

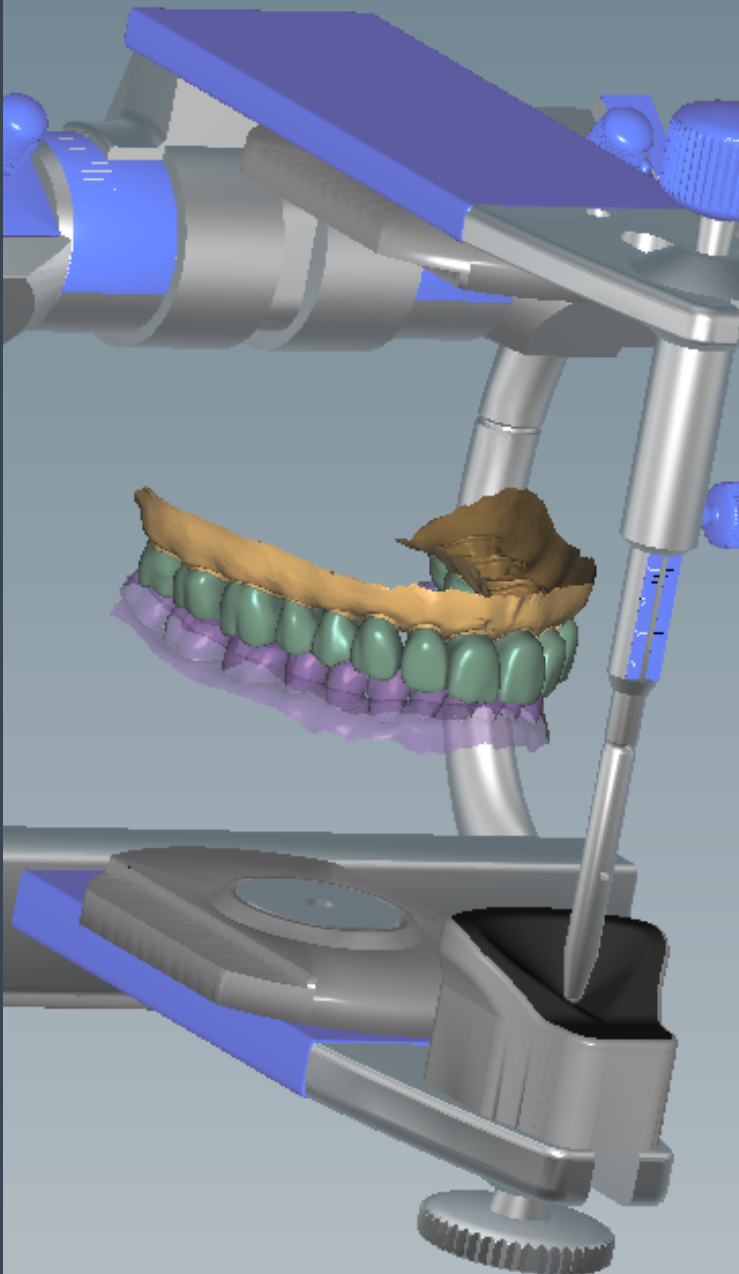
UNIVERSITATEA DE  
MEDICINĂ ȘI FARMACIE  
"CAROL DAVILA"  
BUCUREȘTI  
FACULTATEA DE MEDICINĂ  
DENTARĂ

**CONSIDERAȚII PRIVIND  
ROLUL  
ARTICULATORULUI  
DENTAR ÎN  
PREDICTIBILITATEA  
TRATAMENTELOR  
PROTETICE**

**Teză de doctorat**  
Rezumat

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC  
PROF. UNIV. DR. MIHAELA  
RODICA PĂUNA

DOCTORAND  
DR. OANA CRISTINA  
CHIRILĂ



**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE “CAROL DAVILA”**

**BUCUREȘTI**

**FACULTATEA DE MEDICINĂ DENTARĂ**

**CONSIDERAȚII PRIVIND ROLUL  
ARTICULATORULUI DENTAR ÎN  
PREDICTIBILITATEA TRATAMENTELOR  
PROTETICE**

**Rezumat – Teză de doctorat**

**Conducător științific,**

**Prof. Univ. Dr. Mihaela Rodica Păuna**

**Doctorand,**

**Dr. Oana Cristina Chirilă**

**2017**

## CUPRINS

<b>Introducere.....</b>	<b>10</b>
<b>PARTE GENERALĂ</b>	
<b>Capitolul 1 Anatomia și fiziologia articulației temporo-mandibulare.....</b>	<b>12</b>
1.1 Dezvoltarea embriologică a articulației temporo-mandibulare.....	13
1.2 Structura articulației temporo-mandibulare.....	13
1.2.1 Capsula articulară.....	13
1.2.2 Discul articular.....	14
1.2.3 Fosa mandibulară.....	14
1.2.4 Tuberculul articular.....	14
1.2.5 Condilul mandibular.....	14
1.2.6 Ligamentele ATM.....	15
1.3 Inervatia articulației temporo-mandibulare.....	16
1.4 Vascularizatia articulației temporo-mandibulare.....	16
<b>Capitolul 2 Ocluzia dentară.....</b>	<b>17</b>
2.1 Concepte ocluzale.....	17
2.2 Analiza ocluziei dentare.....	20
2.2.1 Ocluzia dentară statică.....	20
2.2.2 Anatomia dentară.....	20
2.2.3 Intercuspidarea maximă.....	21
2.2.4 Relația centrică.....	22
2.2.5 Poziția mandibulară de repaus.....	23
2.3 Ocluzia dinamică.....	23
2.3.1 Mișcarea de propulsie.....	25
2.3.2 Mișcarea de lateralitate.....	25
2.3.3 Mișcarea de retropulsie.....	27
<b>Capitolul 3 Studiul dinamicii mandibulare.....</b>	<b>29</b>
<b>Capitolul 4 Determinanții morfologiei ocluzale.....</b>	<b>33</b>
4.1 Determinantul posterior.....	33
4.2 Determinantul anterior.....	34
4.3 Determinanții verticali ai morfologiei ocluzale.....	34
4.3.1 Efectul ghidajului condilian asupra înalțimii cuspidiene.....	34
4.3.2 Efectul ghidajului anterior asupra morfologiei cuspidiene.....	35
4.3.3 Influența mișcării de translație laterale imediate.....	36
4.3.4 Influența unghiului Bennett asupra morfologiei ocluzale.....	36
4.3.5 Influența curburii Spee asupra morfologiei ocluzale....	37
4.4 Analiza sistematică a literaturii de specialitate cu privire la influența parametrilor articulari asupra morfologiei ocluzale.....	37
<b>Capitolul 5 Articulatele dentare în studiul ocluziei dentare.....</b>	<b>41</b>
5.1 Articulatorul dentar - istoric.....	42
5.2 Sisteme de clasificare a articulatelelor.....	44
5.2.1 Articulatorul neadaptabil.....	45
5.2.2 Articulatele semi-adaptabile.....	46
5.2.3 Articulatele arcon și non-arcon.....	46

	5.3 Variabile articulare.....	47
	5.3.1 Înclinarea pantei condiliene.....	47
	5.3.2 Unghiul Bennett.....	48
	5.3.3 Mișcarea Bennett.....	48
	5.3.4 Distanța intercondiliană.....	48
	5.4 Proceduri asociate programării unui articulator semi-adaptabil.....	49
	5.4.1 Arcurile faciale.....	49
	5.4.2 Înregistrările interocluzale.....	51
	5.5 Indicațiile articuloarelor dentare.....	52
	5.6 Articulatele dentare virtuale.....	52
<b>PARTE PERSONALĂ</b>		
<b>Capitolul 6</b>	<b>Metodologia cercetării științifice.....</b>	<b>56</b>
	6.1 Motivația alegerii temei.....	56
	6.2 Scop.....	56
	6.3 Direcții de cercetare și tipuri de studii.....	57
<b>Capitolul 7</b>	<b>EVALUAREA NIVELULUI DE CUNOȘTINȚE ȘI A ATITUDINII MEDICILOR STOMATOLOGI ÎN RAPORT CU UTILIZAREA ARTICULATELOR DENTARE.....</b>	<b>59</b>
	7.1 Introducere.....	59
	7.2 Scop.....	61
	7.3 Materiale și metodă.....	61
	7.4 Rezultate.....	64
	7.5 Discuții.....	75
	7.6 Concluzii preliminare.....	80
	7.7 Recomandări.....	80
<b>Capitolul 8</b>	<b>EFACTUL ERORILOR DE MONTARE A MODELELOR ÎN ARTICULATORUL DENTAR ASUPRA MORFOLOGIEI OCLUZALE.....</b>	<b>82</b>
	8.1 Introducere.....	82
	8.2 Materiale și metodă.....	83
	8.3 Rezultate.....	83
	8.4 Discuții.....	101
	8.5 Concluzii preliminare.....	103
<b>Capitolul 9</b>	<b>STUDIUL EFECTELOR VARIABILELOR ARTICULARE ASUPRA MORFOLOGIEI OCLUZALE</b>	
	9.1 Introducere.....	105
	<b>9.2 Scop.....</b>	<b>105</b>
	9.3 Materiale și metodă.....	106
	9.4 Rezultate.....	112
	9.5 Discuții.....	130
	9.6 Concluzii preliminare.....	134
<b>Capitolul 10</b>	<b>Concluzii finale.....</b>	<b>136</b>
Bibliografie	.....	140
Anexe		
	<b>Anexa A</b> Mușchii mobilizatori ai mandibulei.....	150
	<b>Anexa B</b> Clasificarea arcurilor faciale.....	151
	<b>Anexa C</b> Clasificarea articuloarelor dentare.....	152
	<b>Anexa D</b> Indicațiile sistemelor de articulare.....	153
	<b>Anexa E</b> Sisteme de articulare virtuală disponibile .....	154

## INTRODUCERE

La începuturile medicinei dentare restaurative și protetice, restaurările dentare erau realizate prin tehnici directe intraoral. Aceste procedee reprezentau o provocare atât pentru medicul stomatolog, cât și pentru pacient, atât din punct de vedere al calității restaurării realizate, cât și al confortului și duratei întregii proceduri. Odată cu evoluția tehnologiei materialelor, noile tehnici implementate au presupus realizarea de restaurări prin metode indirecte și prin folosirea modelelor de lucru din diferite materiale. Următorul pas evolutiv a vizat identificarea unor metode de articulare a modelelor de lucru, iar la începutul secolului XIX era propusă pentru prima dată utilizarea articulatorului dentar și a arcului facial în acest sens. Această abordare vizează sistemul oro-dentar ca pe un întreg, prin corelarea dinamicii mandibulare și a morfologiei ocluzale cu articulația temporo-mandibulară.

Articulația temporo-mandibulară ocupă un rol important în cadrul sistemul stomatognat, atât din punct de vedere al anatomiei, fiziologiei, patologiei cât și al tratamentului. Corelațiile dintre articulația temporo-mandibulară, ocluzia dentară și cinematica mandibulară au reprezentat subiectul de studiu a numeroase cercetări științifice până la momentul actual.

Evoluția culturală, științifică și tehnologică modifică modul în care sunt abordate problemele de sănătate atât din punct de vedere al diagnosticului, cât și al soluțiilor terapeutice. Se urmăresc metode precise, rapide, ușor reproductibile și nesupuse erorilor umane de diagnostic. Din punct de vedere al tratamentului, medicii caută să ofere pacienților lor soluții moderne, durabile, confortabile și economice din punct de vedere al timpului necesar realizării și integrării lor. Tehnicile contemporane pun un accent deosebit pe integrarea funcțională a fiecărei restaurări dentare realizate, fără perturbarea echilibrului sistemului stomatognatic.

În acest sens, utilizarea articuloarelor dentare mecanice sau virtuale, ce corespund tehnicilor CAD/CAM, devine fundamentală în practica stomatologică, având în vedere că acestea asigură obținerea unor lucrări protetice superioare din punct de vedere anatomic, fără riscul de a da naștere unor efecte negative la nivelul aparatului dento-maxilar.

În ultimele decenii, particularitățile mișcărilor mandibulare au fost utilizate și drept indicatori diagnostici pentru disfuncțiile temporo-mandibulare. În acest sens este nevoie de introducerea folosirii unor sisteme performate de simulare a mișcărilor mandibulare în protocoalele de diagnostic. Aceste sisteme pot fi reprezentate de articuloare mecanice sau

virtuale. Dorința de evitare a creării de interferențe ocluzale poate constitui un motiv în sine pentru implemetarea utilizării pe scară largă a articuloarelor dentare, acestea reprezentând echivalente mecanice ale dinamicii mandibulare. Factorii geometrici legați de funcționalitatea articuloarelor precum înclinare condiliana, distanța intercondilină, înglobarea sau nu a mișcării de translație laterală imediată sau folosirea unei axe balama arbitrară, pot reprezenta factori de eroare în construcția lucrărilor protetice dentare. Ocluzologia și noțiunile legate de ATM și funcționalitatea articuloarelor dentare rămân însă un domeniu stăpânit de controverse. În acest sens, în cadrul cercetării de față, ne-am propus să analizăm gradul de cunoaștere al medicilor stomatologici despre utilizarea articuloarelor dentare, al gradului general de utilizare al acestora, precum și al înțelegerii necesității și avantajelor pe care le implică acestea. Deoarece deținerea cunoștințelor legate de manoperele specifice ce țin de înregistrarea, transferul și montarea modelelor la nivelul articuloarelor este esențială pentru a obține o reproducere exactă a situației clinice a pacientului, în a doua parte a lucrării vom analiza efectele erorilor de montare asupra morfologiei ocluzale.

Un alt obiectiv al cercetării este reprezentat de identificarea elementelor ce țin de funcționalitatea articuloarelor dentare și modul în care acestea pot avea repercusiuni asupra morfologiei dentare și implicit a calității lucrărilor protetice. Pentru a îndeplini obiectivele alese, am ales metode computerizate moderne de simulare a condițiilor articulare și de măsurare precisă a parametrilor de interes, folosind o metodă standardizată de studiu. Se dorește ca prezentarea sistematică a informațiilor legate de gradul de familiarizare a medicilor dentiști cu sistemele de articulare, precum și a importanței și efectelor corespondențelor mecanice ai determinanților morfologiei ocluzale asupra calității lucrărilor protetice, să constituie un imbold pentru clinicieni în vederea implementării utilizării articuloarelor dentare în practica de zi cu zi.

Shavel: *“un dentist poate trata un caz de reabilitare orală completă cu un articulador semi-ajustabil, atât timp cât acesta posedă un creier complet ajustabil”*.

## PARTEA GENERALĂ

### **CAPITOLUL 1 al părții generale cuprinde noțiuni despre ANATOMIA ȘI FIZIOLOGIA ARTICULAȚIEI TEMPORO-MANDIBULARE**

Articulația temporo-mandibulară (ATM), considerată cea mai complexă articulație a organismului uman, este o articulație de tip ginglimo-artroïdal, ce realizează o legătură mobilă între baza craniului și mandibulă cu rolul de a susține funcțiile aparatului dento-maxilar.

Cele mai importante funcții pe care articulația temporo-mandibulară le îndeplinește sunt masticția și vorbirea, dar aspectele legate de ATM reprezintă interes pentru medicii dentisti, ortodonți, fizioterapeuți, radiologi, reumatologi sau chirurghi. Provocările pe care le ridică abordarea articulației temporo-mandibulare din punct de vedere al diagnosticului și tratamentului își au originea în particularitățile de structură, funcție, simptomatologie, patologie, terapie, adaptabilitate și imagistică.

Articulația temporo-mandibulară este o articulație de tip ginglimo-artroïdal, formulare ce rezulta din alăturarea a doi termeni: “*ginglimos*” din limba greacă, cu sensul de articulație balama ce permite realizarea de mișcări în sens antero-posterior într-un singur plan, și “*arthrodia*”, cuvânt ce provine din limba latină post-clasică și presupune mișcarea de alunecare între două suprafețe (1)(2). Din punct de vedere al structurii, articulația temporo-mandibulară este o articulație sinovială compusă din menisc, suprafețe osoase, capsulă fibroasă, fluid sinovial, membrane și ligamente. Aceasta este diferită de celelalte articulații prin faptul că suprafețele articulare sunt acoperite de fibrocartilaj și nu de cartilaj hialin, și prezintă un grad însemnat de incongruență între ele (3).

Alte elemente particulare ale articulației temporo-mandibulare țin de tipul de mișcări ce pot fi realizate de mandibulă. Astfel, aceste mișcări nu sunt ghidate doar de suprafețele osoase, mușchi și ligamente, ci și de modul în care oclud dinții și conduc mișcările mandibulare, cele două articulații fiind conectate de un singur os – mandibula și neavând capacitatea de a efectua mișcări independente una de cealaltă.

### **CAPITOLUL 2 abordează tema OCLUZIEI DENTARE**

Ocluzia dentară reprezintă raportul static sau dinamic ce se realizează între arcadele dentare, constituindu-se din totalitatea contactelor posibile dintre dinții antagoniști. În continuare sunt trecute în revistă noțiuni despre **CONCEPTE OCLUZALE**

De-a lungul timpului au fost enunțate o serie de concepte legate de ocluzia ideală. În 1926, McCollum emite teoria gnatologică prin care acordă rolul principal articulației

temporo-mandibulare în funcționalitatea sistemului stomatognat (4). În 1955 McCollum împreună cu Stuart publică un raport de cercetare, prin care fundamentează Conceptul Gnatologic, pe care îl descriu ca studiul și tratamentul întregului aparat dento-maxilar privit în mod unitar. Observațiile lor conduc la îmbunătățirea percepției referitoare la mișcările mandibulare, axa balama terminală, relațiile intermaxilare și a arcurilor faciale. Din punct de vedere al abordării practice, aceștia creează primul articulator complet adaptabil – gnatografal.

Teoria lor consideră că ghidajul anterior funcționează independent de ghidajul condilian și descrie panta condiliană drept un reper fix la adulți (5). În practică, McCollum, Schuyler și alții sunt adepții conceptului ocluziei balansate în restaurările realizate pe dinți naturali, dar observă în timp ca aceasta abordare nu este ideală, întâmpinând eșecuri în practica medicală (6). Într-un articol din 1960, Stuart și Stallard adoptă conceptul protecției mutuale ocluzale, ce înlocuiește conceptul ocluziei balansate (7). În ocluzia protejată mutual, dinții anteriori protejează dinții posteriori în cursul mișcărilor excentrice ale mandibulei și dinții posteriori protejează dinții anteriori de supraîncărcare ocluzală în pozițiile statice. Condițiile ocluzale ale teoriei protecției mutuale presupun ca intercuspидarea să se realizeze în ocluzie centrică, condilii să fie poziționați în relație centrică și ca în dinamică mișcarea de lateralitate să fie condusă de canini, iar mișcarea de propulsie de dinții anteriori (8).

Schuyler este adeptul conceptului “freedom in centric” și adoptă o teorie conform căreia relația centrică este mai mult un concept biologic decât o poziție anatomică. Acest concept prevede ca la nivelul fosetelor centrale există un platou ce permite cuspizilor antagoniști un grad de libertate de 0,5-1 mm în mișcările excentrice neinfluențate de dinți (9). Schuyler este de părere că ghidajul incizal neînsoțit de libertatea de glisare a mandibulei din ocluzie centrică într-o poziție de intercuspидare mai anterioară va bloca ocluzia posterioară. Dawson folosește termenul de “*long centric*” pentru a descrie această situație, concept ce asociază aspecte particulare vizând poziția capului și închiderea mandibulei din poziția de repaus postural.

Wiskott și Belser propun o schemă ocluzală simplificată atât pentru restaurările cu întindere redusă, cât și pentru reabilitările complexe. Conceptul lor prevede un număr redus de contacte dento-dentare în zona posterioară, un singur contact în relație cuspid-fosă pe dinte fiind suficient. De asemenea, aceștia consideră necesară existența de contacte interdentare ferme pentru a fi asigurată stabilitatea mezio-distală a dinților. Mai mult, teoria lor prevede dezocluzia dinților posteriori pentru a evita interferențele în mișcările excentrice

ale mandibulei. Autorii afirmă că această schemă ocluzală asigură stabilitate ocluzală, corespunde din punct de vedere estetic, iar echilibrările sunt ușor de realizat (10).

Hobo și Takayama se concentrează pe obținerea unei scheme ocluzale corelate cu determinații dinamicii mandibulare. Aceștia consideră că înclinarea cuspidiană este cel mai obiectiv determinant al ocluziei, având în vedere că acesta este un parametru fix și mai puțin subiectiv decât înclinarea pantei condiliene sau a pantei incisive. Aceștia au încercat să determine o valoare standard a unghiului cuspidian, independent de unghiul condilian și incizal, făcând astfel posibil calculul valorii dezocluziei. În acest sens, au fost propuse diferite modalități de programare a variabilelor articulare pentru a corespunde fiecărei scheme ocluzale (Tabel 2.1, 2.2, 2.3) (11).

Dawson consideră că formula pentru o ocluzie ideală este rezumată în sintagma “puncte în spate, linii în față” (“*dots in the back, lines in the front*”). Astfel, prima condiție în acest sens ar fi prezența de contacte simultane, de intensități egale la nivelul tuturor dinților când complexul disc-condil este așezat la nivelul cavităților glenoide. Zonele de contact ocluzal de la nivelul dinților posteriori sunt dispuse la nivelul vârfului cuspidiene și au aspect punctiform. Liniile de la nivelul fețelor palatinale ale dinților frontali reprezintă materializarea ghidajului cu contact dento-dentar dintre punctul de contact de la nivelul feței palatinale, din relație centrică până la nivelul marginii incizale în cursul mișcărilor de lateralitate și propulsie. Această formulă reprezintă practic contactele dento-dentare din relație centrică și dezocluzia tuturor dinților laterali imediat ce mandibula părăsește poziția de relație centrică (13).

Privind în ansamblu, ocluzia dentară prezintă o importanță deosebită atât din punct de vedere al diagnosticului, cât și al tratamentului. Ocluzia dentară trebuie abordată

Urmează conceptul ocluziei funcționale, elaborate de Pankey, Mann și Schuyler (PMS). Conceptul lor de reabilitare orală se bazează pe teoria sferică a ocluziei, emisă de Monson. Filozofia PMS presupune existența contactelor simultane la nivelul caninilor și dinților posteriori pe parte lucrătoare în mișcări latero-excentrice (ghidaj de grup) și conducerea mișcării de propulsive doar de dinții anteriori (12).

### **CAPITOLUL 3 abordează STUDIUL DINAMICII MANDIBULARE**

Cercetările timpurii asupra mișcării mandibulare au arătat că în timpul propulsiei are loc o separare imediată a dinților posteriori, consecința deplasării antero-inferioare a condilului de-a lungul eminentei articulare. Acest fenomen a fost pentru prima oară adus atenției de către Carl Christensen, în articolul “*Problema mușcăturii*”, el fiind cel ce a sugerat

că o înregistrare interocluzală cu ceară ar putea fi înglobată în programarea unui articulator în vederea individualizării traiectului condililor (14).

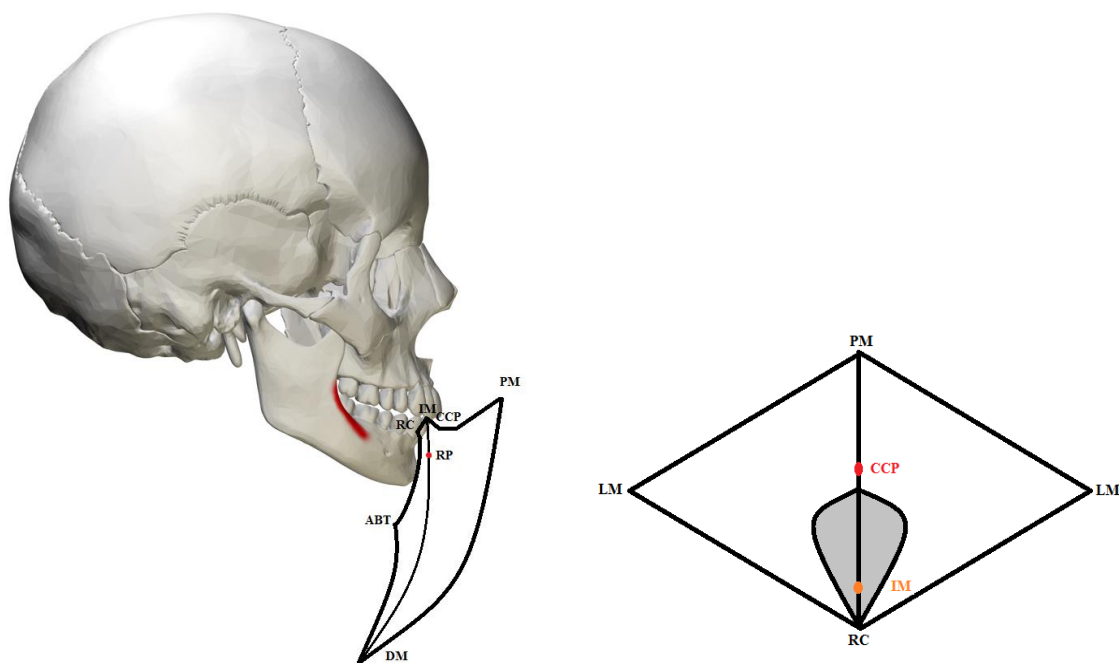
Mai târziu, Luce folosește un arc pantografic mandibular cu care realizează o descriere a traiectoriei condililor, considerând că aceștia se deplasează anterior și inferior de-a lungul unei traiectorii curbe (15). Există multipli opinii legate de asocierea dintre înclinarea eminentei articulare și traiectul pe care îl descrie condilul în mișcările de propulsie și deschidere a mandibulei.

Unii autori sugerează că condilul urmează îndeaproape forma anatomică a eminentei articulare, în timp ce alți autori consideră că există un grad de libertate al condilului la nivelul ATM și ca traiectoria pe care acesta o adoptă în timpul propulsiei poate fi diferită de profilul tuberculului articular (16) (17). Corbett folosește teleradiografii și înregistrări axiografice în scopul identificării unei legături între traiectoria protruзивă a condilului și forma anatomică a tuberculului articular. Studiul sau sugerează existența unei corelații între cele două și că traiectorie protruziei condilului este influențată de profilul eminentei articulare (18). În același scop, Widman folosește un axiograf SAM II și teleradiografii de profil, rezultatele sale identifică un indice de corelație de 0,89 între traiectoria condilului în propulsie și anatomia eminentei articulare identificate radiologic (19).

Prin folosirea de echipamente speciale de înregistrare, precum pantografele, kineziografele, arcurile faciale digitale, este posibil că mișcările mandibulare să fie înregistrare în raport cu un plan particular de referință (sagital, orizontal, frontal). Punctul de referință folosit, denumit punct incisiv, localizat între marginile incizale ale celor doi incisivi centrali mandibulari, va descrie mișcările limită sau mișcările anvelopei funcționale în cursul realizării mișcărilor de lateralitate, propulsie sau retruzie maxime sau uzuale.

Caracteristicile mișcărilor mandibulare sunt dificil de înregistrat, redat și descris obiectiv. Uzual, în protetica dentară și chirurgia ortognatică sunt folosite articuloarele mecanice pentru a simula condițiile ocluzale statice și dinamice ale pacientului. Pe piață sunt disponibile o serie de articuloarele mecanice, majoritatea lor sunt capabile să reproducă cinematica mandibulară printr-o mișcare de rotație a mandibulei în jurul unui singure axe ce trece prin doi condili arbitrari (20). Mișcările mandibulare sunt însă mult mai complexe, și implică de asemenea mișcări de translație simultan cu mișcările de rotație. Astfel, cinematica mandibulară este greu de reprodus și descris cu precizie (21). Mai nou, se consideră că în scopul înțelegerii conceptelor și funcționalității dinamicii ocluzale și pentru integrarea acestor particularități este necesară modelarea mișcărilor mandibulare.

Posselt arată că mișcările mandibulare sunt reproductibile și că toată gama de mișcări mandibulare se desfășoară în interiorul ariei determinate de mișcările limită mandibulare. Lundeen realizează de asemenea experimente ce vizează caracterul mișcărilor limită mandibulare, urmărind semnificația lor, prin gravarea mișcărilor la nivelul unor blocuri de plastic. Prin analizarea histogramelor obținute, acesta realizează o corelație între diferenții parametrii articulari și proprietățile mișcărilor mandibulare. Astfel, Lundeen arată existența unei corelații între înclinarea condiliană de parte nelucrătoare, mișcarea Bennett pe care o asociază și morfologia ocluzală a molarului secund (22). Observațiile sale acordă o importanță deosebită mișcării Bennett în conformarea ocluzală a dinților laterali. Acesta concluzionează că pacienții cu mișcări Bennett excesive ce asociază un ghidaj anterior redus sau lipsă, reprezintă cea mai mare provocare în reabilitările ocluzale, eliminarea interferențelor fiind dificilă. În cazul acestor pacienți, Lundeen recomandă utilizarea unui articulator complet adaptabil.



**Fig. 3.1**

**Mișcările limită mandibulare din normă sagitala: RC = relația centrică, ÎM = intercuspidare maximă, CCP = cap la cap în propulsive, PM = propulsie maximă, DM = deschidere maximă, traseul cuprins între RC și ABT reprezintă deschiderea gurii în axă balama terminal, RP = poziția de repaus a mandibulei (23)**

**(2) Mișcări limită mandibulare în plan orizontal: LM = lateralitate maximă, aria gri = aria mișcărilor funcționale**

Mișcările limită în plan sagital includ mai multe componente: (a) mișcarea de deschidere cu debut din poziția de relație centrică, ce presupune rotația condililor în jurul ABT și primii 20-25 mm de deschidere ai gurii. Pe măsură ce se realizează o mai mare distanțare între cele două maxilare, mișcarea de rotație a condilului continuă, dar este acum

acompaniată și de o deplasare anterioară a condilului mandibular. În acest timp, mentonul se deplasează inferior și spre posterior, până în poziția de deschidere maximă a gurii.

În 1952, Posselt folosește un sistem pantografic pentru a caracteriza mișcările limită și mișcările funcționale în plan orizontal. Histograma obținută îmbracă aspectul unui romb și înglobează unghiul sau arcul gotic cu o deschidere de aproximativ 120°. Aspectul acestei histograme furnizează detalii importante despre disfuncțiile ce pot interesa desfășurarea mișcărilor de lateralitate și propulsie, în aceste situații fiind descrise trasee întrerupte, deviate, cu amplitudini modificate (Fig. 3.1).

#### **CAPITOLUL 4 prezintă ANALIZA LITERATURII DE SPECIALITATE CU PRIVIRE LA INFLUENȚA PARAMETRIILOR ARTICULARI ASUPRA MORFOLOGIEI OCLUZALE**

În scopul de a identifica corelații între valorile variabilelor programabile la nivelul articuloarelor dentare și morfologia ocluzală, am realizat o sinteză sistematică a literaturii de specialitate. Analiza sistematică s-a realizat în conformitate cu ghidul PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis*), printr-o căutare electronică avansată sistematică a bazei de date PubMed/MEDLINE, folosind o combinație de cuvinte cheie specifice (85). De asemenea, s-au identificat articole suplimentare prin căutarea manuală a *Journal of Prosthetic Dentistry*, pentru perioada cuprinsă între ianuarie 1965 și august 2016. Mai mult, au fost parcurse referințele bibliografice ale articolelor deja selectate în scopul identificării de titluri suplimentare. Căutarea electronică inițială a rezultat într-un număr de 1509 de articole. După procedurile de deduplicare și analiză a titlurilor, rezumatelor și în ultima fază a articolelor în întregime, s-a selectat un număr de 13 articole ce au constituit obiectul recenziei sistematice.

Bellanti investighează semnificația articuloarelor semi-ajustabile și complet ajustabile, măsurând efectele dimensiunii intercondiene, al momentului și direcției mișcării Bennett și al formei carcusei condiliene asupra morfologiei ocluzale. Autorul consideră că variațiile în toate setările de mai sus duc la erori ocluzale, ce necesită mai mult de o ajustare minimă în pozițiile excentrice pentru a corespunde din punct de vedere ocluzal (24).

Scott raportează că modificările în poziția axei balama terminale într-un interval de 12,5 mm, au un efect foarte mic asupra configurației ocluzale, în cazul în care dimensiunea verticală a ocluziei este nealterată (25). Investigații computerizate conduse de Morneburg și Proschel, au constatat, de asemenea, că identificarea unei axe balama terminale arbitrare corespunde exigențelor clinice în cazul în care modificările dimensiunii verticale de ocluzie nu depășesc 2 mm. Atunci când ajustările verticale depășesc 4 mm, se recomandă

determinarea axei balama cinematice în scopul transferului și montării modelelor dentare (26).

Piehslinger și colab. arată că o variație a poziției ABT de 5 mm se traduce în erori ocluzale mai mari de 0,1 mm și că erorile ocluzale sunt direct proporționale cu deplasarea sau înclinarea axei balama terminale. Piehslinger constată, de asemenea, existența unei corelații între distanța de la punctul ocluzal de referință la axa balama și dimensiunea erorii (27).

Referitor la rolul înclinării pantei condiliene, Scott arată că angularea eminenței articulare are un efect mai redus asupra conformării cuspidiene, decât ghidajul anterior sau alți determinanți ocluzali (28). Această constatare este similară cu studiul lui Bellanti, în care constată că o eminență articulară înclinată determină cuspidi cu 0,1 mm mai înalți la nivelul dinților hemiarcadei lucrătoare și cuspidi cu 0,2 mm mai scurți la nivelul dinților hemiarcadei nelucrătoare, ambele abateri fiind considerate a se încadra în variația clinică corectabilă. Aull studiază determinanții condilienii ai traiectelor ocluzale folosind un dispozitiv pantografic de înregistrare și concluzionează că o eminență articulară abruptă se asociază cu pante cuspidiene mai abrupe pe partea ne-lucrătoare, înregistrările sale grafice fiind mai mult afectate pe partea nelucrătoare decât pe partea lucrătoare. Acesta studiază de asemenea efectele gradului de curbare al tubercului articular și concluzionează că o creștere a curburii tuberculului exercită același efect asupra înregistrărilor ocluzale precum o înclinare accentuate a pantei condiliene.

Schulte și colab. analizează traiectoriile adoptate de cuspidul mezio-lingual al molarului I maxilar în incidența frontală și laterală, folosind un program computerizat bazat pe un model matematic tridimensional ce permite ajustări ale ghidajului condilian și ale ghidajului anterior. Rezultatele lor sugerează că înclinarea peretelui superior al suprafeței de ghidaj condilian influențează semnificativ traiectul adoptat de cuspid în timpul mișcărilor mandibulare (29). Contrar, înclinarea peretelui posterior afectează mai puțin traiectoria cuspidiană. În alt studiu, Price arată că modificările în conformația pereților superior și posterior fără a fi asociate cu modificări în mișcarea Bennett imediată nu produc efecte la nivel ocluzal (30).

În studiile sale, Price identifică de asemenea că ajustările realizate la nivelul înclinării condiliene influențează mai mult morfologia ocluzală a dinților de parte nelucrătoare decât cea a dinților de partea lucrătoare. O pantă condiliană abruptă este transpusă clinic în creșterea înălțimii cuspidilor nelucrători (31).

Referitor la încorporarea reglajului ISS în determinarea mișcărilor mandibulare, Wachtel și Curtis arată că o creștere a valorii ISS de la 0,75 mm la 2 mm conduce la o creștere a erorilor ocluzale în plan frontal și orizontal. Aceste erori sunt materializate de surplusuri ocluzale la nivelul molarului I, demonstrându-se astfel nevoia încorporării funcției de ISS în design-ul articuloarelor dentare (32).

Studii ulterioare ale lui Curtis și Wachtel raportează că adăugarea setărilor ISS în conformația articuloarele semi-programabile îmbunătățește semnificativ acurarea ocluzală când este analizată în plan orizontal. Analiza erorilor ocluzale din plan frontal subliniază importanța personalizării peretelui superior ar suprafeței de ghidaj condilian. Erorile identificate în acest studiu prezintă valori mai mici decât cele identificate în celelalte studii, dar rămân totuși notabile (33).

Studii mai recente apelează la protocoale de studiu computerizate și tehnologii CAD/CAM în scopul analizării efectelor variabilelor condiliene asupra morfologiei ocluzale. Olthoff și colab. analizează efectele ocluzale a șase variabile articulare folosind valori ridicate, medii și reduse în comparație cu efectele ocluzale ale unui articulator cu valori medii. Rezultatele lor arată că a fost nevoie de corecții ocluzale substanțiale când variabilele articulare au avut următoare configurație: ISS (1 mm), unghi Bennett (30 grade) și înclinarea pantei condiliene (0 grade) (34). Price arată că ajustările articulare realizate la nivelul unui articulator Denar SE ce au necesitat corecții ocluzale în cel mai mic grad au fost următoarele: ISS (0,2 mm), PSS (5 grade), distanță intercondiană (5 mm), înclinare condiliană (5 grade), înclinare peretelui posterior (5 grade) și înclinarea peretelui superior (5 grade) (30).

În general articolele din literatura de specialitate identificate ce tratează efectul ocluzal al variabilelor articulare prezintă consens în legătură cu nevoia încorporării utilizării arcului facial și al articuloarelor dentare în protocolul de tratament oro-dentar. Există însă o lipsă de consens cu privire la rolul primordial al fiecăruia dintre determinanții ocluziei dentare și al corespondențelor acestora mecanici de la nivelul articulatorului dentar. Este astfel necesar ca cercetările să fie extinse în această direcție, folosind tehnici moderne pentru a putea înțelege mai bine aspecte legate de fiziologia și patologia articulației dentare și a ocluziei dentare, precum și aspecte legate de oportunitatea folosirii articuloarelor dentare.

**CAPITOLUL 5 prezintă rolul ARTICULOARELE DENTARE ÎN STUDIUL OCLUZIEI DENTARE, cu accent asupra articuloarelor virtuale.**

În paralel cu evoluția articuloarelor, s-a produs și evoluția și integrarea tehnologiilor de realitate virtuală în stomatologie. Realitatea virtuală oferă modalitatea prin

care sistemele de calcul și echipamentele specifice modifică modul în care omul percepe și interacționează cu realitatea din mediul habitual, prin simularea unei noi realități (35).

Una dintre aplicațiile realității virtuale în medicină este reprezentată de tehnologiile de design computerizat (*CAD – computer aided design*). Recent, s-au înregistrat îmbunătățiri tehnologice considerabile în ceea ce privește tehnologia CAD/CAM, printre care dezvoltarea de noi materiale, implementarea articulatorului virtual, îmbunătățirea metodelor de scanare și frezare sau imprimarea tridimensională (36). Se consideră că implementarea articulatorului virtual în medicina dentară va crește calitatea procesului de învățare și va crea condiții de pregătire superioare prin capacitatea de simulare a situațiilor clinice complexe și facilitarea accesului la instrumente a căror utilizare este de obicei limitată, precum articuloarele mecanice (37).

Studiile privind precizia cu care sunt reproduse contactele ocluzale de către articuloarele virtuale sunt promițătoare. Unul dintre primele studii de acest fel realizează o analiză comparativă a contactelor dento-dentare înregistrare în cursul mișcărilor de lateralitate la articulatorul virtual DentCAM în raport cu un articulator mecanic, numărul și localizarea contactelor obținute fiind foarte apropiat (38). Alt studiu, de data aceasta *in vitro*, ce analizează acuratețea contactelor ocluzale a unui sistem virtual de simulare a mișcărilor cranio-faciale găsește valori medii absolute ale distanțelor dintre contactele simulate virtual și cele de la referința de  $0,18 \pm 0,005$  mm (39). Maruyana și colab. testează un articulator virtual semi-adaptabil experimental prin generarea unei coroane de acoperire la nivelul unui molar inferior și precizia redării contactelor ocluzale în intercuspidare maximă, propulsie și lateralitate. Rezultatele experimentului arată, de asemenea, că metodele de articulare virtuală generează contacte dento-dentare mai precise decât metodele convenționale atât în poziții statice, cât și în cursul simulării mișcărilor excentrice ale mandibulei (40).

Un studiu al Stavness și colab. ce combină înregistrarea digitală a arcadelor și platforma Artisynth în scopul simulării dinamicii ocluzale arată că contactele dento-dentare dintre modelele virtuale simulate prin amprenta optică și simulare matematică corespund contactelor înregistrate prin transiluminarea amprentelor interocluzale (41).

Asemănător, DeLong compară dispunerea contactelor ocluzale la nivelul modelelor virtuale în comparație cu contactele ocluzale înregistrate la modele de studiu montate într-un articulator mecanic semiadaptabil Denar. Acesta concluzionează, că în pofida limitelor studiului, contactele ocluzale obținute la nivelul modelelor virtuale reproduc obiectiv contactele înregistrate la nivelul articulatorului mecanic (42). Mai mult, în cadrul unui alt studiu ce vizează acuratețea contactelor ocluzale obținute în urma captării de imagini

tridimensionale, acesta concluzionează ca modelele virtuale prezintă o dispunere a contactelor ocluzale similară cu cele obținute prin transiluminarea înregistrărilor ocluzale, considerată drept standardul de aur în identificarea ocluziei de referință (43). Solaberrieta și colab. analizează acuratețea contactelor ocluzale obținute la nivelul modelelor dentare digitalizate prin intermediul unui scanner industrial tridimensional (ATOS Compact Scan 5M; GOM GmbH) și a trei software-uri de inginerie inversă (*reverse engineering*) și concluzionează că ocluzia virtuală este mai precisă decât cea obținută prin tehnici fizice, deviația medie în cazul modelelor virtuale față de referință fiind de 69 μm și deviația standard de 0,011 μm pentru toate zonele de contact ocluzal identificate (44). De asemenea, studiul lor arată că există diferențe între dispunerea contactelor ocluzale pentru aceleași modele și aceleași înregistrări ocluzale digitale, în funcție de software-ul de prelucrare în care sunt importate și analizate.

Un articol recent, publicat în Jurnalul Academiei Americane de Protetică Dentară, Arslan și colab. analizează acuratețea cu care sistemele de design computerizat (CAD) sunt capabile să reproducă numărul de contacte ocluzale în intercuspitate maximă, incluzând în studiul lor și situațiile în care dinții laterali sunt preparați. Aceștia concluzionează că în cazul amprentelor optice de hemiarcadă, contactele ocluzale sunt mai puțin precis identificate la nivelul modelului virtual în comparative cu pattern-ul contactelor ocluzale identificate la nivelul modelelor de gips. Având în vedere rezultatul experimentelor, autorul recomandă ca în situațiile în care în zona laterală în urma preparațiilor dinților nu sunt păstrate contacte dento-dentare cu antagoniștii, să se realizeze amprente digitale ale întregii arcade. De asemenea, ar fi oportună o amprentă optică a cheii vestibulare de ocluzie înaintea preparării dinților în vederea tratamentului protetic, rezultând într-o mai mare congruență între contactele ocluzale obținute în mediul virtual sau prin montare în articuloare mecanice (45).

O abordare diferită este întâlnită într-un studiu publicat de Abduo și colab., ce are ca scop realizarea unei comparații între modelarea diagnostică în ceară (*wax-up*) prin tehnică convențională și digitală din punct de vedere al caracteristicilor contactelor ocluzale. Astfel, aceștia conclud că între cele două tipuri de wax-up există niște variații între suprafața ocluzală de contact și numărul contactelor dentare, dar că rezultatele obținute sunt similare. În ceea ce privește acuratețea, experimentele arată că wax-up-ul digital prezintă o acuratețe mai redusă decât wax-up-ul convențional, și că sunt necesare investigații suplimentare în vederea identificării implicațiilor clinice ale acestor aspect (46).

Precizia cu care articuloarele virtuale redau situația ocluzală a pacientului este influențată și de precizia metodelor de înregistrare și transfer a situației clinice a pacientului. Momentan, cea mai întrebuițată metodă este reprezentată de digitalizarea modelelor montate într-un articulador mecanic, care implică mai multe etape de lucru ce pot implica erori. Cercetările se concentrează pe găsirea de soluții mai rapide, precise, reproductibile, digitale de înregistrarea a situației ocluzale a pacientului. Astfel, studiile privind capacitatea de replicare a contactelor ocluzale a modelelor de studiu montate în urma înregistrărilor realizate cu arc facial virtual arată că montările realizate în urma înregistrărilor virtuale reproduc în 89,47% din cazuri ocluzia pacientului. În paralel, montările obținute în urma înregistrărilor cu arc facial analog reproduc ocluzia inițială în proporție de doar 46,14% (47). Mai mult, implementarea arcului facial virtual este mai rapidă, confortabilă și implică costuri mai reduse (47). Alt studiu măsoară abaterea obținută la nivel ocluzal în urma folosirii unui arc facial virtual și găsește o valoare medie de 0,752 mm $\pm$ 0,456 mm, deviație ce satisface nevoia de precizie, dar doar în cazul tratamentelor ortodontice (48).

Legat de metodele de înregistrare a ocluziei, o comparație între înregistrările virtuale și convenționale arată că acuratețea ocluziei virtuale este mai mare decât în cazul metodelor de înregistrare tradiționale, înregistrându-se o deviație medie față de referința de 0,069 mm, aceasta fiind considerată abatere clinică acceptabilă (44).

Majoritatea studiilor arată că reproducerea contactelor ocluzale la nivelul articuloarelor virtuale, atât în statică sau dinamică, este superioară sau similară fidelității cu care acestea sunt identificate prin tehnici convenționale. Mai mult, metodele de înregistrare și transfer digitale a ocluziei dentare asociate corespund din punct de vedere al preciziei și viabilității. Sunt totuși oportune studii viitoare pe această temă având în vedere ritmul accelerat cu care intervin schimbările în materie de software-uri, instrumente digitale și realitate virtuală.

## **PARTEA PERSONALĂ**

### **CAPITOLUL 6**

#### **METODOLOGIA CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE**

##### **6.1 MOTIVAȚIA ALEGERII TEMEI**

Preocuparea pentru acest subiect a pornit de la constatarea că deși medicina dentară are la dispoziție o diversitate de tehnici și metode terapeutice, personalul medical se confruntă încă cu eșecuri ce privesc design-ul și integrarea ocluzală a restaurărilor realizate, neexistând consens în abordarea optimă a tratamentelor protetice din acest punct de vedere.

Unul dintre cele mai importante criterii pentru evaluarea clinică și a succesului unui restaurări este reprezentat de integrarea sa din punct de vedere ocluzal. Evaluarea ocluziei și stăpânirea cunoștințelor legate de ocluzia dentară joacă un rol important în protetica dentară și odontoterapia restauratoare, fiind necesar ca suprafețele ocluzale ale dinților să constituie unități funcționale în cadrul sistemului stomatognat. Mai precis, este necesar ca morfologia cuspizilor, creștelor marginale, șanțurilor și fosetelor să adopte o conformație ce poate suporta încărcarea ocluzală asociată poziției de intercuspitudine maximă a mandibulei. Mai mult, dinții cu restaurări ce implică suprafața ocluzală nu ar trebui să constituie interferențe în timpul mișcărilor excentrice ale mandibulei și în cursul activităților funcționale (masticăție, fonație, deglutiție). De asemenea, restaurările coronare nu trebuie să determine apariția de forțe ocluzale nefiziologice, cu direcție necorespunzătoare, excesive ce se pot transmite la nivelul aparatului de susținere al dinților sau pot determina supraîncărcarea articulației temporo-mandibulare (49).

Analiza sistematică a literaturii de specialitate a scos în evidență heterogenitate din punct de vedere al conceptelor ocluzale, a importanței utilizării articulatorilor dentare, a ratei de utilizare și cunoștințelor medicilor stomatologi cu privire la articulatorul dentar și arcul facial. De asemenea, am identificat abordări diferite în ceea ce privește cunoașterea efectelor variabilelor articulare asupra morfologiei ocluzale sau a implicațiilor ocluzale determinate de abaterile de la montarea corectă a modelelor în articulator. Cercetarea de față și-a propus clarificarea acestor aspecte.

##### **6.2 SCOP**

Scopul principal al cercetării întreprinse în cadrul acestei lucrări de doctorat este de a îndeplini următoarele obiective:

- Identificarea nivelului de cunoștințe și a atitudinii medicilor stomatologi în raport cu utilizarea articuloarelor dentare și a arcurilor faciale;
- Identificarea unor corelații între caracteristicile demografice ale lotului de studiu reprezentat de medicii stomatologi și caracteristica practicii medicale în ceea ce privește utilizarea articulatorului dentar și a arcului facial;
- Identificarea efectelor clinice asupra morfologiei ocluzale ale erorilor de montare a modelelor în articulator prin raportare la volumul și forma coronară a pieselor protetice;
- Identificarea efectului clinic al programării articulatorului dentar, prin identificarea efectului asupra volumului coronar a fiecărei variabile articulare.

### **6.3 DIRECȚII DE CERCETARE ȘI TIPURI DE STUDII**

Cercetarea de față s-a efectuat în cadrul Disciplinei de Protetică Dentară din cadrul Universității de Medicină și Farmacie “Carol Davila”, București, în perioada octombrie 2013 – iunie 2017.

În scopul îndeplinirii primului obiectiv al cercetării, am conceput un studiu observațional, descriptiv folosind ca instrument de lucru un chestionar online, care a fost structurat în 12 itemi, întrebări cu răspunsuri preformulate, privind cunoștințele și percepția medicilor despre ocluzia dentară și articuloarele dentare. Acesta a fost distribuit în rândul medicilor stomatologi și în vederea obținerii unei rate bune de răspuns și a diseminării rapide a chestionarului, acesta a fost distribuit prin intermediul rețelelor sociale.

Pentru partea a doua și partea a treia a cercetării am creat un model experimental virtual de studiu, folosind un software de CAD (*Computer Aided Design*): Exocad DentalCAD (Exocad GmbH, Darmstadt, Germany).

În vederea îndeplinirii obiectivelor cercetării s-au realizat simulări ale efectelor asupra morfologiei dentare a erorilor de montare a modelelor în articulator, prin modificări succesive ale poziției ansamblului reprezentat de modelele maxilar și mandibular la nivelul articulatorului dentar virtual.

De asemenea, s-au realizat simulări ale coroanelor maxilare prin afectarea individuală a câte unei variabile articulare. Variabilele luate în considerare au fost reprezentate înclinarea pantei condiliene (CA), unghiul Bennett (B), mișcarea de translație laterală imediată (*immediate side shift – ISS*), amplitudinea mișcărilor de propulsie, lateralitate și retropulsie și caracteristicile spațiale ale măsuței incizale (*incisal table inclination – ITI* și *anterior incisal table – AIT*).

Coroanele simulate au fost analizate ulterior:

- prin măsurarea volumului coronar individual folosind un software dedicat: Rhino 5.0 (Robert McNeel & Associates, Seattle, WA, USA). Software-ul folosit returnează valoarea volumului obiectelor digitale în masurat în  $\text{mm}^3$  cu o eroare de  $10^{-7}$ ;
- prin identificarea abaterii de formă față de un model de referință cu ajutorului unui software de fabricație aditivă și design: Autodesk Netfabb Premium 2017.3 (Parsberg, Germany), determinând distanța maximă pozitivă și distanța maximă negativă între cele două obiecte tridimensionale.

Datele obținute au fost îndosariate electronic și analizate din punct de vedere statistic folosind software-ul SPSS (Inc. Chicago, IL).

## **CAPITOLUL 7 al părții personale prezintă EVALUAREA NIVELULUI DE CUNOȘTINȚE ȘI A ATITUDINII MEDICILOR STOMATOLOGI ÎN RAPORT CU UTILIZAREA ARTICULATOARELOR DENTARE**

Este o adevărată provocare pentru medicul stomatolog identificare tipului de articulator potrivit pentru activitatea clinică desfășurată, fără ca acesta să fie mai complex sau mai puțin complex decât este necesar. Folosirea articulatorul potrivit ar trebui să ii asigure medicului stomatolog obținerea de lucrări protetice ce nu interferează cu funcționalitatea aparatului dento-maxilar (dinamică, masticație, fonație, deglutiție) și nu supraîncarcă articulația temporo-mandibulară.

### **SCOP**

Scopul acestui studiu este reprezentat de identificarea următoarelor aspecte:

- Evaluarea nivelului de cunoștințe deținute de medicii stomatologi cu privire la utilizarea articuloarelor dentare și arcurilor faciale;
- Identificarea atitudinii medicilor stomatologi în raport cu utilizarea articuloarelor dentare în practica medicală și a motivațiilor cele mai frecvente ce justifică utilizarea sau lipsa de utilizare a acestor instrumente;
- Identificare unei corelații între numărul anilor de practică, gradul medical deținut și cunoștințele despre ocluzia dentară și folosirea articuloarelor dentare;

### **MATERIAL ȘI METODĂ**

Metoda de cercetare aleasă a fost reprezentată de anchetă pe baza de chestionar, conținând un număr de 11 întrebări închise, în limba română. Chestionarele au fost realizate în două forme: fizică și electronică.

Lotul de studiu a fost constituit din 141 de subiecți (60,28% sex feminin, 39,72% sex masculin), cu vârsta cuprinsă între 26 și 49 ani (vârsta medie 31,31 ani). Subiecții incluși în studiu au fost 150 de medici ce au consimțit participarea la studiu, 9 dintre aceștia fiind ulterior excluși din lotul de studiu datorită completării parțiale a chestionarului.

## **REZULTATE**

La chestionar au răspuns integral un număr de 141 medici, dintre care 85 (60,28%) de sex feminin iar 56 (39,72%) de sex masculin. Diagrama de structură a participanților în funcție de sexul acestora subliniază preponderența medicilor de sex feminin.

Majoritatea respondenților au avut patru sau cinci ani de practică; media anilor de practică pe întreg lotul de studiu a fost de  $6,32 \pm 4,1$ . Distribuția este intens asimetrică, cu 50% din cazuri având mai puțin de 5 ani de practică (skewness=1,48) și cu o aglomerare mare în jurul mediei, distribuția fiind intens leptokurtică (kurtosis=2,46).

Legat de cunoștințele privind articulația temporo-mandibulară și ocluzia dentară, acestea au fost dobândite cu precădere prin studiu individual (n=65) și practică clinică (n=57), cei mai puțini respondenți selectând varianta "în timpul rezidențiatului". Rezultatele heterogene subliniază gradul ridicat de variabilitate în ceea ce privește sursa de informare și caracterul pregătirii continue post-universitare.

Referitor la numărul de tratamente protetice realizate anual, majoritatea respondenților realizează, în medie, între 31 și 100 de tratamente protetice anual (43,26%), numărul celor ce realizează peste 100 fiind mult scăzut (21 cazuri, 14,89%).

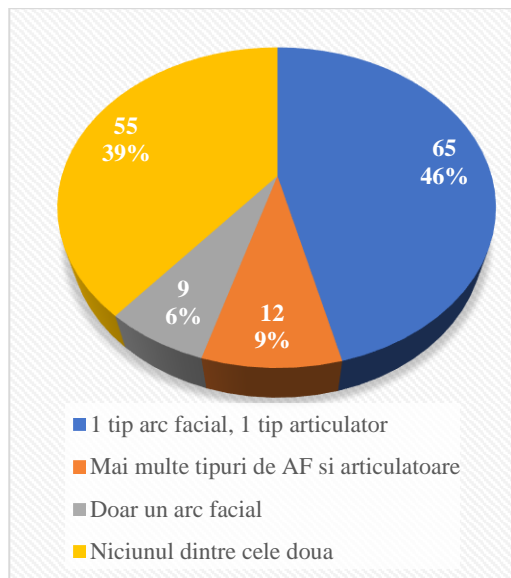
Din totalul de 73 de medici specialiști, medicii specialiști în protetică dentară, realizează anual un număr mai mare de tratamente protetice, aceștia afirmând într-o proporție mai mare că realizează între 31 și 100 de tratamente protetice pe an (Pearson  $\chi^2=30,094$ ,  $p=0,09$ ). Subiecții specializați în pedodonție, parodontologie, endodonție realizează anual tratamente protetice în număr mai redus.

În cadrul cabinetului de medicină dentară, majoritatea respondenților au acces la un tip de arc facial și un tip de articulator (65 cazuri, respective 46%), în timp ce aproape 40% (n=55) dintre respondenți nu au acces nici la articuloare dentare, nici la arcuri faciale. Un număr redus de subiecți (n=12, respectiv 9%) afirmă că în cabinetul în care își desfășoară practica au acces la mai multe tipuri de articuloare dentare sau arcuri faciale (Fig. 7.15).

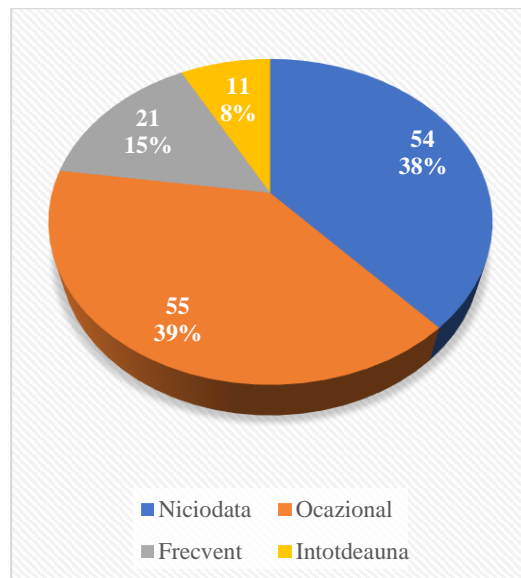
Medicii cu experiență cuprinsă între 5 și 10 ani, au mai frecvent la dispoziție un arc facial și un articulator dentar în cabinetul în care își desfășoară activitatea (n=30) (Pearson  $\chi^2=21,322$ ,  $p=0,011$ ).

Utilizarea arcului facial în cursul tratamentelor protetice este întâlnită în puțin peste

60% în cazuri; cu toate acestea, majoritatea respondenților afirmă că îl utilizează ocazional (n=55, respectiv 39,01%) (Fig. 7.16).



**Fig. 7.15 Distribuția LS în funcție de dotarea cabinetului în care își desfășoară activitatea**



**Fig 7.16 Distribuția LS în funcție de utilizarea arcului facial**

Respondenții care au primit informații despre articulația temporo-mandibulară și ocluzia dentară cu precădere în facultate utilizează semnificativ mai rar arcul facial (Pearson  $\chi^2=9,6$ ,  $p=0,022$ ). Astfel, aproape jumătate (n=23) din subiecții care afirmă că se bazează pe cunoștințele despre ocluzia dentară dobândite în timpul facultății (n=45) afirmă că nu folosesc niciodată arcul facial (Tabel 7.II).

Dintre medicii care au dobândit informațiile despre ATM și ocluzia dentară în timpul cursurilor de perfecționare (n=54), o treime (n=17, respective 31,48%) afirmă că folosesc arcul facial frecvent sau întotdeauna. Spre deosebire de aceștia, doar 16% (n=14) dintre medicii care nu au urmat cursuri de perfecționare despre ocluzia dentară, folosesc frecvent/întotdeauna arcul facial.

**Tabel 7.II**

**Corelație dintre nivelul de studii și folosirea arcului facial în cursul tratamentelor protetice**

		Folosiți arcul facial în cursul tratamentelor protetice?				Total
		Niciodată	Ocazional	Frecvent	Intotdeauna	
Facultate	nu	31	36	17	11	95
	da	23	18	4	0	45
Total		54	54	21	11	140

Utilizarea arcului facial este evident mult mai frecventă în cabinetele în care acesta este disponibil, cu precădere dacă există mai multe tipuri de articuloare și arcuri faciale (Pearson Chi<sup>2</sup>=149, p<0,001) (Tabel 7.IV).

Tabel 7.IV

Corelații între utilizarea arcului facial și dotarea cabinetului de medicină dentară cu AF și/sau AD

	Folosiți arcul facial în cursul tratamentelor protetice?				Total
	Niciodată	Ocazional	Frecvent	Întotdeauna	
În cadrul 1 tip arc facial, 1 cabinetului tip articulator de	3	42	16	4	65
medicină Mai multe tipuri de dentară în AF și articuloare care vă Doar un arc facial desfășurați	0	3	2	7	12
activitatea, aveți acces la: Niciunul dintre cele două	1	5	3	0	9
	50	5	0	0	55
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>55</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>141</b>

Dintre medicii care afirmă că nu utilizează arcul facial, cele mai des invocate motive au fost: lipsa acestei dotări în cabinetul în care își desfășoară activitatea (50 de răspunsuri pozitive). De asemenea, un număr considerabil de medici afirmă că nu au luat în considerare că ar avea nevoie de așa ceva în activitatea lor clinică (33 de răspunsuri pozitive).

Dintre cei care utilizează arcul facial, majoritatea realizează următoarele înregistrări ocluzale: arc facial, relație centrică, intercuspitudine maximă, pozițiile de propulsie și lateralitate cap la cap (57 de răspunsuri pozitive, respectiv 40,43%) (Fig. 7.17).

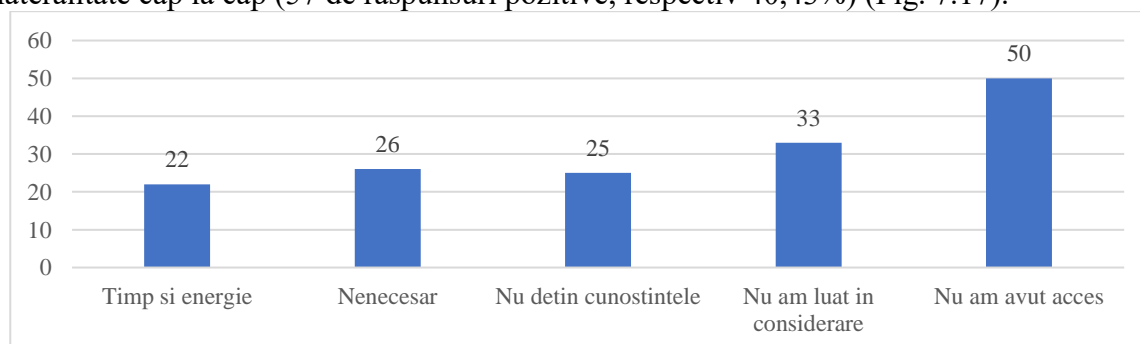
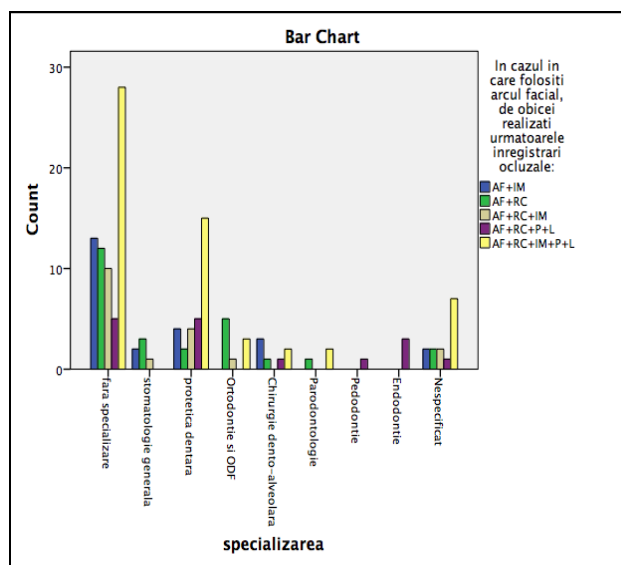
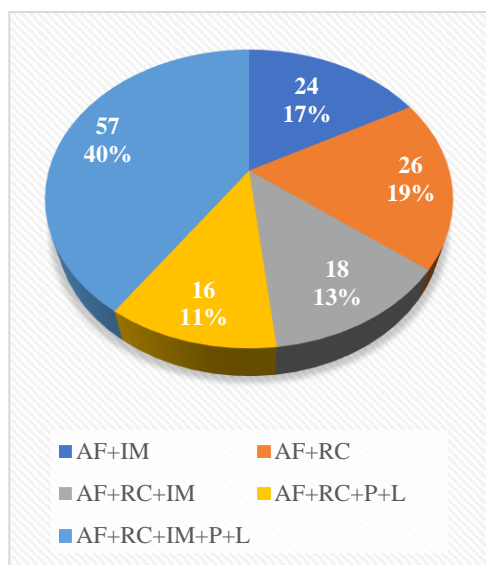


Fig. 7.17 Motivele invocate de medicii LS pentru justificarea lipsei de utilizare a arcurilor faciale

Medicii fără specializare și cei specializați în protetică dentară folosesc mai frecvent următoarele înregistrări ocluzale în vederea montării modelelor la nivelul articulatorului

dentar: înregistrare cu arc facial, înregistrarea relației centrice, intercuspидarii maxime, a pozițiilor de propulsie, lateralitate și cap la cap (Fig. 7.18).



**Fig. 7.18 Distribuția LS în privința tipului de înregistrări ocluzale realizate** **Fig. 7.19 Corelații între tipul de înregistrări ocluzale realizate și specializarea medicală**

Medicii specialiști în ortodontie și ortopedie dento-facială realizează de obicei următoarele înregistrări: arc facial și relație centrică, iar medicii specialiști în chirurgie dento-alveolară practică doar înregistrarea cu arc facial și a intercuspидarii maxime. Asocierile sunt statistic semnificative (Pearson  $\chi^2=60,17$ ,  $p=0,002$ ) (Fig. 7.19).

Subiecții cu experiență mai mică de 5 ani și cuprinsă între 5 și 10 ani, aleg mai frecvent să realizeze înregistrări cu arcul facial, ale relației centrice, ale poziției de intercuspидare maximă, a poziției de cap la cap în propulsie și lateralitate ( $n=24$ , respectiv  $n=21$ ) în comparație cu medicii cu mai mulți ani de experiență ( $n=12$ ) (Pearson  $\chi^2=30,394$ ,  $p=0,002$ ).

Referitor la utilizarea articulatorului în practica medicală stomatologică, majoritatea subiecților din lotul de studiu îl consideră a fi util fie pentru orice tip de lucrare protetică (51 de răspunsuri pozitive, respectiv 36,17%), fie pentru mare parte din lucrările protetice (50 de răspunsuri pozitive, respectiv 35,4).

O parte din respondenți justifică neutilizarea articulatorului dentar, considerând că duce la obținerea de lucrări protetice ce nu diferă calitativ considerabil față de cele obținute prin montarea de sisteme simple de ocluzie (6 de răspunsuri pozitive). 75 de respondenți au considerat că folosirea articulatorului dentar este utilă deoarece reduce timpul necesar adaptării ocluzale a lucrărilor protetice.

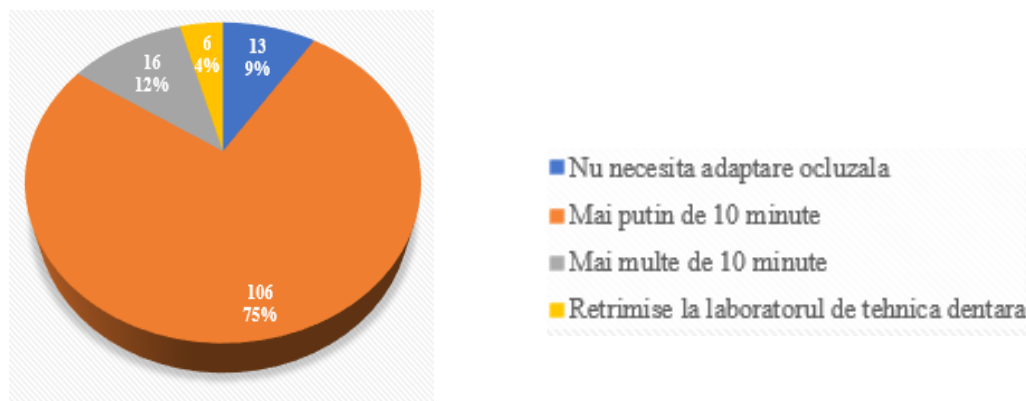
O parte din respondenți justifică neutilizarea articulatorului dentar, considerând că duce la obținerea de lucrări protetice ce nu diferă calitativ considerabil față de cele obținute prin montarea de sisteme simple de ocluzie (6 de răspunsuri pozitive). 75 de respondenți au considerat că folosirea articulatorului dentar este utilă deoarece reduce timpul necesar adaptării ocluzale a lucrărilor protetice.

Respondenții fără o specializare anume au preferat articulatorul complet adaptabil, cei specializați pe protetică dentară – articulatorul arcon semiadaptabil; în rest nu au existat diferențe semnificative. Asocierea dintre specializare și tipul de articulator preferat este înalt semnificativă statistic (Pearson  $\chi^2=60$ ,  $p=0,022$ ).

O treime din subiecții LS ( $n=46$ , respectiv 33%) consideră că sistemul de articulare potrivit pentru majoritatea lucrărilor protetice este reprezentat de articulatorul complet adaptabil. De asemenea, un număr considerabil de respondenți ( $n=38$ , respectiv 27%) consideră potrivit un articulator arcon semi-adaptabil, iar 23% din medici ( $n=33$ ) ar alege un articulator cu valori medii.

Majoritatea respondenților (respectiv 106,75%) petrec mai puțin de 10 minute pentru manoperele de adaptare a lucrărilor protetice. Doar 16 (11,35%) respondenți petrec peste 10 minute pentru această procedură, în timp ce un număr foarte redus de subiecți ( $n=6,4\%$ ) afirmă că retrimite lucrările protetice la laboratorul de tehnică dentară în urma procedurilor de adaptare ocluzală. 9% dintre respondenți ( $n=13$ ) consideră că lucrările protetice realizate de aceștia nu necesită adaptare ocluzală (Fig. 7.23).

S-a identificat de asemenea o corelație între timpul petrecut la manoperele de adaptare ocluzală și specializarea deținută, astfel medicii specialiști în Protetică Dentară petrec mai puțin timp pentru adaptarea ocluzală decât medicii de alte specialități ( $n=24$ ) (Pearson  $\chi^2=19,264$ ,  $p<0,05$ ).



**Fig. 7.23**

**Distribuția lotului de studiu referitor la timpul petrecut la manoperele de adaptare ocluzală**

## CONCLUZII

Evoluția rapidă a tehnologiilor, a materialelor și schimbarea tiparului pieței de consum și de prestări servicii de sănătate presupun o adaptare a protocoalelor terapeutice din medicină dentară. Ar fi optimă în acest sens crearea unei baze comune de concepte atât în învățământul universitar, cât și în cel post-universitar și îmbunătățirea accesului medicilor stomatologi la programele de pregătire ce vizează studiul ocluziei dentare.

Specialiștii în domeniul dentar cuprinși în lotul de studiu au dobândit cunoștințele privind articulația temporo-mandibulară și ocluzia dentară cu precădere prin studiu individual și în urma experienței practice. Un număr redus de respondenți atribuie cunoștințele pe care le posedă în acest domeniul cursurilor de perfecționare sau formelor de pregătire post-universitară.

Aproape jumătate din respondenți (46%) au acces la un tip de articulator dentar și un tip de arc facial în cadrul cabinetului în care își desfășoară activitatea clinică. Totuși, un număr considerabil de subiecți (aproximativ 40%) afirmă că nu au la dispoziție nici un arc facial, nici un articulator dentar.

Cei mai mulți medici stomatologi utilizează arcul facial doar ocazional (39%), în timp ce cei mai mulți dintre subiecți justifică situațiile în care nu utilizează arcul facial prin lipsa dotării cu acest instrument a cabinetului de medicină dentară în care își desfășoară practica.

O parte din medicii intervievați invocă motive precum consumul nejustificat de timp sau lipsa cunoștințelor pentru a explica lipsa implementării arcului facial și articulatorului dentar în activitatea clinică.

## **CAPITOLUL 8 prezintă STUDIU PRIVIND EFECTUL ERORILOR DE MONTARE A MODELELOR ÎN ARTICULATORUL DENTAR ASUPRA MORFOLOGIEI OCLUZALE**

Studiul de față își propune cuantificarea efectelor ocluzale globale ale erorilor de montare a modelelor de lucru în articulator și a identificării grupurilor dentare cel mai afectate, prin modificarea poziției modelelor în sens antero-posterior, supero-inferior și lateral.

### **MATERIALE ȘI METODĂ**

Pentru realizarea experimentului s-au folosit două modele didactice rășinice maxilar și mandibular, montate la nivelul unui simulator mandibular (*KaVo Dental Patient Simulator (DPS) "Adam"*, KaVo Dental GmbH, Biberach). Întregul ansamblu model maxilar – model

mandibular a fost digitalizat, folosind un scanner intraoral Trios (3Shape A/S, Copenhagen, Denmark).

Informațiile obținute au fost prelucrate sub forma unor fișiere stereolitografice (.stl, *solid-to-layer*) și transferate unui software de CAD (Exocad DentalCAD, Exocad GmbH, Darmstadt, Germany).

Restaurările propuse au fost ulterior adaptate ocluzal, prin rularea modulului *Expert* (*Expert Mode*) al programului Exocad, iar posibilele zone de interferență din dinamica mandibulară au fost eliminate folosind funcția de îndepărtarea automată a zonelor de intersecție “*Cut intersections*”. Restaurările obținute au fost memorate în fișiere individuale și prelucrate ulterior folosind programul Rhino 5.0 (Robert McNeel & Associates, Seattle, WA, USA) și Autodesk® Netfabb® 2017.3 (Parsberg, Germany).

Cuantificarea erorilor de poziție s-a realizat prin simularea a 46 de montări a modelor în articularul dentar virtual. Ansamblul constituit din modelul maxilar și mandibular a fost deplasat succesiv anterior, posterior, superior, inferior și lateral.

## **REZULTATE**

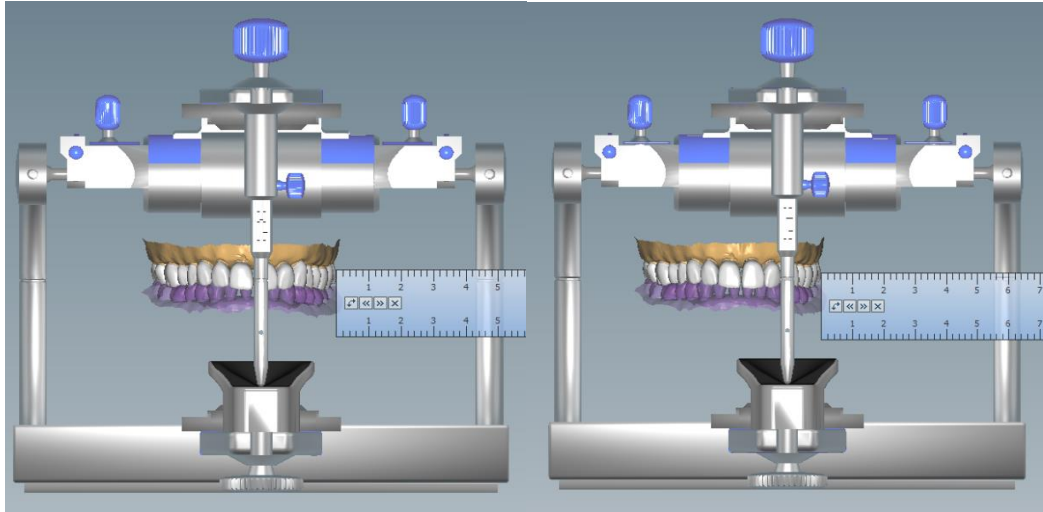
Au fost efectuate un număr de 46 de experimente pentru simularea de erori de montare a modelelor în articular prin modificarea poziției ansamblului model maxilar – model mandibular în cele trei dimensiuni spațiale.

### **Modificări volumetrice determinate de erori de montare în sens supero-inferior**

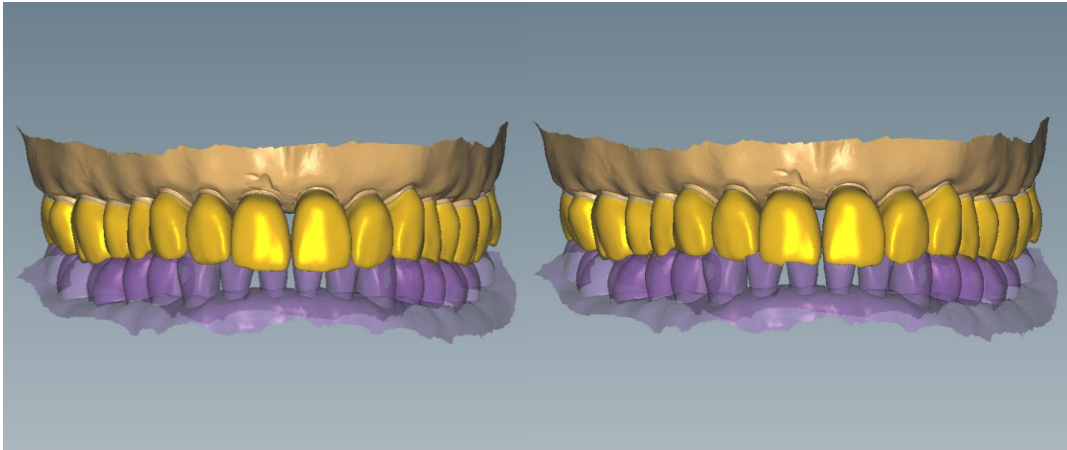
Deplasări în sens supero-inferior de 1 mm duc la o modificare a valorii medii, la nivelul întregii arcade maxilare, de  $257,397-0,000372B^2+0,018B$ , valoarea fiind semnificativă statistic ( $R^2$  ajustat=0,995,  $p<0,001$ ).

Atât la nivelul arcadei maxilare privita în ansamblu cât și la nivelul grupurilor dentare analizate, atât ecuațiile cuadratice cât și cele cubice modelează foarte bine distribuția rezultatelor, diferențele dintre ele fiind minime (Fig. 8.8). În cazul în care valoarea  $R^2$  ajustat a fost identică s-a preferat prezentarea ecuației cuadratice, ce are avantajul de a fi mai ușor de calculat, chiar dacă acest lucru a fost asociat cu o minimă creștere a erorii standard a estimării.

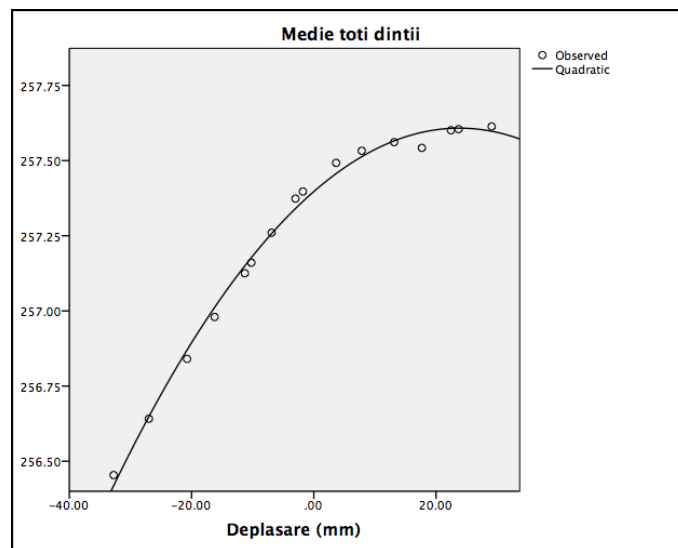
Valorile medii și pe quartile a mediei variației determinate de deplasări pe axul supero-inferior sunt prezentate în tabelul de mai jos.



**Fig. 8.4** Poziția de referință din norma frontală și poziția deplasării extreme laterale



**Fig 8.7.** Aspectul coroanelor de înveliș simulate digital al modelului de referință și după simularea unei erori de montare în sens inferior de aproximativ 7mm și adaptarea ocluzală prin eliminarea interferențelor



**Fig. 8.8** Ecuatii care modelează distribuția rezultatelor variației VCM

Tabel 8.III

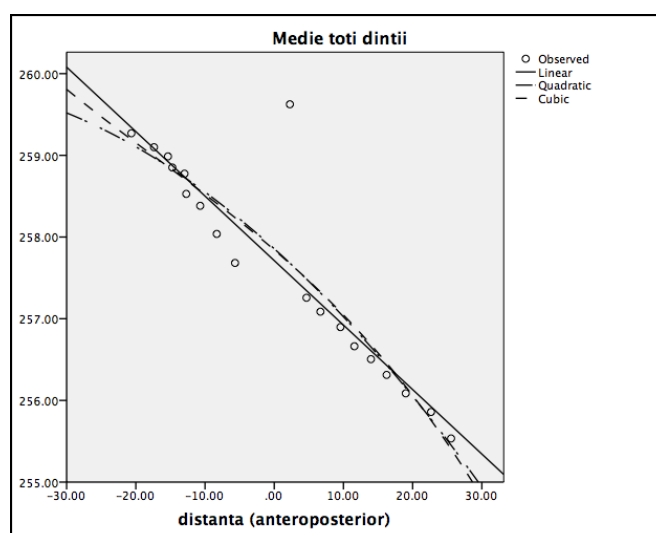
**Variația medie pe grupuri dentare**

Grup dentar	Arcada maxilară completă	Dinți frontali	Premolari	Molari
<b>Variație medie</b>	0,018 mm <sup>3</sup>	-	0,034 mm <sup>3</sup>	0,023 mm <sup>3</sup>
<b>R2 ajustat</b>	0,893	-	0,985	0,973

Variația medie a VCM de la nivelul întregii arcade este de 0,018 mm<sup>3</sup>. La nivelul grupului dentar reprezentat de dinții premolari variația VCM este de 0,034 mm<sup>3</sup>, iar la nivelul molarilor de 0,023 mm<sup>3</sup> (Tabel 8.III). Variația medie a fost obținută prin estimarea liniară a modificării VCM în funcție de deplasare între valorile corespunzătoare percentilelor 25 și 75. Nu s-a putut calcula variația medie la nivelul grupului frontal folosind regresia liniară.

**Modificari volumetrice determinate de erori de montare in sens antero-posterior**

Pentru a evalua modul în care o modificare de un milimetru pe axul antero-posterior a poziției duce la afectarea morfologiei ocluzale s-a estimat ecuația de regresie cu cea mai mare valoare a R2 ajustat.



**Fig. 8.9 Ecuații care modelează distribuția rezultatelor variației VCM pentru erori de montare în sens antero-posterior**

Valorile medii și pe cuartile a mediei variației determinate de deplasări pe axul anteroposterior sunt prezentate în tabelul de mai jos (Tabel 8.V).

Variația medie a VCM de la nivelul întregii arcade este de 0,080 mm<sup>3</sup>. La nivelul grupului frontal variația VCM este de 0,024 mm<sup>3</sup>, iar la nivelul premolarilor este de 0,069 mm<sup>3</sup>. Grupul dentar reprezentat de molari prezintă o variație volumetrică medie de 0,143 mm<sup>3</sup>. Variația medie a fost obținută prin estimarea liniară a modificării VCM în funcție de deplasare între valorile corespunzătoare percentilelor 25 și 75 (Tabel 8.VI).

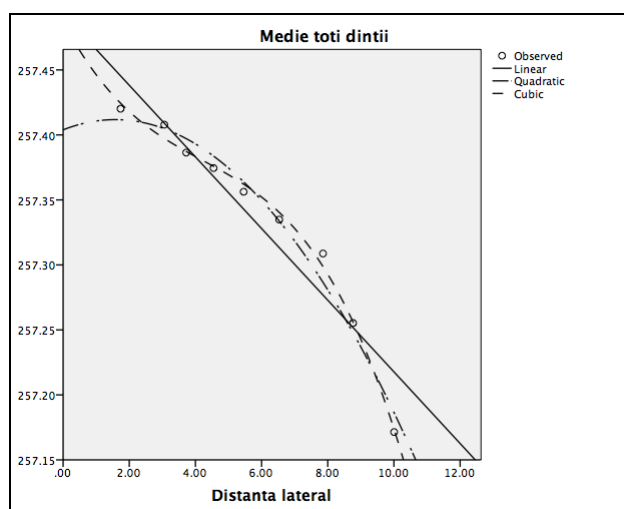
**Tabel 8.VI**

**Variația medie pe grupuri dentare**

Grup dentar	Arcada maxilară completă	Dinți frontali	Premolari	Molari
<b>Variație medie</b>	0,080 mm <sup>3</sup>	0,024 mm <sup>3</sup>	0,069 mm <sup>3</sup>	0,143 mm <sup>3</sup>
<b>R2 ajustat</b>	0,989	0,984	0,970	0,989

**Modificari volumetrice determinate de erori de montare in sens antero-posterior**

Deplasări laterale de 1 mm duc la o modificare a valorii medii, pe toată dantura, de  $257,487-0,049B+0,008B^2-0,001B^3$ , valoarea fiind semnificativă statistic (R2 ajustat=0,990, p<0,001). La nivelul danturii în integralitate dar și al grupurilor dentare (frontal, prefrontal, molari), modelarea cu valorile cele mai mari ale lui R<sup>2</sup>ajustat este cea realizată de ecuația de regresie cubică (Fig. 8.10).



**Fig. 8.10** Ecuații care modelează distribuția rezultatelor variației VCM pentru erori de montare în sens antero-posterior

Variația medie a VCM de la nivelul întregii arcade este de 0,028 mm<sup>3</sup>. La nivelul grupului frontal variația VCM este de 0,039X mm<sup>3</sup>, iar la nivelul premolarilor de 0,015 mm<sup>3</sup> (Tabel 8.IX).

Grupul dentar reprezentat de molari prezintă o variație volumetrică medie de 0,024 mm<sup>3</sup>. Variația medie a fost obținută prin estimarea linierea a modificării VCM în funcție de deplasare între valorile corespunzătoare percentilelor 25 și 75.

**Tabel 8.IX**

**Variația medie pe grupuri dentare**

<b>Grup dentar</b>	<b>Arcada maxilară completă</b>	<b>Diți frontali</b>	<b>Premolari</b>	<b>Molari</b>
<b>Variație medie</b>	0,028 mm <sup>3</sup>	0,039 mm <sup>3</sup>	0,015 mm <sup>3</sup>	0,024 mm <sup>3</sup>
<b>R2 ajustat</b>	0,899	0,922	0,795	0,896

**Variații de formă determinate de erorile de montare**

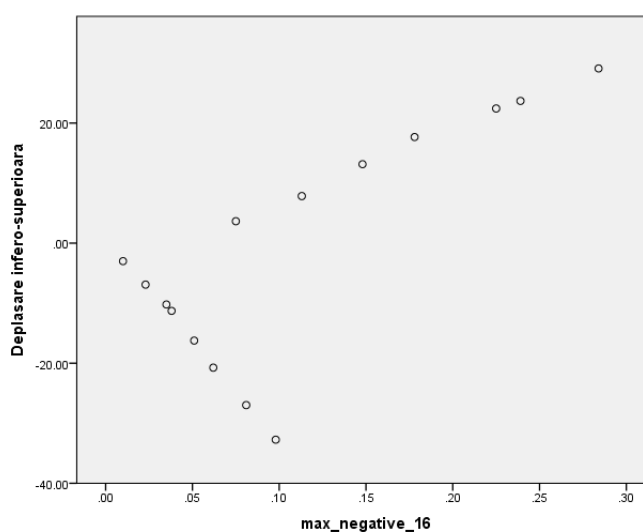
Pentru a se identifica erorile de morfologie coronară s-au urmărit modificările de anatomie a coroanelor digitale corespunzătoare incisivului central (1.1) și a primului molar (1.6) de la nivelul hemiarcadei drepte maxilare prin raportarea la anatomia coronară a modelului de referință. În acest scop s-a folosit un program de analiză tridimensională (Autodesk® Netfabb® 2017.3) pentru a măsura diferențele de dimensiuni între coroanele de referință și coroanele simulate. În acest sens s-a folosit funcția “*Compare two meshes*”, ce permite suprapunerea a două corpuri tridimensionale digitale, software-ul returnând valoarea distanței maxime negative (“*Maximum negative distance*”) și a distanței maxime pozitive (“*Maximum positive distance*:). Rezultatele au conținut și o reprezentare grafică a suprapunerii dintre coroane, cu o limită de toleranță programată la valoarea de 0,02 mm

Analiza efectului erorilor de montare în ax infero-superior asupra formei coronare relevă că la nivelul molarului 1 superior de la nivelul hemiarcadei drepte odată cu creșterea amplitudinii deplasării în sens inferior asistăm la o creștere a distanței maxime negative dintre coroana simulată și coroana de referință, efectul asupra anatomiei crescând direct proporțional cu amplitudinea deplasării inferioare (Fig. 8.11). O eroare de montare de 3 mm în sens inferior asociază o variație negativă de formă de 0,01 mm, în timp ce o eroare de montare de 33 mm asociază o variație negativă de formă de 0,1 mm.

Același tipar de corelație se identifică și în cazul erorilor de montare a modelelor într-o poziție superioară celei corecte. Astfel, o eroare de montare de 3,65 mm superior în raport cu montarea de referință asociază o eroare maximă negativă de 0,075 mm. Pentru o eroare de montare de aproximativ 30 mm s-a identificat o diferență maximă negativă de 0,284 mm între coroana de înveliș simulată și coroana ce corespunde erorii de montare.

Referitor la diferențele pozitive dintre coroanele simulate și cea de referință, am identificat următoarele tipare la nivelul dintelui 1.6. Creșterea amplitudinii erorii în sens inferior asociază o creștere a distanței maxime pozitive între cele două coroane (Fig. 8.11). Astfel, o eroare de montare de 3 mm spre inferior asociază o diferență maximă pozitivă de 0,057 mm, în timp ce o eroare de 33 mm spre inferior asociază o diferență maximă pozitivă de 0,27 mm.

De asemenea, o creșterea a amplitudinii erorii înspre superior asociază o sporire a diferenței pozitive dintre cele două coroane. O eroare de montare spre superior de 3,65 mm asociază o variație coronară pozitivă de 0,027 mm la nivelul lui 1.6. O eroare de montare de aproximativ 30 mm asociază o variație coronară pozitivă de 0,106 mm.



**Fig. 8.11 Variația distanței maxime negative dintre coroană simulată la nivelul lui 1.6 și coroana de referință în funcție de amplitudinea erorii de montare în sens infero-superior**

Legat de erorile de montare în sens antero-posterior toate variabilele urmărite au prezentat același comportament prezentând o tendință de creștere corelată cu amploarea erorii de montare (Tabel 8.XI).

Pentru o bună exemplificare a efectului erorilor de montare asupra morfologiei coronare prezentăm în continuare rezultatul suprapunerii coroanelor digitale corespunzătoare simulărilor erorilor de montare în raport cu coroanele de referință. La nivelul coroanei de acoperire a molarului 1, rezultatele grafice corespund următoarelor simulări: (A) 3 mm inferior, (B) 1 mm inferior, (C) 29,1 mm superior, (D) 8,31 mm anterior, (E) 4,66 mm posterior, (F) 7,86 mm lateral (Fig. 8.15).

Variațiile distanțelor maxime negative și pozitive dintre coroanele de înveliș simulate la nivelul lui 1.6 și 1.1 și coroanele de referință

	Diferența maximă negativă 1.1	Diferența maximă pozitivă 1.1	Diferența maximă negativă 1.6	Diferența maximă pozitivă 1.6
5,66 anterior	0,025	0,008	0,039	0,012
20,64 anterior	0,152	0,026	0,165	0,055
4,66 posterior	0,018	0,026	0,165	0,055
25,55 posterior	0,041	0,146	0,055	0,177

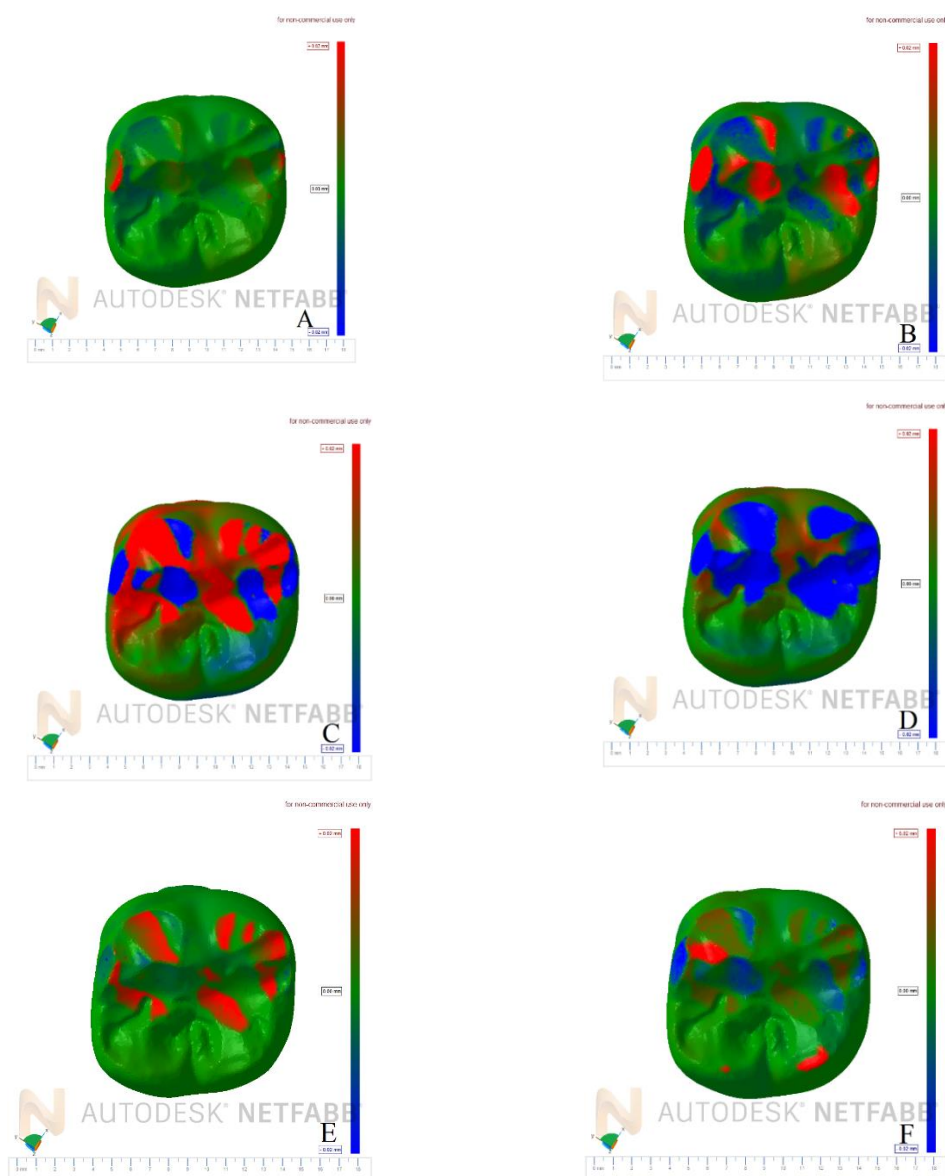
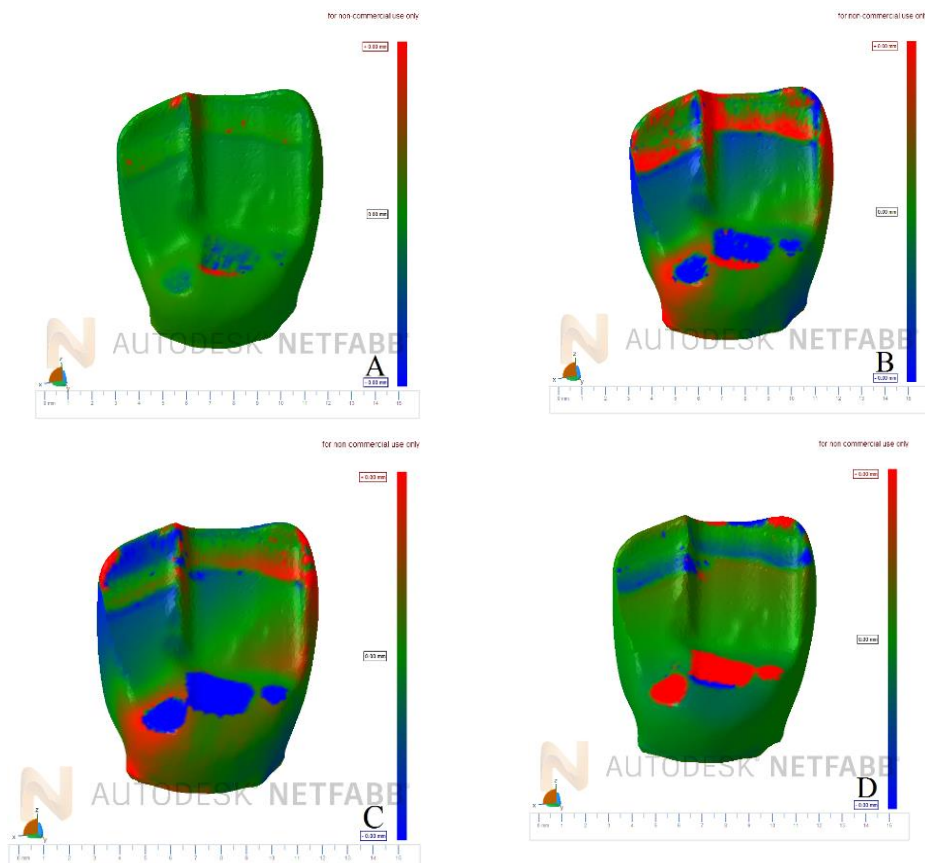


Fig. 8.15 Analiza gradului de suprapunere dintre coroana de referință și coroanele obținute după simularea erorilor de montare în articulator la nivelul M1 maxilar.



**Fig. 8.16 Analiza gradului de suprapunere dintre coroana de referință și coroanele obținute după simularea erorilor de montare în articulator la nivelul incisivului central maxilar**

## 8.5 DISCUȚII

La momentul actual, în medicina dentară sunt urmărite tehnici de lucru eficiente care să permită obținerea de lucrări protetice de înaltă calitate, cu adaptare internă și ocluzală optime, perfect integrate la nivelul sistemului stomatognat. În literatura de specialitate se identifică un număr redus de studii care să analizeze efectele poziționării eronate a modelelor dentare la nivelul articulatorului dentar asupra calității lucrărilor protetice.

Erorile de montare în articulator pot surveni în mai multe etape din cursul tratamentului protetic. O importanță deosebită în generarea erorilor de montare a modelelor în articulatorul dentar este determinată de etapa ce implică utilizarea arcului facial.

Există păreri heterogene în ceea ce privește cea mai potrivită metodă de înregistrare, transfer și montare a modelelor de lucru la nivelul articuloarelor dentare. Unele curente ideologice recomandă montarea prin identificare și transferul axei balame reale, în timp ce altele recomandă identificarea unei poziții medii a ABT, considerând că utilizarea arcului

facial nu aduce niciun beneficiu clinic suplimentar (50)(51)(52). Există circumstanțe în care se practică poziționarea arbitrară a modelelor la nivelul articulaturii dentare. Deviațiile în localizarea ABT se vor traduce în modificări ale arcului de închidere mandibular, deci erori de montare a modelelor la nivelul articulaturii dentare, ce se vor materializa prin alterări ale suprafețelor ocluzale ale dinților (53).

Rezultatele cercetării de față confirmă *implicațiile clinice* ale erorilor de montare prin raportare la volumul mediu coronar și la anatomia dentară. Astfel, erorile de montare în ax infero-superior de 1 mm implică o variație medie la nivelul întregii arcade maxilare de **0,018 mm<sup>3</sup>**. Privind arcada dentară segmentară: aceste variații prezintă valori diferite în funcție de grupul dentar studiat, cei mai afectați fiind premolarii ( **$V_m=0,034 \text{ mm}^3$** ), urmați de molari ( **$V_m=0,023 \text{ mm}^3$** ) și dinții frontali ( **$V_m=0,004 \text{ mm}^3$** ).

Erorile de montare în sens antero-posterior implică o variație medie de **0,080 mm<sup>3</sup>** al VCM de la nivelul arcadei maxilare pentru fiecare milimetru de abatere de poziționare. Variațiile medii ale VCM al dinților grupului frontal și premolar sunt reduse (**0,024 mm<sup>3</sup>**, *respectiv* **0,069 mm<sup>3</sup>**). Variația medie a VCM al grupului molar este însă considerabil mai mare, având valori de **0,143 mm<sup>3</sup>**.

O eroare de montare laterală de 1 mm determină o variație medie a VCM maxilar de **0,028 mm<sup>3</sup>**. Cea mai mare variație medie afectează VCM al dinților frontali (**0,039 mm<sup>3</sup>**). VCM al molarilor prezintă o variație medie de **0,024 mm<sup>3</sup>**, iar variația medie a VCM al premolarilor este de **0,015 mm<sup>3</sup>**.

Variația medie a VCM pentru erorile de montare în sens antero-posterior prezintă valori mai crescute în partea posterioară a arcadei și mai scăzute anterior. Același tipar a fost identificat și de Morneburg și Prosche, studiul lor raportând că erorile ocluzale descresc dinspre zona posterioară a arcadei spre anterior. Cercetarea lor prezintă o abordare diferită, urmărind efectul ocluzal al unei axe balama cinematice și al unei axe balama arbitrare în raport cu modificarea dimensiunii verticale de ocluzie (50).

Din perspectiva modificărilor de formă generate de erorile de montare, experimentele noastre au identificat că o eroare de montare de 3 mm în sens inferior asociază o variație negativă de formă la nivelul lui 1.6 de **0,01 mm**, în timp ce o eroare de montare de 33 mm asociază o *variație negativă de formă de 0,1 mm*.

Același tipar de corelație se identifică și în cazul erorilor de montare a modelelor într-o poziție superioară celei corecte. Astfel, o eroare de montare de 3,65 mm superior în raport cu montarea de referință asociază o *eroare maximă negativă de 0,075 mm*. O eroare

de montare de 30 mm este corelată cu o DMN de **0,284 mm** între coroana de înveliș simulată și coroana ce corespunde erorii de montare.

**DMP** dintre coroanele simulate la nivelul lui 1.6 și coroana de referință sunt de **0,057 mm** pentru erori de montare de 3 mm spre inferior și de aproximativ 5 ori mai mari pentru erori de 30 mm. O eroare de montare în sens superior de 30 mm determină o DMP de **0,106 mm**.

Referitor, la erorile de montare laterală, pentru coroana de acoperire corespunzătoare dintelui 1.1, **DMN** este de **0,12 mm** pentru erori de montare cuprinse între 3,72 mm și 8,77 mm, în timp valorile pentru 1.6 sunt cuprinse între **0,29 și 0,31 mm** pentru erori cuprinse între **1,74 mm și 10,01 mm**.

În ceea ce privește valoarea distanței maxime pozitive între coroana simulată și coroana de referință, s-a identificat că la nivelul lui 1.6 există o tendință de creștere a distanței maxime pozitive pe măsură ce amplitudinea erorii de montare în sens lateral este modificată. Astfel, o eroare de montare laterală asociază o **DMP** față de coroana de referință de **0,016 mm**, în timp ce o eroare de montare de **10 mm** asociază o DMP de **0,158 mm**.

Erorile de montare în sens antero-posterior determină cele mai mari variații de formă, acestea fiind identificate la nivelul lui 1.6 sub formă de **distanță maximă pozitivă în valoare de 0,177 mm**. De asemenea, se observă că dinții frontali sunt mai afectați de erori de montare în sens anterior, **diferența maximă negativă de 0,152 mm** fiind identificată la nivelul incisivului central superior. Modul în care variază valorile DMP și DMN sugerează că erorile de montare în sens anterior afectează preponderant dinții frontali prin diferențe negative de formă, iar erorile în sens posterior afectează în principal molarii prin diferențe pozitive de formă.

Gordon și colab. realizează un studiu asemănător prin care analizează efectul ocluzal al localizării incorecte a ABT cu 5 și 8 mm în sens anterior, posterior, superior și inferior. Raportarea la ABT implică o eroare de poziționare intraarticulară a modelelor dentare. Rezultatele lor arată că erorile raportate la înălțimea cuspidiană a molarului secund au variat de la 0,15 mm la 0,4 mm. Eroarea mezio-distală a presupus poziția modificată spre distal cu până 0,51 mm sau spre mezial cu până la 0,52 mm (52). Rezultatele studiului de față se încadrează în estimarea emisă de Gordon și colab. conform căreia montarea arbitrară conduce la erori ocluzale mai mici de 300 μm în cazul a 87% din pacienții când modificarea DVO este limitată la 2 mm. Mai mult, aceștia precizează că în 12% din cazuri erorile sunt cuprinse între 300 și 500 μm, și că în doar 1% din pacienți se identifică erori mai mari de 500 μm. Ei concluzionează că transferul arbitrar al modelelor dentare este asociat cu un risc

neglijabil în ceea ce privește inducerea de erori ocluzale ce depășesc limitele acceptabilității clinice, cu precizarea că modificările DVO nu ar trebui să depășească  $2\text{ mm}$  (26).

În general, rezultatele obținute prezintă o evoluție proporțională cu amplitudinea erorii de montare. Același tipar este identificat și de Eva Piehslinger, care arată că amplitudinea erorilor ocluzale este în concordanță cu devierea liniară sau angulară a localizării ABT. De asemenea, acest studiu arată că devierea ocluzală este direct proporțională cu grosimea înregistrării ocluzale și că o înregistrare ocluzală cu grosime mai mare de  $2\text{ mm}$  va induce o eroare ocluzală ce va depăși  $0,1\text{ mm}$  (27).

## CONCLUZII

Studiul de față confirmă ipoteza conform căreia erorile de montare ale modelelor dentare în articulator prezintă efecte în morfologia ocluzală, afectând ambii parametri urmăriți: volumul coronar și forma dentară.

Cercetarea a urmărit efectele abaterilor de montare ale modelelor dentare la nivelul articulatorului în sens antero-posterior, supero-inferior și lateral. Dintre toate posibilele erori de montare luate în considerare, s-a identificat că erorile în sens antero-posterior determină cea mai mare variație a volumului coronar mediu. Mai mult, această variație prezintă o scădere din zona posterioară a arcadei spre zona anterioară.

Din perspectiva modificărilor de formă, cele mai mari abateri de la forma coroanelor de referință s-au identificat tot în cazul erorilor de montare în ax antero-posterior, atât pentru lucrările protetice simulate la nivelul incisivului central, cât și molarului unu maxilar. În cazul modificărilor de formă ambele variabile urmărite (distanța maximă pozitivă și distanța maximă negativă) prezintă o evoluție direct proporțională cu amplitudinea erorii de montare.

Considerând aceste rezultate, recomandăm a se acorda o importanță deosebită erorilor de montare în ax antero-posterior și implicit a localizării ABT, cu precizarea că implicațiile ocluzale ale abaterilor în montare ar trebui corelate cu eventualele modificări ale dimensiunii verticale de ocluzie (54).

## **CAPITOLUL 9 prezintă STUDIUL EFECTELOR VARIABILELOR ARTICULARE ASUPRA MORFOLOGIEI OCLUZALE**

Articulatoarele dentare reprezintă corespondentele mecanice ale articulațiilor temporo-mandibulare, acestea servind la duplicarea interacțiunii biomecanice dintre determinanții morfologiei ocluzale și ocluzia dentară. Studiile disponibile în literatura de specialitate arată că există corelații între capacitățile sistemului masticator: forța ocluzală, morfologia articulației temporo-mandibulare și morfologia ocluzală, existând un echilibru

în tot sistemul stomatognat (55). Rolul medicului stomatolog este de a trata patologia dentară, prin realizarea de restaurări dentare cu anatomie în armonie cu funcționalitatea aparatului dento-maxilar. Morfologia restaurărilor dentare trebuie să îndeplinească principiile ocluziei funcționale, să ofere stabilitatea în pozițiile centrice ale mandibulei și să nu constituie interferențe în cursul mișcărilor mandibulare.

Utilizarea articuloarelor dentare devine fundamentală în practica stomatologică, având în vedere că asigură obținerea facilă a unor lucrări protetice corespunzătoare din punct de vedere anatomic, fără riscul de a produce efecte negative asupra sistemului stomatognat.

### **SCOP**

Scopul acestui studiu a fost de a cuantifica în ce măsură diferă morfologia ocluzală a coroanelor de acoperire de la nivelul întregii arcade maxilare simulate folosind diferite valori ale determinantilor ocluziei dinamice. Vom aborda diferențele în morfologia ocluzală prin două tehnici:

- raportarea la diferențe volumetrice ale elementelor protetice prin măsurători computerizate;
- identificarea diferențelor de formă dintre coroanele de înveliș simulate și coroanele de referință.

### **MATERIAL ȘI METODĂ**

În vederea desfășurării cercetării, s-au folosit două modele didactice rășinice maxilar și mandibular, montate la nivelul unui simulator mandibular (*KaVo Dental Patient Simulator (DPS) "Adam"*, KaVo Dental GmbH, Biberach).

Dinții modelului maxilar au fost ulterior preparați pentru restaurări indirecte de tipul coroanelor de înveliș, folosind un kit standard de freze diamantate (Set 4562, Brasseler GmbH, Lemgo, Germania).

Întregul ansamblu model maxilar – model mandibular a fost digitalizat, folosind un scanner intraoral Trios (3Shape A/S, Copenhagen, Denmark) (Fig. 9.4, 9.5, 9.6, 9.7).

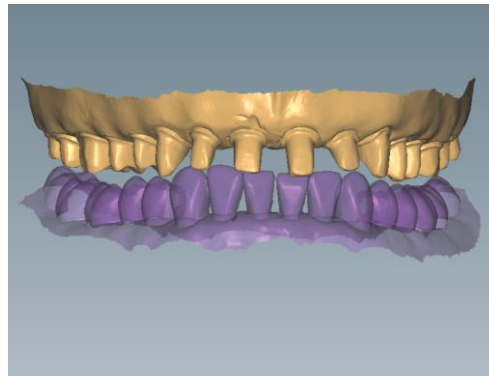
Informațiile obținute au fost prelucrate sub formă unor fișiere stereolitografice (*.stl, solid-to-layer*) și transferate unui software de CAD (*Exocad DentalCAD*, Exocad GmbH, Darmstadt, Germany). Simulările au fost realizate cu ajutorul unui computer cu următoarele specificații: Intel® Core™ i7-4720HQ CPU @ 2.60GHz, sistem de operare Windows 10 (2016, Microsoft Corporation).

Design-ul digital al coroanelor de înveliș a presupus secționarea modelelor nivelul soclului, pentru a optimiza dimensiunea fișierelor stereolitografice. Folosind modulul de

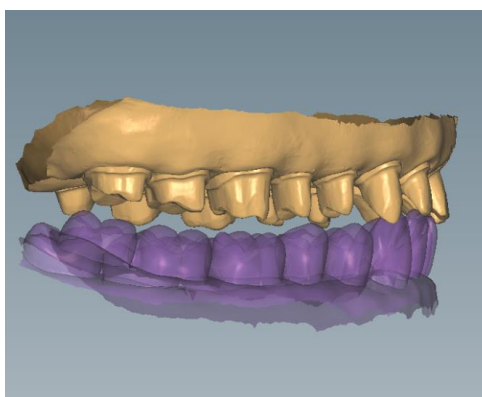
prelucrarea automată a elementelor protetice (“Wizard”), au fost identificate marginile preparatiilor, au fost stabilite ulterior axele de inserție ale coroanelor de înveliș și au fost simulate 16 coroane individuale din librăria de forme dentare (“Tooth library”) a programului Exocad.



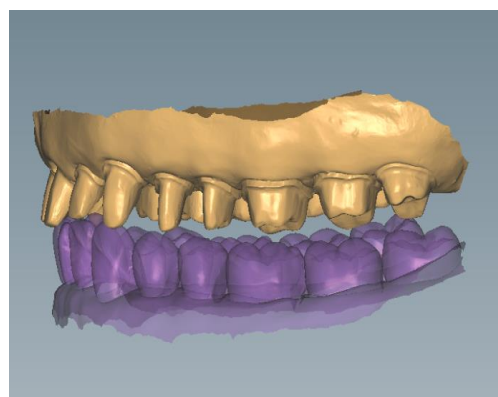
**Fig. 9.4 Aspectul ocluzal al modelului maxilar**



**Fig. 9.5 Aspectul frontal al modelelor maxilar și mandibular**



**Fig. 9.6 Aspectul modelelor digitale din norma laterală dreapta**

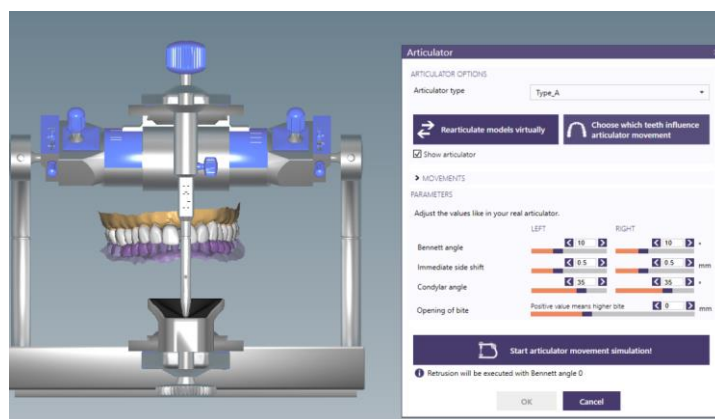


**Fig. 9.7 Aspectul modelelor digitale din norma laterală stânga**

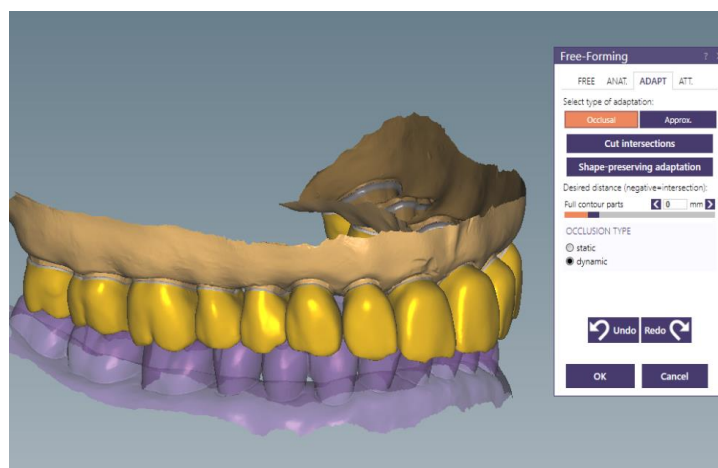
Simularea de referință a fost realizată folosind valori medii ale determinanților mișcărilor mandibulare: unghi Bennett =  $10^\circ$ , ISS = 0,5 mm, înclinare condiliană =  $35^\circ$ , măsură incizală plană, amplitudinea mișcării de propulsie = 5 mm, amplitudinea mișcării de lateralitate = 5 mm, amplitudinea mișcării de retropulsie = 2 mm (Fig. 9.8).

Restaurările propuse au fost ulterior adaptate ocluzal, în cadrul modulului *Expert* (“*Expert Mode*”) al programului Exocad, iar posibilele zone de interferență din dinamica mandibulară au fost eliminate folosind funcția de îndepărtarea automată a zonelor de intersecție (“*Cut intersections*”).

Caracteristicile anatomice ale coroanelor de înveliș au fost analizate în programul Rhino, versiunea 5.0 (Robert McNeel & Associates, Seattle, WA, USA), prin măsurarea volumului fiecărei restaurări.



**Fig. 9.8 Montarea digitală a modelelor în articulatorul virtual programat cu valori medii**



**Fig. 9.9 Funcția de adaptare ocluzală automată a programului DentalCAD**

În vederea cuantificării efectelor ocluzale ale parametrilor ajustabili ai articulatorilor dentare, au fost simulate 230 de situații prin modificarea fiecărei variabile. Parametrii au fost împărțiți astfel:

- Determinanți posteriori: unghi Bennet (UB), înclinarea pantei condiliene (CA), mișcarea Bennett imediată (ISS);
- Determinanți anteriori: caracteristicile ghidajului anterior – prin modificări la nivelul măsuței incizale (ITI – *incisal table inclination* și AIT – *anterior incisal table*);
- Modificări ale amplitudinii mișcărilor mandibulare: amplitudinea mișcării de lateralitate (L), amplitudinea mișcării de propulsie (P), amplitudinea mișcării de retropulsie (R).

Eliminarea posibilelor interferențe se realizează prin simularea virtuală a mișcărilor mandibulare de propulsie, lateralitate stânga-dreapta și retropulsie.

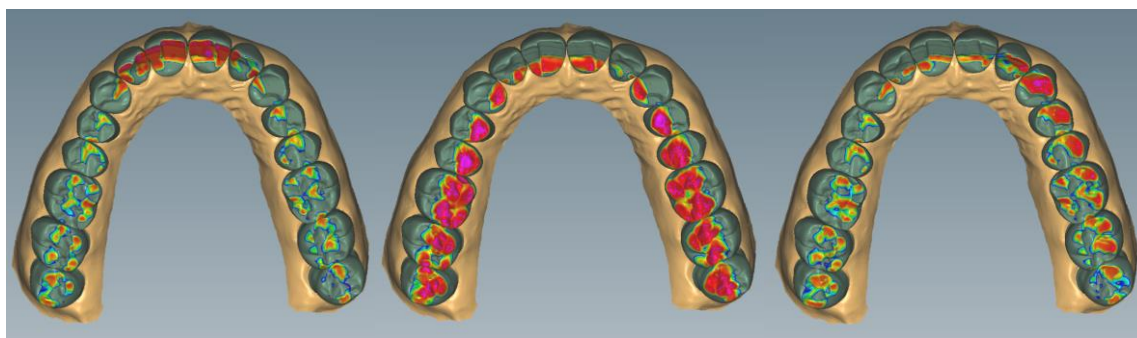
Simularea mișcărilor excentrice cu contact dento-dentar va identifica zonele de proximitate dintre suprafețele ocluzale maxilare și mandibulare, iar zonele de interferență

vor fi eliminate. Îndepărtarea automată a interferențelor se realizează în funcție de cât de ferme se doresc contactele dentare între cele două maxilare (“Desired distance”) (Fig. 9.11).

## 9.4 REZULTATE

### 9.4.1 Analiza influenței variabilelor articulare asupra volumului coronar

Rezultatele au fost prelucrate cu ajutorul software-ului SPSS versiunea 2.2 pentru sistem de operare Mac (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Pentru fiecare determinant articular a fost evaluat modelul de regresie cel mai favorabil, ecuația rezultată fiind trecută în tabelele corespunzătoare fiecăruia. Au fost evaluate ecuații de regresie liniare, cubice, pătratice, S logaritmice, exponențiale, compuse, de creștere, inverse, logistice. Având în vedere faptul că ecuațiile de regresie obținute au fost neliniare, pentru compararea amplitudinii mișcărilor s-a realizat următorul algoritm: (1) s-au obținut valorile medii ale morfologiei dentare; (2) s-au obținut valorile pentru quartilele 25/75%; (3) s-a estimat valoarea medie a modificării generate la nivelul morfologiei dentare generată de modificarea cu un punct a parametrului urmărit.



**Fig. 9.11 Semnalizarea zonelor contact ocluzal la nivelul maxilarului în urma simulărilor mișcărilor de propulsie, retropulsie, lateralitate stanga și lateralitate dreapta**

Modificările morfologice coroanare au fost cuantificate prin variații ale volumului coronar și au fost calculate individual la nivelul hemiarcadei drepte, hemiarcadei stângi, dinților frontali, premolarilor și molarilor.

#### ***Unghiul Bennet***

Pentru a evalua modul în care o modificare de un punct Bennet duce la afectarea morfologiei ocluzale s-a estimat ecuația de regresie cu cea mai mare valoare a R2 ajustat.

Ca și medie obținută prin estimarea unei regresii lineare între parametrul ce urmărește morfologia ocluzală a tuturor coroanelor de înveliș simulate la nivelul maxilarului și unghiul Bennet, la o scădere a unghiului Bennet cu 1 grad, aceasta va scădea cu 0,15 (Fig. 9.12).

Variația medie, pentru modificări ale unghiului Bennet de un punct, pe morfologia dentară a întregii danturi, este de 0,01 în intervalul de variație cuprins între cuartilele 25 și 75 (Tabel 9.II).

**Tabel 9.II**

**Statistici descriptive ale variației volumului coronar în funcție de valoarea unghiului Bennett**

		Bennet	V_Complet eX	V_1X	V_2X	V_Fr	V_Premol ari	V_Mola ri
N	Valide	38	37	37	37	37	37	37
	Lipsa	0	1	1	1	1	1	1
<b>Media</b>		13,6184	264,381	249,8226	278,9397	215,8777	198,4062	356,8679
<b>Mediana</b>		12,25	264,3961	249,7862	279,0023	215,7614	198,4456	356,9722
<b>Var. standard</b>		8,8275	0,31501	0,34605	0,30114	0,72912	0,07342	0,19314
<b>Per cen tila</b>	25	5,375	264,2394	249,6965	278,7823	215,6459	198,3844	356,7363
	50	12,25	264,3961	249,7862	279,0023	215,7614	198,4456	356,9722
	75	21,25	264,4138	249,8033	279,0255	215,8007	198,4505	357,0168
<b>Variația medie</b>			0,01098	0,0067	0,0153	0,0097	0,0041	0,01766

***Immediate side shift (ISS)***

Pentru a evalua modul în care o modificare de un punct ISS duce la afectarea morfologiei ocluzale s-a estimat ecuația de regresie cu cea mai mare valoare a R2 ajustat.

Variația medie, pentru modificări ale ISS de un punct, pe morfologia dentară a întregii arcade maxilare, este de 1,475 în intervalul de variație cuprins între cuartilele 25 și 75 (Tabel 9.IV).

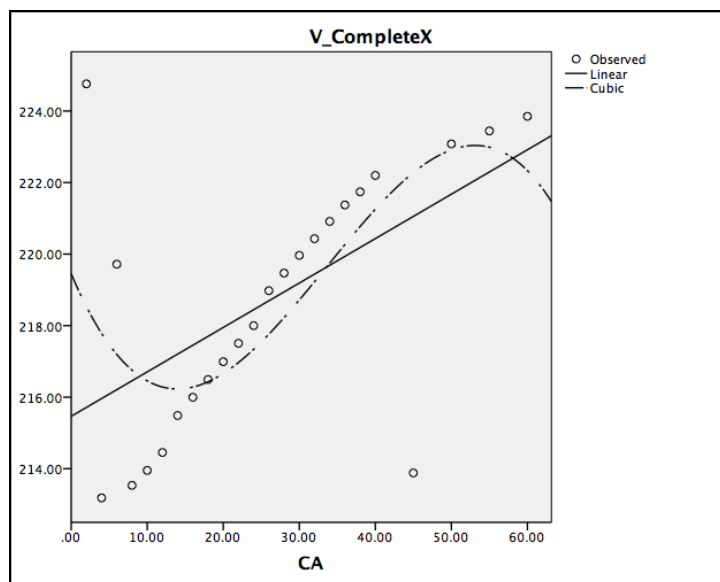
**Tabel 9.IV**

**Statistici descriptive ale variației VCM în funcție de ISS**

		ISS	V_Complet eX	V_1X	V_2X	V_Fr	V_Premol ari	V_Mola ri
N	Valide	15	15	15	15	15	15	15
	Lipsa	0	0	0	0	0	0	0
<b>Media</b>		0,9	257,8066	248,3394	267,2739	214,2871	197,9078	341,2588
<b>Mediana</b>		0,9	263,6545	249,3738	278,2085	215,5796	198,0498	355,5931
<b>Var. standard</b>		0,5345	15,9275	3,781	28,9671	5,118	0,4905	38,4158
<b>Minimum</b>		0,1	213,1831	234,8087	191,5574	195,7974	197,0729	241,1301
<b>Maximum</b>		2	264,4262	249,8106	279,0434	215,8155	198,454	357,0184
<b>Per cen tila</b>	25	0,4	263,0186	248,9235	277,0456	215,4067	197,3545	354,4064
	50	0,9	263,6545	249,3738	278,2085	215,5796	198,0498	355,5931
	75	1,3	264,3461	249,768	278,9832	215,8	198,4063	356,8522
<b>Variația medie</b>			1,475	0,9383	2,1528	0,437	1,1686	2,7175

## Înclinarea condiliană (CA)

Pentru a evalua modul în care o modificare de un punct a înclinării condiliene duce la afectarea morfologiei ocluzale s-a estimat ecuația de regresie cu cea mai mare valoare a R2 ajustat. Ecuația care modelează cel mai bine variabilitatea valorii medii funcție de CA este una neliniară (cubică), având valori relativ constante la valori de până la 40 ale CA.



**Fig. 9.14 Variația VCM în funcție de valoarea înclinării pantei condiliene raportată la ecuații cubice și liniare**

## Amplitudinea mișcării de propulsie (P)

Pentru a evalua modul în care o modificare de un punct de amplitudine a mișcării de propulsie duce la afectarea morfologiei ocluzale s-a estimat ecuația de regresie cu cea mai mare valoare a R2 ajustat, care a fost inclusă în tabelul de mai jos (Tabel 9.VI).

**Tabel 9.VI**

**Statistici ce descriu variațiile ocluzale induse de modificarea înclinării pantei condiliene**

	CA	V_CompleteX	V_1X	V_2X	V_Fr	V_Premolari	V_Molari	
N	Valide	24	24	24	24	24	24	
	Lipsa	0	0	0	0	0	0	
<b>Media</b>	26,25	218,7251	243,3823	194,0679	202,8325	198,1734	248,319	
<b>Mediana</b>	25	219,2234	244,55	194,2528	203,7573	198,3391	248,9381	
<b>Var. standard</b>	16,27548	3,56952	4,15038	4,09587	7,40259	0,34933	3,9269	
<b>Minimum</b>	2	213,18	234,81	180,49	180,52	197,25	241,13	
<b>Maximum</b>	60	224,76	248,92	200,6	215,35	198,44	257,54	
<b>Percentila</b>	25	12,5	215,6143	240,3471	191,7209	198,162	198,0701	245,4162
	50	25	219,2234	244,55	194,2528	203,7573	198,3391	248,9381
	75	37,5	221,6496	246,8032	196,8628	208,1307	198,4084	251,0143
<b>Variatia medie</b>		0,2414	0,2582	0,2056	0,398	0,01353	0,2239	

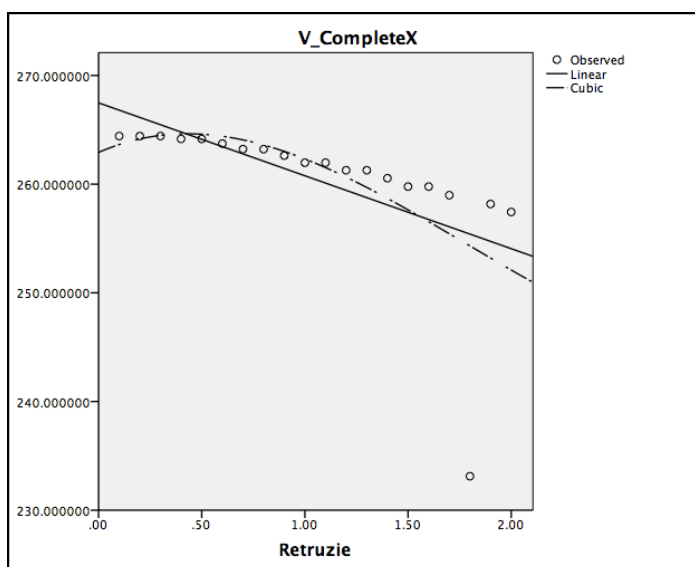
Modificarea amplitudinii propulsiei cu un punct duce la o modificare a valorii medii, la nivelul tuturor coroanelor arcadei maxilare, de  $264,937827 - 0,77632P + 0,150529P^2 - 0,008582P^3$ , dar valoarea nu este semnificativă statistic ( $R^2$  ajustat=0,035,  $p=0,813$ ). Valorile obținute la nivelul dinților frontali sunt singurele reproductibile, valorile obținute pentru premolari și molari nefiind statistic semnificative.

Variația medie, pentru modificări ale propulsiei de un punct, pe morfologia dentară a întregii arcade maxilare, este de 0,15 în intervalul de variație cuprins între cuartilele 25 și 75.

### *Amplitudinea mișcării de retropulsie (R)*

Pentru a evalua modul în care o modificare de un punct a amplitudinii mișcării de retropulsie duce la afectarea morfologiei ocluzale, s-a estimat ecuația de regresie cu cea mai mare valoare a  $R^2$  ajustat, care a fost inclusă în tabelul de mai jos.

Modificarea retruziei cu un punct duce la o modificare a valorii medii, pe toată dantura, de  $262,917 + 8,344R - 11,01R^2 + 2,067R^3$ , valoarea fiind semnificativă statistic ( $R^2$  ajustat=0,384,  $p=0,046$ ). Rezultatele de la nivelul hemiarcadei drepte sunt mult mai omogene și mai reproductibile decât cele de la nivelul hemiarcadei stângi. Valorile obținute la nivelul incisivilor și premolarilor sunt extrem de omogene, pe când cele obținute la nivelul coroanelor molarilor – nu. Ecuația care modelează cel mai bine variabilitatea valorii medii funcție de retruzie este cea neliniară (cubică) (Fig. 9.16).



**Fig 9.16 Variația VCM în funcție de amploarea mișcării de retropulsie raportată la ecuații cubice și liniare**

**Tabel 9.X**

**Statistici descriptive ale influenței amplitudinii mișcării de retruzie asupra morfologiei ocluzale**

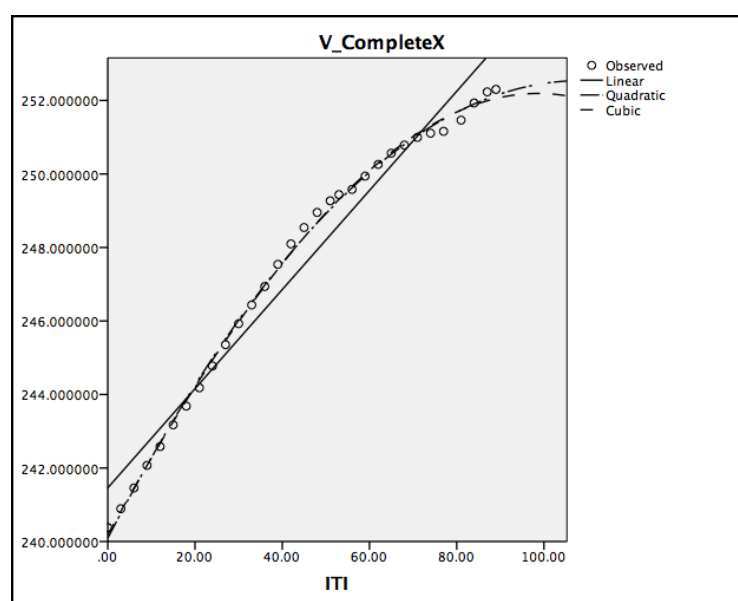
		Retruzie	V_CompleteX	V_1X	V_2X	V_Fr	V_PM	V_Molari
N	Valide	20	20	20	20	20	20	20
	Lipsă	0	0	0	0	0	0	0
<b>Media</b>		1,05	260,436	247,552	273,321	215,405	193,94	349,799
<b>Mediana</b>		1,05	261,975	247,732	276,218	215,379	194,014	353,878
<b>Variația standard</b>		0,592	6,79	1,887	12,587	0,294	3,579	16,719
<b>Percentila</b>	25	0,525	259,777	245,948	273,606	215,14	190,734	350,442
	50	1,05	261,975	247,732	276,218	215,379	194,014	353,878
	75	1,575	264,056	249,485	278,627	215,718	197,736	356,608
<b>Variația medie</b>		4,0752	3,3685	4,7819	0,5504	6,6685	5,8723	4,0752

Variația medie, pentru modificări ale mișcării de retropulsie de un punct, pe morfologia dentară tuturor coroanelor dinților maxilari, este de 4,28 în intervalul de variație cuprins între cuartilele 25 și 75 (Tabel 9.X).

**Înclinarea măsuței incizale (Incisal table inclination)**

Pentru a evalua modul în care o modificare de un punct a înclinării măsuței incizale duce la afectarea morfologiei ocluzale s-a estimat ecuația de regresie cu cea mai mare valoare a R2 ajustat, care a fost inclusă în tabelul de mai jos.

Modificarea ITI cu un punct duce la o modificare a VCM, la nivelul întregii arcade maxilare, de  $240,089 + 0,229I - 0,001I^2$ , valoarea fiind semnificativă statistic (R2 ajustat=0,998, p<0,001). Rezultatele sunt extrem de omogene și reproductibile pe toate grupele dentare studiate.



**Fig. 9.18** Variația VCM în funcție de valoarea ITI raportată la ecuații cubice și liniare

Ecuția care modelează cel mai bine variabilitatea valorii medii în funcție de înclinarea masuței incizale (ITI) este una nelineară (pătratică, cu precizarea că forma curbei este extrem de asemănătoare, pe intervalul studiat, cu a ecuației de regresie cubică) (Fig. 9.18). Variația medie, pentru modificări ale ITI de un punct, pe morfologia dentară a întregii arcade, este de 0,14 în intervalul de variație cuprins între cuartilele 25 și 75 (Tabel 9.XIV).

***Variații de formă determinate de valorile ghidajului condilian și ale ghidajului anterior***

În scopul identificării implicațiilor asupra morfologiei ocluzale a caracteristicilor ghidajului condilian (CA) și a ghidajului anterior (ITI) s-au urmărit caracteristicile coroanelor de înveliș simulate la nivelul incisivului central 1.1 și a primului molar 1.6 în raport cu anatomia coronară a modelului de referință simulat la nivelul articulaturii folosind valori medii ale parametrilor articulari. În acest sens s-au realizat 33 de experimente prin modificări ale valorii înclinării condiliene cu valori cuprinse între -18 și 60 grade, și 30 de experimente ce au vizat modificări ale înclinării măsuței incizale pentru valori cuprinse între 0 și 90 grade.

Analiza efectului ghidajului condilian asupra morfologiei ocluzale, materializate prin diferențele de contur maxime pozitive și negative între coroanele simulate și coroanele de referință, arată că pentru valori negative ale CA, afectarea anatomiei dentare crește pe măsură ce valoarea înclinării pantei condiliene scade. Simulările realizate folosind valori ale CA cuprinse între 0 și 60 de grade, au constituit un număr de 24 de experimente. Valorile DMP și DMN calculate pentru 1.6 scad până la o valoare a CA egală cu 35°, urmărind din nou un traiect crescător până la valori de 60° CA. Același pattern de evoluție se identifică și în cazul DMP și DMN de la nivelul coroanei de acoperire de la nivelul dintelui 1.1.

**Tabel 9.XVII**

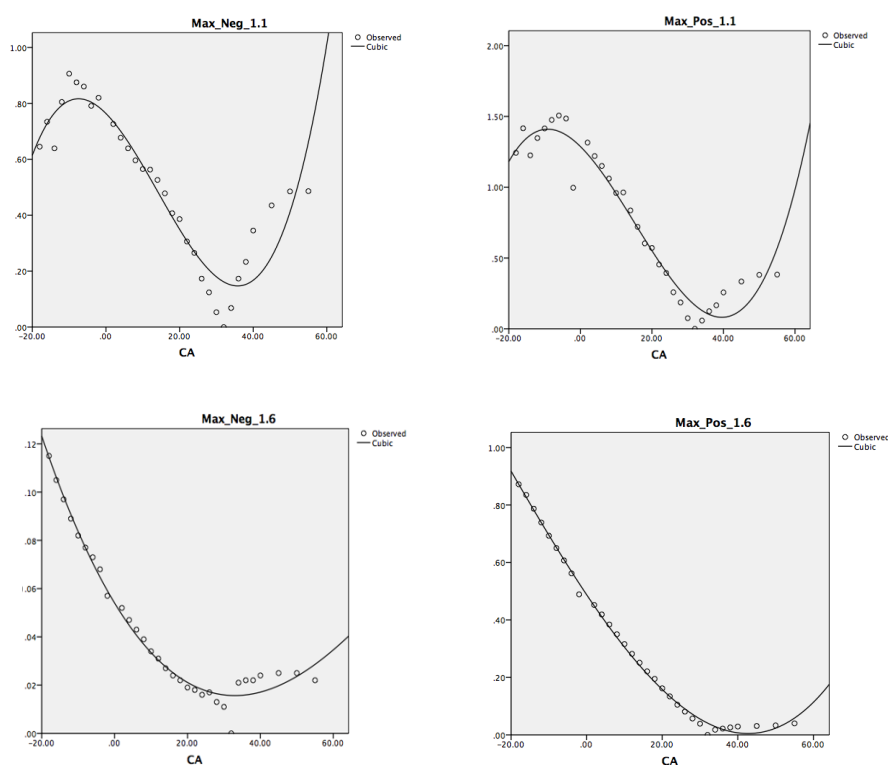
**Evoluția distanței maxime pozitive și negative pentru 1.1 și 1.6 în funcție de valoarea CA**

<b>Măsurătoare</b>	<b>Ecuție (cubică)</b>	<b>R2 ajustat</b>
<b>Max Neg 1.1</b>	0,763-0,013CA-0,01CA <sup>2</sup>	0,892
<b>Max Pos 1.1</b>	1,287-0,025CA-0,001CA	0,947
<b>Max Neg 1.6</b>	0,054-0,002CA	0,978
<b>Max Pos 1.6</b>	0,488-0,02CA	0,997

Efectul ghidajului anterior, implicit al înclinării măsuței incizale, asupra morfologiei dentare a fost simulat prin efectuarea celor 30 de experimente simulând situațiile ocluzale determinate de valori ale ITI cuprinse între 0 și 90°. Valorile scăzute ale

ITI au determinat variații mari ale DPM și DMN în special la nivelul incisului central. În cazul unei înclinări de 3° ale ITI, DMN la nivelul lui 1.1 a fost de 1,23 mm, iar la nivelul lui 1.6 de 0,203 mm. Valorile DMP și DMN prezintă o tendință de scădere de la valori de 0 ale ITI la valori de 36°, după care îmbracă o tendință de creștere, dar valorile devin constante spre sfârșitul intervalului de valori (între 51° și 89°).

Ecuția care modelează cel mai bine variabilitatea valorii medii în funcție de valoarea ITI este cea nelineară (cubică).



**Fig. 9.20** Variația distanței maxime pozitive și negative dintre coroanele simulate la nivelul lui 1.1 și 1.6 și coroanele omologe de referință, în funcție de valoarea înclinării condiliene (CA)

Ecuția care modelează cel mai bine variabilitatea valorii medii în funcție de valoarea ITI este cea nelineară (cubică) (Fig. 9.21).

Pentru a evalua modul în care o modificare de un grad a înclinării masutei incizale duce la afectarea morfologiei ocluzale s-a estimat ecuația de regresie cu cea mai mare valoare a R2 ajustat (Tabel 9.XVIII).

Tabel 9.XVIII

**Evoluția distanței maxime pozitive și negative pentru 1.1 și 1.6 în funcție de valoarea ITI**

Măsurătoare	Ecuție (cubică)	R2 ajustat
Max Pos 1.1.	$3,444-0,127ITI+0,002ITI^2$	0,689
Max Neg 1.6	$0,194+0,003ITI$	0,998
Max Pos 1.6	$0,924-0,001ITI$	0,983

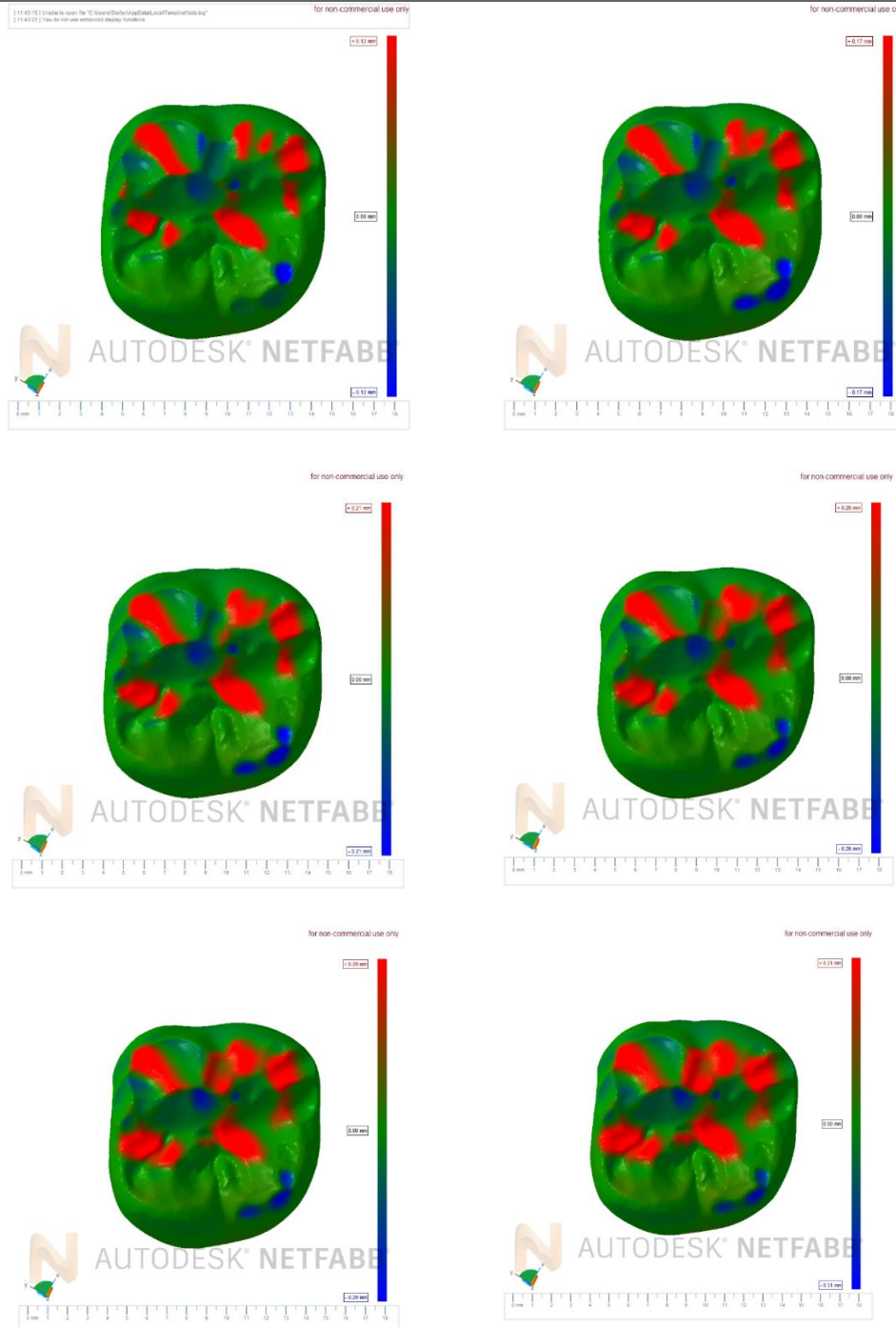


Fig. 9.23

Aspectul ocluzal al restaurarilor simulate la valori de 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 89° ale înclinării mășuței incizale in raport cu coroana de referinta (ITI=0)



**Fig. 9.22**

**Aspectul virtual al coroanelor simulate la nivelul lui 1.1 prin variații ale înclinării măsuței incizale de 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° și 90°**

## **CONCLUZII**

Raportat la volumul mediu coronar, toți parametrii articulații luați în studiu afectează morfologia coronară.

Valoarea unghiului Bennett afectează preponderent anatomia dinților laterali, variațiile medii identificate sugerând că efectul la nivelul molarilor este de aproximativ două ori mai accentuat decât la nivelul frontalilor.

De asemenea, caracteristicile mișcării de translației imediată afectează preponderent dinții laterali. Variația medie la nivelul grupului molar este de  $2,7175 \text{ mm}^3$  și este de aproape două ori mai mare decât variația medie calculată pentru grupul frontal.

Tipul individualizării măsuței incizale (ITI) afectează în principal morfologia dinților frontali, la acest nivel identificându-se o variație medie de  $0,4168 \text{ mm}^3$ . Efectele morfologice înregistrare la nivelul grupurilor premolare și molare sunt mult mai reduse.

Referitor la implicațiile amplitunii mișcărilor mandibulare, putem concluziona că mișcarea de retropulsie influențează semnificativ morfologia dentară. Efectele asupra anatomiei dentare determinate de caracteristicile mișcărilor de propulsie și lateralitate sunt mult mai reduse.

O deosebită atenție ar trebui acordată mișcării de translație laterală imediată (ISS) a condililor și înglobării caracteristicilor mișcării de retroimpulsie.

Este astfel recomandat că în conformarea ocluzală a lucrărilor protetice să se ia în considerare acești parametri, recomandându-se individualizarea lor atât la nivelul articulațiilor mecanice, cât și la nivelul articulațiilor virtuale. O deosebită atenție ar trebui acordată mișcării de translație laterală imediată (ISS) a condililor și înglobării caracteristicilor mișcării de retroimpulsie.

Considerând aceste aspecte, utilizarea articulațiilor dentare în medicina dentară este justificată.

### **CAPITOLUL 10 prezintă concluziile coroborate ale studiilor realizate.**

Luând în considerare rezultatele studiilor desfășurate, putem *concluziona* că:

Am putut identifica că specialiștii în medicină dentară prezintă o participare redusă la programele de perfecționare sau cursurile post-universitare ce vizează ocluzologia sau articulația temporo-mandibulară. Majoritatea se bazează pe noțiunile pe care le-au dobândit în timpul facultății sau în urmă experienței practice. Astfel, corelațiile identificate sugerează că cunoștințele insuficiente în acest domeniu dictează abordarea pe care aceștia o au în desfășurarea tratamentelor protetice.

Procentul ridicat al medicilor care afirmă că nu au la dispoziție nici dispozitive de tipul arcului facial, nici articulații dentare în cadrul cabinetului în care își desfășoară practica sugerează condiționarea modului în care sunt conduse tratamentele medicale de factorii economici. Astfel, utilizarea arcului facial este mult mai frecventă în cabinetele în care acesta este disponibil. De asemenea, menționăm ca un număr reprezentativ de medici consideră inutilă implementarea arcului facial și articulatorului dentar din perspectiva consumului de timp, energie și a implicațiilor financiare pe care le are această manoperă.

Privind în ansamblu, utilizarea arcului facial în cursul tratamentelor protetice este întâlnită în puțin peste 60% în cazuri; cu toate acestea, majoritatea respondenților afirmă că îl utilizează doar ocazional (39%) și un număr reprezentativ de medici afirmă că nu îl folosesc niciodată (n=39%).

Heterogenitatea din perspectiva pregătirii medicilor stomatologi, a gradului de utilizare a arcurilor faciale și articulațiilor dentare sau a caracteristicilor practicii medicale și a protocoalelor pe care le utilizează în timpul practicii medicale stomatologice sugerează nevoia de:

- Uniformizare a programelor de pregătire medicală din domeniul ocluziei dentare din punct de vedere al conținutului, conceptelor și protocoalelor recomandate;

- Facilitarea accesului medicilor stomatologi la programele de pregătire post-universitară;

- Clarificarea unor aspect ce țin de politicile de sănătate publică pentru a se asigura o corelație obiectivă între complexitatea manoperelor, costul acestora și nevoia de dotare a cabinetului de medicină dentară în vederea asigurării calității manoperelor desfășurate;

Rezultatele coroborate ale celui de-al doilea studiu privind implicațiile clinice ale poziționării incorecte a modelelor dentare la nivelul articulatorului dentar confirmă ipoteza conform căreia erorile de montare ale modelelor în articulator prezintă efecte asupra morfologiei dentare. Abaterile de la anatomia de referință raportate la volumul coronar și diferențe de formă pozitive și negative identificate sugerează că modificările asupra anatomiei dentare sunt direct proporționale cu amplitudinea erorii de montare liniare în toate cele trei planuri spațiale.

Majoritatea abaterilor de formă identificate pentru erori de montare mai mici de 5 mm în orice ax spațial se încadrează în limită de toleranță clinică (200  $\mu$ ). Considerând că studiile arată că aproximativ 95% din localizările arbitrare ale axei balama terminale se încadrează într-un diametru de 5 mm din proximitatea axei balama reale, considerăm că înregistrările realizate cu arcuri faciale arbitrare corespund din punct de vedere al exigențelor necesare conformărilor corecte ocluzale (128).

O atenție deosebită ar trebui acordată erorilor de montare de amploare și a posibilelor manopere ce generează aceste abateri de la poziționarea corectă a modelelor la nivelul articulatorului. Aceste erori pot fi reprezentate de: înregistrările incorecte cu arcul facial, asamblarea necorespunzătoare a arcului facial, transferul incorect la nivelul articulatorului dentar, elemente ce țin precizia amprentării și turnării modelelor, fixarea modelelor și manipularea articulatorului dentar.

Referitor la efectul asupra morfologiei ocluzale a variabilelor articulare prin raportare la volumul mediu coronar, concluzionăm ca toți parametrii specifici programării articulatorilor dentare afectează anatomia dentară. Astfel, am identificat că:

➤ valoarea unghiului Bennett afectează preponderent anatomia dinților laterali, variațiile medii identificate sugerând că efectul la nivelul molarilor este de aproximativ două ori mai accentuat decât la nivelul frontalilor;

➤ pe măsură ce valoarea înclinării condiliene crește efectul său la nivelul morfologiei ocluzale se reduce;

➤ mișcarea de translației imediată afectează preponderent dinții laterali. Variația medie la nivelul grupului molar este de aproape două ori mai mare decât variația medie calculată pentru grupul frontal;

➤ amplitudinea mișcării de retropulsie afectează substanțial morfologia coronară;

➤ Tipul individualizării mășutei incizale (ITI) afectează în principal morfologia dinților frontali. Efectele morfologice înregistrate la nivelul grupurilor premolare și molare sunt mult mai reduse.

Acest rezultat pot reprezenta factori de decizie în selectarea tipului de articulator dentar potrivit specialității în care medicul stomatolog își desfășoară activitatea sau pot influența alegerea sistemului de articulare în funcție de localizarea și amploarea lucrărilor protetice realizate.

Referitor la protocolul de lucru utilizat, acesta reprezintă o metodă experimentală validă și obiectivă, studiile arătând că tehnicile de articulare virtuală corespund exigențelor analizei ocluziei statice și dinamice. Stavness și colab. arată că contactele dentare pot fi reproduse precis la nivelul modelelor de studiu virtuale simulate prin scanare digitală și simulare matematică sau inginerie inversă (143). De asemenea, alte cercetări au demonstrat că articuloarele virtuale prezintă o capacitate superioară de a reproduce contactele ocluzale dinamice în comparație cu articuloarele mecanice. Astfel, metoda de adaptare ocluzală reprezentată de identificarea zonelor de coliziune în mediul virtual și eliminarea acestora reprezintă o metodă viabilă (179).

#### **Limitările studiului sunt reprezentate de:**

➤ conducerea experimentelor strict în mediul virtual;

➤ realizarea măsurătorilor specifice ale amplitudinii deplasării modelelor, a volumului dentar și a distanțelor pozitive și negative dintre coroanele simulate și coroanele de referință de către un singur operator,

➤ dificultatea adresării chestionarelor către un număr cât mai mare de subiecți, aspecte ce țin de reprezentativitatea și omogenitatea lotului de studiu;

#### **Direcții viitoare de cercetare:**

➤ Extinderea parametrilor descriptivi pentru abaterile de la morfologia coronară de referință prin raportare la elemente specifice de anatomie coronară: înălțimea și înclinarea cuspizilor, dispunerea și adâncimea șanțurilor și fosetelor;

➤ Cercetări referitoare la protocoalele optime de abordare a tratamentelor protetice din punct de vedere al implicațiilor ocluzale și materializarea acestora prin ghiduri terapeutice;

➤ Experimente suplimentare privind corelațiile dintre tipul și amploarea lucrării protetice realizate și sistemul de articulare ideal;

1. Oxford Online Dictionary. <https://en.oxforddictionaries.com/definition/ginglymus>.
2. Oxford Online Dictionary. <https://en.oxforddictionaries.com/definition/arthrodia>.
3. Kuroda S, Tanimoto K, Izawa T, Fujihara S, Koolstra JH, Tanaka E. Biomechanical and biochemical characteristics of the mandibular condylar cartilage. *Osteoarthritis Cartil*. 2009 Nov;17(11):1408–15.
4. McCollum B. Fundamentals involved in prescribing restorative dental remedies. *Dent Items Interes*. 1939;61:522, 641, 724, 852, 942.
5. McCollum B, Stuart C. A research report. *Sci Press*. 1955;
6. Schuyler CH. Factors of occlusion applicable to restorative dentistry. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2017 Apr 25;3(6):772–82. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/0022-3913\(53\)90146-2](http://dx.doi.org/10.1016/0022-3913(53)90146-2)
7. Stuart CE, Stallard H. Principles involved in restoring occlusion to natural teeth. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2017 Apr 25;10(2):304–13. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/0022-3913\(60\)90058-5](http://dx.doi.org/10.1016/0022-3913(60)90058-5)
8. Schwartz H. Occlusal variations for reconstructing the natural dentition. *J Prosthet Dent*. 1986 Jan;55(1):101–5.
9. Schuyler CH. Freedom in centric. *Dent Clin North Am*. 1969 Jul;13(3):681–6.
10. Wiskott HW, Belsler UC. A rationale for a simplified occlusal design in restorative dentistry: historical review and clinical guidelines. *J Prosthet Dent*. 1995 Feb;73(2):169–83.
11. Hobo S, Takayama H. Twin-stage procedure. Part 1: A new method to reproduce precise eccentric occlusal relations. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1997 Apr;17(2):112–23.
12. Mann AW, Pankey LD. Oral rehabilitation. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2017 Apr 26;10(1):135–50. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/0022-3913\(60\)90098-6](http://dx.doi.org/10.1016/0022-3913(60)90098-6)
13. Dawson PE. *Functional Occlusion: From TMJ to Smile Design*. Elsevier; 2007.
14. Christensen C. The problem of the bite. *Dent Cosm* [Internet]. 1905;47(10):1184–95. Available from: <https://quod.lib.umich.edu/d/dencos/0527912.0047.001/1221:232?page=root;rgn=full+text;size=100;view=image>
15. LUCE CE. The Movements of the Lower Jaw. *Bost Med Surg J* [Internet]. 1889 Jul 4;121(1):8–11. Available from: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM188907041210103>
16. Stuart C, Stallard H. Concepts of occlusion. *Dent Clin North Am* [Internet]. 1963;7:591. Available from: <http://www.mouthdoc.com/pdfs/resources/Concepts of Occlusion-Stallard-Stuart.pdf>
17. Ash MM, Ramfjord SP. *Occlusion*. 4th ed. Philadelphia: Saunders; 1995.
18. Corbett NE, DeVincenzo JP, Huffer RA, Shryock EF. The relation of the condylar path to the articular eminence in mandibular protrusion. *Angle Orthod*. 1971 Oct;41(4):286–92.
19. Widman DJ. Functional and morphologic considerations of the articular eminence. *Angle Orthod*. 1988 Jul;58(3):221–36.
20. Merlini L, Palla S. The relationship between condylar rotation and anterior translation in healthy and clicking temporomandibular joints. *Schweizer Monatsschrift fur Zahnmedizin = Rev Mens suisse d'odonto-stomatologie = Riv Mens Svizz di Odontol e Stomatol / SSO* [Internet]. 1988;98(11):1191–9. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0024190356&partnerID=40&md5=82ed41f278d187e0830a94755f1e22ea>
21. Fang J-J, Kuo T-H. Modelling of mandibular movement. *Comput Biol Med* [Internet]. 2008 [cited 2017 Mar 30];38(11):1152–62. Available from: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.umf.ro/science/article/pii/S0010482508001339>
22. Lundeen HC, Shryock EF, Gibbs CH. An evaluation of mandibular border movements: their character and significance. *J Prosthet Dent*. 1978 Oct;40(4):442–52.
23. *BodyParts3D/Anatomography*. (External) oblique line of mandible [Internet]. 2014 [cited 2017 May 1]. Available from: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:External\\_oblique\\_line\\_of\\_mandible\\_-\\_skull\\_-\\_lateral\\_view.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:External_oblique_line_of_mandible_-_skull_-_lateral_view.png)
24. Bellanti ND. The significance of articulator capabilities. I. Adjustable vs. semiadjustable articulators. *J Prosthet Dent*. 1973 Mar;29(3):269–75.
25. Scott WR. Application of “cusp writer” findings to practical and theoretical occlusal problems. Part II. *J Prosthet Dent*. 1976 Mar;35(3):332–40.
26. Morneburg TR, Proschel PA. Impact of arbitrary and mean transfer of dental casts to the articulator on centric occlusal errors. *Clin Oral Investig*. 2011 Jun;15(3):427–34.
27. Piehlsinger E, Bauer W, Schmiedmayer HB. Computer simulation of occlusal discrepancies resulting from different mounting techniques. *J Prosthet Dent*. 1995 Sep;74(3):279–83.
28. Scott WR. Application of “cusp writer” findings to practical and theoretical occlusal problems. Part I. *J Prosthet Dent*. 1976 Feb;35(2):211–21.
29. Schulte JK, Wang SH, Erdman AG, Anderson GC. Working condylar movement and its effects on posterior occlusal morphology. *J Prosthet Dent*. 1985 Jul;54(1):118–21.

30. Price RB, Kolling JN, Clayton JA. Effects of changes in articulator settings on generated occlusal tracings. Part II: Immediate side shift, intercondylar distance, and rear and top wall settings. *J Prosthet Dent*. 1991 Mar;65(3):377–82.
31. Price RB, Kolling JN, Clayton JA. Effects of changes in articulator settings on generated occlusal tracings. Part I: Condylar inclination and progressive side shift settings. *J Prosthet Dent*. 1991 Feb;65(2):237–43.
32. Wachtel HC, Curtis DA. Limitations of semiadjustable articulators. Part I: Straight line articulators without setting for immediate side shift. *J Prosthet Dent*. 1987 Oct;58(4):438–42.
33. Curtis DA, Wachtel HC. Limitations of semiadjustable articulators. Part II: Straight line articulators with provision for immediate side shift. *J Prosthet Dent* [Internet]. 1987;58(5):569–73. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022391387903854>
34. Olthoff LW, Van Der Zel JM, De Ruiter WJ, Vlaar ST, Bosman F. Computer modeling of occlusal surfaces of posterior teeth with the CICERO CAD/CAM system. *J Prosthet Dent*. 2000 Aug;84(2):154–62.
35. Vlada M PM. Realitatea virtuala, tehnologie aplicata a informaticii moderne. In: Conferinta nationala de invatamant virtual.
36. Alghazzawi TF. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *J Prosthodont Res* [Internet]. 2016;60(2):72–84. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1883195816000098>
37. Kordaß B, Gärtner C. The virtual articulator—concept and development of VR-tools to analyse the dysfunction of dental occlusion. *Int Congr Ser* [Internet]. 2001;1230:689–94. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0531513101001121>
38. Kordaß B, Gärtner C, Söhnel A, Bisler A, Voß G, Bockholt U, et al. The virtual articulator in dentistry: concept and development. *Dent Clin North Am* [Internet]. 2002;46(3):493–506. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001185320200006X>
39. Chen L, Zhang H, Feng H, Zhang C, Zhang F. [The accuracy of occlusal simulation of virtual craniofacial movement simulation system]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2010 Feb;45(2):98–101.
40. Maruyama T, Nakamura Y, Hayashi T, Kato K. Computer-aided determination of occlusal contact points for dental 3-D CAD. *Med Biol Eng Comput*. 2006 May;44(5):445–50.
41. Stavness IK, Hannam AG, Tobias DL, Zhang X. Simulation of dental collisions and occlusal dynamics in the virtual environment. *J Oral Rehabil* [Internet]. 2016;43(4):269–78. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/joor.12374>
42. DeLong R, Ko C-C, Anderson GC, Hodges JS, Douglas WH. Comparing maximum intercuspal contacts of virtual dental patients and mounted dental casts. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2002;88(6):622–30. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022391302002986>
43. DeLong R, Knorr S, Anderson GC, Hodges J, Pintado MR. Accuracy of contacts calculated from 3D images of occlusal surfaces. *J Dent*. 2007 Jun;35(6):528–34.
44. Solaberrieta E, Otegi JR, Goicoechea N, Brizuela A, Pradies G. Comparison of a conventional and virtual occlusal record. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2015;114(1):92–7. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022391315000426>
45. Arslan Y, Bankoglu Gungor M, Karakoca Nemli S, Kokdogan Boyaci B, Aydin C. Comparison of Maximum Intercuspal Contacts of Articulated Casts and Virtual Casts Requiring Posterior Fixed Partial Dentures. *J Prosthodont*. 2016 Feb;
46. Abduo J, Bennamoun M, Tennant M, McGeachie J. Effect of prosthodontic planning on intercuspal occlusal contacts: Comparison of digital and conventional planning. *Comput Biol Med* [Internet]. 2015;60:143–50. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010482515000852>
47. Kalman L, Chrapka J, Joseph Y. Digitizing the Facebow: A Clinician/Technician Communication Tool. *Int J Prosthodont*. 2016;29(1):35–7.
48. Solaberrieta E, Minguez R, Barrenetxea L, Otegi JR, Szentpetery A. Comparison of the accuracy of a 3-dimensional virtual method and the conventional method for transferring the maxillary cast to a virtual articulator. *J Prosthet Dent*. 2015 Mar;113(3):191–7.
49. Cheng X, Liao W, Zhang X, Yu Q. [Virtual orientation of the lower and upper jaws model on the position of centric occlusion]. *Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi*. 2007 Dec;24(6):1270–3.
50. Morneburg TR, Proschel PA. Predicted incidence of occlusal errors in centric closing around arbitrary axes. *Int J Prosthodont*. 2002;15(4):358–64.
51. Schulte JK, Rooney DJ, Erdman AG. The hinge axis transfer procedure: a three-dimensional error analysis. *J Prosthet Dent*. 1984 Feb;51(2):247–51.
52. Gordon SR, Stoffer WM, Connor SA. Location of the terminal hinge axis and its effect on the second molar cusp position. *J Prosthet Dent*. 1984 Jul;52(1):99–105.
53. Bowley JF, Morgano SM. Occlusal plane discrepancies generated by transverse horizontal axis deviations. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2001;86(1):67–73. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022391301546600>
54. Lauritzen AG, Wolford LW. Hinge axis location on an experimental basis. *J Prosthet Dent* [Internet]. 1961;11(6):1059–67. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022391361900440>
55. Kurusu A, Horiuchi M, Soma K. Relationship between occlusal force and mandibular condyle morphology. Evaluated by limited cone-beam computed tomography. *Angle Orthod*. 2009 Nov;79(6):1063–9.