tabela 20).

Tabela 20. Naknadna parna poređenja (Bonferroni) okluzalnih parametara u grupi G2 između vremenskih tačaka.

Parametar	T3 vs T4	T4 vs T5	T3 vs T5
Vreme okluzije (s)	< 0,001 *	0,003 *	< 0,001 *
Vreme diskluzije (s)	1,000	0,126	0,003 *
Sila anteriorno (%)	< 0,001 *	0,052	0,001 *
Sila posteriorno (%)	< 0,001 *	0,052	0,001 *
Sila levo (%)	0,636	1,000	0,841
Sila desno (%)	0,636	1,000	0,841

*Prikazane su Bonferroni-korigovane p-vrednosti parnih poređenja; * – $p < 0,05$. Sile su izražene kao procenat ukupne okluzalne sile; skraćenice kao u prethodnim tabelama.*

4.6. Procena kvaliteta života

Kvalitet života procenjen je upitnicima MIQ (Malocclusion Impact Questionnaire) i OQLQ (Orthognathic Quality of Life Questionnaire). Kod oba upitnika viši skor označava izraženiji negativni uticaj malokluzije, te smanjenje skora predstavlja poboljšanje. OQLQ obuhvata četiri domena: oralnu funkciju (OF), izgled lica (FA), svest o dentofacijalnom izgledu (AW) i socijalni aspekt (SA). Na početnom merenju obe grupe pacijenata sa III skeletnom klasom (G1 u tački T1, G2 u tački T3) imale su povišene skorove oba upitnika, što ukazuje na primetan negativni uticaj malokluzije na kvalitet života pre terapije. Grupe se na početku nisu statistički značajno razlikovale ni po MIQ ($p = 0,914$) ni po ukupnom OQLQ skoru ($p = 0,396$), čime je potvrđena njihova uporedivost u pogledu polaznog kvaliteta života (Tabela 21).

Tabela 21. Poređenje početnih skorova kvaliteta života između grupa G1 (T1) i G2 (T3).

Skor	G1 (T1)	G2 (T3)	Test	p
MIQ ukupno	$9,4 \pm 5,4$	$9,2 \pm 6,8$	Mann-Whitney U	0,914
OQLQ ukupno	$36,6 \pm 13,4$	$40,7 \pm 16,7$	t-test	0,396
OQLQ – OF	$7,1 \pm 3,1$	$9,5 \pm 3,6$	t-test	0,030 *
OQLQ – FA	$10,9 \pm 4,5$	$10,7 \pm 3,8$	t-test	0,880
OQLQ – AW	$7,8 \pm 4,4$	$8,8 \pm 4,4$	t-test	0,496
OQLQ – SA	$10,8 \pm 6,6$	$11,8 \pm 8,0$	Mann-Whitney U	0,828

*Poređenje dve nezavisne grupe vršeno je t-testom za nezavisne uzorke, odnosno Mann–Whitney U testom; * – $p < 0,05$. Skraćenice domena kao u tekstu; viši skor označava lošiji kvalitet života.*

U grupi G1, nakon ortodonske pripreme, MIQ skor promenio se sa $9,4 \pm 5,4$ na $6,8 \pm 4,4$ ($p = 0,039$), a ukupni OQLQ sa $36,6 \pm 13,4$ na $28,4 \pm 17,6$ ($p = 0,077$) (Tabela 22).

Tabela 22. Skorovi upitnika kvaliteta života (MIQ i OQLQ) u grupi G1 pre (T1) i posle (T2) ortodonske pripreme.

Skor	T1 ($\bar{X} \pm SD$)	T2 ($\bar{X} \pm SD$)	Test	p
MIQ ukupno	$9,4 \pm 5,4$	$6,8 \pm 4,4$	t-test	0,039 *
OQLQ ukupno	$36,6 \pm 13,4$	$28,4 \pm 17,6$	t-test	0,077
OQLQ – OF	$7,1 \pm 3,1$	$7,0 \pm 5,2$	t-test	0,862
OQLQ – FA	$10,9 \pm 4,5$	$8,3 \pm 5,8$	t-test	0,050
OQLQ – AW	$7,8 \pm 4,4$	$5,7 \pm 3,2$	t-test	0,088
OQLQ – SA	$10,8 \pm 6,6$	$7,5 \pm 7,5$	t-test	0,092

*MIQ – Malocclusion Impact Questionnaire (0–34); OQLQ – Orthognathic Quality of Life Questionnaire (0–88); OF – oralna funkcija; FA – izgled lica; AW – svest o dentofacijalnom izgledu; SA – socijalni aspekt; test – upareni t-test ili Wilcoxon-ov test; * – $p < 0,05$. Viši skor označava lošiji kvalitet života.*

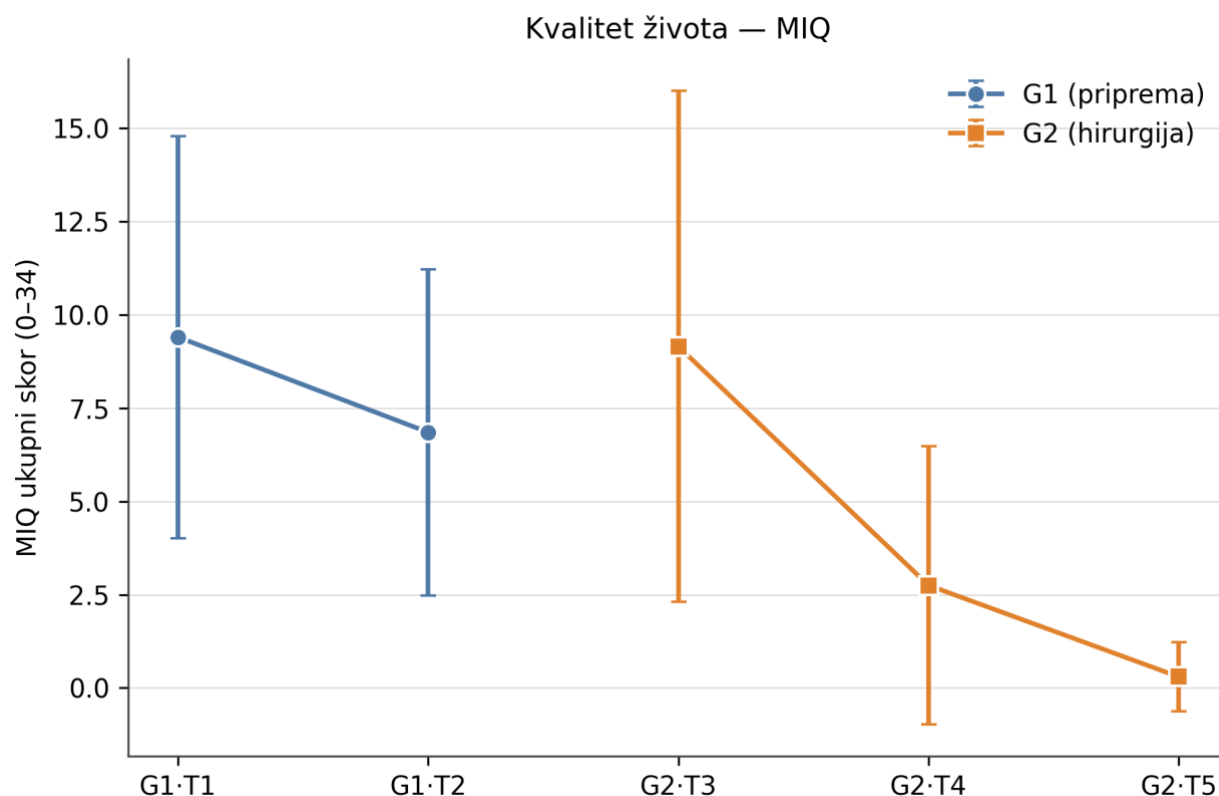
U grupi G2 zabeleženo je izrazito i statistički značajno poboljšanje kvaliteta života. Ukupni OQLQ smanjio se sa 40,7 (T3) na 21,6 (T4) i 5,6 (T5) (Friedman, $p < 0,001$), uz smanjenje MIQ skora sa 9,2 na 0,3 (Friedman, $p < 0,001$). Poboljšanje je bilo izraženo u svim domenima OQLQ, sa najvećim relativnim smanjenjem skorova oralne funkcije i socijalnog aspekta (Tabela 23).

Tabela 23. Skorovi upitnika kvaliteta života (MIQ i OQLQ) u grupi G2 kroz tri vremenske tačke (T3, T4, T5).

Skor	T3 ($\bar{X} \pm SD$)	T4 ($\bar{X} \pm SD$)	T5 ($\bar{X} \pm SD$)	p
MIQ ukupno	9,2 $\pm$ 6,8	2,8 $\pm$ 3,7	0,3 $\pm$ 0,9	< 0,001 *
OQLQ ukupno	40,7 $\pm$ 16,7	21,6 $\pm$ 13,1	5,6 $\pm$ 7,0	< 0,001 *
OQLQ – OF	9,5 $\pm$ 3,6	5,8 $\pm$ 3,2	0,7 $\pm$ 1,3	< 0,001 *
OQLQ – FA	10,7 $\pm$ 3,8	5,7 $\pm$ 3,8	2,3 $\pm$ 3,4	< 0,001 *
OQLQ – AW	8,8 $\pm$ 4,4	5,2 $\pm$ 3,3	1,8 $\pm$ 2,2	< 0,001 *
OQLQ – SA	11,8 $\pm$ 8,0	5,0 $\pm$ 5,0	0,9 $\pm$ 2,1	< 0,001 *

Skraćenice kao u prethodnoj tabeli; p – nivo značajnosti RM-ANOVA / Friedman-ovog testa; * – $p < 0,05$.

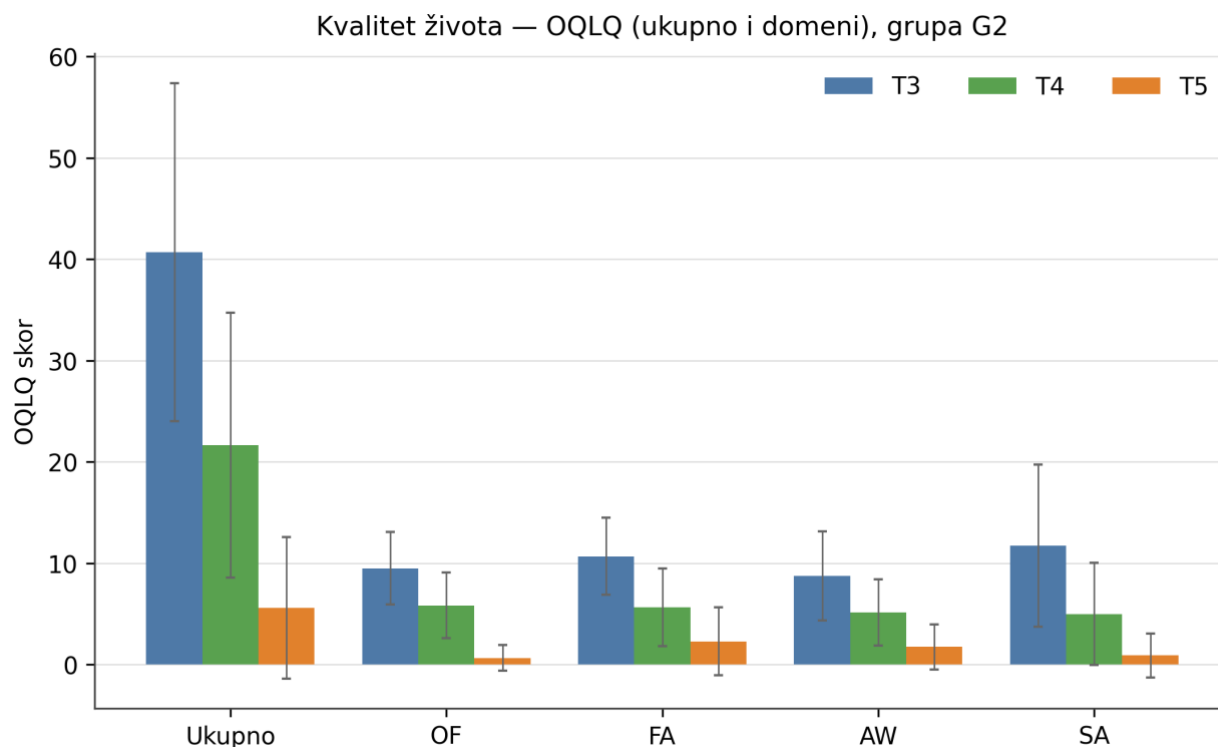
Na grafikonu je prikazano kretanje ukupnog MIQ skora kroz vremenske tačke. U grupi G2 skor izrazito opada (sa 9,2 u T3 na 0,3 u T5), dok je u grupi G1 promena bila skromnija (sa 9,4 $\pm$ 5,4 na 6,8 $\pm$ 4,4), što ukazuje na znatno izraženije poboljšanje nakon hirurške faze (Grafikon 14).



Grafikon 14. Ukupni MIQ skor u grupama G1 i G2 kroz vremenske tačke.

Vertikalne linije predstavljaju standardnu devijaciju; viši skor označava lošiji kvalitet života.

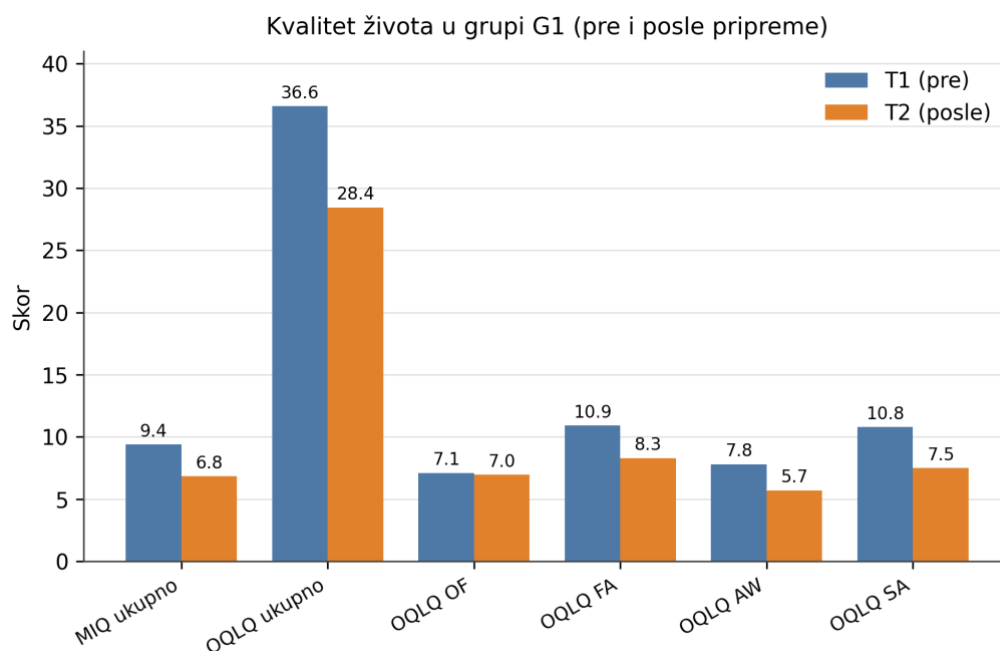
Na grafikonu su prikazani ukupni OQLQ skor i skorovi pojedinih domena u grupi G2. Svi pokazatelji izrazito opadaju od T3 do T5 (ukupni OQLQ sa 40,7 na 5,6; Friedman, $p < 0,001$), sa najvećim relativnim smanjenjem skorova oralne funkcije i socijalnog aspekta (Grafikon 15).



Grafikon 15. OQLQ ukupni skor i skorovi domena u grupi G2 kroz tri vremenske tačke.

OF – oralna funkcija; FA – izgled lica; AW – svest o izgledu; SA – socijalni aspekt; vertikalne linije – SD.

Grafički su prikazani skorovi kvaliteta života u grupi G1 pre i posle ortodontske pripreme. Uočava se umereno smanjenje ukupnog MIQ ($9,4 \pm 5,4 \rightarrow 6,8 \pm 4,4$) i OQLQ skora ($36,6 \pm 13,4 \rightarrow 28,4 \pm 17,6$), što pokazuje da i sama priprema donosi izvesno subjektivno poboljšanje (Grafikon 16).



Grafikon 16. Skorovi kvaliteta života (MIQ i OQLQ sa domenima) u grupi G1 pre (T1) i posle (T2) pripreme.

OF – oralna funkcija; FA – izgled lica; AW – svest o izgledu; SA – socijalni aspekt; vertikalne linije – SD.

Sumarno, u grupi G1 značajno se smanjio ukupni MIQ skor, dok smanjenje ukupnog OQLQ skora nije dostiglo značajnost. U grupi G2 oba ukupna skora i svi domeni OQLQ značajno su se poboljšali.

4.6.1. Naknadna parna poređenja skorova kvaliteta života u grupi G2

Naknadnim parnim poređenjima uz Bonferroni korekciju preciziran je vremenski tok poboljšanja kvaliteta života u grupi G2. Karakteristično je da su sva parna poređenja, za sve pokazatelje, bila statistički značajna, što znači da se kvalitet života značajno poboljšavao na svakom koraku, kako neposredno nakon hirurgije (T3 vs T4), tako i u periodu od prve posthirurške kontrole do šest meseci kasnije (T4 vs T5), kao i kumulativno tokom čitavog praćenja (T3 vs T5).

Ukupni MIQ skor značajno se smanjivao između svih tačaka (T3 vs T4: $p = 0,005$; T4 vs T5: $p = 0,018$; T3 vs T5: $p < 0,001$). Još izraženiji obrazac zabeležen je za ukupni OQLQ skor, kod koga su sva tri poređenja bila visoko značajna (T3 vs T4, T4 vs T5 i T3 vs T5: $p < 0,001$).

Isti trend potvrđen je i na nivou pojedinačnih domena OQLQ. Domen oralne funkcije (OF) poboljšavao se značajno na svakom koraku (T3 vs T4: $p = 0,009$; T4 vs T5: $p < 0,001$; T3 vs T5: $p < 0,001$), kao i domen izgleda lica (FA), kod koga su sva poređenja bila visoko značajna ($p < 0,001$). Domen svesti o dentofacijalnom izgledu (AW) takođe je pokazao značajno poboljšanje u svim intervalima (T3 vs T4: $p = 0,011$; T4 vs T5: $p < 0,001$; T3 vs T5: $p < 0,001$), a domen socijalnog aspekta (SA) značajno se popravljao kako neposredno nakon hirurgije (T3 vs T4: $p = 0,004$), tako i u kasnijem periodu (T4 vs T5: $p = 0,004$; T3 vs T5: $p < 0,001$).

Ukupno, za razliku od okluzalnih parametara kod kojih se pojedine promene ostvaruju prvenstveno neposredno nakon hirurgije, poboljšanje kvaliteta života u grupi G2 nastavlja se progresivno kroz sve tri vremenske tačke i obuhvata podjednako sve domene: funkcionalni, estetski i psihosocijalni (Tabela 24).

Tabela 24. Naknadna parna poređenja (Bonferroni) skorova MIQ i OQLQ u grupi G2 između vremenskih tačaka.

Skor	T3 vs T4	T4 vs T5	T3 vs T5
MIQ ukupno	0,005 *	0,018 *	< 0,001 *
OQLQ ukupno	< 0,001 *	< 0,001 *	< 0,001 *
OQLQ – OF	0,009 *	< 0,001 *	< 0,001 *
OQLQ – FA	< 0,001 *	< 0,001 *	< 0,001 *
OQLQ – AW	0,011 *	< 0,001 *	< 0,001 *
OQLQ – SA	0,004 *	0,004 *	< 0,001 *

Prikazane su Bonferroni-korigovane p -vrednosti; * – $p < 0,05$. OF – oralna funkcija; FA – izgled lica; AW – svest o dentofacijalnom izgledu; SA – socijalni aspekt.

4.6.2. Analiza pojedinačnih stavki upitnika MIQ

U grupi G1, tokom ortodonske pripreme, statistički značajna promena zabeležena je samo kod dve stavke upitnika MIQ. Stavka 1 smanjila se sa $1,9 \pm 1,0$ na $1,5 \pm 1,3$ ($\Delta = -0,45$; $p = 0,049$), a stavka 12 sa $0,9 \pm 0,7$ na $0,5 \pm 0,8$ ($\Delta = -0,45$; $p = 0,007$). Sve ostale stavke nisu se značajno promenile ($p \geq 0,05$), što potvrđuje da ortodonska priprema donosi tek ograničeno, pojedinačno subjektivno poboljšanje (Tabela 25).

Tabela 25. Pojedinačne stavke upitnika MIQ u grupi G1 pre (T1) i posle (T2) ortodonske pripreme.

Stavka	T1 ($\bar{X} \pm SD$)	T2 ($\bar{X} \pm SD$)	Δ	p
Stavka 1	1,9 $\pm$ 1,0	1,5 $\pm$ 1,3	-0,45	0,049 *
Stavka 2	1,6 $\pm$ 1,1	1,2 $\pm$ 1,1	-0,35	0,088
Stavka 3	1,1 $\pm$ 0,6	0,8 $\pm$ 0,6	-0,30	0,083
Stavka 4	1,0 $\pm$ 0,5	0,8 $\pm$ 0,7	-0,15	0,257
Stavka 5	0,9 $\pm$ 0,8	0,6 $\pm$ 0,8	-0,30	0,058
Stavka 6	0,2 $\pm$ 0,4	0,2 $\pm$ 0,6	+0,05	0,705
Stavka 7	0,3 $\pm$ 0,5	0,3 $\pm$ 0,6	+0,00	1,000
Stavka 8	0,3 $\pm$ 0,5	0,2 $\pm$ 0,4	-0,15	0,366
Stavka 9	0,5 $\pm$ 0,6	0,3 $\pm$ 0,6	-0,15	0,257
Stavka 10	0,8 $\pm$ 0,7	0,6 $\pm$ 0,7	-0,25	0,096
Stavka 11	0,8 $\pm$ 0,7	0,6 $\pm$ 0,7	-0,20	0,285
Stavka 12	0,9 $\pm$ 0,7	0,5 $\pm$ 0,8	-0,45	0,007 *
Stavka 13	0,5 $\pm$ 0,6	0,5 $\pm$ 0,5	-0,05	0,739
Stavka 14	0,4 $\pm$ 0,5	0,1 $\pm$ 0,3	-0,30	0,058
Stavka 15	0,2 $\pm$ 0,6	0,1 $\pm$ 0,3	-0,15	0,334
Stavka 16	0,2 $\pm$ 0,4	0,2 $\pm$ 0,4	-0,05	0,705
Stavka 17	0,2 $\pm$ 0,4	0,1 $\pm$ 0,2	-0,15	0,180
Stavka 18	0,5 $\pm$ 0,7	0,2 $\pm$ 0,6	-0,20	0,157
Stavka 19	0,5 $\pm$ 0,7	0,7 $\pm$ 0,8	+0,25	0,096

Stavke MIQ upitnika ocenjuju se od 0 do 2 (globalne stavke 1 i 2 od 0 do 4); viši skor označava izraženiji negativni uticaj malokluzije. Test: Wilcoxon-ov test / upareni t-test (G1), odnosno RM-ANOVA / Friedman (G2); * – $p < 0,05$.

U grupi G2 statistički značajno poboljšanje (opadanje skora od T3 do T5) zabeleženo je kod 17 od 19 stavki MIQ upitnika. Sa najvišim nivoom značajnosti ($p < 0,001$) menjale su se sledeće stavke: stavka 1 (2,1 $\pm$ 1,1 $\rightarrow$ 0,1 $\pm$ 0,3), stavka 2 (2,2 $\pm$ 1,1 $\rightarrow$ 1,2 $\pm$ 1,2), stavka 3 (1,0 $\pm$ 0,8 $\rightarrow$ 0,1 $\pm$ 0,2), stavka 4 (1,0 $\pm$ 0,7 $\rightarrow$ 0,1 $\pm$ 0,2), stavka 5 (1,1 $\pm$ 0,8 $\rightarrow$ 0,1 $\pm$ 0,2), stavka 10 (0,7 $\pm$ 0,7 $\rightarrow$ 0,0 $\pm$ 0,0), stavka 11 (0,7 $\pm$ 0,7 $\rightarrow$ 0,0 $\pm$ 0,0), stavka 12 (0,8 $\pm$ 0,7 $\rightarrow$ 0,1 $\pm$ 0,2) i stavka 19 (0,9 $\pm$ 0,7 $\rightarrow$ 0,1 $\pm$ 0,2).

Statistički značajne, uz nešto viši prag p-vrednosti, bile su i: stavka 18 ($0,6 \pm 0,8 \rightarrow 0,0 \pm 0,0$; $p = 0,001$), stavka 13 ($0,4 \pm 0,5 \rightarrow 0,0 \pm 0,0$; $p = 0,002$), stavka 7 ($0,3 \pm 0,5 \rightarrow 0,0 \pm 0,0$; $p = 0,005$), stavka 6 ($0,5 \pm 0,8 \rightarrow 0,0 \pm 0,0$; $p = 0,007$), stavka 8 ($0,4 \pm 0,6 \rightarrow 0,0 \pm 0,0$; $p = 0,008$), stavka 9 ($0,3 \pm 0,6 \rightarrow 0,1 \pm 0,2$; $p = 0,028$), kao i stavke 14 i 16 (obe $0,1 \pm 0,4 \rightarrow 0,0 \pm 0,0$; $p = 0,050$). Bez statistički značajne promene ostale su samo stavka 15 ($0,1 \pm 0,2 \rightarrow 0,0 \pm 0,0$; $p = 0,368$) i stavka 17 ($0,1 \pm 0,3 \rightarrow 0,0 \pm 0,0$; $p = 0,135$), i to zbog vrlo niskih početnih vrednosti (mali prostor za dalje poboljšanje). Sumarno, za razliku od grupe G1, hirurška faza u grupi G2 dovela je do sveobuhvatnog i statistički značajnog poboljšanja kod gotovo svih pojedinačnih stavki upitnika MIQ (Tabela 26).

Tabela 26. Pojedinačne stavke upitnika MIQ u grupi G2 kroz tri vremenske tačke (T3, T4, T5).

Stavka	T3 ($\bar{X} \pm SD$)	T4 ($\bar{X} \pm SD$)	T5 ($\bar{X} \pm SD$)	p
Stavka 1	$2,1 \pm 1,1$	$0,6 \pm 0,9$	$0,1 \pm 0,3$	$< 0,001 *$
Stavka 2	$2,2 \pm 1,1$	$1,5 \pm 1,4$	$1,2 \pm 1,2$	$< 0,001 *$
Stavka 3	$1,0 \pm 0,8$	$0,2 \pm 0,6$	$0,1 \pm 0,2$	$< 0,001 *$
Stavka 4	$1,0 \pm 0,7$	$0,3 \pm 0,6$	$0,1 \pm 0,2$	$< 0,001 *$
Stavka 5	$1,1 \pm 0,8$	$0,1 \pm 0,3$	$0,1 \pm 0,2$	$< 0,001 *$
Stavka 6	$0,5 \pm 0,8$	$0,2 \pm 0,5$	$0,0 \pm 0,0$	$0,007 *$
Stavka 7	$0,3 \pm 0,5$	$0,1 \pm 0,4$	$0,0 \pm 0,0$	$0,005 *$
Stavka 8	$0,4 \pm 0,6$	$0,1 \pm 0,5$	$0,0 \pm 0,0$	$0,008 *$
Stavka 9	$0,3 \pm 0,6$	$0,1 \pm 0,2$	$0,1 \pm 0,2$	$0,028 *$
Stavka 10	$0,7 \pm 0,7$	$0,2 \pm 0,4$	$0,0 \pm 0,0$	$< 0,001 *$
Stavka 11	$0,7 \pm 0,7$	$0,3 \pm 0,5$	$0,0 \pm 0,0$	$< 0,001 *$
Stavka 12	$0,8 \pm 0,7$	$0,2 \pm 0,4$	$0,1 \pm 0,2$	$< 0,001 *$
Stavka 13	$0,4 \pm 0,5$	$0,1 \pm 0,3$	$0,0 \pm 0,0$	$0,002 *$
Stavka 14	$0,1 \pm 0,4$	$0,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$	$0,050 *$
Stavka 15	$0,1 \pm 0,2$	$0,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$	$0,368$
Stavka 16	$0,1 \pm 0,4$	$0,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$	$0,050 *$
Stavka 17	$0,1 \pm 0,3$	$0,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$	$0,135$
Stavka 18	$0,6 \pm 0,8$	$0,1 \pm 0,4$	$0,0 \pm 0,0$	$0,001 *$
Stavka 19	$0,9 \pm 0,7$	$0,5 \pm 0,7$	$0,1 \pm 0,2$	$< 0,001 *$

Stavke MIQ upitnika ocenjuju se od 0 do 2 (globalne stavke 1 i 2 od 0 do 4); viši skor označava izraženiji negativni uticaj malokluzije. Test: Wilcoxon-ov test / upareni t-test (G1), odnosno RM-ANOVA / Friedman (G2); * – $p < 0,05$.

4.6.3. Analiza pojedinačnih stavki upitnika OQLQ

U grupi G1 statistički značajno poboljšanje zabeleženo je kod samo tri stavke OQLQ upitnika: stavka 1 ($2,6 \pm 0,9 \rightarrow 2,0 \pm 1,3$; $\Delta = -0,65$; $p = 0,039$), stavka 3 ($1,8 \pm 1,2 \rightarrow 1,2 \pm 1,3$; $\Delta = -0,50$; $p = 0,038$) i stavka 11 ($2,0 \pm 1,4 \rightarrow 1,4 \pm 1,1$; $\Delta = -0,60$; $p = 0,049$). Sve ostale stavke ostale su bez značajne promene ($p \geq 0,05$) (Tabela 27).

Tabela 27. Pojedinačne stavke upitnika OQLQ u grupi G1 pre (T1) i posle (T2) ortodonske pripreme.

Stavka	T1 ($\bar{X} \pm SD$)	T2 ($\bar{X} \pm SD$)	Δ	p
Stavka 1	$2,6 \pm 0,9$	$2,0 \pm 1,3$	-0,65	0,039 *
Stavka 2	$2,5 \pm 1,3$	$2,1 \pm 1,2$	-0,35	0,158
Stavka 3	$1,8 \pm 1,2$	$1,2 \pm 1,3$	-0,50	0,038 *
Stavka 4	$0,8 \pm 0,6$	$1,4 \pm 1,5$	+0,50	0,088
Stavka 5	$0,9 \pm 0,8$	$0,9 \pm 0,9$	-0,05	0,830
Stavka 6	$1,1 \pm 0,9$	$1,3 \pm 1,3$	+0,25	0,445
Stavka 7	$2,5 \pm 1,3$	$1,9 \pm 1,6$	-0,50	0,070
Stavka 8	$1,9 \pm 1,3$	$1,3 \pm 1,2$	-0,65	0,079
Stavka 9	$2,0 \pm 1,2$	$1,6 \pm 1,2$	-0,50	0,163
Stavka 10	$1,9 \pm 1,3$	$1,6 \pm 1,2$	-0,30	0,368
Stavka 11	$2,0 \pm 1,4$	$1,4 \pm 1,1$	-0,60	0,049 *
Stavka 12	$2,0 \pm 1,4$	$1,4 \pm 1,4$	-0,55	0,179
Stavka 13	$1,9 \pm 1,5$	$1,2 \pm 1,1$	-0,65	0,164
Stavka 14	$1,8 \pm 1,4$	$1,5 \pm 1,5$	-0,30	0,481
Stavka 15	$1,2 \pm 1,1$	$0,9 \pm 1,3$	-0,35	0,161
Stavka 16	$1,2 \pm 1,1$	$0,7 \pm 1,0$	-0,60	0,069
Stavka 17	$1,5 \pm 1,1$	$1,1 \pm 1,1$	-0,35	0,229
Stavka 18	$1,0 \pm 0,9$	$1,0 \pm 1,1$	+0,00	0,850
Stavka 19	$1,8 \pm 1,1$	$1,1 \pm 1,3$	-0,65	0,061
Stavka 20	$0,9 \pm 1,1$	$0,7 \pm 1,0$	-0,30	0,357
Stavka 21	$1,4 \pm 1,3$	$0,8 \pm 0,9$	-0,60	0,110
Stavka 22	$1,7 \pm 1,3$	$1,2 \pm 1,4$	-0,45	0,154

Stavke OQLQ upitnika ocenjuju se od 0 do 4; viši skor označava izraženiji negativni uticaj. Test: Wilcoxon-ov test / upareni t-test (G1), odnosno RM-ANOVA / Friedman (G2); * – $p < 0,05$.

U grupi G2 sve 22 stavke OQLQ upitnika pokazale su statistički značajno poboljšanje od T3 do T5. Kod 20 stavki promena je bila na najvišem nivou značajnosti ($p < 0,001$), dok su stavka 9 ($1,6 \pm 1,1 \rightarrow 0,6 \pm 0,8$; $p = 0,001$) i stavka 21 ($1,1 \pm 1,0 \rightarrow 0,2 \pm 0,6$; $p = 0,003$) bile značajne uz nešto viši prag. Najveće apsolutne promene zabeležene su, na primer, kod stavke 2 ($3,0 \pm 1,1 \rightarrow 0,1 \pm 0,4$) i stavke 7 ($2,8 \pm 1,3 \rightarrow 0,2 \pm 0,4$). Nalaz potvrđuje sveobuhvatno poboljšanje kvaliteta života nakon hirurške faze, za razliku od tek pojedinačnih promena u grupi G1 (Tabela 28).

Tabela 28. Pojedinačne stavke upitnika OQLQ u grupi G2 kroz tri vremenske tačke (T3, T4, T5).

Stavka	T3 ($\bar{X} \pm SD$)	T4 ($\bar{X} \pm SD$)	T5 ($\bar{X} \pm SD$)	p
Stavka 1	$2,4 \pm 1,0$	$1,3 \pm 1,1$	$0,7 \pm 1,1$	$< 0,001 *$
Stavka 2	$3,0 \pm 1,1$	$1,4 \pm 1,2$	$0,1 \pm 0,4$	$< 0,001 *$
Stavka 3	$2,1 \pm 1,1$	$1,6 \pm 1,1$	$0,1 \pm 0,3$	$< 0,001 *$
Stavka 4	$1,4 \pm 1,2$	$1,1 \pm 0,9$	$0,1 \pm 0,3$	$< 0,001 *$
Stavka 5	$1,4 \pm 1,1$	$0,8 \pm 0,8$	$0,1 \pm 0,4$	$< 0,001 *$
Stavka 6	$1,5 \pm 1,1$	$1,1 \pm 0,9$	$0,1 \pm 0,4$	$< 0,001 *$
Stavka 7	$2,8 \pm 1,3$	$0,7 \pm 0,7$	$0,2 \pm 0,4$	$< 0,001 *$
Stavka 8	$1,7 \pm 1,0$	$1,4 \pm 1,3$	$0,2 \pm 0,7$	$< 0,001 *$
Stavka 9	$1,6 \pm 1,1$	$1,4 \pm 1,2$	$0,6 \pm 0,8$	$0,001 *$
Stavka 10	$2,5 \pm 1,6$	$1,4 \pm 1,2$	$0,6 \pm 1,2$	$< 0,001 *$
Stavka 11	$2,3 \pm 1,5$	$1,2 \pm 1,2$	$0,5 \pm 1,1$	$< 0,001 *$
Stavka 12	$1,9 \pm 1,2$	$1,6 \pm 1,2$	$0,2 \pm 0,6$	$< 0,001 *$
Stavka 13	$2,0 \pm 1,2$	$0,9 \pm 0,8$	$0,4 \pm 0,6$	$< 0,001 *$
Stavka 14	$2,3 \pm 1,0$	$0,9 \pm 1,1$	$0,6 \pm 1,1$	$< 0,001 *$
Stavka 15	$1,5 \pm 1,3$	$0,7 \pm 0,9$	$0,1 \pm 0,3$	$< 0,001 *$
Stavka 16	$1,2 \pm 1,2$	$0,5 \pm 0,6$	$0,1 \pm 0,3$	$< 0,001 *$
Stavka 17	$1,4 \pm 1,2$	$0,6 \pm 0,6$	$0,1 \pm 0,3$	$< 0,001 *$
Stavka 18	$1,4 \pm 1,1$	$0,6 \pm 0,8$	$0,1 \pm 0,4$	$< 0,001 *$
Stavka 19	$1,9 \pm 1,1$	$0,8 \pm 1,0$	$0,1 \pm 0,2$	$< 0,001 *$
Stavka 20	$1,7 \pm 1,2$	$0,8 \pm 1,0$	$0,1 \pm 0,3$	$< 0,001 *$
Stavka 21	$1,1 \pm 1,0$	$0,8 \pm 1,1$	$0,2 \pm 0,6$	$0,003 *$
Stavka 22	$1,4 \pm 1,1$	$0,5 \pm 0,7$	$0,1 \pm 0,2$	$< 0,001 *$

Stavke OQLQ upitnika ocenjuju se od 0 do 4; viši skor označava izraženiji negativni uticaj. Test: Wilcoxon-ov test / upareni t-test (G1), odnosno RM-ANOVA / Friedman (G2); * – $p < 0,05$.

4.6.4. Veličine efekta promena u grupi G2

Radi procene praktičnog (kliničkog) značaja utvrđenih promena, a ne samo njihove statističke značajnosti, izračunate su veličine efekta za analize ponovljenih merenja u grupi G2 (Kendall-ov koeficijent konkordancije W uz Friedman-ov test, odnosno parcijalni eta-kvadrat uz analizu varijanse ponovljenih merenja). Promene ključnih okluzalnih parametara imale su umerene do velike veličine efekta, a promene skorova kvaliteta života velike veličine efekta, što potvrđuje da su postignuta poboljšanja i klinički relevantna, a ne samo statistički značajna (Tabela 29).

Tabela 29. Veličine efekta promena okluzalnih parametara i kvaliteta života u grupi G2 (T3–T4–T5).

Parametar	Test	Veličina efekta	Tumačenje
Vreme okluzije	Friedman	Kendall $W = 0,81$	velik
Vreme diskluzije	Friedman	Kendall $W = 0,31$	umeren
Sila anteriorno	Friedman	Kendall $W = 0,50$	umeren
Sila posteriorno	Friedman	Kendall $W = 0,50$	umeren
MIQ ukupno	Friedman	Kendall $W = 0,69$	velik
OQLQ ukupno	Friedman	Kendall $W = 0,80$	velik
OQLQ – OF	Friedman	Kendall $W = 0,68$	velik
OQLQ – FA	Friedman	Kendall $W = 0,68$	velik
OQLQ – AW	Friedman	Kendall $W = 0,64$	velik
OQLQ – SA	Friedman	Kendall $W = 0,68$	velik

Kendall W – koeficijent konkordancije uz Friedman-ov test (orijentacione granice: 0,1 – mali, 0,3 – umeren, 0,5 – velik efekat); parc. η^2 – parcijalni eta-kvadrat uz RM-ANOVA (0,01 – mali, 0,06 – umeren, 0,14 – velik). Veći koeficijent označava izraženiji efekat terapije.

4.6.5. Pouzdanost (interna konzistentnost) upitnika

Interna konzistentnost (pouzdanost) primenjenih upitnika procenjena je Cronbach-ovim koeficijentom alfa na objedinjenom početnom uzorku obe grupe pacijenata ($n = 40$). Upitnik MIQ pokazao je vrlo dobru pouzdanost ($\alpha = 0,88$), a upitnik OQLQ odličnu pouzdanost ($\alpha = 0,91$). Pouzdanost domena OQLQ kretala se od prihvatljive do odlične. Ovi rezultati potvrđuju da su korišćeni instrumenti pouzdani za procenu kvaliteta života u ispitivanoj populaciji, čime se dodatno osnažuje validnost nalaza o poboljšanju kvaliteta života nakon terapije (Tabela 30).

Tabela 30. Interna konzistentnost (Cronbach-ov α) upitnika MIQ i OQLQ na početnom merenju.

Instrument / domen	Broj stavki	Cronbach α	Pouzdanost
MIQ (ukupno)	17	0,884	vrlo dobra
OQLQ (ukupno)	22	0,908	odlična
OQLQ – domen OF	5	0,678	prihvatljiva
OQLQ – domen FA	5	0,762	dobra
OQLQ – domen AW	4	0,789	dobra
OQLQ – domen SA	8	0,920	odlična

Cronbach-ov α – koeficijent interne konzistentnosti (orijentacione granice: $\geq 0,90$ odlična; $0,80-0,89$ vrlo dobra; $0,70-0,79$ dobra; $0,60-0,69$ prihvatljiva pouzdanost). OF – oralna funkcija; FA – izgled lica; AW – svest o dentofacijalnom izgledu; SA – socijalni aspekt. Procena izvršena na objedinjenom početnom uzorku ($n = 40$).

4.7. Korelaciona analiza

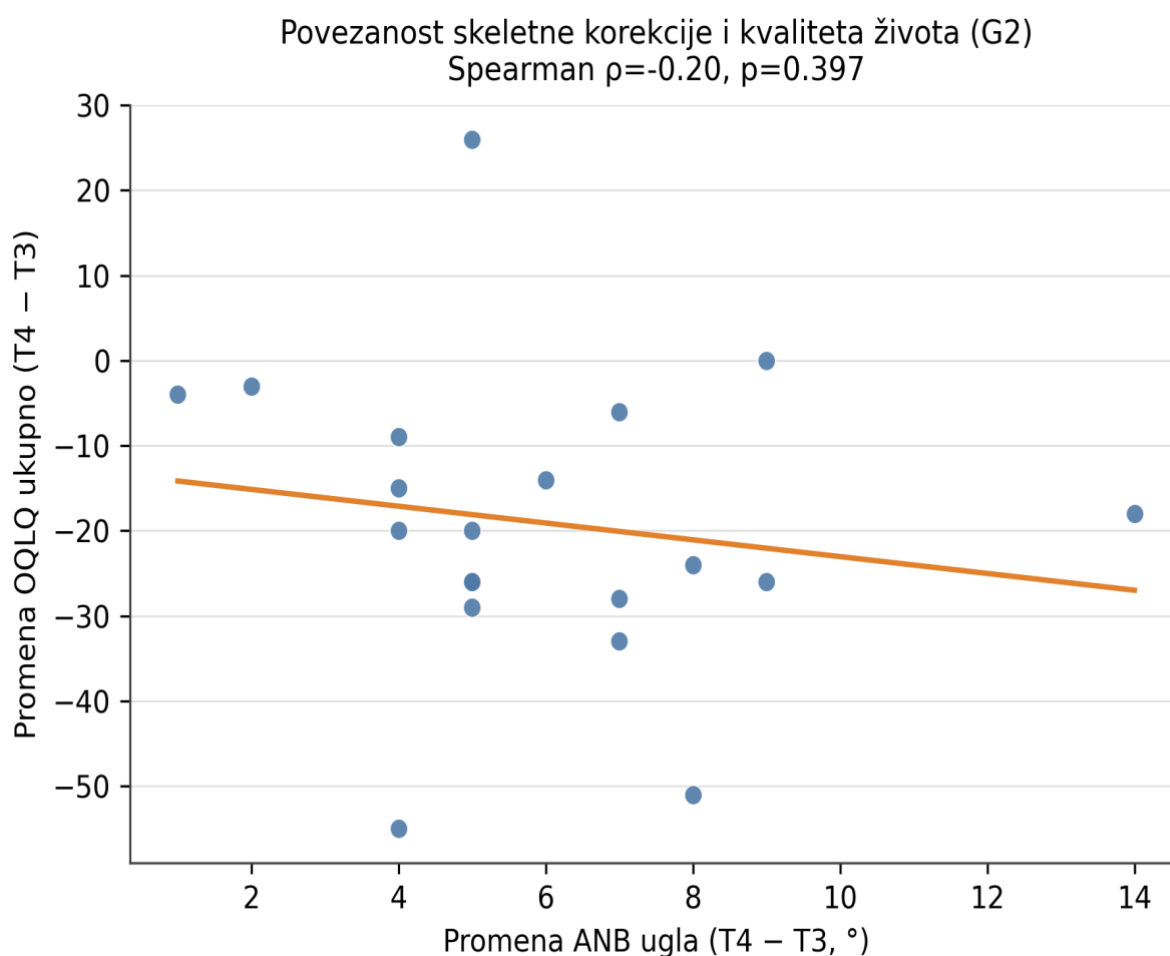
Korelacionom analizom ispitane su tri grupe povezanosti u grupi G2: povezanost obima skeletnih promena i promene kvaliteta života, povezanost skeletnih i dentoalveolarnih promena, kao i povezanost skeletnih i mekotkivnih promena. Zbog veličine uzorka i raspodele podataka korišćen je Spearman-ov koeficijent korelacije (ρ). Povezanost obima promene ANB ugla i promene ukupnog OQLQ skora bila je slaba i nije dostigla statističku značajnost ($\rho = -0,20$, $p = 0,397$). Takođe, između obima skeletne (ANB) i dentoalveolarne (IMPA) promene nije utvrđena statistički značajna povezanost ($\rho = 0,24$, $p = 0,313$), kao ni između skeletnih i mekotkivnih promena. Odsustvo značajne povezanosti između skeletnih i dentoalveolarnih promena podržava radnu hipotezu o njihovoj relativnoj nezavisnosti u okviru ortognatske hirurgije (Tabela 31).

Tabela 31. Spearman-ove korelacije skeletnih, dentoalveolarnih, mekotkivnih promena i kvaliteta života u grupi G2.

Par varijabli	n	ρ	p
Δ SNB – Δ OQLQ ukupno	20	0,07	0,756
Δ ANB – Δ OQLQ ukupno	20	-0,20	0,397
Δ Wits – Δ OQLQ ukupno	20	-0,04	0,864
Δ ANB – Δ MIQ ukupno	20	-0,09	0,694
Δ IMPA – Δ ANB (dentoalveolarno–skeletno)	20	0,24	0,313
Δ I-APg – Δ ANB (dentoalveolarno–skeletno)	20	0,27	0,252
Δ Li-E – Δ SNB (mekotkivno–skeletno)	20	-0,20	0,388
Δ Ls-E – Δ SNA (mekotkivno–skeletno)	20	0,03	0,897

ρ – Spearman-ov koeficijent korelacije; n – broj parova; Δ – promena vrednosti ($T4 - T3$); * – $p < 0,05$. ANB/SNB/SNA/Wits – skeletni parametri; IMPA/I-APg – dentoalveolarni parametri; Ls-E/Li-E – mekotkivni parametri; MIQ/OQLQ – upitnici kvaliteta života.

Na grafikonu je prikazan odnos obima skeletne korekcije (promena ANB ugla) i promene ukupnog OQLQ skora u grupi G2. Povezanost je slaba i nije statistički značajna ($\rho = -0,20$, $p = 0,397$), što potvrđuje da poboljšanje kvaliteta života nije bilo srazmerno isključivo veličini skeletne korekcije (Grafikon 17).



Grafikon 17. Povezanost obima promene ANB ugla i promene ukupnog OQLQ skora u grupi G2 (dijagram rasturanja sa linijom trenda).

Svaka tačka predstavlja jednog ispitanika; ρ – Spearman-ov koeficijent korelacije.

Dodatno je ispitano da li težina početne skeletne nepravilnosti utiče na doživljeni kvalitet života pre terapije. Apsolutne vrednosti dijagnostičkog ANB ugla i Wits-ove procene (kao mere težine III skeletne klase) korelirane su sa početnim skorovima upitnika, na objedinjenom uzorku obe grupe pacijenata ($n = 40$). Nijedna od ovih korelacija nije bila statistički značajna (npr. $|ANB| - OQLQ$: $\rho = 0,19$, $p = 0,233$; $|Wits| - OQLQ$: $\rho = 0,02$, $p = 0,912$), što ukazuje na to da subjektivni doživljaj kvaliteta života nije bio strogo srazmeran objektivnoj težini skeletne nepravilnosti (Tabela 32).

Tabela 32. Korelacija težine početne skeletne nepravilnosti i početnog kvaliteta života (objedinjeni uzorak).

Par varijabli	n	ρ	p
ANB – OQLQ ukupno	40	0,19	0,233
ANB – MIQ ukupno	40	0,12	0,452
Wits – OQLQ ukupno	40	0,02	0,912
Wits – MIQ ukupno	40	0,13	0,428

|ANB|, |Wits| – apsolutne vrednosti dijagnostičkih parametara (mere težine skeletne nepravilnosti); ρ – Spearman-ov koeficijent korelacije; n – broj ispitanika; * – $p < 0,05$.

Ispitana je i povezanost obima skeletne korekcije sa stepenom funkcionalne (okluzalne) normalizacije u grupi G2, kako bi se utvrdilo da li veći skeletni pomak prati i izraženije poboljšanje okluzije. Nijedna od korelacija između promene skeletnih parametara (ANB, Wits) i promene okluzalnih parametara (vreme okluzije, raspodela sila) nije bila statistički značajna (npr. promena ANB — promena vremena okluzije: $\rho = -0,25$, $p = 0,286$), što je u skladu sa ranijim nalazom da su funkcionalna poboljšanja bila sveobuhvatna i nezavisna od same veličine skeletne korekcije (Tabela 33).

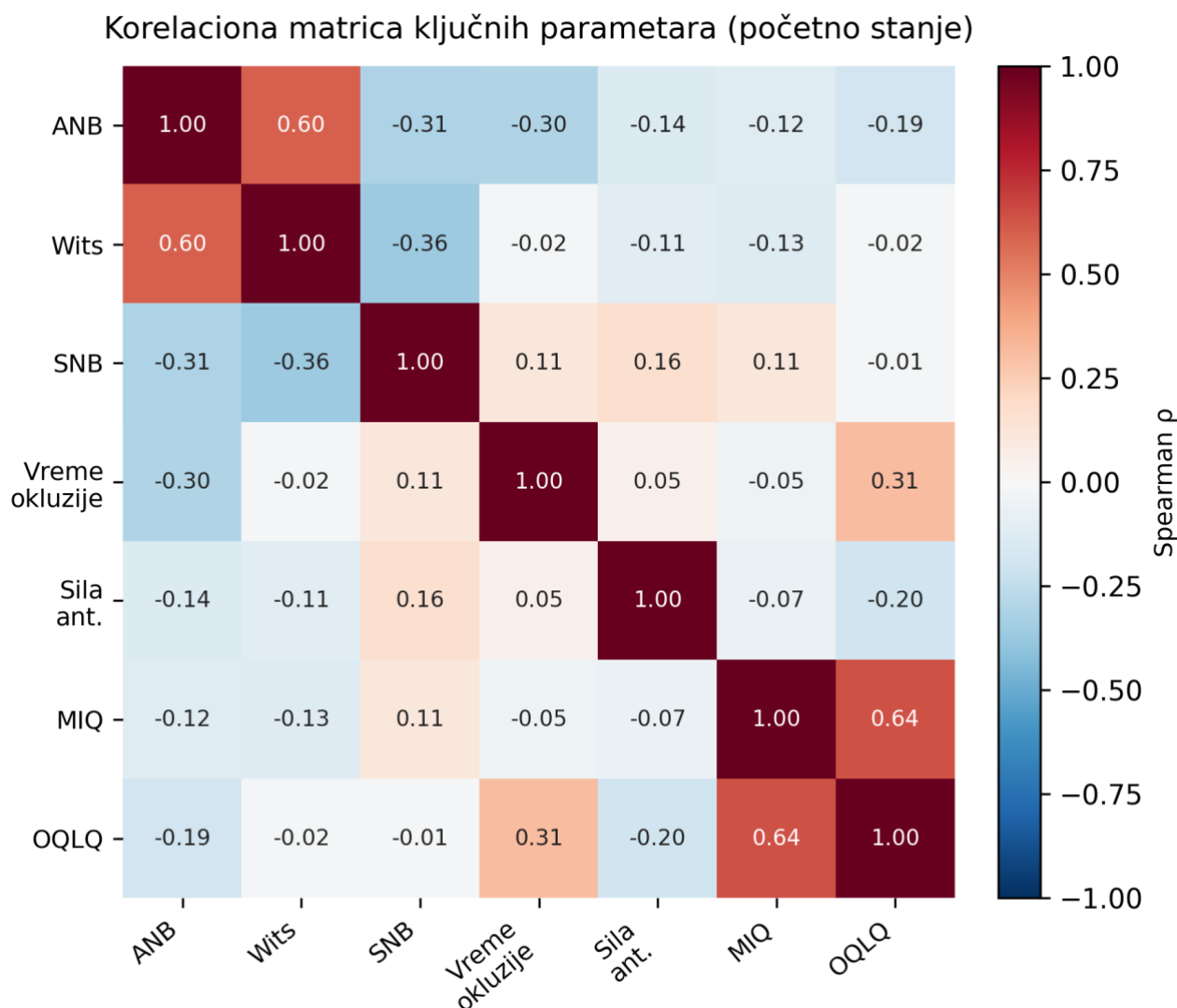
Tabela 33. Korelacija obima skeletne korekcije i okluzalne normalizacije u grupi G2 (Spearman).

Par varijabli	n	ρ	p
Δ ANB – Δ vreme okluzije	20	-0,25	0,286
Δ ANB – Δ sila anteriorno	20	-0,02	0,926
Δ Wits – Δ vreme okluzije	20	0,10	0,674
Δ Wits – Δ sila anteriorno	20	0,13	0,574

Δ – promena vrednosti; ρ – Spearman-ov koeficijent korelacije; n – broj ispitanika; * – $p < 0,05$.

Konačno, ispitana je i međusobna saglasnost dva primenjena upitnika kvaliteta života (konkurentna valjanost). Ukupni skorovi MIQ i OQLQ bili su značajno pozitivno povezani već na početnom merenju ($\rho = 0,64$, $p = 0,002$), a značajna povezanost zadržana je i između njihovih promena tokom terapije ($\rho = 0,52$, $p = 0,018$). Ovaj nalaz potvrđuje da oba instrumenta mere isti konstrukt i međusobno se dopunjuju, čime se dodatno učvršćuje pouzdanost zaključaka o poboljšanju kvaliteta života.

Radi celovitog uvida u međusobne odnose ključnih skeletnih, okluzalnih i psihosocijalnih pokazatelja, izrađena je korelaciona matrica njihovih početnih vrednosti na objedinjenom uzorku. Najizraženija povezanost uočava se između srodnih parametara (npr. skeletnih međusobno i dva upitnika kvaliteta života međusobno), dok su veze između skeletnih i okluzalnih pokazatelja slabije (Grafikon 18).



Grafikon 18. Korelaciona matrica (toplotna mapa) ključnih parametara na početnom merenju (objedinjeni uzorak).

Vrednosti u poljima su Spearman-ovi koeficijenti korelacije (ρ); toplije boje označavaju pozitivnu, hladnije negativnu povezanost.

Sumarno, ispitane korelacije uglavnom nisu dostigle statističku značajnost: povezanost obima skeletnih promena sa promenom kvaliteta života, kao i sa dentoalveolarnim i mekotkivnim promenama, bila je slaba. Ovakav nalaz upućuje na relativnu nezavisnost skeletnih, dentoalveolarnih i mekotkivnih promena, kao i promene kvaliteta života, u okviru primenjene kombinovane terapije, čime se podržava radna hipoteza o odsustvu korelacije između ortognatske hirurgije i dentoalveolarnih promena.

4.8. Regresiona analiza i intervali poverenja

Kako bi se dodatno ispitalo koji činioci predviđaju ishod terapije u grupi G2, sprovedena je višestruka linearna regresiona analiza. U prvom modelu, kao zavisna promenljiva postavljeno je poboljšanje kvaliteta života (smanjenje ukupnog OQLQ skora od T3 do T5), a kao nezavisne promenljive obim

skeletne korekcije (promena ANB ugla) i početna vrednost OQLQ skora. Model je bio visoko statistički značajan i objašnjavao je veliki deo varijanse ishoda ($R^2 = 0,86$; korigovani $R^2 = 0,84$; $F = 51,73$; $p < 0,001$).

Nezavisni prediktor poboljšanja bila je isključivo početna vrednost OQLQ skora ($\beta = 0,87$; $p < 0,001$) — pacijenti sa izraženijim početnim narušenjem kvaliteta života ostvarili su i veće poboljšanje. Obim skeletne korekcije (promena ANB ugla) nije se pokazao kao samostalni prediktor poboljšanja ($p = 0,108$). Ovaj nalaz potvrđuje ranije rezultate korelacione analize i ukazuje na to da je poboljšanje kvaliteta života bilo sveobuhvatno i prisutno kod svih pacijenata, a ne srazmerno isključivo veličini skeletnog pomaka (Tabela 34).

Tabela 34. Višestruka linearna regresija: prediktori poboljšanja kvaliteta života (OQLQ) u grupi G2.

Prediktor	β (nestand.)	95% IP za β	p
Konstanta	-5,981	-15,50 – 3,53	0,202
Promena ANB ugla	0,980	-0,24 – 2,20	0,108
Početni OQLQ skor	0,866	0,66 – 1,07	< 0,001 *

*Zavisna promenljiva: poboljšanje OQLQ ($T3 - T5$); $n = 20$; $R^2 = 0,86$; korigovani $R^2 = 0,84$; model $p < 0,001$. β – nestandardizovani regresioni koeficijent; IP – interval poverenja; * – $p < 0,05$.*

U drugom modelu ispitani su prediktori završne funkcionalne okluzije, pri čemu je zavisna promenljiva bila vreme okluzije u tački T5, a nezavisne promenljive početno vreme okluzije (T3) i obim skeletne korekcije. I ovaj model bio je statistički značajan ($R^2 = 0,33$; $F = 4,13$; $p = 0,035$), pri čemu je jedini značajan prediktor bilo početno vreme okluzije ($p = 0,011$), dok obim skeletne korekcije nije značajno doprinio ($p = 0,734$). Rezultati oba modela sažeti su u nastavku (Tabela 35).

Tabela 35. Višestruka linearna regresija: prediktori završnog vremena okluzije (T5) u grupi G2.

Prediktor	β (nestand.)	95% IP za β	p
Konstanta	0,141	-0,09 – 0,37	0,217
Početno vreme okluzije (T3)	0,122	0,03 – 0,21	0,011 *
Promena ANB ugla	-0,005	-0,03 – 0,02	0,734

*Zavisna promenljiva: vreme okluzije u T5; $n = 20$; $R^2 = 0,33$; model $p = 0,035$. β – nestandardizovani regresioni koeficijent; IP – interval poverenja; * – $p < 0,05$.*

Radi procene pouzdanosti i preciznosti utvrđenih promena, za ključne ishode izračunati su i 95% intervali poverenja prosečne promene. Svi intervali za značajne promene isključuju vrednost nula, čime se potvrđuje robusnost nalaza: prosečna korekcija ANB ugla u grupi G2 iznosila je 5,60° (95% IP: 4,61 – 7,29), prosečno smanjenje ukupnog OQLQ skora 35,1 poena (95% IP: -43,0 – -27,2), a skraćanje vremena okluzije 1,28 s (95% IP: -1,65 – -0,91) (Tabela 36).

Tabela 36. 95% intervali poverenja prosečnih promena ključnih parametara po grupama.

Parametar (promena)	Δ	95% IP	n
ANB — grupa G2 (T4–T3)	+5,6	4,61 – 7,29	20
SNB — grupa G2 (T4–T3)	-2,55	-3,60 – -1,50	20
Wits — grupa G2 (T4–T3)	+9,80	8,18 – 11,42	20
OQLQ ukupno — G2 (T5–T3)	-35,10	-43,00 – -27,20	20
MIQ ukupno — G2 (T5–T3)	-8,85	-12,03 – -5,67	20
Vreme okluzije — G2 (T5–T3)	-1,28	-1,65 – -0,91	20
ANB — grupa G1 (T2–T1)	-0,15	-0,85 – 0,55	20
IMPA — grupa G1 (T2–T1)	+3,90	4,02 – 8,78	20

Δ – prosečna promena (posle – pre); 95% IP – interval poverenja prosečne promene; n – broj ispitanika. Interval koji ne obuhvata nulu ukazuje na statistički značajnu promenu.

Sumarno, regresiona analiza potvrdila je da su poboljšanja kvaliteta života i funkcionalne okluzije u grupi G2 bila sveobuhvatna i pre svega uslovljena polaznim stanjem pacijenta, a ne isključivo veličinom skeletne korekcije, dok intervali poverenja potvrđuju robusnost i preciznost svih ključnih promena.

5. DISKUSIJA

U ovoj prospektivnoj kliničkoj studiji, ispitivane su promene dentoalveolarnih, skeletnih, mekotkivnih parametara, okluzalnih odnosa i parametara procene kvaliteta života pacijenata, nastale tokom ortodonsko-hirurške terapije malokluzije III skeletne klase. Ova terapija se sastoji iz ortodonske prehirurške pripreme, hirurške korekcije nepravilnosti i ortodonske posthirurške terapije. Ortodonska priprema pacijenata sa III skeletnom klasom ima važnu ulogu u kombinovanoj ortodonsko-hirurškoj terapiji, jer se tokom ove faze uklanja postojeća dentoalveolarna kompenzacija skeletne nepravilnosti i zubi dovode u položaj koji omogućava preciznije hirurško uspostavljanje međuviličnih odnosa. Ovaj vid terapije predstavlja jednu od najčešće korišćenih metoda lečenja kod umerenih i izraženih skeletnih nepravilnosti (11).

Tokom ovog istraživanja, 60 ispitanika uključenih u studiju ravnomerno je raspoređeno u tri grupe, pri čemu raspodela prema polu nije pokazala statistički značajnu razliku. Ovaj rezultat je važan sa metodološkog aspekta, jer smanjuje mogućnost da pol bude relevantan parametar razlike između grupa. Sa druge strane, prosečna starost ispitanika razlikovala se među grupama, što je očekivano u određenoj meri, jer je posledica različite uloge grupa u samom istraživanju. Grupa G1 obuhvatala je pacijente u fazi ortodonske pripreme, grupa G2 pacijente neposredno pre i nakon bimaksilarne hirurgije, dok je kontrolnu grupu G3 činila populacija sa normalnim okluzalnim odnosima.

Poređenjem parametara kefalometrijske analize pre terapije i nakon ortodonske prehirurške pripreme, ustanovljeno je da su u grupi G1 sagitalni skeletni parametri ostali relativno stabilni. Uglovi SNA, SNB, ANB i Wits procena nisu pokazali statistički značajne razlike tokom same pripreme, dok je IMPA ugao porastao za $3,9^\circ$. Ovi rezultati su u skladu sa nalazima Troy-a i sar. (13). Autori navode da su donji frontalni zubi pre početka terapije retroinklinirani kao deo dentoalveolarne kompenzacije. Uklanjanjem te kompenzacije, ispravlja se nagib i položaj sekutića, pri čemu se osnovni međuvilični skeletni odnos ne menja u bitnoj meri (13).

Iijima i sar. su u svojim studijama kod pacijenata sa III skeletnom klasom pokazali značajno povećanje IMPA ugla tokom ortodonsko-hirurškog lečenja, uz promene u području mandibularne simfize, pri čemu su vrhovi korenova nakon proklinacije dolazili bliže lingvalnom kortikalnom sloju (48). Sistematski pregled i meta-analiza He i sar. ukazali su na gubitak alveolarne kosti tokom prehirurške pripreme, naročito oko mandibularnih sekutića (49). Ova saznanja ne dovode u pitanje značaj pripreme, već ukazuju da njen obim mora biti usklađen sa individualnom morfologijom alveolarnog procesusa.

Povećanje IMPA ugla sa $86,2^\circ$ na $90,1^\circ$ se može tumačiti kao potvrda uspešne ortodonske pripreme, ali ne i kao univerzalna vrednost kojoj bi trebalo težiti kod svakog pacijenta. Odsustvo promene ANB ugla i Wits procene tokom same pripreme nije nedostatak terapije, već rezultat koji potvrđuje da je skeletni nesklad sačuvan do trenutka kada je trebalo da bude korigovan hirurškim putem. To je klinički važan pokazatelj, jer bi neadekvatna inklinacija gornjih i donjih sekutića u fazi prehirurške pripreme mogla da prikrije stvarni obim skeletne nepravilnosti i oteža planiranje i izvođenje hirurškog pomeranja (5). Analizom profilnih snimaka glave pacijenata sa III skeletnom klasom uočavaju se promene u nagibu sekutića i odnosu dentalnih baza koje predstavljaju jednu od ključnih komponenti razlikovanja kamuflačne i hirurške terapije (13).

Za većinu parametara vertikalnog pravca nisu ustanovljene statistički značajne razlike pre i nakon prehirurške ortodonske pripreme. Iako je N-Me pokazao statistički značajno smanjenje, taj rezultat nije bio praćen promenama drugih angularnih i linearnih parametara pokazatelja vertikalnog pravca, kao što su SN/MP, SpP/MP, FMA, S-Go i parametri Bjorkove i Jarabakove analize. Zbog toga pojedinačnu promenu N-Me ne treba posmatrati kao dokaz promene ukupnog vertikalnog obrasca,

već pre kao izolovani nalaz u okviru rezultata koji nema dovoljnu težinu za zaključak o vertikalnoj adaptaciji tokom pripreme.

Vrednosti parametara sagitalnog pravca značajno su se promenile nakon hirurške terapije. U grupi G2 nakon hirurške intervencije, ugao SNA je povećan za $3,00^\circ$, ugao SNB je smanjen za $2,55^\circ$, ANB ugao je povećan za $5,60^\circ$, a Wits procena je porasla za 9,8 mm, dok su u grupi G1 iste promene iznosile $-0,65^\circ$, $-0,50^\circ$, $-0,15^\circ$ i $-0,8$ mm. Statistički značajne razlike u obimu promena uglova SNA, SNB, ANB, IMPA i Wits procene jasno izdvajaju hiruršku fazu kao ključnu u korekciji sagitalnih skeletnih odnosa, dok je ortodonska faza bila dominantna u promeni položaja mandibularnih sekutića.

Nakon završene hirurške faze u grupi G2 registrovane su izražene promene sagitalnih skeletnih odnosa. Povećanje SNA ugla za $3,00^\circ$ i smanjenje SNB ugla za $2,55^\circ$ ukazuje na kombinovani efekat repozicioniranja maksile ka napred i mandibule ka nazad. Posledično je ANB ugao povećan za gotovo $6,00^\circ$, sa prosečnih $-4,2^\circ$ na $1,4^\circ$, a Wits procena sa $-8,4$ na $1,4$ mm. Vrednosti uglova SN/MP i FMA se nisu značajno promenile između grupa G1 i G2, što govori u prilog korekciji ostvarenoj u sagitalnoj ravni, bez statistički značajne promene vertikalnog obrasca. Kombinovana upotreba više sagitalnih parametara bila je opravdana kako bi se smanjio uticaj rotacija vilica na položaj referentnih skeletnih tačaka (11, 12).

Pri tumačenju rezultata grupe G2 treba imati u vidu i period praćenja. Završno merenje obavljeno je nakon uklanjanja fiksnih aparata, pa dobijene vrednosti predstavljaju rani posthirurški ishod. Meta-analiza Tangviroon i sar. ističe da se najveći deo potencijalne promene, naročito u *surgery-first* (hirurška intervencija pre ortodonske terapije) pristupu, može proceniti u periodu od tri do šest meseci nakon hirurške intervencije, dok se posle šest meseci razlike u skeletnoj stabilnosti između *surgery-first* i *orthodontic first* pristupa smanjuju i postaju manje izražene (50). Ovi podaci su važni za interpretaciju dobijenih rezultata, jer korekciju registrovanu u ovoj studiji opravdano možemo posmatrati kao stabilan rani rezultat, ali ne i kao konačnu procenu dugoročne skeletne stabilnosti.

Zanimljivo je istaći odnos između promena IMPA ugla u praćenim grupama. U grupi G1 ovaj ugao je povećan za $3,9^\circ$, dok je u grupi G2 smanjen za $1,05^\circ$, pri čemu promena nije bila statistički značajna. Takvo zapažanje sugerise da se bitan deo promene položaja donjih sekutića ostvario pre same hirurške intervencije. Hirurška faza omogućava promenu položaja skeletnih baza bez potrebe za većim menjanjem inklinacije sekutića.

Promena linearnih odnosa sekutića tokom hirurške faze pokazuje da se efekat terapije ne može procenjivati samo pomoću ugaonih parametara. i-APg je smanjen za 2,75 mm, dok je I-APg povećan za 1,65 mm. Uočene promene potvrđuju da se nakon hirurške korekcije menja odnos sekutića prema skeletnim strukturama u okviru repozicioniranja čitavih dentoalveolarnih segmenata. Zbog toga ugaoni i linearni parametri ne moraju pokazivati potpuno istu dinamiku. Upotreba više pokazatelja omogućava pouzdaniju procenu toga da li je registrovana promena posledica stvarne dentalne kompenzacije, pomeranja koštane baze ili njihove kombinacije.

Izbor terapijskog pristupa ne može se zasnivati samo na početnoj vrednosti ANB ugla. Pored međuviličnih odnosa, značajni su i položaj i inklinacija sekutića, karakteristike alveolarne kosti i izgled mekotkivnog profila. U studiji Kim-a i sar., koji su direktno poredili neekstrakcionu, ekstrakcionu kamuflažnu i hiruršku terapiju, dokazano je da se najveće promene skeletnih parametara ostvaruju hirurškim pristupom, ali da mekotkivne karakteristike imaju važnu ulogu u izboru terapije (51). Ovi podaci su u skladu sa dobijenim rezultatima studije, u kojoj je upravo hirurška faza dovela do najvećih sagitalnih skeletnih promena, dok je ortodonska priprema bila usmerena na uklanjanje dentalne kompenzacije.

Pitanje svrhe promene inklinacije sekutića tokom pripreme se ne može svesti na dostizanje određene prosečne vrednosti IMPA ugla. Liang i sar. su naglasili da pri određivanju cilja dekompenzacije, odnos korena mandibularnog sekutića prema mandibularnoj simfizi može imati veći značaj od samog dostizanja unapred definisane vrednosti IMPA ugla. Nalaz ove studije, u kojem je prosečni IMPA nakon pripreme dostigao 90,1°, treba posmatrati u kontekstu konkretnih anatomskih karakteristika ispitanika, a ne kao fiksni terapijski cilj. Individualne anatomske varijacije, pre svega širina i debljina alveolarnog procesusa, mogu ograničiti bezbedan obim pomeranja zuba (52).

Povezanost dekompenzacije i kasnije skeletne stabilnosti takođe privlači pažnju. U svojim rezultatima, Le i sar. su ukazali da razlike u inklinaciji mandibularnih sekutića mogu biti povezane sa stabilnošću skeletnog ishoda nakon ortognatske hirurgije (53). U tom smislu, dekompenzacija nije samo pripremna etapa bez dugoročnog značaja, već deo terapijske faze koji može uticati na uslove pod kojima se ostvaruje hirurška korekcija i na njen kasniji ishod. Međutim, rezultate ove studije ne treba tumačiti kroz direktne uzročne veze između stepena dekompenzacije i stabilnosti, jer stabilnost nije bila primarni ishod ovog istraživanja i period praćenja bio je ograničen.

Analiza razvijenosti vilica prema Schwarz-ovim očekivanim vrednostima pruža još jedan aspekt tumačenja dobijenih rezultata. U obe grupe dužina tela maksile nije se statistički značajno razlikovala od očekivane vrednosti, dok su telo i ramus mandibule pokazivali izraženija odstupanja. U grupi G1 prosečno odstupanje dužine mandibularnog korpusa iznosilo je 3,81 mm, a ramusa 4,83 mm, dok su u grupi G2 odgovarajuće vrednosti bile 6,40 i 4,71 mm. Ovakav nalaz govori da je u ispitivanoj populaciji mandibularna komponenta imala izraženiju ulogu u formiranju III skeletne klase. Ipak, ovaj zaključak treba ograničiti, jer III skeletna klasa predstavlja vrstu dentofacijalnog deformiteta, u kome mogu dominirati različite nepravilnosti, ispoljene kao pojedinačne nepravilnosti razvijenosti vilica ili njihova kombinacija.

Promene mekotkivnih parametara dodatno potvrđuju da korekcija skeletnih odnosa nije praćena jednakim promenama u svim delovima profila. U grupi G1 je promena Ls-E praktično izostala, sa prosečnim pomakom od -0,03 mm, dok je u grupi G2 nakon hirurške korekcije registrovano povećanje od 2,77 mm. Nasuprot tome, promena Li-E u grupi G2 nije bila statistički značajna. Ovakav nalaz je razumljiv imajući u vidu da meka tkiva ne prate pomeranje skeletnih struktura uvek istim intenzitetom. Zhang i sar. pokazali su da se promene mekih tkiva nakon bimaksilarne hirurgije razlikuju između pojedinih regija lica, jer zavise od lokalnih anatomskih karakteristika i obima skeletnog pomeranja, dok Peng i sar. ukazuju na značaj vertikalnog obrasca u oblikovanju posthirurškog mekotkivnog odgovora (54, 55).

U ovoj studiji su svi pacijenti grupe G2 podvrgnuti bimaksilarnoj ortognatskoj hirurgiji. U tumačenju rezultata hirurške faze, ova činjenica predstavlja prednost u smislu homogenosti terapijskog pristupa, ali sa druge strane, onemogućava jasno razdvajanje efekta maksilarne i mandibularne osteotomije na pojedinačne kefalometrijske parametre. Dobijene promene uglova SNA, SNB, ANB, Wits procene i mekotkivnih parametara treba posmatrati kao rezultat zajedničkog delovanja obe hirurške komponente. Istraživanja pokazuju da na preciznost postignute korekcije mogu uticati način planiranja, redosled hirurških koraka, kao i individualni obrazac rotacije vilica (56).

Jedno od ograničenja studije se odnosi na starosnu razliku između grupa. Iako je raspodela prema polu bila ujednačena, grupe nisu bile potpuno usklađene prema uzrastu, što može biti od značaja kada se razmatraju funkcionalni i subjektivni ishodi. Način na koji pacijent procenjuje sopstveni izgled, funkcionalne tegobe i očekivani rezultat terapije može zavisiti od životnog doba. U ovoj studiji nije ispitivana nezavisna uloga uzrasta, pa se eventualni uticaj ove razlike ne može potpuno isključiti. To je posebno važno kada se G3 koristi kao referentna populacija za parametre funkcionalne okluzije.

Uprkos navedenim ograničenjima, dobijeni rezultati su u skladu sa očekivanim terapijskim efektima ortodonske prehirurške pripreme i ortognatske hirurgije. Ortodonska priprema dovodi do promene položaja i inklinacije sekutića uz očuvanje osnovnog skeletnog odnosa, dok se bimaksilarnom hirurgijom postiže najveći deo sagitalne skeletne korekcije. Promene u mekotkivnom profilu prate ovu korekciju, ali nisu potpuno proporcionalne pomeranju koštanih baza.

Morfološke promene predstavljaju samo jedan deo terapijskog toka kod pacijenata sa III skeletnom klasom. Korekcija položaja skeletnih baza dobija puni značaj kada je praćena funkcionalno stabilnijim odnosom zubnih nizova.

Kompjuterizovana analiza okluzije omogućila je da se funkcionalne promene tokom terapije sagledaju nezavisno od kefalometrijskog nalaza. Pored raspodele relativnih okluzalnih sila, praćeno je i vreme potrebno za uspostavljanje i prekid kontakata, položaj centra okluzalnih sila i njegova putanja od inicijalnog kontakta do maksimalne interkuspidacije.

Upravo su vremenski parametri u početnom stanju najjasnije razlikovali pacijente sa III skeletnom klasom od kontrolne grupe, što je u skladu sa istraživanjima koja pokazuju da se funkcionalno odstupanje kod sagitalnih skeletnih nepravilnosti može registrovati i onda kada sama raspodela opterećenja nije izrazito asimetrična (57, 58). Istraživanja na ispitanicima sa zdravom denticijom, kao i sistematski pregledi T-Scan analize, ukazuju na značaj zajedničke procene vremenskih parametara i relativne raspodele okluzalnih sila (59, 60).

Na početku praćenja vreme okluzije bilo je značajno produženo u obe grupe: $0,84 \pm 0,66$ s u G1 i $1,58 \pm 0,88$ s u G2, naspram $0,26 \pm 0,09$ s u kontrolnoj grupi. Vreme diskuzije pokazalo je sličan smer razlike. Nasuprot tome, anteriorno-posteriorna i levo-desna raspodela relativnih sila nisu se statistički značajno razlikovale među grupama. Ovakav rezultat ukazuje da poremećaj okluzalne funkcije ne mora biti posledica ukupnog opterećenja zubnog niza. Kod ispitanika u ovoj studiji, uočeno je sporije i manje efikasno uspostavljanje stabilnog položaja maksimalne interkuspidacije. Vreme okluzije, u tom smislu, pruža podatak o funkcionalnoj efikasnosti okluzije, koji se ne može dobiti samo artikulacionim papirom ili pregledom kontakata, jer obuhvata ceo vremenski interval od prvog kontakta do maksimalne interkuspidacije.

Nalazi Wiechens i sar. takođe govore u prilog oslabljene funkcionalne efikasnosti okluzije kod skeletnih sagitalnih nepravilnosti. Autori su u prospektivnoj studiji uočili da su pacijenti sa II i III skeletnom klasom pre završetka ortognatske terapije imali manje efikasan okluzalni obrazac od kontrolnih ispitanika, uključujući produženo vreme okluzije i izraženiju okluzalnu asimetriju. Nakon terapije, grupa sa III skeletnom klasom više se nije razlikovala od kontrole po ispitivanim funkcionalnim parametrima (57). Još neposredniji okvir za poređenje pružaju podaci Mai i sar., koji govore da je kod pacijenata sa dentoalveolarnom kompenzacijom skeletne nepravilnosti i pacijenata kod kojih je sprovedena ortodonska dekompenzacija nepravilnosti vreme okluzije iznosilo 0,34 s i 0,32 s, dok je u kontrolnoj grupi bilo 0,14 s. Ukupni anteriorni i posteriori kontakti bili su značajno redukovani, a mastikatorna efikasnost lošija nego kod kontrolnih ispitanika (58).

Tokom prehirurške ortodonske pripreme u grupi G1 vreme okluzije se skratilo sa $0,84 \pm 0,66$ s na $0,35 \pm 0,30$ s i to je bila jedina statistički značajna promena među parametrima kompjuterizovane analize. Vreme diskuzije nije se značajno promenilo, kao ni raspodela sila između anteriornog i posteriornog segmenta, niti između leve i desne strane. Položaj i putanja centra okluzalnih sila takođe nisu pokazali značajno poboljšanje. Ovi rezultati sugerišu da ortodonska priprema može da skрати vreme potrebno za uspostavljanje maksimalne interkuspidacije i učini završnu kretnju kontakata koordinisanijom, ali bez promene položaja skeletnih baza ne dovodi do potpune reorganizacije okluzalnog opterećenja. Uklanjanje dentoalveolarnih kompenzacija stvara uslove za hiruršku korekciju, ali samo po sebi ne rešava funkcionalnu posledicu skeletnog nesklada.

Na to ukazuje i činjenica da se ortodonska dekompenzacija ne može posmatrati isključivo kroz promenu nagiba sekutića. Rezultati Mai i sar. pokazuju da kompenzovani i dekompenzovani pacijenti sa III skeletnom klasom mogu zadržati produženo vreme okluzije i smanjene kontakte u poređenju sa neutrookluzijom (58). Slično, Chen i sar. su kod pacijenata sa III skeletnom klasom i različitim obrascima mandibularne asimetrije, primenom T-Scan Novus sistema i elektromiografije, pokazali da okluzalna asimetrija može biti praćena promenama okluzalne kontaktne površine, relativne sile zagrižaja i aktivnosti mastikatornih mišića (61). Zajedno, navedena istraživanja pokazuju da dentalna dekompenzacija i funkcionalna normalizacija nisu sinonimi i da je za procenu funkcionalnog ishoda potrebno posmatrati dinamiku kontakata nezavisno od kefalometrijskih parametara.

Najizraženija promena vremenskih parametara registrovana je u grupi G2. Vreme okluzije smanjilo se sa $1,58 \pm 0,88$ s pre hirurgije na $0,65 \pm 0,54$ s na prvoj posthirurškoj kontroli, a zatim na $0,31 \pm 0,19$ s šest meseci nakon te kontrole. Naknadna parna poređenja pokazala su značajnu razliku na svakom koraku. Pобољшanje, dakle, nije bilo ograničeno na neposredni efekat repozicioniranja vilica, već se nastavilo i tokom posthirurškog perioda. Na završnom merenju vreme okluzije se više nije statistički razlikovalo od kontrolne grupe, u kojoj je iznosilo $0,26 \pm 0,09$ s. To je jedan od najznačajnijih rezultata ove studije, jer pokazuje da se dinamika uspostavljanja maksimalne interkuspidacije, koja je pre hirurške intervencije bila izrazito poremećena, tokom kombinovane ortodonsko-hirurške terapije približila vrednostima osoba sa normalnom okluzijom. Kontrolna vrednost u ovom istraživanju bila je veoma slična vrednosti od 0,27 s, koja predstavlja približno 90. percentil vremena okluzije kod zdravih odraslih ispitanika (59).

Sličan smer promene registrovan je u pilot studiji sprovedenoj na početku istraživanja, na populaciji od devet pacijenata sa III skeletnom klasom. Šest do osam nedelja nakon ortognatske hirurgije primenom T-Scan Novus sistema utvrđeno je značajno skraćanje vremena okluzije, uz promenu anteriorno-posteriornu raspodelu relativnih sila i povoljniji položaj centra okluzalnih sila (62). Dobijeni rezultati istraživanja u većoj meri pružaju mogućnost boljeg prikaza šireg spektra parametara. Veći broj ispitanika, uključivanje kontrolne grupe, odvojeno praćenje ortodonske pripreme i dodatno kasnije merenje omogućili su da se sagleda obim promene i njen vremenski tok.

Tammataratarn i sar. su kod 90 ispitanika sa III skeletnom klasom, raspoređenih u kontrolnu, *orthodontic-first* i *surgery-first* grupu, pokazali nešto drugačiji obrazac u postoperativnoj fazi. Mesec dana nakon hirurške intervencije vreme okluzije bilo je privremeno produženo, broj kontakata smanjen, a zatim su se parametri postepeno popravljali do kontrole sprovedene nakon godinu dana, uz centralizaciju centra sila (63). Prvo posthirurško merenje u ovom istraživanju sprovedeno je šest do osam nedelja nakon hirurške intervencije, dakle kasnije od njihove četvoredeljne kontrole, kada su neposredni efekti edema, fiksacije vilica, promenjene propriocepcije i rane neuromišićne adaptacije već bili manje izraženi. Pored razlike u vremenu praćenja, Tammataratarn i sar. su upoređivali dva različita terapijska pristupa, dok je u ovoj disertaciji praćen *orthodontic-first* pristup.

Vreme diskuluzije u grupi G2 pokazalo je sporiju dinamiku. Prosečna vrednost pre hirurgije iznosila je $0,26 \pm 0,20$ s, na prvoj kontroli $0,28 \pm 0,33$ s, a na završnom merenju $0,12 \pm 0,07$ s. Razlike između susednih vremenskih tačaka nisu dostigle statističku značajnost, ali je kumulativna promena od T3 do T5 bila značajna. Završna vrednost bila je gotovo identična kontrolnoj grupi ($0,13 \pm 0,10$ s). Takva dinamika može ukazivati da prekid okluzalnih kontakata tokom ekscentričnih kretnji zahteva duži period adaptacije od uspostavljanja maksimalne interkuspidacije. Kontakti koji određuju završetak interkuspidacije mogu se relativno brzo reorganizovati, dok se funkcionalno vođenje donje vilice usaglašava tokom dužeg posthirurškog perioda. Longitudinalne studije koje prate više vremenskih tačaka takođe pokazuju da različiti okluzalni parametri ne dostižu stabilne vrednosti istovremeno (34, 37, 63, 64).

Anteriorno-posteriorna raspodela sila dala je drugačiju sliku od vremenskih parametara. Pre hirurške intervencije anteriorni segment u grupi G2 nosio je $19,7 \pm 16,9\%$ ukupne relativne sile, a posteriorni $80,3 \pm 16,9\%$. Na prvoj posthirurškoj kontroli anteriorni udeo porastao je na $44,0 \pm 15,6\%$, dok se posteriorni smanjio na $56,0 \pm 15,6\%$. Do završnog merenja odnos se promenio na 37,7 prema 62,3%. Najveći pomak nastao je između preoperativnog merenja i prve kontrole, dok kasnija promena nije dostigla statističku značajnost. Hirurška korekcija bila je praćena neposrednom promenom zone prenosa opterećenja, a tokom narednih meseci uočava se delimično vraćanje opterećenja prema posteriornim segmentima.

Pri interpretaciji ovog rezultata važno je napraviti razliku između terapijske promene i približavanja vrednostima kontrolne grupe. Na početku istraživanja anteriorno-posteriorna raspodela nije se statistički razlikovala među grupama G1, G2 i G3. Na završnom merenju, grupa G2 je imala veći anteriorni udeo sile od kontrolne grupe (37,7% prema 22,3%), uz odgovarajuće manji posteriorni udeo. Zato nije opravdano zaključiti da se anteriorno-posteriorna raspodela na kraju potpuno normalizovala. Preciznije je reći da je nakon hirurške korekcije došlo do izražene preraspodele opterećenja i da je tokom perioda praćenja zadržan nešto anteriorniji obrazac u odnosu na zdrave ispitanike. Ovaj podatak pokazuje da normalizacija vremena okluzije i raspodela relativnih sila mogu imati različitu vremensku dinamiku. Maung i sar. su pokazali da su kod pojedinih pacijenata, i najmanje godinu dana nakon hirurško-ortodonske terapije, okluzalna kontakt površina i maksimalna okluzalna sila i dalje bile niže u odnosu na kontrolnu grupu (65).

U pilot istraživanju, šest do osam nedelja nakon hirurške intervencije takođe je registrovan porast anteriornog i pad posteriornog udela relativne sile (62). Agbaje i sar. su kod pacijenata podvrgnutih ortognatskoj hirurgiji pokazali da se u dužem periodu povećava broj zuba koji učestvuju u maksimalnoj interkuspidaciji i smanjuje diskrepanca okluzalnih sila (33). Dve meta-analize objavljene poslednjih godina potvrđuju da ortognatska terapija dovodi do poboljšanja okluzije, sile zagrižaja i mastikatorne efikasnosti, ali istovremeno upozoravaju da pojedini funkcionalni pokazatelji ni nakon godinu ili dve ne moraju u svim studijama dostići vrednosti kontrolnih grupa (66, 67).

Levo-desna raspodela sila bila je znatno stabilnija. Prosečni odnos u grupi G2 iznosio je 55,8:44,2% pre hirurgije, 49,3:50,7% na prvoj kontroli i 51,5:48,5% na završnom merenju, bez statistički značajne promene. Ni u početnom poređenju grupa nije utvrđena značajna razlika u procentu sile. Ipak, završna merenja u grupi G2 imala su znatno manju varijabilnost nego pre hirurške intervencije i bila su vrlo bliska kontroli. Taj nalaz treba posmatrati deskriptivno, jer varijanse nisu bile predmet posebnog statističkog testa, ali može ukazivati na ujednačeniju raspodelu među pacijentima nakon završene terapije. Sličan trend nakon bimaksilarne hirurgije opisali su Tripathi i sar., kod kojih se prosečna razlika relativne sile između leve i desne strane smanjila tri meseca nakon hirurške intervencije (68).

Klinički značaj raspodele sila na levoj i desnoj strani zubnog niza treba ipak procenjivati zajedno sa drugim parametrima. Jauregi i sar. su u eksperimentalnom poređenju digitalnih analizatora okluzije pokazali veoma dobru ponovljivost T-Scan sistema upravo pri merenju odnosa sila leve i desne strane (69). Sa druge strane, sistematski pregled Seth-Johansen i Gotfredsen ukazuje da su digitalni sistemi pouzdani za identifikaciju kontakata, ali da procenu intenziteta i tačne interokluzalne sile treba tumačiti sa oprezom i u kombinaciji sa kliničkim nalazom (70). Odnos leve i desne sile zubnog niza u ovoj studiji ima najveću vrednost kao longitudinalni pokazatelj promene unutar istog protokola, a ne kao apsolutna mera sile u fizičkim jedinicama.

Položaj centra okluzalnih sila pružio je podatke koje procenat sile po segmentima nije mogao da pokaže. Pre hirurgije centar sila bio je van referentnog područja kod 14 od 20 pacijenata grupe G2, dok su svega četiri ispitanika imala idealan položaj.

Na prvoj posthirurškoj kontroli broj položaja van referentnog područja smanjen je na pet, a na završnom merenju nije registrovan ni kod jednog pacijenta. Dvanaest ispitanika imalo je idealan, a osam dobar položaj. Promena je bila visoko statistički značajna. Za razliku od toga, tokom ortodonske pripreme u grupi G1 položaj centra sila nije se značajno promenio. Razlika između faza terapije ukazuje da je promena skeletnog odnosa vilica bila ključna za uravnoteženje ukupnog okluzalnog opterećenja.

Pored analize raspodele sile okluzije na prednje i bočne zube, odnosno udela ovih zuba u ukupnoj sili zagrižaja, sprovedena je i analiza položaja centra okluzalnih sila. Tokom ortodonske pripreme u grupi G1 položaj centra sila nije se značajno promenio. Pre hirurgije centar sila bio je van referentnog područja kod 14 od 20 pacijenata grupe G2, dok su svega četiri ispitanika imala idealan položaj. Na prvoj posthirurškoj kontroli, kod pet pacijenata je ustanovljen centar sila van referentnog područja, a na završnom merenju nije registrovan ni kod jednog pacijenta. Dvanaest ispitanika imalo je idealan, a osam dobar položaj. Promena je bila visoko statistički značajna. Razlika između faza terapije ukazuje da je promena skeletnog odnosa vilica bila ključna za uravnoteženje ukupnog okluzalnog opterećenja. Ovi nalazi su u skladu sa rezultatima Agbaje i sar. i Tammataratarn i sar., koji su nakon ortognatske hirurgije registrovali pomeranje centra sila ka središnjem položaju (33, 63).

U ispitivanom vremenskom intervalu, neposredno pre hirurške terapije do šest meseci nakon prve posthirurške kontrole broj ispitanika sa dobrim do idealnim položajem centra okluzalnih sila je porastao tri puta. Posmatrano u celini, ovi rezultati navode na zaključak da centralizacija okluzalnih sila nije samo neposredna posledica novog odnosa zubnih nizova, već rezultat postepenog funkcionalnog usaglašavanja.

Putanja centra okluzalnih sila još jasnije prikazuje ovu adaptaciju. Normalan obrazac registrovan je kod četiri ispitanika grupe G2 pre hirurgije, kod 13 na prvoj kontroli i kod 15 na završnom merenju. Pri tome su horizontalna klizanja gotovo nestala. Putanja s desne na levu stranu, prisutna kod sedam ispitanika pre hirurške intervencije, na završnom merenju nije zabeležena ni kod jednog, dok je klizanje s leve na desnu stranu smanjeno sa šest na jednog pacijenta. Kontrolna grupa imala je normalnu putanju kod 18 od 20 ispitanika. Završni rezultat grupe G2 je, dakle, veoma blizak fiziološkim vrednostima, ali nije identičan kontroli. Tammataratarn i sar. su takođe uočili da su se vremenski parametri i položaj centra sila godinu dana nakon hirurške intervencije približavali vrednostima kontrolne grupe, ali da je kod dela ispitanika putanja i dalje ukazivala na prevremeni kontakt tokom zatvaranja (63).

Kada se vremenski parametri, raspodela sila i centar sila posmatraju zajedno, vidi se da funkcionalni oporavak nije istovremen za sve analizirane parametre. Vreme okluzije se progresivno skraćivalo i na kraju se izjednačilo sa kontrolom. Anterioro-posteriorna raspodela se najviše promenila neposredno nakon hirurgije, a zatim se delimično pomerila posteriorno, ali je na završnom merenju i dalje ostala različita od kontrole. Položaj i putanja centra sila poboljšavali su se kroz obe postoperativne tačke. Slične promene tokom prvih meseci nakon završetka ortodonske terapije opisane su i u studijama koje su T-Scan sistemom pratile položaj centra sila i raspodelu opterećenja tokom retencije (71, 72). Različita dinamika ovih parametara pokazuje da korekcija skeletnih baza stvara uslove za funkcionalnu rehabilitaciju, dok posthirurško ortodonsko usaglašavanje, periodontalna i neuromišićna adaptacija nastavljaju da oblikuju okluziju i nakon hirurške intervencije.

U tom kontekstu su značajni i rezultati korelacione analize. Obim skeletne korekcije, izražen promenom ANB ugla i Wits procene, nije bio značajno povezan sa promenom vremena okluzije niti sa promenom anteriornog udela sile. Korelacija između promene ANB ugla i promene vremena okluzije iznosila je $\rho = -0,25$ ($p = 0,286$), dok je između promene ANB i anteriorne sile bila $\rho = -0,02$ ($p = 0,926$). Drugim rečima, veći skeletni pomak nije automatski podrazumevao veće funkcionalno poboljšanje. Ovakav odnos ne umanjuje značaj hirurške korekcije, već pokazuje da morfološki i

funkcionalni ishod nisu linearno vezani. Dva pacijenta sa sličnim promenama ANB ugla mogu imati različitu brzinu i obrazac okluzalne adaptacije.

Regresiona analiza daje dodatno pojašnjenje ovog tumačenja. Vreme okluzije na kraju opservacionog perioda bilo je povezano pre svega sa njegovom početnom vrednošću, dok promena ANB ugla nije imala značajan uticaj na ovaj ishod. Pacijenti sa nepovoljnijom početnom dinamikom zatvaranja imali su tendenciju da i na završnom merenju zadrže nešto duže vreme okluzije, nezavisno od promene ANB ugla. Početni funkcionalni status zato može imati prognostičku vrednost koju kefalometrijska analiza sama ne pruža. Kompjuterizovana analiza ovde ne zamenjuje morfološku dijagnostiku, već daje podatke o funkcionalnoj dimenziji ishoda koji se ne mogu pouzdano zaključiti samo iz veličine skeletnog pomeranja.

Noviji terapijski protokoli iz oblasti digitalnog planiranja pokazuju da okluzalne karakteristike imaju sve veću ulogu u izboru i proceni ortognatskog lečenja. Chen i sar. su na 200 pacijenata sa III skeletnom klasom pokazali da su karakteristike okluzije, uključujući dužinu zubnih lukova, preklap i asimetriju, važni parametri u kliničkoj praksi pri izboru između *surgey-first* i *orthodontic-first* protokola (73). Almadi i sar. su, analizirajući digitalno i konvencionalno planiranje završne hirurške okluzije, pokazali visoku ponovljivost oba pristupa, uz razlike manje od 0,8 mm i 2° za većinu merenih komponenti (74). Iako ovi radovi nisu ispitivali iste parametre kao T-Scan Novus analiza, rezultatima potvrđuju sve širu primenu digitalnih metoda u planiranju i proceni okluzije kod ortognatskih pacijenata.

Za longitudinalno praćenje u ovom istraživanju posebno je bila važna mogućnost ponovljene registracije vremenskog toka i relativne raspodele sila. Ipak, rezultate T-Scan sistema treba tumačiti u granicama same metode. Sistem ne meri apsolutnu silu zagrižaja u njutnima, već relativni doprinos pojedinačnih kontakata ukupnom registrovanom opterećenju. Zbog toga procentualne vrednosti u anteriornom i posteriornom segmentu ne treba direktno porediti sa rezultatima dobijenim gnatodinamometrima, filmovima osetljivim na pritisak ili testovima mastikatorne efikasnosti. Sistematski pregledi digitalnih metoda naglašavaju dobru ponovljivost T-Scan sistema u dinamičkoj analizi, ali i metodološku heterogenost između istraživanja, posebno u pogledu kalibracije, položaja senzora i načina izveštavanja rezultata (60, 70, 75). U in vivo ispitivanju Wang i sar. T-Scan je pokazao visoku pouzdanost u kvantitativnoj analizi okluzalne kontaktne površine i broja kontakata, uz istovremeno postojanje ograničenja validnosti metode u odnosu na standardizovan metod merenja broja okluzalnih kontakata (76).

Reich i sar. su direktno uporedili T-Scan Novus, artikulacionu svilu i voštani okluzogram. T-Scan je registrovao manji broj kontakata od konvencionalnih metoda, naročito u premolarnom i molarnom regionu, ali je pokazao bolju pouzdanost od voštanog okluzograma (77). Za tumačenje rezultata ovog istraživanja posebno je relevantno to što vrednost sistema nije u tome da zameni sve druge metode niti da svaki kontakt registruje na isti način kao artikulacioni materijali. Njegova prednost je kvantifikacija relativne sile i vremena, odnosno mogućnost da se isti parametri prate kroz više terapijskih faza. Dinçer i sar. su u sistematskom pregledu takođe zaključili da T-Scan pruža dobru tačnost i ponovljivost za dinamičku procenu okluzalnih sila, ali su naglasili potrebu za standardizacijom protokola (75).

Sva merenja u ovoj studiji su sprovedena istim T-Scan Novus sistemom i istom verzijom softvera, uz isti položaj ispitanika, centriranje senzora i individualno podešavanje njegove osetljivosti. Time je smanjen deo tehničke varijabilnosti, koji može uticati na poređenje rezultata u različitim vremenskim periodima. Sa druge strane, prema protokolu je analiziran jedan zagrižaj po merenju. Iako je takav pristup primenljiv u kliničkim uslovima, više uzastopnih validnih registracija i korišćenje njihove prosečne vrednosti moglo bi dodatno umanjiti varijabilnost pojedinačnog zatvaranja, naročito u ranoj postoperativnoj fazi. Nalazi Rubió-Ferrer i sar., koji su pokazali umerenu test-retest pouzdanost

pojedinih T-Scan parametara, dodatno opravdavaju potrebu za doslednim i standardizovanim protokolom registracije (59). Buduća istraživanja bi zato trebalo da kombinuju ponovljene digitalne registracije sa apsolutnim merenjem sile i objektivnim testovima mastikatorne efikasnosti.

Istraživanja sprovedena poslednjih godina pokazuju da pacijenti sa izraženim sagitalnim dentofacijalnim deformitetima pre terapije imaju funkcionalno nepovoljniji okluzalni odnos, neposredno nakon ortognatske hirurgije može postojati period prolazne nestabilnosti, a zatim tokom posthirurškog ortodontskog tretmana i neuromišićne adaptacije dolazi do postepenog poboljšanja i dugoročne stabilizacije (57, 58, 63, 64). Sistematski pregledi potvrđuju poboljšanje sile zagrižaja, kontaktne površine i mastikatorne funkcije, ali ukazuju da brzina dostizanja kontrolnih vrednosti zavisi od izabranog parametra i dužine praćenja (66, 67).

Rezultati kompjuterizovane analize okluzije u ovoj disertaciji zato dopunjuju kefalometrijske nalaze pružajući jasniju sliku o svim dinamičkim promenama u okluziji koje su se dešavale tokom kombinovane ortodontsko-hirurške terapije. Skeletni odnosi su korigovani operativnim putem, dok su funkcionalni parametri okluzije nastavili da se menjaju tokom narednih meseci. Najbrže i najpotpunije se normalizovalo vreme uspostavljanja kontakata. Položaj i putanja centra okluzalnih sila pokazali su jasno postepeno poboljšanje, dok je anteriorno-posteriorna raspodela relativne sile i na završnom merenju zadržala obrazac različit od kontrolne grupe. Ovakav tok pokazuje da skeletna korekcija stvara uslove za funkcionalni oporavak, dok dalja stabilizacija okluzije nastaje kroz posthirurško ujednačavanje i adaptaciju stomatognatog sistema.

Najveća vrednost kompjuterizovane analize u ovom istraživanju ogleda se u mogućnosti da se razdvoje pojedine komponente okluzalnog oporavka i prate njihove promene tokom trajanja terapije. Vreme uspostavljanja okluzije i diskluzije su se značajno promenili tokom posthirurškog oporavka u odnosu na vrednosti pre terapije. Položaj i putanja centra sila ukazali su na promene stabilnosti zatvaranja koje se ne mogu uočiti samo iz odnosa sila leve i desne strane. Anteriorno-posteriorna raspodela pokazala je, s druge strane, da statistički značajna terapijska promena ne mora značiti i potpuno približavanje kontrolnim vrednostima. Zajedničko posmatranje ovih parametara daje potpuniji uvid u funkcionalni ishod kombinovane ortodontsko-hirurške terapije i predstavlja osnovu za preciznije praćenje pacijenata sa III skeletnom klasom u posthirurškom periodu.

Procena morfoloških i funkcionalnih promena ne obuhvata u potpunosti način na koji pacijent doživljava lečenje. Motiv za terapiju pacijenata sa III skeletnom klasom nije samo nepovoljan odnos vilica ili poremećena okluzija, već i doživljaj sopstvenog izgleda, funkcionalnih smetnji i njihovog uticaja na okruženje. Zbog toga je u ovom istraživanju, pored kefalometrijskih i okluzalnih pokazatelja, ispitivan i kvalitet života, primenom dva upitnika, MIQ i OQLQ. Na početnom merenju ukupni skorovi obe grupe bili su slični. MIQ je iznosio $9,4 \pm 5,4$ u grupi G1 i $9,2 \pm 6,8$ u grupi G2, dok je ukupni OQLQ iznosio $36,6 \pm 13,4$ i $40,7 \pm 16,7$. Razlike ukupnih skorova nisu bile statistički značajne, ali je domen oralne funkcije OQLQ bio nepovoljniji u grupi G2 ($p = 0,030$). Pošto su ukupni početni skorovi bili slični, može se reći da su grupe na početku imale približno isti kvalitet života, iako su se u pojedinim domenima razlikovale.

Ovakav rezultat je u skladu sa nalazima iz literature. Lin i sar. su u sistematskom pregledu i meta-analizi obuhvatili 22 studije i 1482 ispitanika, pokazujući poboljšanje sva četiri domena OQLQ nakon ortognatske terapije, pri čemu su u podgrupnim analizama izraženije promene registrovane kod pacijenata sa III skeletnom klasom i nakon bimaksilarne hirurgije (78). Slično, Duarte i sar. su u sistematskom pregledu i meta-analizi utvrdili veliko poboljšanje kvaliteta života četiri do sedam meseci nakon hirurškog lečenja kod II i kod III skeletne klase, naglašavajući da pojedini funkcionalni domeni kod III klase mogu pokazati naročito izraženu promenu (79).

Promene tokom prehirurške ortodonske pripreme bile su znatno skromnije od promena nakon hirurške korekcije. U grupi G1 ukupni MIQ skor se smanjio sa $9,4 \pm 5,4$ na $6,8 \pm 4,4$ i ta promena je bila statistički značajna, dok se ukupni OQLQ smanjio sa $36,6 \pm 13,4$ na $28,4 \pm 17,6$, ali bez dostizanja statističke značajnosti. Na nivou pojedinačnih stavki, značajne promene zabeležene su kod samo dve stavke MIQ i tri stavke OQLQ. Ovo ne govori da ortodonska priprema nema subjektivni značaj za pacijenta, već da njen efekat na kvalitet života ostaje ograničen dok osnovna skeletna nepravilnost još nije korigovana.

Razlika između MIQ i OQLQ može delom biti posledica različitog sadržaja ova dva upitnika. MIQ je neposrednije usmeren na doživljaj malokluzije, dok OQLQ obuhvata širi funkcionalni, estetski i psihosocijalni kontekst dentofacijalnog deformiteta. Zbog toga manju promenu jednog ukupnog skora uz odsustvo značajne promene drugog ne treba posmatrati kao međusobno suprotne rezultate. Uticaj prehirurške ortodonske pripreme na kvalitet života u literaturi nije potpuno jednoznačan. Tachiki i sar. su u svom praćenju pacijenata sa III skeletnom klasom zabeležili pogoršanje domena izgleda lica i oralne funkcije tokom prehirurške ortodonske faze, a pogoršanje je bilo povezano i sa promenom incizalnog odnosa (80). Park i sar. su, poredeći konvencionalni trofazni i *surgery-first* pristup, zabeležili pogoršanje ukupnog OQLQ skora neposredno pre hirurške intervencije u grupi lečenoj konvencionalnim protokolom, nakon čega je usledilo izraženo postoperativno poboljšanje (81). Sličan rezultat opisali su Pelo i sar., kod kojih je tokom ortodonske dekompenzacije u tradicionalnom pristupu došlo do početnog pogoršanja kvaliteta života, za razliku od neposrednog poboljšanja nakon hirurške intervencije u *surgery-first* grupi (82).

U odnosu na prethodno navedeno, Pérez Espínola i sar. nisu utvrdili značajnu razliku između početne ortodonske faze i stanja neposredno pre hirurgije, što je bliže nalazu za ukupni OQLQ skor u grupi G1 ovog istraživanja (83). Longitudinalna praćenja pokazuju da se psihosocijalno stanje tokom različitih faza terapije može menjati u oba smera, pa trenutak u kome se upitnik primenjuje ima važnu ulogu u tumačenju rezultata (84). Razlike između studija mogu zavisi od obima i težine skeletne nepravilnosti, trajanja pripreme, očekivanja pacijenta i trenutka procene, zbog čega se prehirurška faza ne može posmatrati kao period sa unapred očekivanim subjektivnim ishodom.

Nakon hirurške korekcije u grupi G2 registrovane su znatno izraženije promene. Ukupni OQLQ skor smanjio se sa $40,7 \pm 16,7$ pre hirurške intervencije na $21,6 \pm 13,1$ na prvoj posthirurškoj kontroli, a zatim na $5,6 \pm 7,0$ na završnom merenju. Ujedno se MIQ smanjio sa $9,2 \pm 6,8$ na $2,8 \pm 3,7$, a potom na svega $0,3 \pm 0,9$. Promene oba ukupna skora bile su veoma statistički značajne. Posebno je važno što poboljšanje nije završeno na prvoj kontroli šest do osam nedelja nakon hirurške intervencije, već se nastavilo tokom narednih šest meseci. Naknadna parna poređenja pokazala su značajnu razliku između svake dve vremenske tačke i za MIQ i za ukupni OQLQ. Odnosno, na poboljšanje kvaliteta života, pored hirurške korekcije izgleda lica i međuviličnih odnosa, uticala je posthirurška ortodonska terapija.

İnaç i Esen su takođe kvalitet života procenjivali pre hirurške intervencije, šest nedelja i šest meseci nakon hirurške intervencije i pokazali značajno poboljšanje ukupnog OQLQ skora i svih njegovih domena, sa najvećim poboljšanjem na šestomesečnoj kontroli (85). Alsenaidi i sar. su kod 136 pacijenata, praćenih pre hirurške intervencije i dve nedelje, tri meseca i šest meseci nakon hirurške intervencije, takođe registrovali progresivno smanjenje OQLQ skora i visok stepen zadovoljstva na završnom merenju (86). Kod pacijenata sa III skeletnom klasom, Müftüoğlu i sar. su pokazali da se poboljšanje OQLQ nastavlja od ranog postoperativnog perioda do kontrole sprovedene između šestog i dvanaestog meseca (87). Podudarnost sa ovim studijama dodatno potkrepljuje zaključak da šest do osam nedelja nakon hirurške intervencije predstavlja važnu, ali ne i konačnu tačku subjektivnog oporavka.

Pri tome je važno razlikovati kvalitet života specifično povezan sa dentofacijalnim deformitetom od opšteg postoperativnog stanja. Hirurška intervencija u ranom periodu može biti praćena bolom, otokom, otežanom ishranom i privremenim ograničenjem svakodnevnih aktivnosti, čak i kada pacijent već prepoznaje korist od korekcije izgleda lica i zagrižaja. Lin i sar. su pokazali da se nelagodnost povezana sa izgledom nakon ortognatske hirurgije smanjuje i da se takvo poboljšanje održava, dok pojedini pokazatelji fizičkog i socijalnog funkcionisanja mogu privremeno biti nepovoljniji u ranom postoperativnom periodu, sa kasnijim oporavkom (88). Zbog toga izrazito smanjenje OQLQ i MIQ skorova u ovom istraživanju ne znači da je postoperativni period bez tegoba, već da pacijenti, uprkos prolaznim posledicama intervencije, drugačije sagledavaju probleme zbog kojih su se prvobitno odlučili za lečenje.

Poboljšanje u grupi G2 nije bilo ograničeno na jedan aspekt kvaliteta života. Sva četiri domena OQLQ značajno su se popravljala kroz tri vremenske tačke. Skor domena oralne funkcije smanjio se sa $9,5 \pm 3,6$ na $0,7 \pm 1,3$, izgled lica sa $10,7 \pm 3,8$ na $2,3 \pm 3,4$, svest o dentofacijalnom izgledu sa $8,8 \pm 4,4$ na $1,8 \pm 2,2$, a socijalni aspekt sa $11,8 \pm 8,0$ na $0,9 \pm 2,1$. Posebno izražen napredak u domenima izgleda lica i socijalnog aspekta ima klinički značaj, jer estetska percepcija i način na koji deformitet utiče na kontakte sa drugim ljudima često predstavljaju važne razloge za prihvatanje ortognatskog lečenja. Al-Asfour i sar. su naveli da su najčešći motivi za hiruršku intervenciju bili izgled lica i korekcija zagrižaja, a velika većina pacijenata nakon terapije prijavila je poboljšanje izgleda lica, izgleda zuba, odgrizanja i žvakanja (89). U multicentričnoj studiji Duarte i sar. značajno poboljšanje zabeleženo je šest meseci nakon hirurške intervencije, sa velikim efektom posebno u domenima oralne funkcije i izgleda lica (90). Takođe, sistematska analiza Lin i sar. potvrđuje da se poboljšanje nakon ortognatske terapije ne zadržava samo na estetskom domenu, već obuhvata sve četiri komponente OQLQ (78).

Analiza pojedinačnih stavki dodatno pokazuje obim ove promene. U grupi G2 značajno poboljšanje zabeleženo je kod 17 od 19 analiziranih stavki MIQ, dok su sve 22 stavke OQLQ pokazale statistički značajno smanjenje skora. Dve MIQ stavke koje nisu dostigle značajnost imale su veoma niske početne vrednosti, pa je prostor za dodatno poboljšanje bio minimalan. Zbog toga odsustvo statističke značajnosti ne menja opšti utisak rezultata. Veličine efekta dodatno ukazuju na klinički značaj promena, za ukupni MIQ Kendall W iznosio je 0,69, za ukupni OQLQ 0,80, dok su svi domeni OQLQ imali veličine efekta od 0,64 do 0,68. Promena, prema tome, nije bila samo statistički značajna, već i izražena sa kliničkog stanovišta.

Pouzdanost primenjenih upitnika je takođe važna za tumačenje ovih rezultata. Na objedinjenom početnom uzorku MIQ je pokazao vrlo dobru internu konzistentnost (Cronbach $\alpha = 0,884$), dok je za ukupni OQLQ dobijena odlična vrednost ($\alpha = 0,908$). Pouzdanost pojedinačnih OQLQ domena kretala se od prihvatljive za oralnu funkciju ($\alpha = 0,678$) do odlične za socijalni aspekt ($\alpha = 0,920$). Dobijene vrednosti interne konzistentnosti u skladu su sa prethodno potvrđenom validnošću i osetljivošću OQLQ upitnika (45), kao i sa validacijom srpskih verzija OQLQ i MIQ upitnika (38, 44). Nešto nižu internu konzistentnost domena oralne funkcije treba imati u vidu pri tumačenju pojedinačnih rezultata, ali visoke vrednosti ukupnih skorova potvrđuju da su MIQ i OQLQ u ovoj studiji pružili stabilnu osnovu za praćenje promene tokom terapije.

Pažnju privlači nalaz da kefalometrijski procenjena težina deformiteta nije bila jasno povezana sa subjektivnim kvalitetom života. Na početnom merenju apsolutne vrednosti ANB ugla i Wits procene nisu bile značajno povezane ni sa ukupnim OQLQ ni sa MIQ skorom. Drugim rečima, pacijent sa izraženijom sagitalnom skeletnom diskrepancom nije nužno doživljavao veće narušenje kvaliteta života od pacijenta sa manjim kefalometrijskim odstupanjem. Takav rezultat je razumljiv jer subjektivni teret dentofacijalnog deformiteta ne zavisi samo od položaja koštanih baza. Na njega utiču vidljivost nepravilnosti, funkcionalne tegobe, individualna očekivanja, socijalno okruženje i način na koji osoba doživljava sopstveni izgled. Sistematski pregled Lin i sar. upravo pokazuje da na obim

promene kvaliteta života mogu uticati različiti klinički i demografski faktori, a ne samo klasifikacija skeletnog odnosa (78).

Sličan zaključak proizlazi i iz analize promena tokom terapije. Promena ANB ugla nije bila značajno povezana sa promenom ukupnog OQLQ skora ($\rho = -0,20$; $p = 0,397$), niti sa promenom MIQ skora ($\rho = -0,09$; $p = 0,694$). Odsustvo linearne povezanosti ne znači da skeletna korekcija nije bila važna, ona je predstavljala osnovni terapijski uslov i svi pacijenti u grupi G2 prošli su hirurško lečenje. Rezultat pokazuje da među već operisanim pacijentima, veći pomak izražen ANB uglom ne mora automatski doneti i veće subjektivno poboljšanje. Geramy i sar. su kod pacijenata sa III skeletnom klasom takođe pokazali da odnos između kefalometrijskih promena i kvaliteta života nije jednostavan. Pojedine promene mekotkivnog profila bile su povezane sa poboljšanjem određenih komponenti OHIP-14, dok su druge pokazivale drugačiji smer povezanosti (91). Iz toga proizlazi da jedan morfološki parametar ne može samostalno predstavljati meru uspeha koju pacijent doživljava.

Dodatni uvid u odnos objektivnih i subjektivnih ishoda pruža regresiona analiza. Model za promenu ukupnog OQLQ skora bio je statistički značajan ($R^2 = 0,86$; korigovani $R^2 = 0,84$), ali se kao značajan pokazatelj poboljšanja izdvojila početna vrednost OQLQ skora ($\beta = 0,866$; $p < 0,001$), dok promena ANB ugla nije imala nezavisan doprinos ($p = 0,108$). Pacijenti koji su na početku imali izraženije narušen kvalitet života imali su i veći prostor za poboljšanje tokom terapije. Ovaj nalaz zato treba tumačiti kao pokazatelj značaja polaznog subjektivnog stanja, a ne kao dokaz uzročne prognostičke uloge samog početnog skora, jer je promena matematički povezana sa polaznom vrednošću i moguć je efekat regresije ka sredini. Obim promena kvaliteta života nakon ortognatske hirurgije zavisi i od početnih funkcionalnih i psihosocijalnih tegoba, očekivanja i načina na koji pacijent procenjuje sopstvenu nepravilnost (85).

Potvrdu konzistentnosti subjektivnih rezultata predstavlja međusobna povezanost dva primenjena upitnika. Ukupni MIQ i OQLQ skorovi bili su značajno povezani već na početnom merenju ($\rho = 0,64$; $p = 0,002$), a značajna povezanost postojala je i između njihovih promena tokom terapije ($\rho = 0,52$; $p = 0,018$). Ta povezanost nije toliko visoka da bi dva upitnika bila zamenljiva, ali pokazuje da oba registruju zajednički pravac subjektivnog poboljšanja. Njihova istovremena primena omogućila je da se terapijski ishod sagleda iz dve bliske, ali ne potpuno iste perspektive kroz neposredan uticaj malokluzije i kroz kvalitet života specifičan za dentofacijalni deformitet.

Kada se rezultati kvaliteta života posmatraju zajedno sa kefalometrijskim i T-Scan Novus nalazima, uočava se da različite komponente terapijskog ishoda nemaju potpuno isti vremenski tok. Skeletni odnos je najvećim delom korigovan hirurškom intervencijom, vreme okluzije se zatim progresivno približilo vrednostima kontrolne grupe, dok je anteriorno-posteriorna raspodela relativnih sila i na završnom merenju ostala različita od kontrole. Istovremeno su MIQ i OQLQ nastavili da se značajno poboljšavaju između prve i završne posthirurške kontrole. Ovo poređenje je deskriptivno i ne predstavlja dokaz direktne uzročne veze između navedenih parametara, ali jasno pokazuje da morfološka korekcija, funkcionalna adaptacija i subjektivni oporavak ne moraju napredovati istom brzinom. Upravo zbog toga uspeh ortodonsko-hirurške terapije nije moguće svesti na jednu kefalometrijsku vrednost, jedan okluzalni parametar ili jedan upitnik.

Pri tumačenju nalaza kvaliteta života treba imati u vidu nekoliko ograničenja. Grupe G1 i G2 predstavljaju nezavisne uzorke, pa se njihove vrednosti ne mogu posmatrati kao uzastopne faze kod istih ispitanika. U delu istraživanja koji se odnosi na kvalitet života nije korišćena kontrolna grupa, a broj ispitanika u pojedinačnim grupama bio je relativno mali. Pored već pomenute starosne razlike između grupa, očekivanja od terapije, psihološki profil i socijalni faktori nisu posebno analizirani. Završno merenje u grupi G2 obavljeno je približno osam meseci nakon hirurške intervencije, što omogućava dobru procenu ranog i srednjoročnog oporavka, ali ne i trajnosti subjektivnog ishoda tokom više godina. To je posebno važno jer dugoročna istraživanja pokazuju da se pojedine

psihosocijalne promene mogu vremenom ublažiti, dok poboljšanja oralne funkcije i doživljaja izgleda lica ostaju među stabilnijim komponentama OQLQ (92). Homogenost grupe G2 u pogledu bimaksilarne hirurgije olakšava tumačenje rezultata unutar studije, ali ograničava direktno prenošenje rezultata na pacijente lečene samo jednom osteotomijom.

Posmatrano u celini, poseban doprinos ovog istraživanja ogleda se u istovremenom i longitudinalnom sagledavanju skeletnih, dentoalveolarnih, mekotkivnih, funkcionalnih i subjektivnih ishoda kombinovane ortodonsko-hirurške terapije kod pacijenata sa III skeletnom klasom. Dobijeni rezultati pokazuju da se morfološka korekcija, funkcionalna adaptacija okluzije i poboljšanje kvaliteta života ne odvijaju istom dinamikom i da njihov stepen nije neposredno određen veličinom skeletne korekcije. U okviru istog istraživačkog protokola pokazano je da se pojedini funkcionalni parametri normalizuju postepeno, dok subjektivno poboljšanje kvaliteta života nastavlja da napreduje i nakon rane posthirurške faze. Na taj način, ovo istraživanje proširuje procenu terapijskog uspeha sa klasičnih morfoloških pokazatelja na funkcionalne i pacijentu važne ishode, čime se dobija jasnija slika rezultata lečenja i postterapijske adaptacije kod pacijenata sa III skeletnom klasom.

Dobijeni rezultati istraživanja ukazuju na potrebu da se kod pacijenata sa III skeletnom klasom analiziraju i prate okluzalni odnosi u okviru sveobuhvatnog dijagnostičkog i terapijskog pristupa. Posebnu pažnju treba usmeriti na adekvatan način pojašnjenja svih relevantnih činilaca kompleksnosti ove nepravilnosti tokom izlaganja planiranog načina lečenja u razgovoru sa pacijentima ili njihovim starateljima, kao i značaju kombinovane ortodonsko-hirurške terapije. Važno je objasniti kako terapijske promene, pored korekcije međuviličnih odnosa i estetskih promena u izgledu lica, doprinose i klinički važnom poboljšanju okluzalne funkcije.

Buduća istraživanja trebalo bi da prate pacijente od perioda pre početka ortodonske pripreme, preko neposrednog preoperativnog i ranog postoperativnog perioda, do najmanje jedne ili dve godine nakon završetka terapije. Veći uzorci omogućili bi da se odvojeno ispita uticaj pola, uzrasta, tipa skeletne nepravilnosti, vrste hirurške intervencije i očekivanja pacijenta. Posebno bi bilo značajno povezati više ponovljenih T-Scan merenja i objektivne testove mastikatorne funkcije sa MIQ i OQLQ skorovima u istim vremenskim intervalima. Na taj način moglo bi se preciznije utvrditi koje promene pacijent najranije prepoznaje kao pozitivne efekte terapije, koje funkcionalne komponente zahtevaju duži period adaptacije i koji početni pokazatelji mogu pomoći u predviđanju terapijskog ishoda. Takvo praćenje omogućilo bi da se uspeh lečenja procenjuje kroz korekciju skeletnog deformiteta i stvarnu pozitivnu promenu, koju pacijent oseća u svakodnevnom životu.

6. ZAKLJUČCI

Na osnovu sprovedenog istraživanja i dobijenih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

1. Ortodonska priprema ne dovodi do značajnih promena međuviličnih skeletnih odnosa, već dentoalveolarnih, prvenstveno promenom nagiba i položaja sekutića, čime se uklanja dentalna kompenzacija skeletne nepravilnosti i stvaraju uslovi za planirano hirurško repozicioniranje vilica.
2. Kombinovana ortodonsko-hirurška terapija dovodi do izražene i statistički vrlo značajne korekcije sagitalnih skeletnih odnosa, sa normalizacijom ANB ugla i Wits-ove procene, čime se postiže osnovni terapijski cilj, uspostavljanje ortognatih međuviličnih odnosa.
3. Korekcija skeletne osnove praćena je i značajnim poboljšanjem mekotkivnog profila lica, što potvrđuje da hirurška repozicija koštanih baza rezultira i vidljivim estetskim poboljšanjem.
4. U osnovi ispitivane III skeletne klase preovlađuje mandibularna komponenta, dužina tela i ramusa mandibule statistički su značajno veće od očekivanih vrednosti, dok je maksila pretežno uredno razvijena.
5. Na početku terapije pacijenti sa III skeletnom klasom značajno odstupaju od kontrolne populacije po vremenskim parametrima okluzije (produženo vreme uspostavljanja i prekida okluzalnih kontakata), dok se raspodela okluzalnih sila u polaznom stanju ne razlikuje bitno od kontrolne.
6. Nakon kombinovane ortodonsko-hirurške terapije vreme uspostavljanja okluzalnih kontakata progresivno se skraćuje i na kraju praćenja dostiže nivo kontrolne grupe, dok vreme diskluzije u grupi G2 postaje blisko vrednosti kontrolne grupe.
7. Raspodela okluzalnih sila u anteriorno-posteriornom pravcu najviše se menja nakon hirurške intervencije, kasnija promena nije dostigla statističku značajnost, dok zastupljenost sile na levoj i desnoj strani zubnog niza ostaje očuvana tokom čitave terapije, uz izrazito ujednačenu, kontroli sličnu raspodelu na kraju terapije.
8. Položaj i putanja centra okluzalnih sila značajno se poboljšavaju tokom terapije u hirurškoj grupi, sa porastom udela idealnog položaja i normalne putanje.
9. Ortodonska priprema donosi tek ograničeno, pojedinačno poboljšanje kvaliteta života, dok kombinovana ortodonsko-hirurška terapija dovodi do sveobuhvatnog, progresivnog i statistički vrlo značajnog poboljšanja kvaliteta života, kako ukupnih skorova, tako i gotovo svih pojedinačnih stavki i svih domena.
10. U ispitivanom uzorku nije utvrđena značajna povezanost obima skeletne korekcije sa obimom dentoalveolarnih i mekotkivnih promena, niti sa stepenom poboljšanja kvaliteta života. U regresionom modelu veće poboljšanje OQLQ skora bilo je povezano sa višim početnim OQLQ skorom, dok veličina promene ANB ugla nije imala značajan nezavisan uticaj. Ovaj nalaz ukazuje na značaj početnog stanja kvaliteta života, ali se ne može tumačiti kao dokaz da početni OQLQ skor samostalno predviđa ishod terapije.
11. Primenjeni upitnici za procenu kvaliteta života (MIQ i OQLQ) pokazali su vrlo dobru do odličnu internu konzistentnost ukupnih skorova, čime se potvrđuje verodostojnost dobijenih nalaza o subjektivnoj proceni ishoda terapije.
12. Nakon kombinovane ortodonsko-hirurške terapije pacijenti su pokazali značajno poboljšanje kvaliteta života u svim ispitivanim domenima OQLQ, uključujući oralnu funkciju, izgled lica, svest o dentofacijalnom izgledu i socijalni aspekt, što ukazuje na značajnu funkcionalnu i psihosocijalnu korist lečenja.

7. LITERATURA

1. Henry Fields BL, David M. Sarver, William R. Proffit. Contemporary Orthodontics. 7 ed. St. Louis, MO: Elsevier; 2025.
2. Alhammadi MS, Halboub E, Fayed MS, Labib A, El-Saaidi C. Global distribution of malocclusion traits: A systematic review. Dental Press J Orthod. 2018;23(6):40 e1– e10. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.23.6.40.e1-10.onl> PMC6340198
3. Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part I. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1993;103(4):299–312. 10.1016/0889-5406(93)70010-L
4. Schaefer G, Jacobs C, Sagheb K, Al-Nawas B, Rahimi-Nedjat RK. Changes in the quality of life in patients undergoing orthognathic therapy - A systematic review. J Craniomaxillofac Surg. 2024;52(1):71–6. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2023.10.004>
5. Lee W. Graber KWL, Greg J. Huang, Pádhraig S. Fleming. Orthodontics: Current Principles and Techniques. 7 ed. St. Louis, MO: Elsevier; 2022.
6. Ellis E, 3rd, McNamara JA, Jr. Components of adult Class III malocclusion. J Oral Maxillofac Surg. 1984;42(5):295–305. [https://doi.org/10.1016/0278-2391\(84\)90109-5](https://doi.org/10.1016/0278-2391(84)90109-5)
7. Ghodasra R KA, Nallamotu M. Cephalometric Analysis. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
8. Qamaruddin I, Alam MK, Shahid F, Tanveer S, Umer M, Amin E. Comparison of popular sagittal cephalometric analyses for validity and reliability. Saudi Dent J. 2018;30(1):43–6. 10.1016/j.sdentj.2017.10.002 PMC6112362
9. Zere E, Chaudhari PK, Sharan J, Dhingra K, Tiwari N. Developing Class III malocclusions: challenges and solutions. Clin Cosmet Investig Dent. 2018;10:99–116. <https://doi.org/10.2147/CCIDE.S134303> PMC6016584
10. Otel A, Montiel-Company JM, Zubizarreta-Macho A. Comparative Analysis of Early Class III Malocclusion Treatments-A Systematic Review and Meta-Analysis. Children (Basel). 2025;12(2). 10.3390/children12020177 PMC11854749
11. Nedeljković N. Funkcionalni ortodontski aparati-teorija i terapija. Beograd: Stomatološki fakultet Univerziteta u Beogradu; 2021.
12. Jacobson A. The "Wits" appraisal of jaw disharmony. Am J Orthod. 1975;67(2):125–38. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(75\)90065-2](https://doi.org/10.1016/0002-9416(75)90065-2)
13. Troy BA, Shanker S, Fields HW, Vig K, Johnston W. Comparison of incisor inclination in patients with Class III malocclusion treated with orthognathic surgery or orthodontic camouflage. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009;135(2):146 e1–9; discussion –7. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.07.012>
14. Gribel BF, Gribel MN, Frazao DC, McNamara JA, Jr., Manzi FR. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometry and 3D measurements on CBCT scans. Angle Orthod. 2011;81(1):26–35. 10.2319/032210-166.1 PMC8926366

- 15.Khosravi-Kamrani P, Qiao X, Zanardi G, Wiesen CA, Slade G, Frazier-Bowers SA. A machine learning approach to determine the prognosis of patients with Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2022;161(1):e1–e11. 10.1016/j.ajodo.2021.06.012
- 16.Sadek M, Alaskari O, Hamdan A. Accuracy of web-based automated versus digital manual cephalometric landmark identification. *Clin Oral Investig.* 2024;28(11):621. 10.1007/s00784-024-06021-6
- 17.Okeson JP. *Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion.* 8 ed. St Louis: Elsevier; 2019.
- 18.Klineberg IJ, R. Preface and introduction. In: Klineberg IJ, R., editor. *Occlusion and clinical practice: an evidence based approach.* Edinburgh: Wright; 2004.
- 19.The Academy of Prosthodontics. The glossary of prosthodontic terms. *J Prosthet Dent.* 2005;94(1):10–92. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2005.03.013>
- 20.Beyron HL. Characteristics of functionally optimal occlusion and principles of occlusal rehabilitation. *J Am Dent Assoc.* 1954;48(6):648–56. 10.14219/jada.archive.1954.0111
- 21.Beyron HL. Occlusion: point of significance in planning restorative procedures. *Journal of Prosthetic Dentistry.* 1973;30:641–52.
- 22.Dawson PE. *Functional Occlusion: From TMJ to Smile Design.* St Louis: Mosby; 2007.
- 23.Angle EH. Classification of malocclusion. *Dental Cosmos.* 1899.
- 24.Andrews LF. The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod.* 1972;62(3):296–309. [https://doi.org/10.1016/s0002-9416\(72\)90268-0](https://doi.org/10.1016/s0002-9416(72)90268-0)
- 25.Kerstein Robert B. G, K. Obtaining measurable bilateral simultaneous occlusal contacts with computer analyzed and guided occlusal adjustments. *Quintessence International.* 2001;32:7–8.
- 26.Maness William L. BM, Podoloff R. Computerized occlusal analysis: a new technology. *Quintessence International.* 1986;15(4):287–92.
- 27.Todorović AR. Analiza okluzije u pacijenata sa fiksnim zubnim nadoknadama na implantatima primenom kompjutera. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Stomatološki fakultet; 2012.
- 28.Tekscan Inc. T-Scan Novus system Boston (MA): Tekscan Inc.; [Available from: <https://www.tekscan.com/dental/t-scan>.
- 29.Jauregi M, Amezua X, Manso AP, Solaberrieta E. Positional influence of center of masticatory forces on occlusal contact forces using a digital occlusal analyzer. *J Prosthet Dent.* 2023;129(6):930 e1– e8. 10.1016/j.prosdent.2023.03.007
- 30.Chan H, Alimujiang A, Fong SI, Wu ML, Liang R, Lai PY, et al. Use of T-Scan III in analyzing occlusal changes in molar fixed denture placement. *BMC Oral Health.* 2024;24(1):264. 10.1186/s12903-024-04014-1 PMC10885451
- 31.Mizui M. NF, Tosa J. Quantitative analysis of occlusal balance in intercuspatal position using the T-Scan system. *International Journal of Prosthodontics.* 1994;7(1):62–71.

- 32.Kerstein RB. Handbook of Research on Computerized Occlusal Analysis Technology Applications in Dental Medicine. Hershey (PA): IGI Global; 2015.
- 33.Agbaje JO, Castele EV, Salem AS, Anumendem D, Shaheen E, Sun Y, et al. Assessment of occlusion with the T-Scan system in patients undergoing orthognathic surgery. *Sci Rep*. 2017;7(1):5356. 10.1038/s41598-017-05788-x PMC5509719
- 34.Manikandhan R, Manikandan S, Ponvel K, Parameswaran R, Shankar S. Comparison of Occlusal Digital Analysis Using T-Scan in Orthognathic Surgery with Only Conventional Orthodontic Patients. *J Maxillofac Oral Surg*. 2023;22(2):397–409. 10.1007/s12663-023-01862-2 PMC10130267
- 35.Shiratsuchi Y, Kouno K, Tashiro H. Evaluation of masticatory function following orthognathic surgical correction of mandibular prognathism. *J Craniomaxillofac Surg*. 1991;19(7):299–303. [https://doi.org/10.1016/S1010-5182\(05\)80336-1](https://doi.org/10.1016/S1010-5182(05)80336-1)
- 36.Simoes JCM, Garcia DM, De Mello-Filho FV, De Felicio CM, Trawitzki LVV. Masticatory function and three-dimensional facial morphology of soft tissues: One year after orthognathic surgery. *Arch Oral Biol*. 2025;169:106103. 10.1016/j.archoralbio.2024.106103
- 37.Maurya RK, Bhardwaj P, Singh H, Mitra R, Nakra O, Mishra HA. Evaluation of pre- and post-treatment masticatory and bite force efficiency in patients undergoing fixed orthodontic treatment and orthognathic surgery using T-Scan Novus occlusal analysis: A factorial randomized controlled trial. *Natl J Maxillofac Surg*. 2022;13(3):376–83. 10.4103/njms.njms_48_22 PMC9851354
- 38.Vucic L, Glisic B, Kistic-Tepavcevic D, Vucic U, Drulovic J, Pekmezovic T. Cross-cultural adaptation and validation of the disease specific questionnaire OQLQ in Serbian patients with malocclusions. *Zdr Varst*. 2016;55(3):166–73. 10.1515/sjph-2016-0021 PMC5031065
- 39.Hua F. Increasing the Value of Orthodontic Research Through the Use of Dental Patient-Reported Outcomes. *J Evid Based Dent Pract*. 2019;19(2):99–105. 10.1016/j.jebdp.2019.04.005
- 40.Phillips C, Broder HL, Bennett ME. Dentofacial disharmony: motivations for seeking treatment. *International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery*. 1997;12(1):7–15.
- 41.Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning--Part II. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1993;103(5):395–411.
- 42.Sen E, Duran H, Sari M, Akbulut N, Demir O. Orthognathic surgery improves quality of life: a survey clinical study. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):844. 10.1186/s12903-024-04638-3 PMC11270847
- 43.Almasri AMH, Hajeer MY, Sultan K, Aljabban O, Zakaria AS, Alhaffar JB. Evaluation of Satisfaction Levels Following Orthognathic Treatment in Adult Patients: A Systematic Review. *Cureus*. 2024;16(11):e73846. 10.7759/cureus.73846 PMC11569791
- 44.Vucic L, Juloski J, Stefanovic N, Pajevic T, Glisic B. Validation of the translated and cross-culturally adapted Malocclusion Impact Questionnaire in young people seeking orthodontic treatment in Serbia. *Srpski arhiv za celokupno lekarstvo*. 2021;149(9-10):544–50. <https://doi.org/10.2298/SARH200707063V>
- 45.Cunningham SJ, Garratt AM, Hunt NP. Development of a condition-specific quality of life measure for patients with dentofacial deformity: II. Validity and responsiveness testing. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2002;30(2):81–90. 10.1034/j.1600-0528.2002.300201.x

- 46.Miguel JA, Palomares NB, Feu D. Life-quality of orthognathic surgery patients: the search for an integral diagnosis. *Dental Press J Orthod.* 2014;19(1):123–37. <https://doi.org/10.1590/2176-9451.19.1.123-137.sar> PMC4299425
- 47.Antoun JS, Thomson WM, Merriman TR, Rongo R, Farella M. Impact of skeletal divergence on oral health-related quality of life and self-reported jaw function. *Korean J Orthod.* 2017;47(3):186–94. <https://doi.org/10.4041/kjod.2017.47.3.186> PMC5432440
- 48.Iijima Y, Tachiki C, Ariizumi D, Yamamoto M, Takaki T, Watanabe A, et al. Movement of Mandibular Incisors in Patients With Skeletal Class III During the Surgical Orthodontic Treatment. *Cureus.* 2025;17(1):e77588. <https://doi.org/10.7759/cureus.77588> PMC11830394
- 49.He Y, Wang S, Xiong H. Periodontal Outcomes in Anterior Teeth following Presurgical Orthodontic Decompensation in Patients with Skeletal Class III Malocclusion: A Single-Arm Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Dent.* 2024;2024:5020873. <https://doi.org/10.1155/2024/5020873> PMC11366050
- 50.Tangviroon P, Kanpittaya P, Charoenrat T, Techalertrpaisarn P. Skeletal changes between the surgical-first and conventional orthognathic approaches in skeletal Class III patients after excluding occlusal interference effects: Systematic review and meta-analysis. *Int Orthod.* 2026;24(3S):101193. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2026.101193>
- 51.Kim Y, Song SI, Lee SH, Sim HY, Kim YH, Chae HS. Soft tissue paradigm based Treatment planning in skeletal class III. *Clin Oral Investig.* 2024;28(12):657. 10.1007/s00784-024-06062-x
- 52.Liang Y, Zhang R, Wang S, Zhang Y, Han B, Liu X. Evaluation of a safe decompensation range for mandibular incisors during presurgical orthodontic treatment for severe skeletal Class III malocclusion: A cone-beam computed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2026;169(4):440–57 e2. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2025.10.015>
- 53.Le Y, Li F, Wu S, Li M, Zhu C, Wan Q. Influence of differences in mandibular incisor inclination on skeletal stability after orthognathic surgery in patients with skeletal class III malocclusion. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2024;125(4):101747. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2023.101747>
- 54.Zhang C, Si Y, Li R, Xu Y, Li Y, Qin J, et al. Comprehensive three-dimensional morphological changes in perioral soft tissue following bimaxillary orthognathic surgery in patients with skeletal Class III malocclusion. *J Craniomaxillofac Surg.* 2025;53(10):1675–82. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2025.07.006>
- 55.Peng SP, Lin CH, Chen YA, Ko EW. Three-dimensional facial soft-tissue changes after surgical orthodontics in different vertical facial types of skeletal Class III malocclusion: A retrospective study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2024;52(4):522–31. doi:10.1016/j.jcms.2024.02.008
- 56.Chen CY, Xi T, Ko EW, Tsao SY. Accuracy of 3D simulation in soft tissue change after orthognathic surgery in class III malocclusion: Influence of different vertical facial patterns. *J Craniomaxillofac Surg.* 2025;53(12):2133–41. doi:10.1016/j.jcms.2025.09.012
- 57.Wiechens B, Quast A, Klenke D, Brockmeyer P, Schliephake H, Meyer-Marcotty P. Evaluation of occlusal function during orthognathic therapy : A prospective clinical trial using a digital registration method. *J Orofac Orthop.* 2023;84(5):267–77. 10.1007/s00056-022-00382-x PMC10462559

- 58.Mai LM, Mouchoux J, Meyer-Marcotty P, Quast A, Brockmeyer P, Schliephake H, et al. Occlusal function and masticatory efficiency of sagittal malocclusions: a cross-sectional cohort study of orthognathic therapy. *Head Face Med.* 2026;22(1). 10.1186/s13005-026-00640-y PMC13343896
- 59.Rubio-Ferrer G, Rovira-Lastra B, Khoury-Ribas L, Flores-Orozco EI, Ayuso-Montero R, Martinez-Gomis J. Reference values and reliability of occlusal force distribution and occlusal time measured by the T-Scan system in adults with healthy dentition. *J Prosthodont.* 2024;33(6):558–64. 10.1111/jopr.13838
- 60.Chowdhary R, Sonnahalli NK. Clinical applications of the T-Scan quantitative digital occlusal analysis technology: a systematic review. *Int J Comput Dent.* 2024;27(1):49–86. 10.3290/j.ijcd.b3945153
- 61.Chen YJ, Yao CC, Chang ZC, Lai HH, Hsu LF, Hsu TH, et al. Occlusal function and electromyographic activity of masticatory muscles in skeletal Class III patients with different patterns of mandibular asymmetry. *J Oral Rehabil.* 2023;50(4):276–85. 10.1111/joor.13412
- 62.Djerlek A, Stefanovic N, Stamenkovic Z, Pajevic T, Arsic I, Milicic B, et al. Impact of orthognathic surgery on occlusal contacts and bite force distribution in patients with skeletal class III malocclusion by T-Scan™ : Prospective clinical pilot study. *Srpski arhiv za celokupno lekarstvo.* 2025;153(11-12):556–61. 10.2298/SARH250723081D
- 63.Tammataratarn P, Chen MC, Lin CH, Wen-Ching Ko E. Sequential digital occlusal analysis in patients with skeletal Class III malocclusion with orthognathic surgery: Surgery-first vs orthodontic-first approach. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2022;162(6):927–36. 10.1016/j.ajodo.2021.07.030
- 64.Mai LM, Mouchoux J, Meyer-Marcotty P, Quast A, Brockmeyer P, Schliephake H, et al. Five-year stability of occlusal function in orthognathic patients with sagittal malocclusions : Digital quantitative follow-up study. *J Orofac Orthop.* 2026. 10.1007/s00056-026-00678-2
- 65.Maung MM, Takeuchi R, Haga K, Hasebe D, Nihara J, Kobayashi T. Effects of surgical orthodontic treatment on masticatory behaviour of patients with jaw deformities measured by wearable device. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2026;55(6):690–5. 10.1016/j.ijom.2025.11.008
- 66.AlQahtani FA, Varma SR, Kuriadom ST, AlMaghlouth B, AlAsseri N. Changes in occlusion after orthognathic surgery: a systematic review and meta-analysis. *Oral Maxillofac Surg.* 2024;28(1):79–90. 10.1007/s10006-023-01165-3
- 67.Bunpu P, Changsiripun C. Assessment of masticatory performance in patients undergoing orthognathic surgery: A systematic review and meta-analysis. *J Oral Rehabil.* 2023;50(7):596–616. 10.1111/joor.13447
- 68.Tripathi PS, Das S, Hegde C, Hegde P. Assessment of Relative Bite Force Following Bi-Jaw Orthognathic Surgeries Using T-Scan. *J Maxillofac Oral Surg.* 2025;24(6):1723–8. 10.1007/s12663-025-02489-1 PMC12644267
- 69.Jauregi M, Amezua X, Iturrate M, Solaberrieta E. Repeatability and reproducibility of 2 digital occlusal analyzers for measuring the right- and left-side balance of occlusal contact forces: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2024;132(1):179–87. 10.1016/j.prosdent.2023.07.026
- 70.Seth-Johansen C, Gotfredsen K. Validity and reliability of digital occlusal analyzing methods in Dentistry. A systematic review. *J Dent.* 2025;163:106124. 10.1016/j.jdent.2025.106124

- 71.Cohen-Levy J, Boulos C, Rompre P, Montpetit A, Kerstein RB. Is the quality of occlusal contacts comparable after aligner and fixed orthodontic therapy? A non-randomized cohort comparison using computerized occlusal analysis during 6 months of retention. *Cranio*. 2024;42(6):788–800. 10.1080/08869634.2022.2056688
- 72.Fritz F, Daratsianos N, Bourauel C, Papageorgiou SN, Jager A. Changes in the distribution of occlusal forces in the course of the orthodontic retention phase : A prospective cohort study. *J Orofac Orthop*. 2025;86(2):1–13. 10.1007/s00056-023-00480-4 PMC11861398
- 73.Chen YC, Chen CY, Chen MC, Ko EW, Lin CH. Dental Occlusion Characteristics for Treatment Decision-Making Regarding Surgery-First Approach in Orthodontics. *J Clin Med*. 2023;12(18). 10.3390/jcm12186029 PMC10531851
- 74.Almadi D, Benington P, Ju X, Ayoub A. Reproducibility and reliability of digital occlusal planning for orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2023;52(10):1074–80. 10.1016/j.ijom.2023.03.001
- 75.Dincer G, Nogueira Chamma-Wedemann C, Reis I, da Silva EVF, Cakmak G, Yilmaz B, et al. Comparison of digital technologies for occlusal analysis in dentate arches: A systematic review. *J Dent*. 2025;163:106114. 10.1016/j.jdent.2025.106114
- 76.Wang Q, Zhao Z, Li J, Zhao R, Zhou M, Tang K, et al. In vivo evaluation of T-Scan in quantifying occlusal contact. *J Oral Rehabil*. 2024;51(9):1675–83. 10.1111/joor.13732
- 77.Reich KM, Tatzber V, Skolka A, Piehslinger E, Lettner S, Kundi M, et al. A comparative study of digital and conventional occlusal indicators: accuracy and reliability of the T-Scan Novus, wax occlusogram, and articulating silk in clinical application. *J Dent*. 2025;156:105695. 10.1016/j.jdent.2025.105695
- 78.Lin C, Zhang J, Zheng M, Li M, Zhu C, Wan Q. Factors influencing the quality of life among orthognathic patients: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod*. 2025;47(3). <https://doi.org/10.1093/ejo/cjaf034>
- 79.Duarte V, Zaror C, Villanueva J, Andreo M, Dallaserra M, Salazar J, et al. Oral Health-Related Quality of Life Changes in Patients with Dentofacial Deformities Class II and III after Orthognathic Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(4). 10.3390/ijerph19041940 PMC8872566
- 80.Tachiki C, Nishii Y, Takaki T, Sueishi K. Condition-specific Quality of Life Assessment at Each Stage of Class III Surgical Orthodontic Treatment -A Prospective Study. *Bull Tokyo Dent Coll*. 2018;59(1):1–14. 10.2209/tdcpublication.2016-0042
- 81.Park JK, Choi JY, Yang IH, Baek SH. Patient's Satisfaction in Skeletal Class III Cases Treated With Two-Jaw Surgery Using Orthognathic Quality of Life Questionnaire: Conventional Three-Stage Method Versus Surgery-First Approach. *J Craniofac Surg*. 2015;26(7):2086–93. 10.1097/SCS.0000000000001972
- 82.Pelo S, Gasparini G, Garagiola U, Cordaro M, Di Nardo F, Staderini E, et al. Surgery-first orthognathic approach vs traditional orthognathic approach: Oral health-related quality of life assessed with 2 questionnaires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2017;152(2):250–4. 10.1016/j.ajodo.2016.12.022

- 83.Espinola LVP, D'Avila R P, Landes CA, Ferraz EP, Luz JGC. Do the stages of orthodontic-surgical treatment affect patients' quality of life and self-esteem? *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2022;123(4):434–9. 10.1016/j.jormas.2021.10.002
- 84.Alanko O, Tuomisto MT, Peltomaki T, Tolvanen M, Soukka T, Svedstrom-Oristo AL. A longitudinal study of changes in psychosocial well-being during orthognathic treatment. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2017;46(11):1380–6. 10.1016/j.ijom.2017.05.004
- 85.Inac F, Esen A. What are the functional, esthetic, and psychosocial effects of orthognathic surgery on quality of life? A prospective observational study. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2026;127(5):102831. 10.1016/j.jormas.2026.102831
- 86.Alsenaidi A, Al Hashmi A, Al Nabhani M, Bakathir A, Jose S, Qutieshat A. Health-related quality of life and satisfaction following orthognathic surgery: a prospective cohort study. *Oral Maxillofac Surg.* 2024;28(3):1251–8. 10.1007/s10006-024-01250-1
- 87.Muftuoglu O, Guler AY, Karasu HA. The impact of orthognathic surgery on quality of life for class III dentofacial deformities. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2023;61(4):274–7. 10.1016/j.bjoms.2023.03.001
- 88.Lin CH, Chin WC, Huang YS, Chen YR, Tan PWW, Chen JYJ, et al. Short-term and long-term psychological impact and quality of life of patients undergoing orthognathic surgery. *Biomed J.* 2022;45(3):549–56. 10.1016/j.bj.2021.06.002 PMC9421923
- 89.Al-Asfour A, Waheedi M, Koshy S. Survey of patient experiences of orthognathic surgery: health-related quality of life and satisfaction. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2018;47(6):726–31. 10.1016/j.ijom.2017.12.010
- 90.Duarte V, Zaror C, Villanueva J, Werlinger F, Vidal C, Sole P, et al. Changes in health-related quality of life after orthognathic surgery: a multicenter study. *Clin Oral Investig.* 2022;26(4):3467–76. 10.1007/s00784-021-04315-7 PMC8637059
- 91.Geramy A, Mazaheri Nazarifar A, Saffar Shahroudi A, Sheikhzadeh S. Oral health-related quality of life following orthognathic surgery for class III correction its relationship with cephalometric changes. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2019;48(11):1434–9. 10.1016/j.ijom.2019.03.899
- 92.Alanko OME, Svedstrom-Oristo AL, Suominen A, Soukka T, Peltomaki T, Tuomisto MT. Does orthognathic treatment improve patients' psychosocial well-being? *Acta Odontol Scand.* 2022;80(3):177–81. 10.1080/00016357.2021.1977384

8. BIOGRAFIJA AUTORA

Dr Amar Đerlek je rođen 1998. godine u Beogradu. Osnovnu i srednju školu završio je u Novom Pazaru kao nosilac diplome „Vuk Karadžić“. IAS stomatologije na Medicinskom fakultetu Univerziteta u Nišu upisao je 2017. godine, a diplomirao 2022. godine sa prosečnom ocenom 9,42.

Dobitnik je sledećih stipendija i nagrada:

„Dositeja“ koja se dodeljuje najboljim studentima završnih godina studija.

„Grada Novog Pazara za izuzetna postignuća u obrazovanju“.

„Srpskog lekarskog društva za najbolje diplomiranog studenta generacije“.

Pripravnčki staž obavio je na Klinikama Stomatološkog fakulteta u Beogradu, a državni ispit položio u martu 2023. godine. Doktorske akademske studije na Stomatološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu upisao je 2022. godine, gde je položio sve ispite sa prosečnom ocenom 10,0, dok je specijalističke akademske studije iz ortopedije vilica na istoimenom fakultetu upisao februara 2024. godine.

U periodu od 2018-2020. godine bio je član Nastavno-naučnog veća Medicinskog fakulteta Univerziteta u Nišu, a 2021. godine obavljao je funkciju studenta prodekana. Od 2022-2024. godine bio je član Komisije za akreditaciju Nacionalnog tela za akreditaciju i proveru kvaliteta u visokom obrazovanju.

Poslove doktora stomatologije obavljao je u Domu zdravlja Novi Beograd u periodu 2023-2026. godine, a od juna 2026. godine zaposlen je kao klinički lekar na Klinici za ortopediju vilica Stomatološkog fakulteta u Beogradu.

Autor je i koautor više naučnih radova od kojih su tri publikovana u časopisima sa impakt faktorom (Journal Citation Reports lista).

M21a - Međunarodni časopis izuzetnih vrednosti

Kostić M, Ignjatović A, Gligorijević N, Jovanović M, Đorđević NS, Đerlek A, Igić M. Development and psychometric properties of the Serbian version of the Orofacial Esthetic Scale. *J Esthet Restor Dent*. 2023;35(8):1315–1321. doi:10.1111/jerd.13109. (IF 2023 = 3,2).

M22 - Istaknuti međunarodni časopis

Jovanović M, Kostić M, Đorđević NS, Ilić A, Tomić U, Nikolić N, Kesić LJ, Gligorijević N, Igić M, Jovanović R, Đerlek A, Stojanović S, Milašin J. The influence of the tooth preparation finish line position on the expression of matrix metalloproteinase-9 and the presence of periodontopathogens in the gingival crevicular fluid. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2023;27(17):8026–8038. doi:10.26355/eurrev_202309_33564. (IF 2023 = 3,3).

M23 - Međunarodni časopis

Đerlek A, Stefanović N, Stamenković Z, Pajević T, Arsić I, Miličić B, Nedeljković N. Impact of orthognathic surgery on occlusal contacts and bite force distribution in patients with skeletal class III malocclusion by T-Scan™: Prospective clinical pilot study. *Srpski arhiv za celokupno lekarstvo*. 2025;153(11–12):556–561. doi:10.2298/SARH250723081D. (IF 2025 = 0,2).

M34 - Saopštenje sa međunarodnog naučnog skupa štampano u izvodu

Đerlek A, Stefanović N, Puškar N, Kojić K, Nedeljković N. Uticaj ortognatske hirurgije na okluzalne kontakte i distribuciju sile zagrižaja kod pacijenata sa III skeletnom klasom primenom T-Scan sistema. Međunarodni V kongres Ortodontskog udruženja Srbije, 28–29. novembar 2025, Hotel Crowne Plaza, Beograd, Srbija.

Kojić K, Marinković N, Maslar M, Đerlek A, Nedeljković N. ALT-RAMEC protokol u terapiji malokluzije III klase – prikaz slučaja. Međunarodni V kongres Ortodontskog udruženja Srbije, 28–29. novembar 2025, Hotel Crowne Plaza, Beograd, Srbija.

Đerlek A, Damjanović M, Marinković N, Arsić I, Stefanović N. Terapija transversalnih nepravilnosti upotrebom maksilarnog skeletnog ekspandera (MSE) – prikaz slučaja. Međunarodni kongres „Dental Naissa“, 6–8. februar 2026, Medicinski fakultet, Niš, Srbija.

Đerlek A, Stevanović M, Arsić I, Marinković N, Marković J, Nedeljković N. Terapija malokluzije II klase primenom Herbst aparata kao alternativa ortognatskoj hirurgiji – prikaz slučaja. Međunarodni kongres „Dental Naissa 24“, 5–7. april 2024, Medicinski fakultet, Niš, Srbija.

Igić M, Đerlek A, Gligorijević N. Korelacija oblika maksilarnog centralnog sekutića, oblika lica i gornjeg zubnog luka u populaciji sa punim zubnim nizom. Prvi međunarodni simpozijum „Izazovi savremene stomatološke prakse“, 17–18. mart 2023, Novi Pazar, Srbija.

Gligorijević N, Igić M, Đerlek A, Jovanović M. Analiza antropometrijskih parametara lica kod populacije sa punim zubnim nizom. Prvi međunarodni simpozijum „Izazovi savremene stomatološke prakse“, 17–18. mart 2023, Novi Pazar, Srbija.

Kurtagić Dž, Crnišanić E, Đerlek A, Pejčić A. Procena oralnog zdravlja kod pacijenata sa fiksnim ortodontskim aparatima. Prvi međunarodni simpozijum „Izazovi savremene stomatološke prakse“, 17–18. mart 2023, Novi Pazar, Srbija.

M52 - Časopis nacionalnog značaja

Puškar N, Jakovljević A, Simić R, Nikolić N, Miljanović M, Arsić I, Petrović Đ, Đerlek A, Nedeljković N. Unraveling the cleft: A historical and comparative review of non-syndromic orofacial cleft etiology and classification. *Balkan Journal of Dental Medicine*. 2025;29(2):81–89. doi:10.5937/bjdm2502081p.

Kostić M, Igić M, Đerlek A, Gligorijević N, Jovanović M, Burić K, Anđelković Apostolović M. Comparison of the morphological parameters of the face in a population with full dental arch. *Acta Stomatologica Naissi*. 2022;38(86). doi:10.5937/asn2286469K.

M64 - Saopštenje sa naučnog skupa nacionalnog značaja štampano u izvodu

Đerlek A, Jocić S, Stojanović S. Analiza ekspresije odabranih gena tokom osteogene diferencijacije mezenhimskih matičnih ćelija iz zubne pulpe. 61. Kongres studenata biomedicinskih nauka, Kopaonik, Srbija, 2022. Nagrada za najbolju prezentaciju na sesiji.

Jocić S, Đerlek A, Najman S, Janošević P. Ispitivanje ortodontskih materijala za lepljenje bravica u kulturi ćelija in vitro. 61. Kongres studenata biomedicinskih nauka, Kopaonik, Srbija, 2022.

9. IZJAVE

Izjava o autorstvu

Ime i prezime autora: Amar M. Đerlek

Broj indeksa: 4011/2022

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom

„Procena promena okluzije, skeletnih, dentoalveolarnih, mekotkivnih struktura i kvaliteta života kod kombinovane ortodontsko-hirurške terapije pacijenata sa III skeletnom klasom“

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada;
- da disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za sticanje druge diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova;
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

U Beogradu, _____

Potpis autora

Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora: Amar M. Đerlek

Broj indeksa: 4011/2022

Studijski program: Doktorske akademske studije

Naslov rada: „Procena promena okluzije, skeletnih, dentoalveolarnih, mekotkivnih struktura i kvaliteta života kod kombinovane ortodontsko-hirurške terapije pacijenata sa III skeletnom klasom“

Mentor: prof. dr Nenad Nedeljković, prof. dr Neda Stefanović

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao radi pohranjivanja u **Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog naziva doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, _____

Potpis autora

Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

„Procena promena okluzije, skeletnih, dentoalveolarnih, mekotkivnih struktura i kvaliteta života kod kombinovane ortodontsko-hirurške terapije pacijenata sa III skeletnom klasom“

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim prilogima predao sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu i dostupnu u otvorenom pristupu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio.

1. Autorstvo (CC BY)
2. Autorstvo – nekomercijalno (CC BY-NC)
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada (CC BY-NC-ND)
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)
5. Autorstvo – bez prerada (CC BY-ND)
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci. Kratak opis licenci je sastavni deo ove izjave).

U Beogradu, _____

Potpis autora

1. Autorstvo. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.

2. Autorstvo – nekomercijalno. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.

4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.

5. Autorstvo – bez prerada. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.