

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

***CERCETĂRI PRIVIND PREDICTIBILITATEA  
ETAPEI DE WAX-UP - ÎNTRE ANALOG ȘI  
VIRTUAL***

**REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT**

Conducător de doctorat:

PROF. UNIV. DR. ***PĂUNA MIHAELA RODICA***

Student-doctorand:

***VÂLSAN IOANA MONICA***

2024

## Cuprins

<b>Lista cu lucrările științifice publicate în cadrul cercetării doctorale</b>	3
<b>Introducere</b>	4
<b>Parte generală</b>	4
<b>CAPITOLUL 1 – PARAMETRII ESTETICI ȘI FUNCȚIONALI ÎN WAX-UP</b>	4
1.1 Identificarea parametrilor estetici - modalități de înregistrare	
1.2 Identificarea parametrilor funcționali – modalități de înregistrare	
1.3 Înregistrarea și transferul pozițiilor intermaxilare	
1.4 Posibilități de transmitere a datelor către laborator	
<b>CAPITOLUL 2 – TRANSPUNEREA DATELOR DIN DIGITAL SMILE DESIGN ÎN WAX-UP ANALOG ȘI WAX-UP DIGITAL</b>	4
2.1 Tehnica Digital Smile Design	
2.2 Tehnica realizării wax-up convențional/analog	
2.3 Tehnica realizării wax-up virtual	
2.4 Transpunerea intraorală a restaurării analoge sau virtuale realizate prin wax-up	
<b>Contribuția personală</b>	5
<b>CAPITOLUL 3 - IPOTEZA DE LUCRU ȘI OBIECTIVELE GENERALE</b>	5
<b>CAPITOLUL 4 - INFLUENȚA MODIFICĂRILOR MORFOLOGIEI OCLUZALE ASUPRA MIȘCĂRILOR FUNCȚIONALE ALE MANDIBULEI</b>	6
4.1 Introducere	6
4.2 Material și metode	6
4.3 Rezultate	7
4.4 Discuții	7
4.5 Concluzii	7
<b>CAPITOLUL 5 - REZULTATELE BIOLOGICE, ESTETICE ȘI OCLUZALE OBȚINUTE PRIN FOLOSIREA UNUI BONT CERAMIC PERSONALIZAT REALIZAT PRIN TEHNOLOGIA CAD/CAM PENTRU O RESTAURARE PROTETICĂ PE IMPLANT</b>	8
5.1 Introducere	8
5.2 Material și metodă (case report)	8
5.3 Discuții	9
5.4 Concluzii	9
<b>CAPITOLUL 6: ANALIZA COMPARATIVĂ ÎNTRE WAX-UP-UL ANALOG ȘI CEL DIGITAL ÎN REPRODUCEREA DESIGNULUI OCLUZAL</b>	10
6.1 Introducere (ipoteza de lucru și obiectivele specifice)	10
6.2 Material și metodă	10
6.3 Rezultate	12
6.4 Discuții	16
6.5 Concluzii	16
<b>CAPITOLUL 7 – VALIDAREA METODEI DE WAX-UP DIGITAL PRIN ANALIZA COMPARATIVĂ CU WAX-UP-UL ANALOG ÎN REPRODUCEREA MORFOLOGIEI DENTARE ÎN ZONA FRONTALĂ MAXILARĂ</b>	17
7.1 Introducere (ipoteza de lucru și obiectivele specifice)	17
7.2 Material și metodă	17
7.3 Rezultate	19
7.4 Discuții	22
7.5 Concluzii	23
<b>CAPITOLUL 8 – CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE</b>	24
<b>Bibliografie</b>	26

## Lista cu lucrările științifice publicate în cadrul cercetării doctorale

1. **Ioana Monica Vâlsan**, Luminița Oancea, Mihaela Rodica Păuna, Cătălin Găgiu, Alexandru Eugen Petre. "The Influence of Altering the Morphology of the First Mandibular Molar on Functional Mandibular Movements: A Pilot Study". *Dental Oral Biology and Craniofacial Research*. 2021;4(2):2-7. <http://dx.doi.org/10.31487/j.DOBCR.2021.02.01>. [15]

Articolul este redactat pornind de la datele prezentate în Studiul 1 al Tezei de Doctorat (Capitolul 4 – pag. 36-44).

2. **Ioana Monica Vâlsan**, Mihaela Rodica Păuna, Alexandru Eugen Petre, Luminița Oancea. "Biologic and Esthetic Outcome of CAD/CAM Custom Ceramic Implant Abutment: A Clinical Report". *Maedica (Bucur)*. 2021 Mar;16(1):145-148. <https://doi.org/10.26574/maedica.2021.16.1.145>. PMID: 34221171; PMCID: PMC8224707 [16].

Articolul este redactat pornind de la datele prezentate în Studiul 2 al Tezei de Doctorat (Capitolul 5 – pag. 45-51).

3. **Ioana Monica Vâlsan**, Mihaela Rodica Păuna, Luminița Oancea, Rareș Buduru. "REPRODUCTION OF OCCLUSAL DESIGN BETWEEN ANALOG AND DIGITAL WAX-UP". *Romanian Journal of Oral Rehabilitation*. 2024;16(3):470-476. DOI : 10.6261/RJOR.2024.3.16.49 [3].

Articolul este redactat pornind de la datele prezentate în Studiul 3 al Tezei de Doctorat (Capitolul 6 – pag. 52-74).

## **Introducere**

Etapa de diagnosticare și planificare inițială este de o importanță majoră în reabilitări protetice complexe ale aparatului dento-maxilar când anumiți parametri inițiali s-au alterat sau au fost pierduți.

Wax-up-ul este un instrument de bază în elaborarea planurilor de tratament complexe și sofisticate prin faptul că permite o testare clinică a metodei de tratament gândită de medic. Cu ajutorul lui se evaluează și se testează o serie de parametri în funcție de care sunt realizate lucrările protetice, ca de exemplu rapoartele inter-arcadice, spațiile protetice, dimensiunea verticală de ocluzie, forma, dimensiunea și poziția dinților frontali superiori.

Având în vedere toate acestea, scopul acestui studiu este de a identifica dimensiunea optimă a grupului de studiu pentru a cuantifica măsura în care modificarea morfologiei dentare influențează amplitudinea și traseul mișcărilor mandibulare la nivel condilar și dentar.

Previzualizarea rezultatului final în tratamentul protetic fix este folosită cu precădere în cazul restaurărilor din zona frontală, acolo unde accentul se pune pe refacerea aspectului estetic. În zona laterală a arcadei dentare, folosirea restaurărilor protetice are ca rol principal refacerea funcției masticatorii și implicit a reliefului fețelor ocluzale ale dinților restaurați. Relieful feței ocluzale a dinților este unul complex, realizat din forme pozitive (creste și cuspidi), precum și forme negative (șanțuri și fosete), lucru care îngreunează manoperele tehnicianului dentar în procesul de realizare al restaurărilor fixe.

**Partea generală** a tezei, organizată în două capitole are scopul de a pregăti și de a încadra studiile realizate în contextul datelor existente în literatura de specialitate.

**Capitolul 1**, intitulat **”Parametrii estetici și funcționali în wax-up”** – prezintă elementele estetice, faciale și dentare necesare realizării unor lucrări protetice cu un aspect cât mai natural.

**Capitolul 2**, intitulat **”Transpunerea datelor din Digital Smile Design în wax-up analog și wax-up digital”** – prezintă în detaliu procesul de Digital Smile Design, precum și modalitatea prin care datele obținute se pot transpune în realitate folosind wax-up analog/convențional, respectiv wax-up digital.

## Contribuția personală

### CAPITOLUL 3 - IPOTEZA DE LUCRU ȘI OBIECTIVELE GENERALE

Pentru realizarea acestei Lucrări de Doctorat s-a plecat de la ideea de verificare a două metode folosite în tratamentele protetice pentru vizualizarea rezultatelor finale. Este vorba de wax-up-ul analog și cel digital. Pentru prima metodă (wax-up analog), tehnicianul realizează pe modelul preliminar, prin picurare, forma dinților aflați în restaurare. Wax-up-ul digital, fiind realizat tot de către tehnicianul dentar, dar, de această dată operațiunile se desfășoară pe modelul virtual cu ajutorul programelor dedicate pentru modelarea tridimensională.

Pentru a realiza o evaluare cât mai obiectivă a celor două metode de lucru, este necesar ca prin ambele metode să fie reprodusă aceeași formă a dinților, și ulterior cele două rezultate să fie analizate comparativ atât între ele cât și față de situația clinică inițială.

Rolul lucrărilor protetice este de a reface morfologia și funcționalitatea arcadelor dentare afectate de leziuni cu pierdere de substanță sau chiar edentații. Totuși, funcționalitatea este privită în mod diferit în zona frontală comparativ cu zona laterală. Pentru zona frontală, principala funcție vizată în procesul de restaurare este cea estetică, motiv pentru care comparația în zona frontală vizează forma dintelui (fețele axiale dar și marginea incizală). În zona laterală, accentul refacerii funcționale se axează în principal pe partea masticatorie, fapt care limitează studiile comparative la nivelul feței ocluzale a dinților, zone principal responsabile de masticatie.

*Ipoteza studiilor* realizate a fost legată de evaluarea comparativă a celor două metode de wax-up, pentru a stabili gradul de acuratețe obținut atât în zona frontală cât și în zona laterală.

Obiectivele generale ale studiilor au fost următoarele:

- Realizarea prin wax-up analogă și wax-up digital a formei viitoarelor restaurări protetice;
- Analiza comparativă a rezultatelor obținute;
- Analiza comparativă a rezultatelor obținute față de reperul standard;
- Stabilirea gradului de acuratețe pentru cele două metode;

## CAPITOLUL 4 - INFLUENȚA MODIFICĂRILOR MORFOLOGIEI OCLUZALE ASUPRA MIȘCĂRILOR FUNCȚIONALE ALE MANDIBULEI

**4.1 Introducere.** Scopul acestui studiu este de a identifica dimensiunea optimă a grupului de studiu pentru a cuantifica măsura în care modificarea morfologiei dentare influențează amplitudinea și traseul mișcărilor mandibulare la nivel condilar și dentar.

**4.2 Material și metode.** Pentru acest studiu am selectat 10 participanți, selectați, dintr-un grup inițial de 54 subiecți, care au corespuns criteriilor de includere în studiu. Studiul a avut la bază trei etape:

1. În cadrul primei întâlniri a fost completat un istoric medical amănunțit, urmat de un examen dento-maxilar precis pentru stabilirea existenței criteriilor de selecție sau excludere din studiu.

2. În a doua ședință s-a făcut analiza ocluzală inițială, inclusiv mișcările mandibulare; s-au folosit arcul facial virtual, funcția de articulator și modulele de analiză a funcției de la condilograficul Zebris JMA System (Zebris Medical GmbH, Germania) (Figura 4.1, 4.2).



**Figura 4.1** – Arcul facial ajustat pe capul pacientului



**Figura 4.2** – Protocolul de înregistrare a mișcărilor mandibulare

3. În a treia ședință a fost aplicat un strat de compozit fluid de culoare violet pe panta internă a cuspidului mezio-bucal al dintelui 4.6, creând o interferență pe partea nefuncțională în mișcarea de protruzie și, de asemenea, pe partea nefuncțională în mișcarea de lateralitate (Figura 4.3). Furca paraocluzală este reconectată. Etapele analizei condilografice au urmat același protocol ca și în faza anterioară. La final, compozitul fluid a fost îndepărtat cu pietre diamantate roșii și galbene (granulațiile cele mai fine), iar suprafața a fost lustruită cu gume de lustruit și pastă de dinți cu particule de 10 microni folosind lupele.



**Figura 4.3 –**  
Interferențe pe partea nelucrătoare în  
mișcarea de protruzie și cea de  
lateralitate.

Datele rezultate din înregistrările generate de condilograf au fost introduse într-un fișier Excel și prelucrate statistic folosind software-ul SPSS2.

**4.3 Rezultate.** În analiza statistică au fost aplicate testele Kolmogorov-Smirnova și Shapiro-Wilk pentru a verifica normalitatea diferențelor dintre perechile de înregistrări, înainte și după producerea interferenței.

**4.4 Discuții.** Toți parametrii de mișcare au fost modificați pe ambele părți din cauza apariției contactului prematur în zona laterală a arcadei. Rezultatele sunt în concordanță cu cele din literatura de specialitate, acolo unde au fost găsite asocieri dintre interferențe și contacte premature pe partea nefuncțională.

**4.5 Concluzii.** Pe baza analizei descriptive comparative a datelor obținute, s-a observat că prin modificarea morfologiei ocluzale a primului molar inferior și crearea unei interferențe, parametrii de mișcare au prezentat variații în ceea ce privește amploarea și direcția deplasării, atât la nivelul dentar, cât și la nivel condilian. Respectarea morfologiei inițiale și adaptarea ei armonioasă la parametrii funcționali individuali este o bună premisă pentru păstrarea echilibrului între părțile componente ale sistemului dento-maxilar.

## CAPITOLUL 5 - REZULTATELE BIOLOGICE, ESTETICE ȘI OCLUZALE OBTINUTE PRIN FOLOSIREA UNUI BONT CERAMIC PERSONALIZAT REALIZAT PRIN TEHNOLOGIA CAD/CAM PENTRU O RESTAURARE PROTETICĂ PE IMPLANT

**5.1 Introducere.** Acest studiu descrie utilizarea cu succes a unui bont protetic personalizat proiectat cu ajutorul tehnologiei CAD/CAM. Acesta are rezistența și adaptarea precisă a unei interfețe de titan și, de asemenea, avantajele estetice ale nuanțelor de zirconia obținute prin frezare personalizată, fără elemente metalice vizibile.

**5.2 Material și metodă (case report).** Un pacient de 28 de ani a fost îndrumat pentru tratament la clinica noastră, fiind nemulțumit de aspectul gingiei în dreptul unei restaurări pe implant în zona frontală maxilară (Figura 5.1, 5.2).

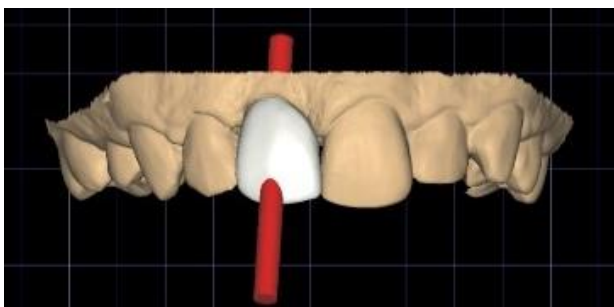


**Figura 5.1** – Aspectul după îndepărtarea restaurării protetice



**Figura 5.2** – Aspectul inițial radiologic.

Pentru îmbunătățirea stării țesutului peri-implantar, a fost inițial generat un design de coroană fixată prin înșurubare, însă, având în vedere axul de implantare, această soluție ar fi necesitat un compromis estetic inacceptabil: orificiul de acces către șurubul de fixare ar fi ieșit pe suprafața vestibulară, în apropierea marginii incizale (Figura 5.3).



**Figura 5.3** – Simularea tridimensională a unei restaurări protetice fixată prin înșurubare pentru cazul clinic analizat.



Capa din zirconia a fost cimentată pe un bont protetic compatibil cu hexagonalul intern al implantului din titan (Ti-Base for CAD-CAM, DSI Dental Implant System, Israel). Bontul protetic din titan a fost sablat pe suprafețele cu care acesta intră în contact cu capa de zirconia, folosind particule de oxid de aluminiu cu diametru de cel mult 50  $\mu\text{m}$  și o presiune a aerului de 0,2 MPa [1].

Bontul hibrid astfel obținut a fost scanat folosind un bont analog. Ulterior, a fost fixat pe implantul dentar folosind un cuplu de strângere de 32Ncm și a fost realizată și o scanare intraorală.

După opt luni de la începerea tratamentului s-a observat un volum stabil al țesuturilor moi peri-implantare, lipsa sângerării și un contur favorabil al acestora. Prin urmare, a fost realizată coroana definitivă din ceramică *e.max* (Ivoclar Vivadent) și fixată prin cimentare (Figura 5.4).



**Figura 5.4** – Aspectul țesuturilor moi peri-implantare după fixarea coroanei de acoperire definitivă realizată din ceramică *e.max* (stânga) precum și aspectul radiologic (dreapta).

**5.3 Discuții.** Mezo-structura din zirconia maschează culoarea cenușie a bontului protetic din titan atât la nivel coronar cât și la nivelul mucoasei [2]. Fixarea capei de zirconia la bontul din titan se realizează extraoral, realizându-se o îndepărtare completă a excesului de material, dar și o finisare superioară a suprafeței cu care bontul hibrid va veni în contact cu țesuturile peri-implantare.

**5.5 Concluzii.** Posibilitatea de personalizare a bonturilor protetice pentru implanturi prin tehnologia CAD-CAM permite realizarea de modele protetice mai rafinate care conduc la restaurări protetice pe implant superioare din punct de vedere al esteticii, al biocompatibilității și al durabilității.

## CAPITOLUL 6: ANALIZA COMPARATIVĂ ÎNTRE WAX-UP-UL ANALOG ȘI CEL DIGITAL ÎN REPRODUCEREA DESIGNULUI OCLUZAL

**6.1 Introducere.** Prin acest studiu, am încercat să analizăm comparativ gradul de acuratețe care se poate obține în reproducerea în condiții similare a designului ocluzal folosind wax-up-ul analog, realizat de tehnicianul dentar, dar și a wax-up-ului digital, realizat cu ajutorul unui program specializat în modelare tridimensională pentru tehnică dentară.

**6.2 Material și metodă.** Dintr-un grup inițial de 10 subiecți au fost selectați pe baza criteriilor de includere în studiu 3 subiecți. Studiul a fost aprobat de Comisia de Etică a Cercetării Științifice al UMF "Carol Davila" București, prin Avizul Nr. 11579/30.04.2024.

La nivelul modelului maxilar, a fost îndepărtat dintelui 1.6 cu ajutorul unei spatule de laborator. Dinții vecini, 1.5 și 1.7, au fost preparați pe model în vederea realizării unei punți cu elemente de agregare coroane de acoperire și corp de punte pentru zona dintelui 1.6. Modelul astfel preparat a fost scanat folosind același aparat, datele fiind actualizate la nivelul softului de modelare (Figura 6.1).



**Figura 6.1** – Modelul de lucru scanat după îndepărtarea dintelui 1.6 și realizarea preparațiilor la nivelul dinților 1.5 și 1.7.

Pe modelul preparat, tehnicianul dentar a realizat o machetă din ceară pentru puntea 1.5-1.7 (*wax-up analog*), iar la finalul procesului de machetare modelul și macheta au fost scanate. S-a obținut astfel un model virtual ce va permite realizarea măsurătorilor în format digital, pentru o mai bună acuratețe. În programul de modelare virtuală (Exocad) s-a realizat o machetă virtuală pentru același caz clinic (*wax-up digital*) folosind analiza dată de program, dar și ajustările necesare realizate de către tehnicianul dentar. Modelul astfel obținut a fost salvat separat pentru realizarea măsurătorilor digitale.

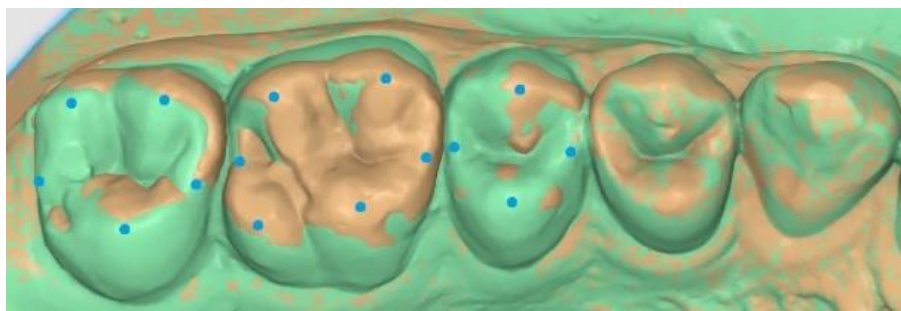
Analiza comparativă a celor două metode de wax-up a fost realizată prin compararea gradului de precizie în reproducerea suprafețelor ocluzale ale celor trei dinți prelucrați (1.5, 1.6 și 1.7) față de situația inițială., folosind programul Medit Design (versiunea 2.1.4), parte a programului Medit Link [3], creat special pentru a compara și analiza date 3D. Programul permite alinierea automată sau manuală a modelelor supuse analizei

comparative. În cazul nostru, modelul inițial a fost setat ca model de referință față de care s-a realizat analiza modelelor pe care s-au realizat cele două tipuri de wax-up. Modulul de afișare al abaterii (Deviation Display Mode) permite setarea nivelului de toleranță într-un interval de la -2 mm la +2 mm față de modelul de referință. Pentru acuratețea cercetării, nivelul de toleranță a fost setat la intervalul (-0,05 mm; +0,05 mm).

Analizele au fost realizate pentru fiecare pacient în parte, comparând prin suprapunere modelele pe care s-a realizat wax-up-ul analog și cel digital față de modelul inițial. Pentru realizarea analizei, strict la nivelul feței ocluzale, au fost stabilite mai multe repere, vizând atât elemente pozitive de relief, cât și elemente negative de relief.

**Elementele pozitive** de relief analizate au fost (15 elemente):

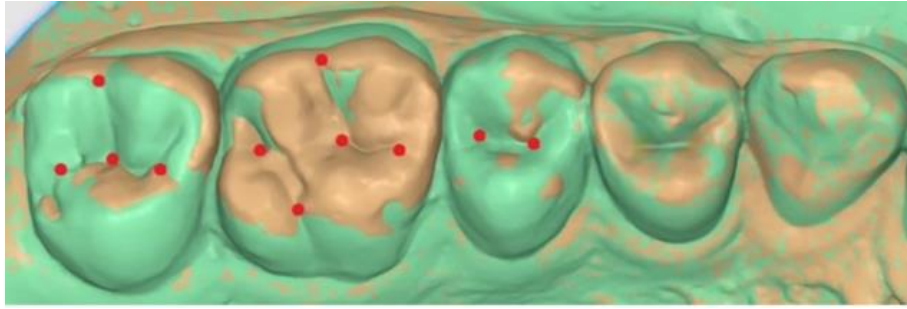
- Cuspizii premolarului 2 superior: vestibular (V) și palatinal (P);
- Cuspizii molarului 1 superior: mezio-vestibular (MV), disto-vestibular (DV), mezio-palatinal (MP) și disto-palatinal (DP);
- Cuspizii molarului 2 superior: mezio-vestibular, disto-vestibular, mezio-palatinal, (cuspidul disto-palatinal având o formă variabilă la nivelul grupului de studiu a fost exclus din măsurători);
- Creasta marginală Mezială a celor trei dinți în dreptul fosetei meziale;
- Creasta marginală Distală a celor trei dinți în dreptul fosetei distale (Figura 6.2);



**Figura 6.2** – Elementele pozitive de relief luate în analiză

**Elementele negative** de relief analizate au fost (11 elemente):

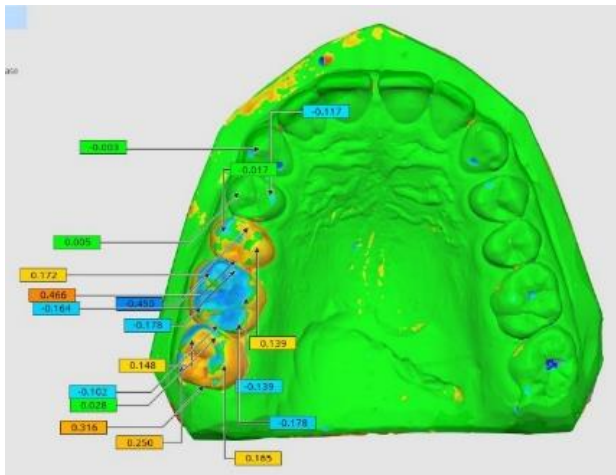
- Foseta mezială (toți dinții analizați);
- Foseta distală (toți dinții analizați);
- Foseta centrală (la nivelul molarilor);
- Șanțul centro-vestibular locul de trecere de pe suprafața ocluzală pe cea vestibulară (la nivelul molarilor);
- Șanțul disto-palatinal locul de trecere de pe suprafața ocluzală pe cea palatinală (la nivelul molarului 1 superior) (Figura 6.3);



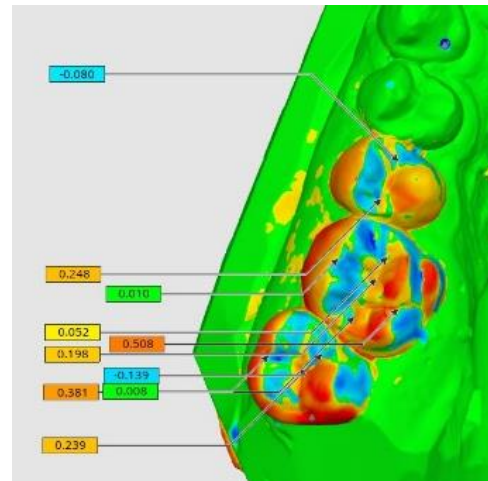
**Figura 6.3** – Elementele negative de relief luate în analiză.

Au fost astfel selectate 26 de repere pentru fiecare pacient, fiind realizate un număr total de 156 de analize comparative. Pentru fiecare model a fost calculată media și deviația standard generală, dar și individuală pentru fiecare dinte în parte. Prezența diferențelor semnificative statistic a fost evaluată folosind testul Kruskal-Wallis ( $p=0,01$ ) [4] [5]. Analiza ulterioară pentru diferențele semnificative identificate a fost realizată folosind testele Wilcoxon Mann-Withney și t-test pentru eșantioane independente [6] [7] [8]. Ipoteza nulă de la care se pleacă este aceea că wax-up-ul analog și cel digital refac în mod asemănător morfologia ocluzală a dinților analizați.

**6.3 Rezultate.** Pentru fiecare model analizat, au fost realizate măsurători pentru elementele de relief pozitive și negative precizate în organizarea studiului (Figurile 6.4 și 6.5).



**Figura 6.4** – Măsurători ale variației formelor pozitive de relief pe modelul restaurat prin wax-up analog.

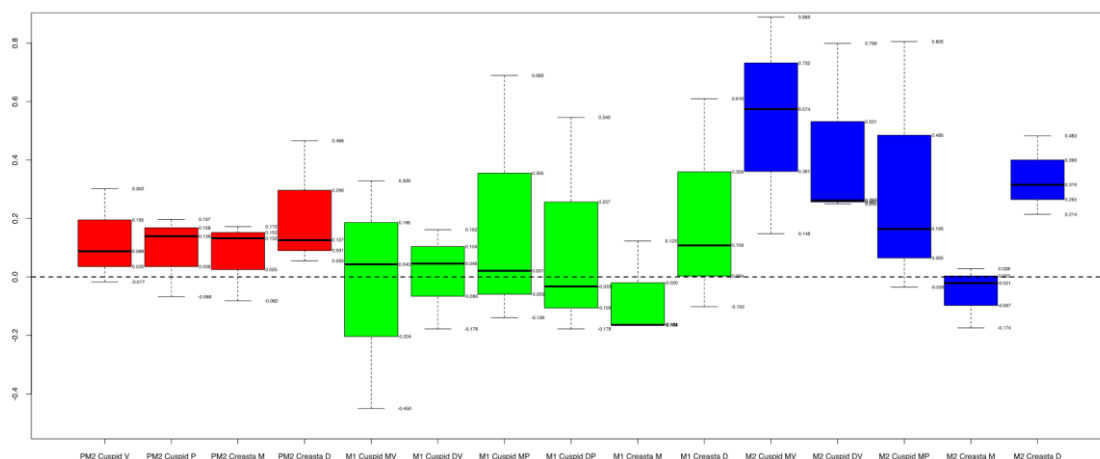


**Figura 6.5** – Măsurători ale variației formelor negative de relief pe modelul restaurat prin wax-up analog.

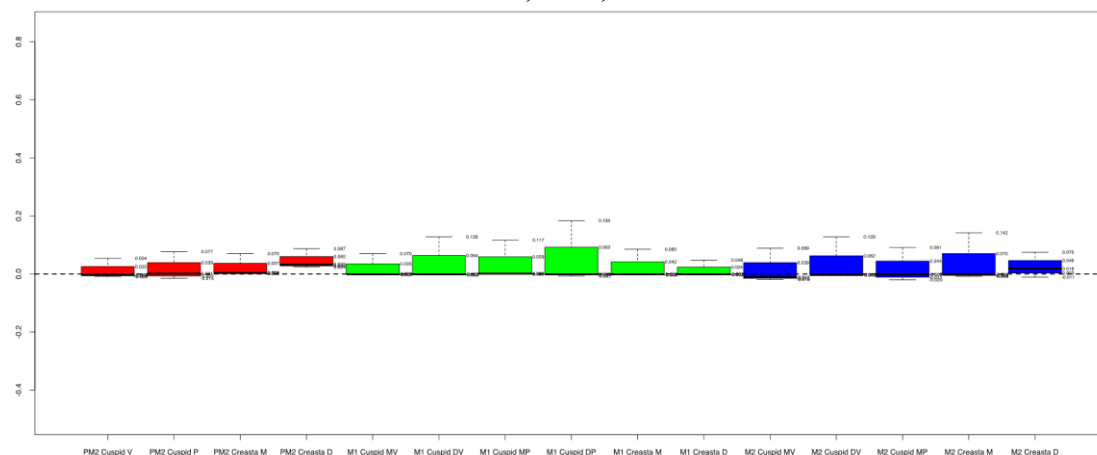
Analiza primară a valorilor a vizat diferențele care apar prin utilizarea celor două variante de wax-up față de situația inițială considerată ca element de reper. Pentru aceasta

au fost analizate separat valorile pentru elementele de relief pozitive, respectiv cele negative.

În Figurile 6.6 și 6.7 sunt analizate variațiile elementelor de relief pozitive pentru cei trei dinți luați în considerare. Linia punctată, care marchează valoarea de 0, reprezintă nivelul la care reperatele sunt situate pe modelul inițial. Variațiile care apar în direcția pozitivă a axei verticale marchează zonele în care obiectele comparate cu situația inițială prezintă supraconturări, în timp ce variațiile care apar în direcția negativă a axei verticale marchează zonele în care machetele sunt subdimensionate comparativ cu dinții inițiali.

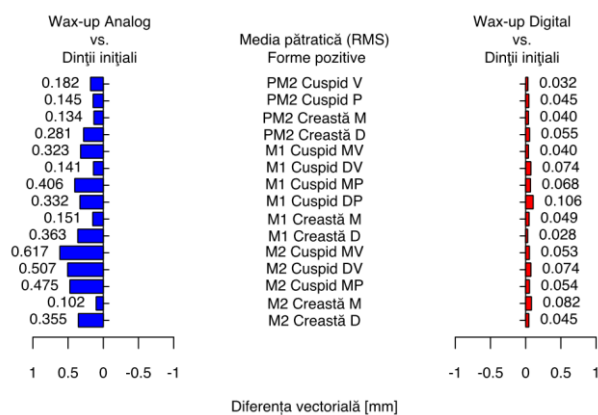


**Figura 6.6** - Comparația la nivelul elementelor de relief pozitive dintre wax-up analog și situația inițială.



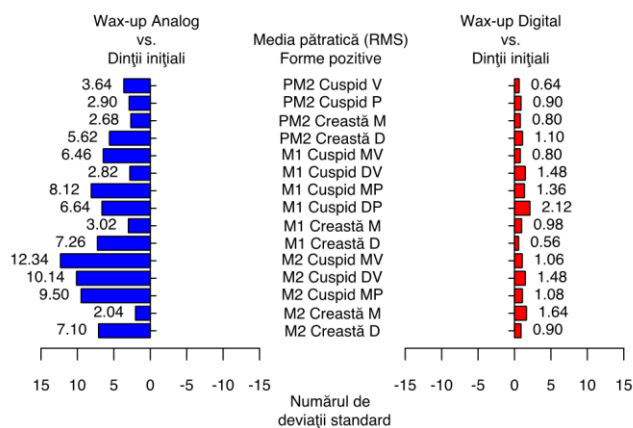
**Figura 6.7**- Comparația la nivelul elementelor de relief pozitive dintre wax-up digital și situația inițială.

Analiza valorilor înregistrate pentru formele de relief pozitive arată variații foarte mici dimensionale pentru wax-up-ul digital comparativ cu cele pentru wax-up-ul analog (Figura 6.8).



**Figura 6.8** – Analiza mediei pătratice (root mean square) pentru formele pozitive de relief restaurate prin cele două tipuri de wax-up.

Analiza numărului de deviații standard (Figura 6.9) pentru formele pozitive de relief arată, în cazul wax-up-ului digital, numărul maxim de deviații standard cu valoarea 2,12 în cazul cuspidului DP al molarului 1, diferențele fiind astfel nesemnificative statistic. Pentru wax-up-ul analog, din cele 15 repere, 9 prezintă un număr de deviații standard mai mare de 5, cel mai semnificativ reper fiind cuspidul MV al molarului 2 pentru care se înregistrează 12,34 deviații standard.



**Figura 6.9** – Analiza deviațiilor standard pentru formele pozitive de relief restaurate prin cele două tipuri de wax-up.

Analiza finală a fost realizată folosind testul Kruskal-Wallis la modul general, pentru toți dinții, dar și individual pentru fiecare dinte în parte, pentru a depista diferențele semnificative statistic. Acolo unde au fost semnalate diferențe valorile au fost analizate folosind și testele Wilcoxon Mann-Withney și t-test, pentru a accentua semnificația statistică. Pentru fiecare valoare măsurată a fost calculată media pătratică a valorilor măsurate pentru cei trei pacienți, rezultatele obținute fiind cele analizate prin cele trei teste anterior menționate.

Pentru premolarul 2, valorile analizate au evidențiat modificări semnificative statistic între cele două metode, valoarea  $p$  fiind sub valoarea de referință stabilită ( $p=0,01$ ) așa cum se poate remarca și din Tabelul VI.1.

**Tabel VI.1** – Semnificația statistică a diferențelor dimensionale în cazul PM2 pentru testele utilizate

<i>Test statistic</i>	<i>Semnificația statistică p-value</i>	<i>Semnificația statistică valoarea exactă</i>
Kruskal-Wallis	$p < 0,01$	$p = 0.006485$
Wilcoxon Mann-Whitney	$p < 0,01$	$p = 0.004329$
Two Sample t-test	$p < 0,01$	$p = 0.004932$

În cazul molarului 1, analiza măsurătorilor a dus la rezultatele prezentate în Tabelul VI.2. Și în acest caz diferențele dintre wax-up-ul analog și wax-up-ul digital sunt semnificative statistic.

**Tabel VI.2** – Semnificația statistică a diferențelor dimensionale în cazul M1 pentru testele utilizate

<i>Test statistic</i>	<i>Semnificația statistică p-value</i>	<i>Semnificația statistică Valoarea exactă</i>
Kruskal-Wallis	$p < 0,01$	$p = 7.105e-05$
Wilcoxon Mann-Whitney	$p < 0,01$	$p = 2.835e-06$
Two Sample t-test	$p < 0,01$	$p = 5.536e-07$

Rezultatele analizei statistice pentru molarul 2, arată de asemenea diferențe semnificative statistic dintre wax-up-ul analog și wax-up-ul digital, așa cu reiese și din Tabelul VI.3.

**Tabel VI.3** – Semnificația statistică a diferențelor dimensionale în cazul M2 pentru testele utilizate

<i>Test statistic</i>	<i>Semnificația statistică p-value</i>	<i>Semnificația statistică Valoarea exactă</i>
Kruskal-Wallis	$p < 0,01$	$p = 0.0006748$
Wilcoxon Mann-Whitney	$p < 0,01$	$p = 0.0001645$
Two Sample t-test	$p < 0,01$	$p = 4.307e-05$

Au fost analizate statistic și valorile generale pentru grupul de dinți evaluat, rezultatele fiind prezentate în și Tabelul VI.4.

**Tabel VI.4** – Semnificația statistică a diferențelor dimensionale în cazul M2 pentru testele utilizate

<i>Test statistic</i>	<i>Semnificația statistică p-value</i>	<i>Semnificația statistică Valoarea exactă</i>
Kruskal-Wallis	$p < 0,01$	$p = 1.628e-09$
Wilcoxon Mann-Whitney	$p < 0,01$	$p = 1.723e-09$
Two Sample t-test	$p < 0,01$	$p = 3.737e-11$

**6.4 Discuții.** Existența diferențelor semnificative statistic se remarcă la toate nivelele de analiză realizate, atât individual pentru fiecare dinte în parte, cât și pentru grupul de dinți. Cu toate acestea putem să remarcăm la analizele individuale, faptul că diferențele cele mai semnificative se regăsesc la nivelul molarului 1, acolo unde tehnicianul dentar a trebuit să înceapă refacerea dintelui de la zero, fără a avea un minim de repere, așa cum se întâmplă în cazul premolarului 2 și molarului 2, pentru care dinții au fost preparați sub forma de bonturi.

**6.5 Concluzii.** Analizând atât macroscopic dar și la nivel de valori măsurate, putem concluziona următoarele:

- Refacerea designului ocluzal folosind wax-up-ul analog tinde să producă modificări volumetrice, valori înregistrate pentru toți dinții analizați, semnificative statistic;
- Modificările volumetrice pentru wax-up analog nu au un tipar fix, dinții restaurați fiind supra- sau subdimensionați în diferite zone;
- Refacerea dinților lipsă creează cele mai mari diferențe volumetrice;
- Refacerea designului ocluzal folosind wax-up digital, produce modificări volumetrice *nesemnificative* din punct de vedere statistic;
- Chiar dacă machetele au fost realizate urmând înregistrările ocluzale, variațiile dimensionale nu au respectat același tipar, existând o diferență evidentă între metoda analogă și cea digitală
- Wax-up-ul analog ține de experiența și îndemânarea tehnicianului dentar, fiecare machetă fiind unică în felul ei;
- Wax-up-ul digital se bazează pe datele stocate de program dar corectate de către tehnician;
- Există diferențe semnificative statistic între machetele realizate prin wax-up analog și wax-up digital;
- Wax-up-ul digital beneficiază de aparatură din ce în ce mai performantă și calibrată pentru a oferi rezultate predictibile în mod regulat.



## **CAPITOLUL 7 – VALIDAREA METODEI DE WAX-UP DIGITAL PRIN ANALIZA COMPARATIVĂ CU WAX-UP-UL ANALOG ÎN REPRODUCEREA MORFOLOGIEI DENTARE ÎN ZONA FRONTALĂ MAXILARĂ**

**7.1 Introducere (ipoteza de lucru și obiectivele specifice).** Obiectivul acestui studiu este de a evalua comparativ estetica dentară obținută folosind două metode de wax-up, analog și digital, în previzualizarea rezultatului final din cadrul tratamentului protetic al zonei frontale maxilare. Pentru aceasta, au fost analizate trei variabile biometrice:

- acuratețea;
- comparația lățimii și înălțimii dinților incluși în studiu;
- simetria individuală și de grup.

**7.2 Material și metodă.** Pentru realizarea acestui studiu, au fost selectați inițial un număr de 22 de pacienți. În urma analizei inițiale, cinci dintre participanți respectau toate criteriile și au fost incluși în grupul de studiu. Studiul a fost aprobat de Comisia de Etică a Cercetării Științifice al UMF ”Carol Davila” București, cu Avizul Nr. 11579/30.04.2024.

Machetarea clasică, *wax-up analog*, a fost realizată folosind tehnici aditive și ceară pentru incrustații. A fost modificată astfel suprafața exterioară a dinților prin supraconturare sau prin îndepărtarea unor părți ale dinților acolo unde a fost cazul. S-a lucrat în permanență cu modelul maxilar montat în articulator. La finalul procesului de machetare, modelul împreună cu wax-up-ul realizat au fost scanate pentru a obține un model virtual utilizat mai departe în analiza comparativă.

Wax-up-ul digital a fost realizat în programul Exocad după montarea modelelor în articulatorul virtual, folosind rezultatul analizei din Digital Smile Design.

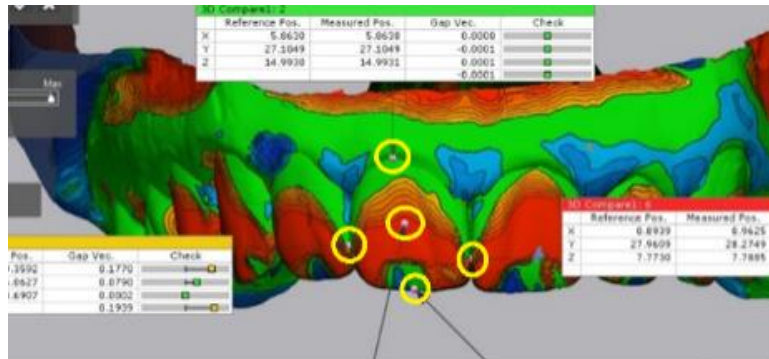
Pentru a evita erorile care pot să apară în procesul de transfer de la wax-up la mock-up, studiul pe care l-am realizat a redus la minim etapele inutile și generatoare de confuzii. Astfel a fost analizat modelul inițial, pe același model s-a realizat wax-up-ul analog, iar pe varianta virtuală, obținută prin scanarea modelului inițial, s-a realizat wax-up-ul digital.

Pentru reducerea erorilor, toate manoperele de laborator au fost realizate de o singură persoană, tehnician dentar cu experiență mai mare de 10 ani. Analizele digitale, au fost realizate de către mine, în calitate de doctorand – evaluator, de asemenea pentru reducerea gradului de eroare.

Pentru fiecare dinte din grupul frontal au fost stabilite cinci repere pentru analiză, după cum urmează (Figura 7.1):

- Zenitul gingival (punctul cel mai înalt al marginii cervicale a dinților);
- Mijlocul marginii incizale sau vârful caninului;

- Jumătatea distanței dintre zenitul gingival și mijlocul marginii incizale/vârful caninului;
- Punctul de contact mezial;
- Punctul de contact distal;



**Figura 7.1** - Reperele biometrice folosite în analiza acurateții.

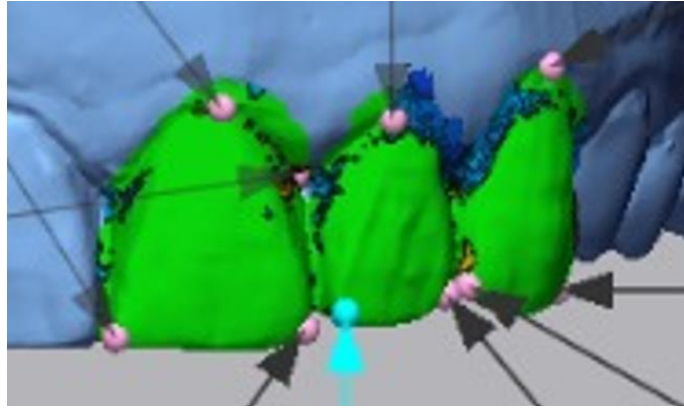
Așa cum se poate observa din Figura 7.1, programul Geomagic Control X, pe baza diferențelor determinate între două modele analizate, poate realiza o hartă de culori. Fiind stabilită o limită de toleranță de  $\pm 0.3$  mm, zonele supra conturate, în care modelul analizat este mai mare decât cel de referință, apar în nuanțe de portocaliu spre roșu, în timp ce zonele subconturate apar în nuanțe de albastru.

Rezultatele pentru cele cinci repere au fost analizate pentru fiecare dinte în analize comparative dintre modele, individual (fiecare reper în parte) și în ansamblu.

*Comparația lățimii și înălțimii dinților incluși în studiu.* Spre deosebire de acuratețe, care oferă detalii la nivelul unor repere alese, acest mod de analiză oferă informații despre dimensiunea dinților în sens vertical și orizontal.

*Analiza simetriei* a vizat modul în care diferite repere stabilite la nivelul dinților se află în simetrie față de planul medio-sagital. Pentru această analiză, folosind programul Geomagic Control X, dinții frontali de pe partea dreaptă au fost inversați în oglindă și suprapuși peste imaginea dinților frontali de pe partea stângă (Figura 7.2). Pentru fiecare dinte au fost analizate următoarele repere:

- Zenitul gingival;
- Unghiul mezio-incizal;
- Unghiul disto-incizal.



**Figura 7.2** - Repere analizate în suprapunerea de imagini.

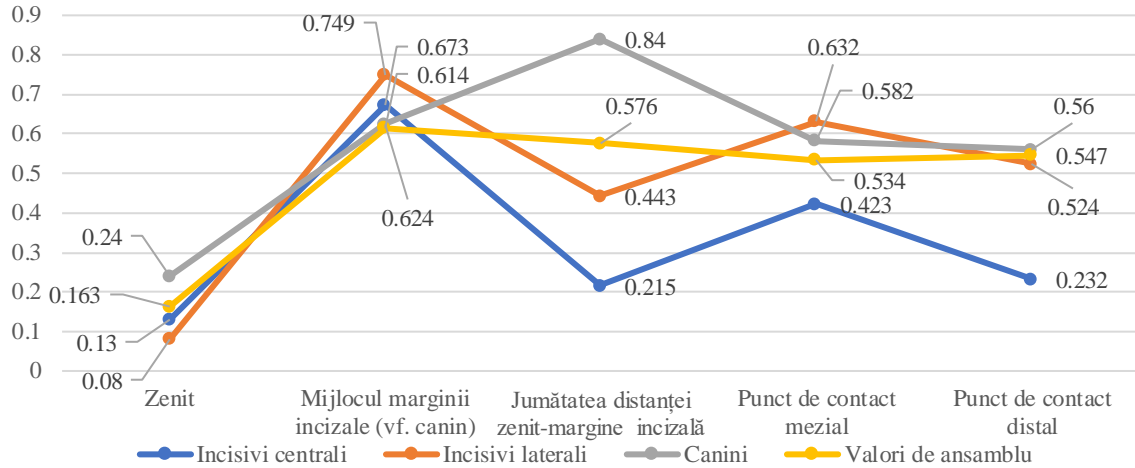
De această dată, simetria a fost analizată doar pentru modelele pe care au fost realizate wax-up-ul analog și cel digital, pentru a evalua cât de simetric au fost modelați dinții incluși în studiu. S-a realizat evaluarea dinților în cadrul aceluiași model, dar și între cele două categorii de modele.

Ținând cont de particularitatea acestui studiu, de dificultatea identificării și introducerii în studiu a pacienților, numărul limitat de pacienți și implicit numărul redus de dinți analizat, s-a impus stabilirea unei limite a valorii  $p$  de 0,05 (95% intervalul de confidență).

Statistic, prezența diferențelor semnificative, pentru toate liniile de analiză, a fost determinată folosind testul Kruskal-Wallis ( $p = 0,05$ ) [9] [5]. Ulterior, au fost utilizate testul Mann-Whitney-Wilcoxon și  $t$ -test, acolo unde au fost identificate diferențe semnificative statistic pentru confirmare [6] [7] [8]. Ipoteza nulă de la care se pleacă este aceea că wax-up-ul analog și cel digital refac în mod asemănător morfologia ocluzală a dinților analizați.

### **7.3 Rezultate**

**7.3.1 Acuratețea.** Analizele legate de acuratețe s-au realizat prin raportarea celor două tipuri de wax-up, analog și digital, la situația clinică inițială. Au fost analizate valorile pentru incisivii laterali și canini, precum și valorile pentru întreg ansamblul de dinți (Figura 7.3).



**Figura 7.3** - Centralizarea valorilor analizate pentru wax-up analog.

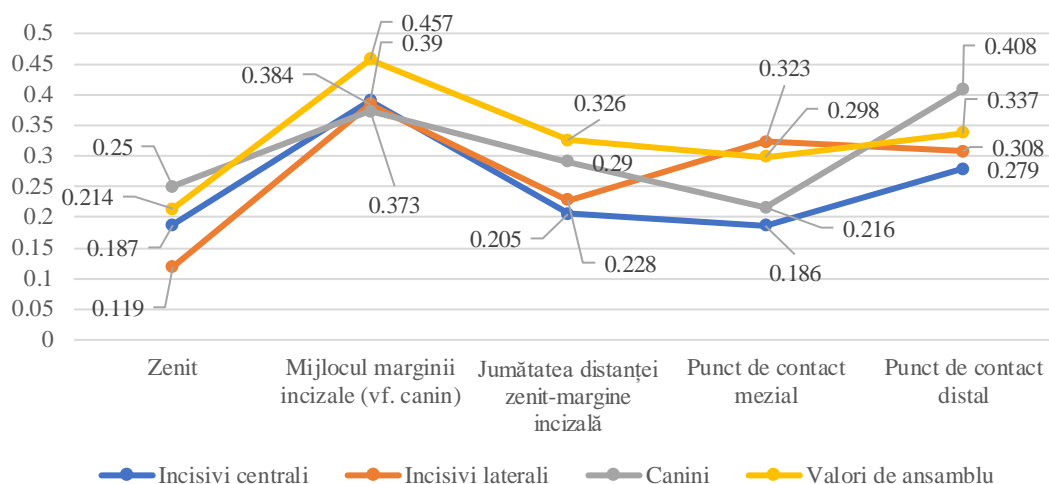
Așa cum se poate remarca, cele mai mici variații apar la nivelul incisivilor centrali (linia albastră – trei din cele cinci repere au valoarea cea mai mică) și asta deoarece sunt cei mai importanți dinți din grupul frontal din perspectiva esteticii și, implicit, li se acordă cea mai mare atenție în timpul restaurării.

În mod asemănător au fost analizate valorile măsurate în cazul wax-up-ului digital pentru a sesiza diferențele față de situația inițială. În prima etapă au fost centralizate valorile medii ale diferențelor vectoriale pentru fiecare tip de reper stabilit, măsurate la nivelul fiecărui dinte (Figura 7.4).



**Figura 7.4** – Exemplu de măsurători realizate în comparația dintre wax-up-ul digital și situația clinică inițială.

S-a realizat analiza pe grupe de dinți, dar și de ansamblu a întregului grup frontal superior.



**Figura 7.5** - Centralizarea valorilor analizate pentru wax-up digital.

În cazul incisivilor laterali superiori, singura diferență semnificativă statistic a fost remarcată în cazul punctului de contact mezial.

Testele suplimentare au confirmat semnificația statistică obținută prin testul Kruskal-Wallis în cazul punctului de contact mezial (Tabel VII.1).

**Tabel VII.1** – Semnificația statistică a diferențelor între wax-up-ul analog și wax-up-ul digital la nivelul incisivilor laterali superior – reper punct de contact mezial.

<i>Test statistic</i>	<i>Semnificația statistică p-value</i>	<i>Semnificația statistică valoarea exactă</i>
<b>Kruskal-Wallis</b>	<b><math>p &lt; 0,05</math></b>	<b><math>p = 0.0472</math></b>
<b>Wilcoxon Mann-Whitney</b>	<b><math>p &lt; 0,05</math></b>	<b><math>p = 0.05556</math></b>
<b>Two Sample t-test</b>	<b><math>p &lt; 0,05</math></b>	<b><math>p = 0.04075</math></b>

În cazul analizei diferențelor de la nivelul caninilor superiori, au fost remarcate diferențe semnificative statistic pentru reperul jumătatea distanței zenit-margine incizală, dar și pentru analiza în ansamblu a reperelor (Tabel VII.2 și VII.3).

**Tabel VII.2** – Valoarea semnificației statistice pentru testul Kruskal-Wallis în analiza diferențelor pentru caninii superiori.

Reper analizat	Semnificație statistică	Semnificația statistică valoarea exactă p – value
<i>Zenit gingival</i>	$p > 0,05$	$p = 0.754$
<i>Vârful caninului</i>	$p > 0,05$	$p = 0.4647$
<i>Jumătatea distanței zenit-margine incizală</i>	<b><math>p &lt; 0,05</math></b>	<b><math>p = 0.0472</math></b>
<i>Punct de contact mezial</i>	$p < 0,05$	$p = 0.4647$
<i>Punct de contact distal</i>	$p > 0,05$	$p = 0.3472$
<i>Toate reperele</i>	<b><math>p &lt; 0,05</math></b>	<b><math>p = 0.03051</math></b>

**Tabel VII.3** – Semnificația statistică a diferențelor între wax-up-ul analog și wax-up-ul digital la nivelul caninilor superiori în analiza de ansamblu a tuturor reperelor.

<i>Test statistic</i>	<i>Semnificația statistică p-value</i>	<i>Semnificația statistică valoarea exactă</i>
Kruskal-Wallis	<b><math>p &lt; 0,05</math></b>	<b><math>p = 0.03051</math></b>
Wilcoxon Mann-Whitney	<b><math>p &lt; 0,05</math></b>	<b><math>p = 0.03039</math></b>
Two Sample t-test	<b><math>p &lt; 0,05</math></b>	<b><math>p = 0.0186</math></b>

Analiza tuturor reperelor pentru întregul grup de dinți studiat, a arătat că există o diferență semnificativă statistic între metoda wax-up analog și wax-up digital, chiar dacă individual pentru fiecare reper în parte nu există diferențe semnificative (Tabel VII.4).

**Tabel VII.4** – Valoarea semnificației statistice pentru testul Kruskal-Wallis în analiza diferențelor pentru ansamblul de dinți analizat.

<b>Reper analizat</b>	<b>Semnificație statistică</b>	<b>Semnificația statistică valoarea exactă p – value</b>
<i>Zenit gingival</i>	$p > 0,05$	$p = 0.6015$
<i>Vârful caninului</i>	$p > 0,05$	$p = 0.0758$
<i>Jumătatea distanței zenit- margine incizală</i>	$p > 0,05$	$p = 0.1172$
<i>Punct de contact mezial</i>	$p > 0,05$	$p = 0.3472$
<i>Punct de contact distal</i>	$p > 0,05$	$p = 0.1172$
<b><i>Toate reperatele</i></b>	<b><math>p &lt; 0,05</math></b>	<b><math>p = 0.01266</math></b>

**7.4 Discuții.** Predictibilitatea obținerii unui rezultat estetic cât mai bun cu ajutorul tratamentului protetic nu este ghidată de niște principii exacte, bine definite. În timp, au fost propuse numeroase modalități care utilizau diferite aspecte sau elemente morfologice pentru direcționarea tratamentului către un rezultat cât mai apropiat de cerințele pacienților, bazate pe principii idealiste sau formule matematice [10]. Cu toate acestea, zâmbetul este dominat de subiectivitatea umană și este departe de o formulă matematică precisă. Din acest motiv, proiectarea lucrărilor protetice în zona frontală trebuie să țină cont de toți factorii implicați: medic, tehnician dentar și pacient. Transpunerea fizică a viitoarelor lucrări este o sarcină pe care tehnicianul trebuie să o rezolve fie prin metode clasice, fie prin metode moderne de modelare. Avantajele tehnicilor moderne sunt evidente, dar consumul de timp poate fi un impediment în economia întregului proces.

De la apariția fluxurilor tehnologice digitale, majoritatea problemelor legate de precizia dimensională a lucrărilor au fost remediate. Cu toate acestea, aspectele de finețe

sunt încă analizate pentru a vedea dacă tehnologia digitală poate fi folosită cu succes în tratamentele protetice din zona frontală maxilară, care necesită realizarea de lucrări provizorii care ajută la previzualizarea rezultatului final [11].

Acest studiu, așa cum a fost conceput, are o formă unică prin modul de structurare și reperele luate în calcul pentru analiză. Există studii care au analizat repere diferite față de prezentul studiu, arătând totuși eficiența metodei de wax-up digital [12] [13]. Cu toate acestea, prin acest studiu s-a dorit extinderea reperelor analizate, stabilite ca fiind definitorii pentru dinții din zona frontală și cu impact semnificativ asupra zâmbetului uman [14].

Totodată, trebuie remarcat faptul că utilizarea unui număr mare de repere a dus la obținerea de rezultate semnificative statistic în ceea ce privește calitatea restaurărilor realizate prin wax-up digital.

### **7.5 Concluzii**

Limitele impuse de studiu și, în special, dificultatea cu care pot fi găsiți pacienții potriviți pentru criteriile de includere în studiu, au dus la reducerea nivelului de încredere de la 99% la 95%. Au fost, astfel, obținute rezultate care confirmă eficiența utilizării tehnicii de wax-up digital comparativ cu tehnica de wax-up analog.

*Acuratețea* este semnificativ statistic mai bună în cazul folosirii wax-up-ului digital ( $p = 0.01266$ ) la nivel general, chiar dacă individual, pe grupe de repere sau grupe de dinți, nu se obțin diferențe semnificative statistic.

*Analiza înălțimii și a lățimii* dinților analizați nu a semnalat diferențe semnificative între cele două metode de wax-up, relevând rezultate care au la bază diferența dimensională a dinților analizați.

În mod asemănător *acurateții*, valorile pentru *simetria* restaurărilor au arătat faptul că, deși individual, pe repere sau grupe de dinți, diferențele nu sunt semnificative, la modul general, folosind metoda de wax-up digital se obțin restaurări cu o simetrie semnificativă statistic mai bună față de metoda de wax-up analog.

Creșterea numărului de pacienți incluși în studiu va avea ca efect principal creșterea nivelului de încredere la 99% ( $p=0,01$ ), și eventual obținerea de rezultate semnificative pentru studiul legat de lățimea și înălțimea dinților din zona frontală restaurați folosind wax-up digital.

## CAPITOLUL 8 – CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE

Pe baza studiilor realizate în cadrul acestei Lucrări de Doctorat se pot contura următoarele concluzii:

- prin modificarea morfologiei ocluzale a primului molar inferior și crearea unei interferențe, parametrii de mișcare au prezentat variații în ceea ce privește amploarea și direcția deplasării, atât la nivelul dentar, cât și la nivel condilian. Respectarea morfologiei inițiale și adaptarea ei armonioasă la parametrii funcționali individuali este o buna premisă pentru păstrarea echilibrului între părțile componente ale sistemului dento-maxilar;
- posibilitatea de personalizare a bonturilor protetice pentru implanturi prin tehnologia CAD-CAM permite realizarea de modele protetice mai rafinate care conduc la restaurări protetice pe implant superioare din punct de vedere al esteticii, al biocompatibilității și al durabilității;
- refacerea designului ocluzal folosind wax-up-ul analog tinde să producă modificări volumetrice, valori înregistrate pentru toți dinții analizați, semnificative statistic;
- modificările volumetrice pentru wax-up-ul analog nu au un tipar fix, dinții restaurați fiind supra- sau subdimensionați în diferite zone;
- refacerea dinților lipsă creează cele mai mari diferențe volumetrice;
- refacerea designului ocluzal folosind wax-up-ul digital, produce modificări volumetrice *neseemnificative* din punct de vedere statistic;
- în mod asemănător, variațiile nu urmează un anumit tipar, deși în ambele cazuri au fost urmate înregistrările ocluzale;
- wax-up-ul analog ține de experiența și îndemânarea tehnicianului dentar, fiecare machetă fiind unică în felul ei;
- wax-up-ul digital se bazează pe datele stocate de program, dar corectate de către tehnician;
- există diferențe semnificative statistic între machetele realizate prin wax-up analog și wax-up digital;
- wax-up-ul digital beneficiază de aparatură din ce în ce mai performantă și calibrată pentru a oferi rezultate predictibile în mod regulat;



- *Acuratețea* este semnificativ statistic mai bună în cazul folosirii wax-up-ului digital ( $p = 0.01266$ ) la nivel general, chiar dacă individual, pe grupe de repere sau grupe de dinți, nu se obțin diferențe semnificative statistic;
- Analiza *înălțimii și a lățimii* dinților analizați nu a semnalat diferențe semnificative între cele două metode de wax-up, relevând rezultate care au la bază diferența dimensională a dinților analizați;
- În mod asemănător acurateții, valorile pentru *simetria* restaurărilor au arătat faptul că, deși individual, pe repere sau grupe de dinți, diferențele nu sunt semnificative, la modul general, folosind metoda de wax-up digital, se obțin restaurări cu o simetrie semnificativă statistic mai bună față de metoda de wax-up analog;
- Creșterea numărului de pacienți incluși în studiu va avea ca efect principal creșterea nivelului de încredere la 99% ( $p=0,01$ ), și eventual obținerea de rezultate semnificative pentru studiul legat de lățimea și înălțimea dinților din zona frontală restaurați folosind wax-up digital;
- Au fost astfel, obținute rezultate care confirmă eficiența utilizării tehnicii de wax-up digital comparativ cu tehnica de wax-up analog.

## Bibliography

1. **Ebert A, Hedderich J, Kern M.** Retention of zirconia ceramic copings bonded to titanium abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2007, Vol. 22, 6, pg. 921-7.
2. **Tribst JPM, Dal Piva AMO, Borges ALS, Bottino MA.** Different combinations of CAD/CAM materials on the biomechanical behavior of a two-piece prosthetic solution. *Int J Comput Dent.* 2019, Vol. 22, 2, pg. 171-176.
3. **Medit.** MEDIT Link. *meditlink.com.* [Interactiv] [Citat: 18 02 2024.] <https://www.meditlink.com/home>.
4. **Statistics, Laerd.** Kruskal-Wallis H Test using SPSS Statistics. *Laerd Statistics.* [Interactiv] [Citat: 16 01 2024.] <https://statistics.laerd.com/spss-tutorials/kruskal-wallis-h-test-using-spss-statistics.php>.
5. **McDonald JH.** Kruskal-Wallis test. *Handbook of Biological Statistics.* [Interactiv] [Citat: 16 01 2024.] <http://www.biostathandbook.com/kruskalwallis.html>.
6. **Sava FA.** Tehnici de comparatie între grupuri - Testele parametrice t si z. *Pagina de statistică socială.* [Interactiv] [Citat: 16 01 2024.] [https://statisticasociala.tripod.com/teh\\_par.htm](https://statisticasociala.tripod.com/teh_par.htm).
7. **LaMorte WW.** Mann Whitney U Test (Wilcoxon Rank Sum Test). *Nonparametric Tests.* [Interactiv] [Citat: 16 01 2024.] [https://sphweb.bumc.bu.edu/otlt/mph-modules/bs/bs704\\_nonparametric/bs704\\_nonparametric4.html](https://sphweb.bumc.bu.edu/otlt/mph-modules/bs/bs704_nonparametric/bs704_nonparametric4.html).
8. **McClenaghan E.** Mann-Whitney U Test: Assumptions and Example. *technologynetworks.com.* [Interactiv] [Citat: 16 01 2024.] <https://www.technologynetworks.com/informatics/articles/mann-whitney-u-test-assumptions-and-example-363425>.
9. **Laerd Statistics.** Kruskal-Wallis H Test using SPSS Statistics. *Laerd Statistics.* [Interactiv] [Citat: 16 01 2024.] <https://statistics.laerd.com/spss-tutorials/kruskal-wallis-h-test-using-spss-statistics.php>.
10. **Magne P, Gallucci GO, Belser UC.** Anatomic crown width/length ratios of unworn and worn maxillary teeth in white subjects. *J Prosthet Dent.* 2003, Vol. 89, 5, pg. 453-61. doi: 10.1016/S0022-3913(03)00125-2. PMID: 12806322.
11. **Kollmuss M, Jakob FM, Kirchner HG, Ilie N, Hickel R, Huth KC.** Comparison of biogenetically reconstructed and waxed-up complete occlusal surfaces with respect to the original tooth morphology. *Clin Oral Investig.* 2013, Vol. 17, 3, pg. 851-7. doi: 10.1007/s00784-012-0749-6.
12. **Abduo J, Bennamoun M, Tennant M, McGeachie J.** Impact of digital prosthodontic planning on dental esthetics: Biometric analysis of esthetic parameters. *J Prosthet Dent.* 2016, Vol. 115, 1, pg. 57-64. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.07.005.
13. **Abduo J, Bennamoun M.** Three-dimensional image registration as a tool for forensic odontology: a preliminary investigation. *Am J Forensic Med Pathol.* 2013, Vol. 34, 3, pg. 260-6. doi: 10.1097/PAF.0b013e31829f6a29.
14. **Roca-Obis P, Rius-Bonet O, Zamora-Olave C, Willaert E, Martinez-Gomis J.** Sex-specific reference values for the crown heights of permanent anterior teeth and canines for assessing tooth wear. *Acta Odontol Scand.* 2023, Vol. 81, 1, pg. 73-78. doi: 10.1080/00016357.2022.2084157.
15. **Vâlsan MI, Oancea L, Păuna MR, Gagiuc C, Petre AE.** The Influence of Altering the Morphology of the First Mandibular Molar on Functional Mandibular Movements: A Pilot Study. *Dent Oral Biol and Craniofacial Res.* 2021, Vol. 4, 2, pg. 1-7. doi: 10.31487/j.DOBCCR.2021.02.01.
16. **Valsan IM, Pauna MR, Petre AE, Oancea L.** Biologic and Esthetic Outcome of CAD/CAM Custom Ceramic Implant Abutment: A Clinical Report. *Maedica (Bucur).*

- 2021, Vol. 16, 1, pg. 145-148. doi: 10.26574/maedica.2020.16.1.145. PMID: 34221171; PMCID: PMC8224707.
17. **Paolucci B, Calamita M, Coachman C, Gurel G, Shayder A, Hallawell P.** Visagism: The Art of Dental Composition. [autorul cărții] Duarte S. *Quintessence of Dental Technology 2012*. London : Quintessence Pub Co, 2012, pg. 187-201.
  18. **McLaren EA, Culp L.** Smile Analysis - The Photoshop® Smile Design Technique: Part I. *J Cosm Dent*. 2013, Vol. 29, 1, pg. 94-108.
  19. **Măcriș A.** *Estetică dentară. Reconstrucții coronare. Soluții de tratament*. București : Ed. Universitară "Carol Davila", 2014. pg. 15-47.
  20. **Goldstein RE, Chu SJ, Lee EA, Stappert CFJ.** *Ronald E. Goldstein's Esthetics in Dentistry*. 3rd ed. Hoboken : John Wiley & Sons, Inc, 2018. pg. 17-701. Vol. 1.
  21. **Dorobăț V, Stanciu D.** *Ortodonție și ortopedie dento-facială*. București : Ed. Medicală, 2014. pg. 153-177.
  22. **Petre A, Ioniță S, Trăistaru T.** Criteriile estetice în medicina dentară consemnate în literatura de specialitate. *Rom J Stom*. 2011, Vol. 51, 4, pg. 278-286.
  23. **Layton DM, Morgano SM, Muller F, Kelly JA, Nguyen CT et al.** The Glossary of Prosthodontic Terms. *J Prosthet Dent* 2023. 10th edition, 2023, Vol. 130, 4s1, pg. e1-e126. PII: S0022-3913(23)X0002-X.
  24. **Coachman C.** Digital Smile Design. *digitalsmiledesign.com*. [Interactiv] 2015. [Citat: 11 02 2024.] <https://digitalsmiledesign.com/>.
  25. **Perdosa VO, Franca FMG, Florio FM, Basting RT.** Study of the morpho-dimensionial relationship between the maxillary central incisors and the face. *Braz Oral Res*. 2011, Vol. 25, 3, pg. 210-6. doi: 10.1590/s1806-83242011005000010.
  26. **Manfredini D, Perinetti G, Guarda-Nardini L.** Dental malocclusion is not related to temporomandibular joint clicking: a logistic regression analysis in a patient population. *Angle Orthod*. 2014, Vol. 84, 2, pg. 310-5. doi: 10.2319/041613-295.1.
  27. **Manfredini D, Stellini E, Marchese-Ragona R, Guarda-Nardini L.** Are occlusal features associated with different temporomandibular disorder diagnoses in bruxers? *Cranio*. 2014, Vol. 32, 4, pg. 283-8. doi: 10.1179/2151090314Y.00000000008.
  28. **Manfredini D, Perinetti G, Stellini E, Di Leonardo B, Guarda-Nardini L.** Prevalence of static and dynamic dental malocclusion features in subgroups of temporomandibular disorder patients: Implications for the epidemiology of the TMD-occlusion association. *Quintessence Int*. 2015, Vol. 46, 4, pg. 341-9. doi: 10.3290/j.qi.a32986.
  29. **Wang C, Yin X.** Occlusal risk factors associated with temporomandibular disorders in young adults with normal occlusions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2012, Vol. 114, 4, pg. 419-23. doi: 10.1016/j.oooo.2011.10.039.
  30. **Radke JC, Kull RS, Sethi MS.** Chewing movements altered in the presence of temporomandibular joint internal derangements. *Cranio*. 2014, Vol. 32, 3, pg. 187-92. doi: 10.1179/0886963413Z.00000000028.
  31. **Kutkut A, Abu-Hammad O, Mitchell R.** Esthetic Considerations for Reconstructing Implant Emergence Profile Using Titanium and Zirconia Custom Implant Abutments: Fifty Case Series Report. *J Oral Implantol*. 2015, Vol. 41, 5, pg. 554-61. doi: 10.1563/AAID-JOI-D-12-00274.
  32. **Alani A, Corson M.** Soft tissue manipulation for single implant restorations. *Br Dent J*. 2011, Vol. 211, 9, pg. 411-6. doi: 10.1038/sj.bdj.2011.904.
  33. **Qutub OA, Basunbul GI, Binmahfooz AM.** Influence of abutment material on the shade of dental implant restorations in the esthetic zone: a single case report. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2019, 11, pg. 73-80. doi: 10.2147/CCIDE.S199635.

34. **Tribst JPM, Piva AMDOD, Borges ALS, Bottino MA.** Influence of crown and hybrid abutment ceramic materials on the stress distribution of implant-supported prosthesis. *Rev Odontol UNESP*. 2018, Vol. 47, 3, pg. 149-154. doi:10.1590/1807-2577.04218.
35. **Lops D, Bressan E, Chiapasco M, Rossi A, Romeo E.** Zirconia and titanium implant abutments for single-tooth implant prostheses after 5 years of function in posterior regions. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2013, Vol. 28, 1, pg. 281-7. doi: 10.11607/jomi.2668.
36. **Bertolini Mde M, Kempen J, Lourenço EJ, Telles Dde M.** The use of CAD/CAM technology to fabricate a custom ceramic implant abutment: a clinical report. *J Prosthet Dent*. 2014, Vol. 111, 5, pg. 362-6. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.08.016.
37. **Adolfi D, Tribst JPM, Adolfi M, Dal Piva AMO, Saavedra GSFA, Bottino MA.** Lithium Disilicate Crown, Zirconia Hybrid Abutment and Platform Switching to Improve the Esthetics in Anterior Region: A Case Report. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2020, 12, pg. 31-40. doi: 10.2147/CCIDE.S234980.
38. **Papadiochou S, Pissiotis AL.** Marginal adaptation and CAD-CAM technology: A systematic review of restorative material and fabrication techniques. *J Prosthet Dent*. 2018, Vol. 119, 4, pg. 545-551. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.07.001.
39. **Farag E, Sabet A, Ebeid K, El Sergany O.** Build angle effect on 3D-printed dental crowns marginal fit using digital light-processing and stereo-lithography technology: an in vitro study. *BMC Oral Health*. 2024, Vol. 24, 1, pg. 73. doi: 10.1186/s12903-024-03851-4.
40. **Muric A, Gokcen Röhlig B, Ongul D, Evlioglu G.** Comparing the precision and reproducibility of computer-aided occlusal design to conventional methods. *J Prosthodont Res*. 2019, Vol. 63, 1, pg. 110-114. doi: 10.1016/j.jprior.2018.10.002.
41. **Orozco-Varo A, Arroyo-Cruz G, Martínez-de-Fuentes R, Jiménez-Castellanos E.** Biometric analysis of the clinical crown and the width/length ratio in the maxillary anterior region. *J Prosthet Dent*. 2015, Vol. 113, 6, pg. 565-70.e2. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.11.006.
42. **Shaweesh AI, Al-Dwairi ZN, Shamkhey HD.** Studying the relationships between the outlines of the face, maxillary central incisor, and maxillary arch in Jordanian adults by using Fourier analysis. *J Prosthet Dent*. 2015, Vol. 113, 3, pg. 198-204. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.08.009.
43. **Scoble HO, White SN.** Compound complex curves: the authentic geometry of esthetic dentistry. *J Prosthet Dent*. 2014, Vol. 111, 6, pg. 448-54. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.10.025.
44. **Raj V.** Esthetic paradigms in the interdisciplinary management of maxillary anterior dentition-a review. *J Esthet Restor Dent*. 2013, Vol. 25, 5, pg. 295-304. doi: 10.1111/jerd.12028.
45. **Machado AW, Moon W, Gandini LG Jr.** Influence of maxillary incisor edge asymmetries on the perception of smile esthetics among orthodontists and laypersons. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013, Vol. 143, 5, pg. 658-64. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.02.013.