

**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE DIN  
CRAIOVA  
FACULTATEA DE MEDICINĂ DENTARĂ**

**Aspecte etiopatogenice în uzura dentară**  
**REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT**

**Coordonator științific,  
Prof.univ.dr. Mercuț Veronica**

**Doctorand,  
Drd. Vătu Mihaela**

**Craiova 2018**

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE.....</b>	<b>4</b>
<b>CAPITOLUL 1 - CLASIFICAREA UZURII DENTARE.....</b>	<b>4</b>
1.1 Definiție.....	4
1.2 Clasificarea uzurii dentare.....	4
1.2.1 Clasificarea lui Grippo.....	4
<b>CAPITOLUL 2 - ATRIȚIA DENTARĂ.....</b>	<b>4</b>
<b>CAPITOLUL 3 - EROZIUNEA DENTARĂ.....</b>	<b>5</b>
<b>CAPITOLUL 4 - LEZIUNILE CERVICALE NECARIOASE.....</b>	<b>5</b>
<b>CAPITOLUL 5 - ABRAZIA DENTARĂ.....</b>	<b>6</b>
<b>CAPITOLUL 6 - STUDIU CLINICO-STATISTIC AL UZURII DENTARE.....</b>	<b>6</b>
6.1. Introducere.....	6
6.2. Scopul studiului.....	6
6.3. Material și metodă.....	7
6.4 Rezultate.....	7
6.4.1 Cazul clinic nr.1.....	8
6.4.2 Cazul clinic nr.2.....	8
6.4.3 Cazul clinic nr.3.....	9
6.5 Discuții.....	9
6.6 Concluzii.....	9
<b>CAPITOLUL 7 - APLICAȚIILE TOMOGRAFIEI OPTICE ÎN COERENȚĂ (OCT) ÎN DIAGNOSTICUL UZURII DENTARE.....</b>	<b>9</b>
7.1. Introducere.....	9
7.2. Material și metodă.....	9
7.2.1 Măsurătorile optice.....	9
7.2.2 Prelucrarea imaginilor.....	10
7.3 Rezultate.....	10
7.3.1 Proba martor.....	10
7.3.2 Proba cu uzură erozivă.....	10
7.3.3 Proba cu uzură de tip atriție.....	10
7.3.4 Proba cu uzură de tip abfracție.....	11
7.3.5 Proba cu uzură de tip abrazie.....	11
7.4 Discuții.....	11
7.5 Concluzii.....	11
<b>CAPITOLUL 8 - DETERMINAREA FORȚELOR DE REZISTENȚĂ DIN MIȘCĂRILE MANDIBULARE PRIN SIMULARE DINAMICĂ UTILIZÂND METODELE ANALIZEI CINEMATICE ȘI A ELEMENTELOR FINITE.....</b>	<b>11</b>
8.1 Introducere.....	11
8.2 Material și metodă.....	12
8.2.1 Obținerea modelului virtual al aparatului dentomaxilar.....	12
8.3 Rezultate.....	13
8.4 Discuții.....	13
8.5 Concluzii.....	13
<b>CAPITOLUL 9 – EVIDENȚIEREA ȘI EVALUAREA FORȚELOR DE REZISTENȚĂ DIN STRUCURILE DENTARE FOLOSIND METODA ELEMENTELOR FINITE.....</b>	<b>14</b>
9.1 Introducere.....	14

9.2. Material și metodă.....	14
9.4 Rezultate.....	14
9.5 Discuții.....	15
9.6 Concluzii.....	15
<b>CONCLUZII FINALE.....</b>	<b>16</b>
<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>17</b>

**Cuvinte cheie: uzură dentară, atriție, eroziune, leziuni cervicale necarioase, abraziie, OCT, forțe de rezistență.**

## INTRODUCERE

Uzura nu este specifică doar cavității orale, aceasta există în mediu înconjurător sub diverse forme.

Există un consens la care aderă din ce în ce mai mulți specialiști care consideră că uzura dentară nu este consecința unei singure cauze [Addy 2006]. Dimpotrivă, mai mulți factori interacționează de-a lungul duratei de viață a dinților și sunt implicați în etiologia uzurii dentare. Oricum, fără a lua în considerare dacă există o asociere între diverși factori etiologici, este sigur că efectul acestora asupra dinților în timp este simultan și ireversibil. Indiferent de factor alegeți drept cauză principală, uzura începe imediat după erupția dentară.

Putem fi cel mai mult de ajutor pacienților noștri prin punerea unui diagnostic cât mai precoce și prin luarea unor măsuri preventive precoce după identificarea factorilor cauzali, mai ales când uzura progresează rapid.

## CAPITOLUL 1 - CLASIFICAREA UZURII DENTARE

### 1.1 DEFINIȚIE

Uzura dentară este termenul folosit pentru pierderea ireversibilă de țesuturi dure dentare, datorită interacțiunii dinților cu factori fizici și chimici ce exclud traumatismele brutale și caria dentară. Uzura dinților și a materialelor de restaurare protetică reprezintă un fenomen obișnuit în stomatologie și are loc atunci când două suprafețe glisează una pe cealaltă.

### 1.2 CLASIFICAREA UZURII DENTARE

#### 1.2.1 Clasificarea lui Grippo

Grippo, în 2004, a realizat o clasificare a leziunilor necarioase ale țesuturilor dure în patru categorii [Grippo 2004]:

-*Atriția*- pierderea de substanță dentară ca rezultat al contactului interdental din timpul parafuncțiilor sau masticației normale. Atriția incizală sau ocluzală poate apărea din cauza deglutiției sau scrâșnitului. Atriția proximală poate determina o reducere a arcului mandibular.

-*Abraziia*- uzura patologică dată de procesul fricțional biomecanic, ce apare în timpul periajului. Dacă dinții prezintă o uzură ocluzală sau incizală determinată de consistența alimentelor, atunci această formă de uzură este denumită **abraziie masticatorie**.

-*Eroziunea*, inițial, a fost considerată o pierdere de substanță cauzată de o acțiune chimică sau electrochimică. Conform „Consensus Report of the European Federation of Conservative Dentistry: Erosive tooth wear - diagnosis and management”, eroziunea este definită ca un proces chimico-mecanic din care rezultă o pierdere a țesutului dur dentar fără implicare bacteriană [Carvalho 2005]. Un studiu efectuat prin OCTa demonstrat că eroziunea dentară este forma clinică de uzură dentară cu cea mai rapidă evoluție, capacitatea de aparare a dinților fiind practic depășită [Merçuț 2017].

-*Abfracția*, termen introdus de Grippo în 1991, apare atunci când dintele este supus unui stress extrem sau oboseală, într-o zonă aflată la distanță de punctul de aplicare a forței din timpul funcțiilor și parafuncțiilor. Abfracția determină apariția în zona cervicală a dintelui (unde stratul de smalț prismatic este mai subțire și astfel, dintele este mai fragil) a microfracturilor și a pierderilor mici de substanță dentară [Grippo 1991-2].

## CAPITOLUL 2 - ATRIȚIA DENTARĂ

### 2.1 DEFINIȚIE

Uzura dentară, ca urmare a contactelor dentare din timpul deglutiției, masticației dar și bruxismului poartă denumirea de **atriție dentară** [Grippo 2004]. Uzura este localizată, după același autor, la nivelul suprafețelor ocluzale, marginilor incizale și fețelor proximale ale dinților cu posibilitatea reducerii arcului mandibular.

Cauza majoră a atriției dentare este unanim considerată a fi bruxismul. Pe lângă bruxism, cu o pondere mai scăzută în etiologia atriției dentare trebuie amintită disfuncția temporo-mandibulară [Pergamalian 2003]. Cele mai multe studii din literatura de specialitate consideră atriția dentară ca o manifestare exclusivă a bruxismului.

## 2.2 ETIOLOGIA ATRIȚIEI

Sistematizând datele din literatura de specialitate și, ținând cont de experiența noastră acumulată din situațiile clinice întâlnite în practica curentă, putem afirma că atriția dentară se datorează următorilor factori [Mello 2009], [Carlsson 2003], [Duarte 2008]:

### -Factori favorizanți:

-Grosimea și duritatea smalțului dependente de gradul de mineralizare;

-Ph-ul oral, experimentele *in-vitro* au arătat că atriția, într-un mediu cu acid clorhidric (Ph =1.2), a fost de 10 ori mai mare decât într-un mediu uscat;

- Vârsta -uzura dentară crește cu trecerea timpului;

### -Factori determinanți:

-Bruxismul;

-Tulburări de ocluzie: ocluzia adâncă acoperită, prognatismul mandibular(lipsa ghidajului canin predispune la uzura accentuată a dinților laterali),

-Osteoartrita unilaterală: încărcătura ocluzală este distribuită pe dinții laterali de partea afectată, meniscul este dislocat și are loc o remodelare continuă;

-Reducerea numărului de dinți ce realizează contacte ocluzale cu antagoniștii;

-Utilizarea pentru restaurări protetice a unor materiale cu duritate mai mare decât a țesuturilor dentare;

-Prezența unor restaurări ocluzale necorespunzător prelucrate;

-Prezența unor restaurări protetice care supraevaluează dimensiunea verticală de ocluzie;

-Purtarea unor proteze incorecte din punct de vedere al relațiilor intermaxilare sau care prezintă un echilibru precar pe câmpul protetic.

Paradoxal, uzura dentară reprezintă, fără îndoială, semnul bruxismului, este cel mai ușor de identificat, dar este insuficientă pentru stabilirea unui diagnostic.

## CAPITOLUL 3 - EROZIUNEA DENTARĂ

### 3.1 DEFINIȚIE

Termenul de eroziune descrie procesul de distrugere graduală a unei suprafețe, de obicei prin procese chimice sau electrolitice. Derivă de la verbul latin eroder (a coroda). În 1970, Pindborg a oferit cea mai utilizată definiție în legătură cu eroziunea dentară, considerând că aceasta reprezintă **”o pierdere de substanță dentară dură prin existența unui proces chimic ce nu implică acțiunea unor bacterii”** [Pindborg 1970].

#### 3.1.1 Coroziune sau biocoroziune

Coroziunea este definită ca “deteriorarea metalică a unui material prin atac chimic sau electrochimic într-un mediu special.” [Perry 1984]. După cum se menționează în Perry’s Chemical Engineers’ Handbook, “materialele metalice, cum ar fi metalele pure și aliajele lor, tind să intre în legături chimice cu elementele unui mediu coroziv pentru a forma compuși stabili, similari celor care există în natură” [Grippio 2012].

### 3.2 ETIOLOGIA

După Grippio, în 2012, există patru tipuri de agenți corozivi nemetalici care afectează dinții. Este vorba de acizi exogeni (chimici), acizii endogeni (biochimici), acțiunea proteolitică (biochimică) și/sau electrochimică și efectul piezoelectric asupra dentinei [Grippio 2012].

#### 3.2.1. Acizii exogeni

Acizi exogeni pot fi găsiți în mediul înconjurător, în dietă la modul general, și în o serie de medicamente. Se pare că eroziunea dentară a fost descrisă prima dată în cazul unor muncitori ce lucrau la o fabrică de baterii pentru autovehicule din Germania [Petersen 1991].

Despre rolul dietei în producerea leziunilor erozive se vorbește foarte mult în ultima vreme.

**Ținând cont de publicațiile din domeniu, dar și de experiența noastră practică, putem aprecia că, pe primul loc în producerea eroziunii dentare sunt băuturile carbonatate.**

#### 3.2.2 Acizii endogeni

Grippio, în 2012, afirmă că *acizii endogeni rezultă din biocoroziunea bacteriană* indusă de acizii creați de biofilm sau placă și au fost recunoscuți începând din anul 1883 când W.D. Milleri amintit pentru prima dată. Aceștia ar include acizii din fluidul crevicular și din placa bacteriană. *Lichidul crevicular gingival*, a fost demonstrat ca fiind acid și prin urmare cu efect coroziv atunci când vine în contact cu zona cervicală a dinților [Grippio 2012].

### 3.2.3 Acțiunea proteolitică

Au acțiune corozivă proteolitică produșiirezultați din liza enzimatică produsăla nivelul leziunilor carioase, tripsina produsă în pancreas și pepsina din stomac [Schlueter2010]. Acțiunea proteolitică ar include, totodată, proteaza colagenază [Kawasaki1997] și metaloproteinazele din fluidul crevicular [Tjaderhane1998], precum și efectele piezoelectrice electrochimice care acționează asupra colagenului din dentină [Habelitz 2007].

### 3.2.4 Efectul piezoelectric asupra dentinei

Până în acest moment, sunt puține studii referitoare la efectul piezoelectric asupra dinților. Datorită faptului că componenta organică în smalț este foarte slab reprezentată, respectiv 15%, acesta nu are efect piezoelectric. Acest efect piezoelectric pare să aibă rol în geneza leziunilor cervicale necarioase, a cariei radiculare și a hipersensibilității dentinare cervicale [Grippo1987], [Grippo1991], [Grippo2004].

## CAPITOLUL 4 - LEZIUNILE CERVICALE NECARIOASE

### 4.1 DEFINIȚIE

Pierderea țesuturilor dure dentare din zona cervicală vestibulară a dinților sub acțiunea unor factori ce exclud caria dentară a fost denumită leziune cervicală necarioasă.

### 4.2 ETIOLOGIE

Inițial, s-a considerat că aceste leziuni cervicale se datorează periajul intempestiv sau sunt de origine chimică adică eroziuni. S-a considerat că periajul dentar determină o concentrare de stress în zona cervicală ce poate iniția leziunile cervicale necarioase de tip abraziie- fricțiune.

Teoria abrației se bazează în principal pe analize inginerești, respectiv, analize prin metoda „Elementului finit” care demonstrează concentrația teoretică de stress în zonele cervicale ale dinților [Vasudeva 2008]. Puține studii controlate demonstrează relația dintre leziunile ocluzale și leziunile de abrație. Rolul încărcării ocluzale în aceste leziuni se pare că se suprapune peste alți factori.

Lee și Eakle au descris 3 tipuri de stress, care rezultă din forțele ocluzale excesive, pe dinți în timpul masticației și parafuncției [Lee 1996], [Lee 2002]:

1. compresiune- rezistență la compresiune;
2. tensiune- rezistență la întindere;
3. forfecare – rezistență la răsucire sau alunecare.

*Cu toate acestea, alte studii au propus o combinație de stress ocluzal, abraziune și eroziune în dezvoltarea leziunilor, conducând la concluzia că etiologia acestor leziuni poate fi multifactorială.*

*Mai mult, stresul aplicat ciclic sau continuu și mișcarea de flexiune a dinților pot să producă pierderea restaurărilor de amalgam și compozit din regiunile cervicale.*

După Grippo, biocoroziunea de stress static și biocoroziunea de stress ciclic (oboseală) apar mai frecvent în zonele de colet sub forma de leziuni cervicale necarioase, atunci când aceste regiuni nu sunt acoperite de placă dentară. În mod contrar, cariile radiculare (biocoroziune bacteriană) apar în aceleași zone acoperite de placă dentară [Grippo 2004].

*O serie de alți factori, ce pot fi considerați favorizanți, sunt luați în considerare atunci când se discută despre etiologia leziunilor cervicale necarioase. Este vorba de structura dinților, morfologia și poziția acestora pe arcadele dentare.*

*Alți factori implicați în geneza leziunilor cervicale necarioase sunt modificarea fluxului salivar, ph-ul acesteia, vâscozitatea și compoziția salivei. Kleinberg a susținut că pe suprafața linguală a dinților este de 5 ori mai multă salivă decât pe fețele vestibulare [Kleinberg 2006].*

*În mod sigur, structura, compoziția dinților precum și mediul intraoral sunt determinante în producerea leziunilor dentare.*

## CAPITOLUL 5 - ABRAZIA DENTARĂ

### 5.1 DEFINIȚIE

Termenul de abraziune este un cuvânt derivat din verbul latin *abradere* (a îndepărta) [Imfeld 1996]. Fricțiunea dintre un agent exogen și suprafețele dentare, în urma căreia rezultă pierdere de substanță dentară, poartă denumirea de *abraziie dentară*. Forma și localizarea leziunilor de abraziie dentară sunt specifice factorilor etiologici implicați.

### 5.2 ETIOLOGIE

Sunt luați în considerare o serie de factori:

- Îngrijirea orală excesivăeste considerată, în acest moment, ca factor etiologic principal în abraziia dentară, incluzând periajul intempestiv, folosirea incorectă a aței dentare și a scobitorilor.

- Consistența și volumul bolului alimentar determină abraziasticatorie, atunci când bolul alimentar este presat prin intermediul buzelor și obrazilor pe suprafețele dinților.
- O serie de parafuncții, cum ar fi mușcarea creioanelor, a pipei, mâncatul semințelor, depărtarea agrafelor cu dinții, roaderea unghiilor, mestecarea tutunului, pot genera forme atipice de abrazi dentară.
- Abrazia ocupațională apare în rândul croitorilor care țin acul între dinți sau secționază ața cu dinții, în rândul suflătorilor în sticlă și muzicienilor care suflă în instrumente.
- În această categorie de abrazi dentară este trecută și uzura dinților datorită croșetelor protezelor dentare.

## **CAPITOLUL 6 - STUDIU CLINICO-STATISTIC AL UZURII DENTARE**

### **6.1. INTRODUCERE**

Uzura dentară este termenul utilizat pentru pierderea ireversibilă de țesuturi dure dentare sub acțiunea unor factori fizici și chimici, cu excluderea traumatismelor brutale și a cariei dentare.

### **6.2. SCOPUL STUDIULUI**

Scopul studiului este de a stabili prevalența formelor clinice de uzură dentară la un lot de pacienți cu vârsta cuprinsă între 20 și 80 de ani, care s-au prezentat în Clinica de Protetică Dentară în perioada 2014-2017. În afară de prevalența formelor clinice de uzură dentară au mai fost evidențiate o serie de factori etiologici și clinici importanți pentru această afecțiune.

*Este o cercetare descriptivă cantitativă care va oferi date legate prevalența uzurii dentare și factorii etiologici asociați acesteia la un lot de pacienți din Craiova și din mediul rural.*

### **6.3. MATERIAL ȘI METODĂ**

Am efectuat un studiu pe 485 pacienți, care s-au prezentat în Clinica de Protetică Dentară și de Reabilitare Orală în perioada 2014-2017. Studiul a fost aprobat de Comisia de Etică a Universității de Medicină și Farmacie din Craiova.

S-au înregistrat următorii parametri:

- lotul de pacienți investigați (vârstă, sex, mediul de proveniență);
- prevalența leziunilor de uzură dentară în lotul de pacienți studiați;
- distribuția leziunilor de uzură dentară;
- severitatea leziunilor de uzură dentară;
- factorii etiologici implicați;
- semne clinice;
- complicații.

Pentru stocarea, analiza și interpretarea datelor obținute s-a utilizat programul **Microsoft Excel**.

### **6.4 REZULTATE**

Repartiția pacienților pe grupe de vârstă a fost următoarea:

- grupa de vârstă 20-30 de ani - 117 pacienți;
- grupa de vârstă 30-50 de ani - 158 de pacienți;
- grupa de vârstă 50-80 de ani - 153 de pacienți.

Din totalul de 428 de pacienți, 305 au prezentat uzură dentară reprezentând 71%, iar la 123 s-a constatat absența uzurii dentare reprezentând 29%.

Prevalența leziunilor de uzură dentară în lotul de pacienți studiați în funcție de vârstă a fost:

- grupa de vârstă 20-30 de ani - 39 pacienți, reprezentând 13%;
- grupa de vârstă 30-50 de ani - 113 de pacienți, reprezentând 37%;
- grupa de vârstă 50-80 de ani - 153 de pacienți, reprezentând 50%.

În cele două grupuri, în funcție de sex, uzura dentară a fost prezentă diferit. Astfel, s-a constatat:

- pentru grupul de femei au fost depistate 131 de paciente cu uzură dentară, reprezentând 43%;
- pentru grupul de bărbați au fost depistați 174 de pacienți cu uzură dentară, reprezentând 57%.

În funcție de mediul de proveniență, uzura dentară a fost identificată diferit. Astfel, s-a constatat:

- pentru pacienții din mediul rural au fost depistați 126 de pacienți cu uzură dentară, reprezentând 41%;
- pentru pacienții din mediul urban au fost depistați 179 de pacienți cu uzură dentară, reprezentând 59%.

#### ***Distribuția leziunilor de uzură dentară***

În ceea ce privește distribuția leziunilor de uzură dentară s-a constatat:

- la grupa de vârstă 20-30 ani, 27 pacienți au avut leziunile de uzură localizate pe fețele palatinale ale incisivilor superiori și suprafețele ocluzale ale molarilor inferiori (69%), iar 12 pacienți au avut leziuni la nivelul marginilor incisivilor superiori și inferiori (31%).

- la grupa de vârstă 30-50 ani - 13 pacienți au avut leziunile de uzură localizate pe fețele palatinale ale incisivilor superiori și suprafețele ocluzale ale molarilor inferiori (12%), 76 pacienți au prezentat leziuni de uzură în zona cervicală vestibulară - leziune izolată sau asociată cu uzură a suprafeței ocluzale sau a marginii incizale (67%), 69 pacienți au prezentat leziuni de uzură pe fața vestibulară (61%), 113 pacienți au prezentat leziuni de uzură la nivelul cuspizilor și marginilor incizale (100%), iar 61 pacienți au prezentat leziuni de uzură la marginile incisivilor și suprafețele ocluzale (54%).

- la grupa de vârstă 50-80 ani - 132 de pacienți aveau leziunile de uzură localizate pe fețele palatinale ale incisivilor și suprafețele ocluzale ale molarilor (86%), 114 de pacienți aveau leziunile de uzură localizate în zona cervicală vestibulară - leziune izolată sau asociată cu uzură a suprafeței ocluzale sau a marginii incizale (75%), 153 de pacienți aveau leziunile de uzură localizate pe fața vestibulară (100%), 113 de pacienți aveau leziunile de uzură localizate la nivelul cuspizilor și marginilor incizale (74%).

Pentru grupa de vârstă 20-30 ani au fost evaluați 39 de pacienți având scorul între 1 și 9, astfel:

- s-a obținut scor mai mic sau egal cu 2 la 13 pacienți (33%);
- s-a obținut scor între 3 și 8 la 25 pacienți (64%);
- s-a obținut scor între 9 și 13 la 1 pacienți (3%).

Pentru grupa de vârstă 30-50 ani au fost evaluați 113 de pacienți având scorul între 1 și 14 sau mai mult, astfel:

- s-a obținut scor mai mic sau egal cu 2 la 9 pacienți (8%);
- s-a obținut scor între 3 și 8 la 55 pacienți (49%);
- s-a obținut scor între 9 și 13 la 37 pacienți (33%);
- s-a obținut scor peste 14 sau mai mult la 12 pacienți (10%).

Pentru grupa de vârstă 50-80 ani au fost evaluați 153 de pacienți având scorul între 1 și 14 sau mai mult, astfel:

- s-a obținut scor mai mic sau egal cu 2 la 5 pacienți (3%);
- s-a obținut scor între 3 și 8 la 47 pacienți (31%);
- s-a obținut scor între 9 și 13 la 72 pacienți (47%);
- s-a obținut scor peste 14 sau mai mult la 29 pacienți (19%).

Ținând seama de **factorii etiologici implicați**, pe baza fișelor completate, s-au constatat:

- 64 pacienți sunt consumatori de băuturile carbonatate (21%);
- 17 pacienți sunt consumatori de băuturile energizante (6%);
- 58 pacienți sunt consumatori de vin (19%);
- 116 pacienți sunt consumatori de fructe și legume (38%);
- 59 pacienți prezentau boala de reflux (19%);
- 13 pacienți sunt consumatori de medicamente (4%);
- 31 pacienți sunt prezentau bruxism (10%);
- 9 pacienți sunt prezentau malocluzii (3%);
- 28 pacienți sunt prezentau alte parafuncții (9%);
- 218 pacienți sunt prezentau reducerea numărului de dinți (71%);
- 87 pacienți sunt prezentau protezări incorecte (29%);
- 72 pacienți sunt practicau periaj intempestiv prin tehnică neadecvată sau foloseau pastă de dinți abrazivă (24%);
- 17 pacienți prezentau factori etiologici neidentificabili (6%).

Ținând seama de **semnele clinice**, pe baza fișelor completate, s-a determinat:

- s-a constatat pierdere de țesuturi dentare de diverse grade la toți cei 305 pacienți (100%);
- s-a constatat sensibilitate dentară la 53 pacienți (17%);
- tulburări fizionomice la 211 pacienți (69%);
- tulburări de masticație la 143 pacienți (47%).

#### **6.4.1 Cazul clinic nr.1**

Pacient BI, sex masculin, din mediu rural, în vârstă de 65 de ani, s-a prezentat în clinică în anul 2011 cu dureri la nivelul molarului de minte superior stâng. Prezenta uzură de tip atriție la nivelul tuturor dinților. S-a extras dintele respectiv și s-a realizat o gutieră pentru protecția ocluzală. Concomitent, s-a discutat cu pacientul despre



forma de uzură pe care o prezentă și s-au făcut recomandări referitoare la aspectele comportamentale pe care pacientul trebuia să le urmeze (reducerea stresului, reducerea consumului de vin și evitarea obiceiurilor vicioase).



Fig.1 Pacient cu uzură de tip atriție și eroziune

#### 6.4.2 Cazul clinic nr.2

Pacientul GM, sex masculin, de 56 de ani, din Craiova, s-a prezentat în clinică pentru o carie profundă la nivelul premolarului 2 superior stâng. S-a constatat o uzură avansată, în special la nivelul suprafețelor laterale ale molarilor inferiori și la nivelul zonei cervicale la toți dinții.



Fig.2 Pacient cu uzură de tip eroziv

#### 6.4.3 Cazul clinic nr.3

Pacientul CI, sex masculin, de 35 de ani, din Craiova, s-a prezentat în clinică în anul 2013, pentru leziuni carioase multiple. Anamneza a scos în evidență faptul că este vorba despre un pacient cu bruxism, iar examenul clinic a evidențiat multiple leziuni carioase, gingivită cronică, leziuni de atriție localizate la nivelul marginilor incizale superioare și inferioare și la nivelul cuspidului palatinal al premolarului 1 superior stâng, la un pacient cu ocluzie adâncă acoperită.

#### 6.5 DISCUȚII

Uzura dentară este o leziune dentară cu o prevalență mare în acest moment și ceea ce este foarte îngrijorător este faptul că se preconizează o creștere și mai mare în viitor, corelată direct cu modul de viață al populației. Van't Spijker, în 2009, consideră că prevalența pacienților cu uzură severă a crescut de la 3% la vârsta de 20 de ani la 17% la 70 de ani cu tendința de creștere a ratei de uzură odată cu vârsta [Van't Spijker 2009].

#### 6.6 CONCLUZII

Analizând distribuția leziunilor de uzură dentară putem afirma că la grupa de vârstă 20-30 de ani predomină uzura erozivă, la grupa de vârstă 30-50 de ani pacienții au prezentat mai multe forme de uzură: leziuni de eroziune, leziuni cervicale necarioase, leziuni de atriție, predominând leziunile de uzură ocluzale și uzura abrazivă vestibulară. Pentru grupa de vârstă 50-80 de ani prevalența tuturor formelor de uzură a fost foarte mare datorită însumării acțiunii factorilor în timp.

### CAPITOLUL 7 - APLICAȚIILE TOMOGRAFIEI OPTICE ÎN COERENȚĂ (OCT) ÎN DIAGNOSTICUL UZURII DENTARE

#### 7.1. INTRODUCERE

Uzura dinților este un termen utilizat în medicina dentară, care se referă la diferitele procese care, fie individual, fie în asociere, duc la pierderea ireversibilă a țesuturilor dure.

OCT ar putea fi utilă de asemenea pentru a diagnostica leziunile incipiente ale dinților, cum ar fi cariile și uzura dinților, adaptarea restaurărilor protetice și a obturațiilor, progresia bolii parodontale și detectarea cancerului oral [Hsieh 2013].

Scopul studiului a fost evidențierea modificărilor morfologice cantitative și calitative ale suprafețelor dentare ce prezintă uzură prin tomografie optică coerentă.

## 7.2. MATERIAL ȘI METODĂ

Au fost selectați 147 de dinți care au fost extrași de la 98 de pacienți în Clinica de Protetică Dentară și Reabilitare Orală a Facultății de Medicină Dentară, în conformitate cu un plan complex de tratament pentru care pacientul a fost informat și înregistrat. Studiul a fost aprobat de Comisia de Etică a Universității de Medicină și Farmacie Craiova. Au fost selectați 25 dinți cu uzură dentară dintre dinții extrași. Dinții selectați au fost împărțiți în 5 categorii, 4 categorii, câte una pentru fiecare formă clinică de uzură a dinților: eroziune, atriție, abfracție și abraziere. Ultima categorie a fost cea dinților intacti (dinți extrași în scop ortodontic.).

Încadrarea dinților pe forme clinice de uzură a fost realizată pe baza anamnezei, a examenului clinic, ținând cont de modelele stabilite de Abrahamsen în 2005, Verrett, în 2001 și de consensul "European Federation of Conservative Dentistry" [Abrahamsen 2005], [Verrett 2001], [Carvalho 2016-2].

Pentru fiecare tip de leziune au fost selectați dinții care au prezentat caracteristicile cele mai semnificative ale leziunii analizate [Mercurț 2017].

### 7.2.1 Măsurătorile optice

Pentru examinarea OCT, mai întâi, dinții au fost îndepărtați din soluție și uscați folosind hârtie absorbantă.

Pentru experiment s-a folosit un sistem OCT fabricat de Thorlabs (OCS1300SS) alimentat de o sursă de laser cu o lungime de undă centrală de 1310 nm, o lățime de bandă spectrală de 100 nm și o putere medie de 12 mW.

### 7.2.2 Prelucrarea imaginilor

Au fost obținute aproximativ 500 de imagini pentru fiecare probă. Imaginile obținute au fost procesate folosind *Image J*, un program cu acces deschis [Mercurț 2017].

## 7.3 REZULTATE

### 7.3.1 Proba martor

Dintre dinți utilizați ca martor este prezentat un premolar superior extras în scop ortodontic. Premolarul prezintă o suprafață ocluzală fără semne clinice de uzură.



Fig.3 Aspect OCT al unui dinte fără uzură dentară

### 7.3.2 Proba cu uzură erozivă

Dintre dinții cu eroziune se prezintă un molar inferior, cu două cavități profunde pe suprafața ocluzală, una poziționată spre lingual și una spre vestibular, despărțite de o creastă centrală orientată mezio-distal, de smalț.

La nivelul crestei marginale de smalț din zona linguo-distală, care delimitează cavitatea erozivă lingual, acolo unde smalțul nu este susținut de dentină, pe analiza OCT se observă un semnal foarte slab.

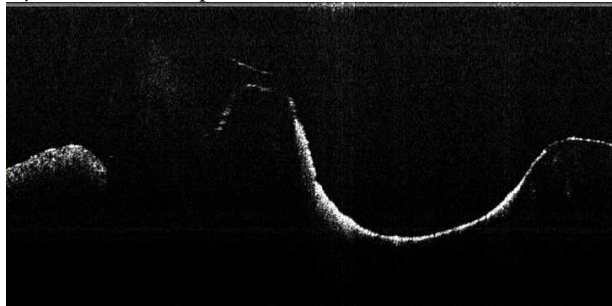


Fig.4 Aspect OCT al unui dinte cu eroziune dentară

### 7.3.3 Proba cu uzură de tip atriție

Din grupul dinților cu atriție este prezentat un molar superior cu o suprafață ocluzală lucioasă cu dislocarea stratului de smalț de pe peretele mezio-palatinal.

Se remarcă, de asemenea, prezența unor fisuri, mai ales la nivelul joncțiunii smalț-dentină cu direcție verticală. La nivelul suprafeței ocluzale pe OCT se remarcă un semnal intens, care conturează foarte precis suprafața externă a leziunii de atriție.

În foseta centrală a suprafeței ocluzale se remarcă un semnal OCT asemănător dintelui integru [Mercurț 2017].

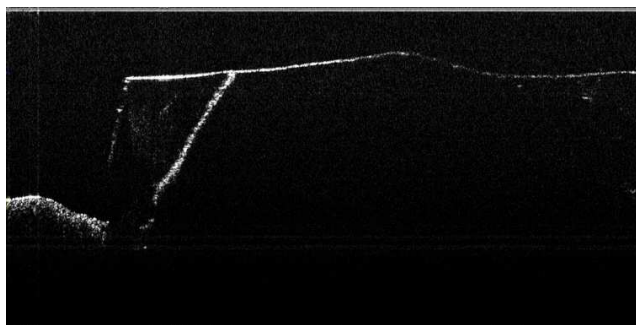


Fig.5 Aspect OCT al unui dinte cu atriție dentară

### 7.3.4 Proba cu uzură de tip abfracție

Pentru prezentarea leziunilor de abfracție, este prezentat un premolar inferior, la care leziunea de abfracție se asociază cu o leziune de atriție la nivel ocluzal.

Se observă pierderea importantă de țesuturi dentare în zona ocluzală și în zona cervicală și prezența unor fisuri verticale și longitudinale la nivelul cementului și smalțului. La nivelul leziunii de atriție, se remarcă pierderea în totalitate a smalțului de pe suprafața ocluzală, cu evidențierea poziției camerei pulpare în zona ocluzală centrală.

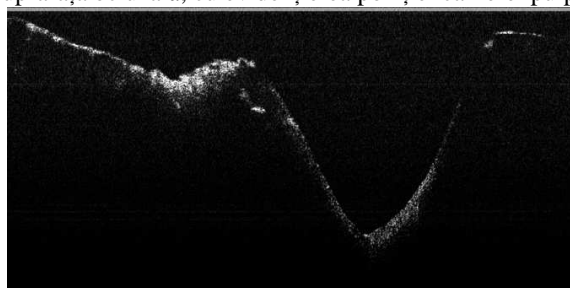


Fig. 6 Aspect OCT al unui dinte cu abfracție dentară

### 7.3.5 Proba cu uzură de tip abrazie

Din grupul dinților cu abrazie se prezintă un canin superior pe a cărui suprafață vestibulară se observă un smalț cu aspect mat și fisuri verticale de amplitudine redusă.

Pe OCT se observă un semnal omogen la suprafața externă a dintelui, iar în profunzime se remarcă fisuri verticale și oblice, puțin exprimate.

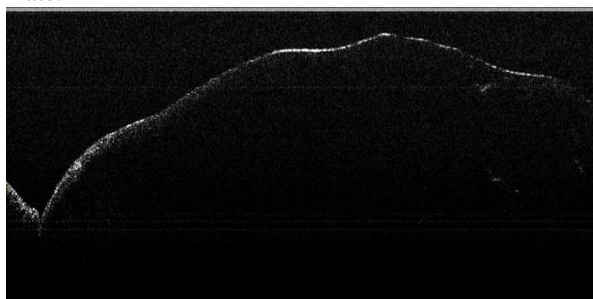


Fig. 7 Aspect OCT al unui dinte cu abrazie dentară

## 7.4 DISCUȚII

Prin acest studiu am încercat să evidențiem aspecte OCT specifice pentru fiecare tip de formă clinică de uzură dentară. Cu toate că uzura dentară a însoțit evoluția omului de-a lungul istoriei sale și există multe publicații în acest domeniu, există încă, lacune în explicarea mecanismelor etiopatogenice ale uzurii dentare. Explorarea OCT ar putea avea o contribuție importantă în descifrarea mecanismelor de producere a formelor clinice de uzură dentară [Mercuț 2017].

## **7.5 CONCLUZII**

- Studiul a pus în evidență fiecare formă clinică de uzură dentară prin intermediul caracteristicilor semnalului OCT și, în coroborare cu aspectele clinice, a evidențiat mecanismul prin care factorul etiologic principal a acționat în producerea leziunii.

- Analiza OCT poate avea utilitate clinică în evidențierea factorilor implicați în fiecare formă clinică de uzură dentară, precum și în detecția și monitorizarea acestora.

- Acest studiu prezintă o notă mare de originalitate prin faptul că, aspectele OCT ale formelor clinice de uzură nu au mai fost descrise până acum, și de asemenea, a permis identificarea factorilor etiologici implicați în fiecare leziune.

## **CAPITOLUL 8 - DETERMINAREA FORTELOR DE REZISTENȚĂ DIN MIȘCĂRILE MANDIBULARE PRIN SIMULARE DINAMICĂ UTILIZÂND METODELE ANALIZEI CINEMATICE ȘI A ELEMENTELOR FINITE**

### **8.1 INTRODUCERE**

Mișcările mandibulare prezintă o serie de particularități determinate de faptul că mai multe elemente anatomice (determinanți) participă la ghidarea acestora. Este vorba de cele două articulații temporomandibulare (determinantul posterior), ocluzia dentară (determinantul anterior) și de muschii mobilizatori ai mandibulei (determinantul mijlociu).

Mișcările mandibulare elementare sunt rotația și translația și sunt realizate de cele două articulații temporomandibulare. Din combinarea acestor mișcări rezultă mișcările fundamentale: deschidere, închidere, propulsie, retropulsie și lateralitate.

Forțele ocluzale parafuncționale sunt generate în același mod prin contracția musculaturii masticatorii dar, în anumite situații, pot avea potențial patogen. La nivelul aparatului dento-maxilar se dezvoltă și o altă categorie de forțe denumite în literatura de specialitate "forțe de rezistență" [Forna 2011] sau "forțe reacționale" [Leriche 1965], [Preliceanu 1985].

Acest studiu a avut ca obiectiv evaluarea forțelor de rezistență care se dezvoltă la nivelul structurilor dentare în timpul mișcărilor mandibulare prin simulare dinamică utilizând metoda analizei cinematice și a elementelor finite.

Am urmărit evidențierea acestor forțe de rezistență și stabilirea amplitudinii lor pentru ca într-un studiu ulterior să verificăm posibila lor implicare în producerea leziunilor de uzură dentară în mod special a leziunilor cervicale necarioase.

### **8.2 MATERIAL ȘI METODĂ**

#### **8.2.1 Obținerea modelului virtual al aparatului dento-maxilar**

Un prim pas al studiului a fost obținerea modelului virtual al aparatului dento-maxilar.

A fost obținut un craniu virtual prin scanarea unui craniu de cadavru cu scannerul 3DSYSTEMS CAPTURE 3D.

A fost obținut modelul craniului scanat în format .stl care nu conține componentele interne ale craniului, ci doar suprafața acestuia. Pentru componentele interne ale craniului au fost utilizate mai multe modele "in vivo" respectiv imagini de rezonanță magnetică și imagini tomografice obținute cu echipamente Emotion 16 (Siemens). S-au utilizat imagini tomografice obținute de la opt pacienți, șase de sex feminin și două de sex masculin, având vârste cuprinse între 18 ani și 75 de ani. Identitatea, sau alte date cu caracter personal, nu vor fi prezentate în această teză de doctorat.

De asemenea, pentru a avea acuratețe corespunzătoare s-au utilizat o schemă de tomografiere bazată pe mai multe distanțe de scanare, metodă utilizată și în [Adam], [Tarnita 2006].

Pentru reconstrucția tridimensională a aparatului dento-maxilar care presupune transferarea informațiilor geometrice din imaginile tomografice în modelul virtual s-a utilizat programul Mimics dezvoltat de Materialise, cu două module de lucru Mimics Medical pentru transformarea imaginilor tomografice în geometrie tridimensională în format.stl, și modulul 3-Matic Medical pentru prelucrarea fișierelor și transformarea în geometrii de suprafață editabile în medii tridimensionale parametrizate de tip SolidWorks.

Modelul a fost corectat și finisat prin diverse tehnici software incluse în programul Geomagic for Solidworks. Pentru obținerea modelului tridimensional al aparatului dento-maxilar s-a utilizat modulul Assembly din programul SolidWorks.

După aplicarea unei serii de procedee și tehnici software s-a obținut modelul final al mandibulei. Aceste operații de eliminare a anumitor componente ale modelului s-a realizat pentru a se obține un model mai simplu și cu un ridicat grad de acuratețe.

Pentru obținerea modelului Multi-Body s-au realizat constrângeri de mișcare astfel încât, articulațiile acestui aparat dento-maxilar să fie approximate prin cuple biomecanice de rotație și translație astfel încât să fie posibile mișcările principale.

Modelul *Multi Body* permite estimarea performanțelor scheletului vertebratelor și a părților moi [Nogue]. Este o tehnică de simulare utilizată pentru studiul comportamentului sistemelor biomecanice care au o flexibilitate semnificativă. Această metodă de simulare presupune că deformarea structurii nu afectează comportamentul dinamic. Chiar dacă structura este într-o oarecare măsură flexibilă, ea este considerată rigidă, iar flexibilitatea este utilizată pentru evaluarea forțelor interne și a deformărilor.

Pentru determinarea amplitudinii forțelor de rezistență din timpul contactelor ocluzale am pornit de la premiza că dinții au contacte ocluzale în cursul mișcărilor de propulsie, retropulsie, lateralitate dreaptă și stângă și în mișcarea de ridicare a mandibulei.

Pentru aceasta s-a realizat o simulare cinematică a fiecăreia dintre mișcările mandibulare amintite anterior și s-a determinat amplitudinea forțelor de reacție la nivelul premolarilor superiori (24,25). Modelul aparatului dento-maxilar a fost transferat automat în modulul Motion pentru analiză cinematică și dinamică. În acest program au fost stabilite cuplele cinematice conducătoare (articulațiile lucrătoare) și cuplele cinematice libere (articulațiile nelucrătoare) pentru fiecare mișcare. Cu aceste legi de mișcare s-a trecut la simularea propriu-zisă pe durata unei secunde.

Pentru simularea acestor mișcări mandibulare nu a fost luată în considerare forța contracției musculare, amplitudinea forțelor fiind determinată de proprietățile țesuturilor care intră în componența aparatului dento-maxilar și a craniului [Hsu Ming-Lun 2010], [Ciciu 2015], [Keulemans 2015], [Benazzi 2016].

Pentru analiza și comparația forțelor de rezistență care se dezvoltă de la nivelul celor doi premolari superiori în mișcările mandibulare au fost obținute automat fișierele de tip Microsoft Excel care conțin valorile pentru axa timpului și rezultatele pentru amplitudinea forței. De asemenea, pentru a fi posibilă compararea, pentru mișcarea de lateralitate, durata timpului a fost redusă la jumătate și, toate cele patru studii au avut durata egală de o secundă.

### 8.3 REZULTATE

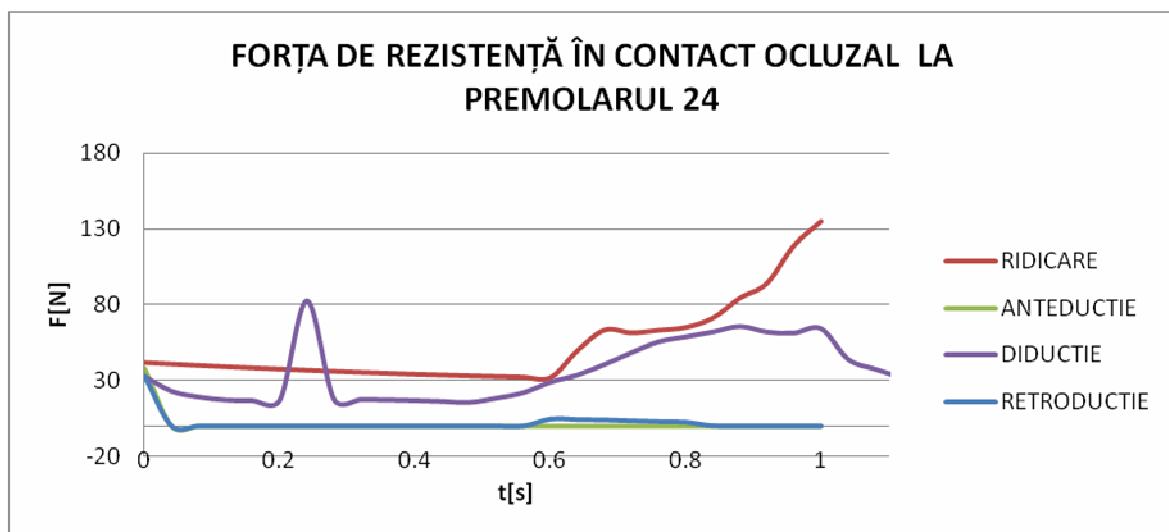


Fig.8 Diagrama forțelor de rezistență în mișcările mandibulare la nivelul lui 24

### 8.4 DISCUȚII

Acest studiu a evidențiat prin simulare, utilizând metoda elementelor finite și analiză cinematică, prezența forțelor de rezistență [Forna 2011], denumite de Leriche forțe bioreactive [Leriche 1965], și amploarea lor la nivelul arcadei dentare în mișcările funcționale ale mandibulei cu contacte ocluzale. Leriche afirmă că aceste forțe au o acțiune continuă la nivelul arcadei dentare evidențiată prin efectele lor, mai puțin cunoscute sunt mecanismele lor de producere. Prelipceanu [Prelipceanu 1985] și Fornă [Forna 2011] afirmă că efectele lor sunt evidente, în special în cazul breșelor edentate și sunt reprezentate de migrațiile verticale și orizontale ale dinților.

Nu am găsit în literatura de specialitate alte studii care să măsoare sau să simuleze aceste forțe de rezistență la nivelul aparatului dento-maxilar uman.

Așa cum am afirmat, aceste forțe sunt puțin studiate și geneza lor este insuficient cunoscută. Ele sunt puse pe seama diferenței de proprietăți (elasticitate, plasticitate, densitate) evaluate prin flexibilitate, ale componentelor aparatului dento-maxilar.

## **8.5 CONCLUZII**

Acest studiu a asigurat obținerea unui model tridimensional al aparatului dento-maxilar pornind de la scanarea unui craniu de cadavru și a 1256 imagini CT și RMN provenite de la 8 pacienți.

Mai multe softuri au fost utilizate în reconstrucția tridimensională a aparatului dento-maxilar: SolidWorks, Geomatic for Solidworks, AutoCAD, tehnici software de „netezire”, modulul Assembly, modulul Multi – Body.

Pentru simularea acestor mișcări mandibulare nu a fost luată în considerare forța contracției musculare, amplitudinea forțelor fiind determinată de proprietățile țesuturilor care intră în componența aparatului dento-maxilar și a craniului.

Acest studiu a permis simularea și determinarea forțelor de rezistență care apar la nivelul structurilor dentare (componentelor aparatului dento-maxilar) în mișcările funcționale ale mandibulei cu contacte ocluzale.

Valoarea acestor forțe de rezistență a fost comparabilă cu valoarea forțelor ocluzale determinate în alte studii.

Din echilibrul forțelor de rezistență cu forțele ocluzale rezultă starea de echilibru a aparatului dento-maxilar.

Aceste forțe de rezistență au avut aproximativ aceeași valoare la nivelul celor doi premolari superiori și o valoare minimă în mișcarea de retroimpulsie: 31.78421 N și o valoare maximă în mișcarea de lateralitate: 174.1045 N.

## **CAPITOLUL 9 – EVIDENȚIEREA ȘI EVALUAREA FORȚELOR DE REZISTENȚĂ DIN STRUCURILE DENTARE FOLOSIND METODA ELEMENTELOR FINITE**

### **9.1 INTRODUCERE**

Acest studiu își propune să evidențieze prin metoda elementelor finite, efectele forțelor de rezistență (tensiuni, deplasări și deformații) asupra structurilor oaselor maxilare și componentelor celor doi premolari superiori în timpul mișcărilor funcționale ale mandibulei. Am ales acești doi dinți deoarece sunt cei mai susceptibili de fractură [Rose 2017], [Bakland 2015], [Khasnis 2014], [Tamse 2006], [Reeh 1989] urmați de molarul unu și de ceilalți dinți cuspidati și, de asemenea, localizarea leziunilor cervicale necarioase la maxilar [Dallongeville 2010], [Lee 1996], [Bader 2008] este pe fețele vestibulare ale incisivilor superiori, premolarilor superiori, caninilor superiori și molarilor. Deci, premolarul superior are o mare susceptibilitate pentru ambele leziuni ce ar putea fi datorate forțelor excesive, au o morfologie foarte complexă prin prezența celor doi cuspidi dispuși unul oral și celălalt vestibular, prin prezența unei ștrangulări în zona coletului și prin cele două rădăcini subțiri și efilate (în special primul premolar) dispuse una vestibular și una oral.

### **9.2. MATERIAL ȘI METODĂ**

#### **9.2.1 Modelul virtual al aparatului dento-maxilar**

În prima etapă a fost obținut craniul virtual prin scanarea unui craniu de cadavru cu scannerul 3DSYSTEMS CAPTURE 3D. Datele au fost interpretate cu un software Geomatic Capture produs de 3D Systems. A fost obținut modelul craniului scanat în format .stl [Vătu 2018], care nu conține componentele interne ale craniului, ci doar suprafața acestuia. Pentru componentele interne ale craniului au fost utilizate mai multe modele "in vivo" respectiv imagini de rezonanță magnetică și imagini tomografice obținute cu echipamente Emotion16 (Siemens). În paralel, a fost studiată poziția componentelor osoase interne ale unui craniu ce servește ca material didactic la UMF Craiova. Imaginile tomografice și cele de rezonanță magnetică au generat un model virtual al

aparaturii dento - maxilar și al craniului ce va fi utilizat pentru simulări biomecanice "in vitro". Acest model prezintă componentele interne ale craniului cărora li s-au atașat materiale cu o anumită flexibilitate [Vătu 2018].

### 9.2.2 Simularea virtuală experimentală folosind metoda elementelor finite a efectului forțelor de rezistență la nivelul celor doi premolari superiori în mișcările mandibulare

S-a ales ca metodă de studiu FEM din următoarele motive:

- FEM poate fi aplicabilă interacțiunilor structurale liniare și neliniare, precum și contactelor de tip solid-fluid.
- Orice problemă poate fi împărțită într-un număr mai mic de probleme.
- Este o tehnică non-invazivă.
- Folosind FEA, este foarte ușor să se simuleze orice stare biologică în stadiile pre, intra și postoperatorii pentru a obține rezultate mai precise și mai sigure.
- Reproducibilitatea nu afectează proprietățile fizice implicate.
- Tehnicile FEA pot înlocui metodele clasice pentru planificarea pre-chirurgicală, oferind astfel o soluție economică.

### 9.2.3. Modelul virtual al celor doi premolari superiori

Pentru a obține analize cât mai apropiate de realitate au fost remodelați cei doi premolari și, apoi, implantați virtual în maxilar. Astfel, fiecare premolar a fost compus din trei componente:

- modelul exterior al smalțului;
- modelul dentinei;
- modelul simplificat al pulpei.

Folosind comenzi și tehnici specifice modulului Assembly din SolidWorks cele două modele complete ale premolarilor au fost amplasate și poziționate pe maxilar.

Acest model virtual al maxilarului a fost utilizat pentru realizarea diferitelor simulări folosind metoda elementelor finite. Modul de încărcare s-a utilizat în regim dinamic, iar încărcările de la studiul cinematic realizat pentru cele patru mișcări principale au fost transferate în mod automat, astfel încât, pentru analizele prezentate în această lucrare s-au utilizat forțele și momentele obținute anterior.

## 9.4 REZULTATE

Rezultatele principale ale simulărilor prin metoda elementelor finite, sunt:

- **starea de tensiuni (stress)**, redată prin hărți de tensiuni, obținută prin algoritmul von Mises care oferă informații privind încărcarea elementului finit prin raportarea forței la suprafață și se exprimă în Pascali ( $1\text{Pa}=1\text{N/m}^2$ );
- **starea de deplasare (displacement)**, redată prin hărți de deplasări, care oferă informații privind variația pozițiilor nodurilor elementelor finite și se exprimă în milimetri (mm);
- **starea de deformație (strain)**, redată prin hărți de deformații, a sistemului biomecanic care redă alungirea elementelor finite raportate la unitatea de lungime și se exprimă în milimetru/milimetru (mm/mm - adimensional). S-a urmărit starea de deformație după criteriul von Mises.

### 9.4.1 Simularea virtuală experimentală folosind metoda elementelor finite a efectelor forțelor de rezistență la nivelul premolarilor superiori de pe hemiarcada stângă, pentru mișcarea de ridicare a mandibulei.

Se intenționează analizarea modelului biomecanic al maxilarului la mișcarea de ridicare a mandibulei pentru premolarii 2.4 și 2.5 integri. Sistemul de încărcare a fost cel similar analizei cinematice a mișcării analizate.

Pentru a realiza analiza, modelul a fost divizat în elemente finite.

După rularea analizei s-au obținut diferite hărți de rezultate. Izolând artificial premolarul 2.4 și 2.5 s-au obținut hărți de tensiuni, deplasări și deformații pentru modelele smalțului, a dentinei și a pulpei.

Similar, au fost obținute simulări pentru mișcarea de propulsie, retropropulsie și lateralitate.

Aceleași simulări s-au efectuat și pentru modelele cu uzura ocluzală de 0,5 mm și de 1 mm.

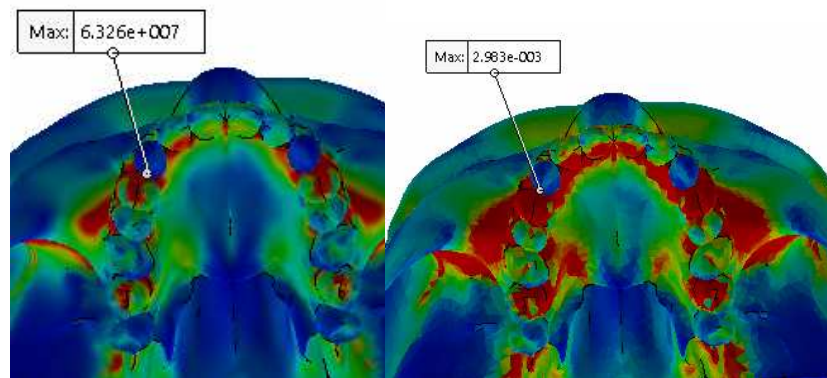


Fig 9. Harta de tensiuni și harta de deformații generate de forțele de rezistență

## 9.5 DISCUȚII

Cavitatea orală este un sistem biomecanic complex. Datorită acestei complexități și accesului limitat, cea mai mare parte a cercetărilor biomecanice ale mediului oral, cum ar fi stomatologia restauratoare, endodonția, ortodonția, protetica și implantologia, au fost efectuate *in vitro*.

Deformarea și solicitările sunt generate atunci când sarcini sunt aplicate unei structuri. Acest lucru este obișnuit și este modul în care o structură își îndeplinește funcția structurală. Dar dacă tensiunile devin excesive și depășesc limita elastică, se poate produce defecțiune structurală. Aceste tensiuni nu pot fi măsurate direct și nu este ușor de înțeles de ce și când procesul de eșec este inițiat în structuri complexe și cum putem optimiza forța și longevitatea componentelor sistemului stomatognat. Aplicarea cunoștințelor de inginerie în stomatologie prin utilizarea tehnicilor computaționale a contribuit la înțelegerea aspectelor biomecanice orale.

Analiza tensiunii mecanice a structurilor dentare a reprezentat un subiect de interes în ultimii ani, cu scopul de a determina starea de tensiune în structurile dentare și de a îmbunătăți rezistența mecanică a acestor structuri. Astfel de tehnici numerice pot da o înțelegere mai bună a reacțiilor și interacțiunilor țesuturilor individuale. Știința analizei elementelor finite (FEA) este o modalitate matematică de rezolvare a problemelor complexe din univers, deoarece oferă o soluție matematică mai ușoară a problemelor biologice.

## 9.6 CONCLUZII

Craniul uman și oasele maxilare au o arhitectură foarte complicată, determinată de pereții exteriori, de structurile osoase interne și de modul de îmbinare al acestora. În structura oaselor maxilare intră țesut osos spongios, țesut osos cortical alături de țesuturile dentare. Fiecare dintre aceste țesuturi au anumite proprietăți (elasticitate, plasticitate, densitate) evaluate prin flexibilitate.

Plecând de la modelul craniului virtual obținut în studiul anterior (CAPITOLUL 8) au fost generate modelele virtuale ale celor doi premolari superiori de pe hemiarcada stângă, apoi prin metoda elementelor finite au fost evaluate tensiunile, deplasările și deformările generate de forțele de rezistență, de la nivelul țesuturilor dentare ale celor doi premolari în timpul mișcărilor mandibulare cu contact ocluzal.

Considerăm că aceste forțe de rezistență ce determină tensiuni, deformații și deplasări la nivelul structurilor osoase, sunt o reacție la forțele ocluzale, atâta vreme cât sunt evidente doar în timpul acestor contacte ocluzale. Teoretic, ar trebui să existe un echilibru între forțele ocluzale și forțele de rezistență pentru homeostazia aparatului dento-maxilar.

**Se constată că valoarea acestor tensiuni din maxilar și dinți crește pe măsură ce crește uzura dentară.** Acest fenomen este mai vizibil la nivelul dinților acolo unde valoarea aproape se dublează. Ar putea fi date două explicații pentru această situație:

- din punct de vedere mecanic, aceste tensiuni sunt invers proporționale cu volumul structurilor dentare și, pe măsură ce acestea se reduc, prin uzură dentară, cresc tensiunile;
- muchiile ascuțite rezultate în urma uzurii dentare sunt concentratori de tensiune mecanică.

***Acest studiu are caracter inovativ intrucât evidențiază prezența tensiunilor, deplasărilor și deformațiilor generate de forțele de rezistență în structurile oaselor maxilare și ale dinților. Nu am găsit în literatura de specialitate un alt studiu pe această temă. Așa cum reiese din rezultatele studiului și din concluzii, cele mai mari efecte ale forțelor de rezistență au fost înregistrate în mișcările de ridicare și lateralitate, în situația dinților cu uzură de 1 mm.***



## CONCLUZII FINALE

Uzura dentară reprezintă o pierdere de țesuturi dure dentare sub acțiunea unor factori extrinseci sau intrinseci, alții decât caria dentară și traumatismele brutale ale dinților.

Această teză de doctorat a fost structurată pe 4 direcții de cercetare:

- studiu clinico-statistic al uzurii dentare;
- aplicațiile Tomografiei Optice în Coerență (OCT) în diagnosticul uzurii dentare;
- determinarea forțelor de rezistență din mișcările mandibulare prin simulare dinamică utilizând metodele analizei cinematice și a elementelor finite;
- evidențierea și evaluarea forțelor de rezistență din structurile dentare folosind metoda elementelor finite.

**Referitor la studiu clinico-statistic al uzurii dentare, acesta a fost efectuat pe un lot de 485 de pacienți care s-au prezentat în Clinica de Protetică Dentară și Reabilitare Orală în perioada 2014-2017. Pe baza criteriilor de excludere au fost excluși 57 de pacienți și au rămas în studiu 428 de pacienți.**

În ceea ce privește **aplicațiile Tomografiei Optice în Coerență (OCT) în diagnosticul uzurii dentare**, studiul a pus în evidență fiecare formă clinică de uzură dentară prin intermediul caracteristicilor semnalului OCT și, în coroborare cu aspectele clinice, a evidențiat mecanismul prin care factorul etiologic principal a acționat în producerea leziunii.

**Acest studiu prezintă o notă mare de originalitate prin faptul că, aspectele OCT ale formelor clinice de uzură nu au mai fost descrise până acum, și de asemenea, a permis identificarea factorilor etiologici implicați în fiecare leziune.**

Următorul studiu a avut ca obiectiv **determinarea forțelor de rezistență din mișcările mandibulare prin simulare dinamică utilizând metodele analizei cinematice și a elementelor finite.** Studiul a asigurat obținerea unui model tridimensional al aparatului dento-maxilar pornind de la scanarea unui craniu de cadavru și a 1256 imagini CT și RMN provenite de la 8 pacienți. Mai multe softuri au fost utilizate în reconstrucția tridimensională a aparatului dentomaxilar: SolidWorks, Geomatic for Solidworks, AutoCAD, tehnici software de „netezire”, modulul Assembly, modulul Multi – Body. Acest studiu a permis simularea și determinarea amplitudinii forțelor de rezistență care apar la nivelul structurilor dentare (componentelor aparatului dento-maxilar) în mișcările funcționale ale mandibulei cu contacte ocluzale. Valoarea acestor forțe de rezistență a fost comparabilă cu valoarea forțelor ocluzale determinate în alte studii.

Studiul referitor la **evidențierea și evaluarea forțelor de rezistență din structurile dentare folosind metoda elementelor finite** plecat de la modelul craniului virtual obținut în studiul anterior (CAPITOLUL 8). Au fost generate modelele virtuale ale celor doi premolari superiori de pe hemiarcada stângă, au fost poziționați pe arcada virtuală, apoi prin metoda elementelor finite au fost evaluate tensiunile, deplasările și deformările generate de forțele de rezistență, de la nivelul țesuturilor dentare ale celor doi premolari în timpul mișcărilor mandibulare cu contact ocluzal.

**S-a constatat că valoarea acestor tensiuni din maxilar și dinți generate de forțele de rezistență, crește pe măsură ce crește uzura dentară. Aceste fenomen este mai vizibil la nivelul dinților, acolo unde valoarea aproape se dublează. Spre deosebire de aceste forțe de reacție, în cazul forțelor ocluzale se apreciază că acestea scad odată cu uzura dentară.**

**Poate fi interpretată această situație prin ruperea echilibrului dintre forțele ocluzale și forțele de rezistență în cazul uzurii dentare.**

În ceea ce privește distribuția acestor tensiuni, deplasări și deformații pentru toate felurile de țesuturi dentare (smalț, dentină, pulpă) acestea au fost localizate la nivelul suprafeței ocluzale și la nivelul zonei cervicale vestibulare. Această situație a fost mult mai evidentă la nivelul primului premolar superior.

Putem da următoarea interpretare pentru această distribuție a tensiunilor, deplasărilor și deformațiilor generate de forțele de rezistență: **Forțele de rezistență pot determina dislocarea stratului de smalț din zona ocluzală și din zona cervicală vestibulară deci pot determina uzură dentară.**

*Acest studiu are caracter inovativ, întrucât:*

- realizează o descriere a aspectului OCT ce permite identificarea factorilor etiologici pentru fiecare formă clinică de uzură dentară;
- evidențiază prezența și amplitudinea forțelor de rezistență din structurile aparatului dento-maxilar;
- evidențiază prezența tensiunilor, deplasărilor și deformațiilor generate de forțele de rezistență în structurile oaselor maxilare și ale dinților;

*- distribuția tensiunilor, deplasărilor, deformărilor generate de forțele de rezistență poate constitui o dovadă în implicarea acestora în uzura dentară.*

#### BIBLIOGRAFIE:

1. [Abrahamsen 2005] Abrahamsen TC. The worn dentition – pathognomonic patterns of abrasion and erosion. *Int Dent J*, 55(4 Suppl 1): 268–276,2005;
2. [Adam] D. Adam, R. Melinte, D. Popa, Simularea „In Vitro” a Instabilitatilor Ligamentare ale Genunchiului Uman, *Revista de Ortopedie si Traumatologie*, vol.16, pp.101-105, ISSN 1220-6466;
3. [Addy 2006] Addy M. and Shellis, R.P., Interaction between attrition, abrasion and erosion in tooth wear, *Monographs in Oral Sciences* 20, 17-31, 2006;
4. [Bader 2008] Bader I.D., Shugars DA, Variation in clinical decision making related to caries. In: Fejerskov O, Kidd E, editors. *Dental Caries: The Disease and Its Clinical Management*. 2nd ed. Copenhagen: Blackwell Munksgaard Ltd: 555-574, 2008;
5. [Bakland 2015] Bakland L.K., Tamse A., Categorization of dental fractures. In: Tamse A, Tsesis I, Rosen E (eds). *Vertical root fractures in dentistry*. Springer International Publishing, Switzerland, , 7–28, 2015;
6. [Benazzi 2016] Benazzi S., Nguyen H. N., Kullmer O., Kupczik K., Dynamic Modelling of Tooth Deformation Using Occlusal Kinematics and Finite Element Analysis, *PLOS ONE*, pp. 1-17, 2016;
7. [Carlsson 2003] Carlsson GE, Egermark I, Magnusson T., Predictors of bruxism, other oral parafunctions, and tooth wear over a 20-year follow-up period, *Journal of Orofacial Pain*, 17: 50–7. Review Article, 2003;
8. [Carvalho 2005] Carvalho TS, Colon P, Ganss C, Huysmans MC, Lussi A, Schlueter N, Schmalz G, Shellis RP, Tveit AB, Wiegand A., Consensus report of the European Federation of Conservative Dentistry: erosive tooth wear: diagnosis and management. *Int Dent J*;55 (Suppl 1):277–284, 2005;
9. [Carvalho 2016-2] Carvalho TS, Colon P, Ganss C, Huysmans MC, Lussi A, Schlueter N, Schmalz G, Shellis PR, Björg Tveit A, Wiegand A., Consensus Report of the European Federation of Conservative Dentistry: Erosive tooth wear diagnosis and management. *Swiss Dent J*; 126(4):342-6, 2016;
10. [Cicciù 2015] Cicciù M., Cervino G., Bramanti E., Lauritano F., LoGudice G., Scappaticci L., Rapparini A., Guglielmino E., Risitano G., FEM Analysis of Mandibular Prosthetic Overdenture Supported by Dental Implants: Evaluation of Different Retention Methods, *Hindawi Publishing Corporation, Computational and Mathematical Methods in Medicine Volume 2015*, Article ID 943839, 16 pages, 2015;
11. [Dallongeville 2010] Dallongeville Sophie, Les lésions cervicales d'usure: etiologies et prises en charge, These pour le Diplôme d'Etat de docteur en Chirurgie Dentaire, Université de Nantes, 2010;
12. [Duarte 2008] Duarte Gaviao Marie Beatriz, Temporomandibular disorders and bruxism in childhood and adolescence, Review of the literature, *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 72, 299-314, 2008;
13. [Forna 2011] Fornă N., Protetica dentara, Vol I-IV , ed. Enciclopedica, 2011;
14. [Grippo 1987] Grippo JO, Masi JV., The Role of Stress Corrosion and Piezoelectricity in the Formation of Root Caries. *Proceedings of the Thirteenth Annual Northeast Bioengineering Conference*. Vol.I. Foster KR, ed. University of Pennsylvania, Philadelphia, PA: 1987;
15. [Grippo 1991] Grippo J.O., Masi J.V., Role of Biodental Engineering Factors (BEF) in the etiology of root caries. *J EsthetDent*; 3(2):71–6, 1991;
16. [Grippo 1991-2] Grippo J.O., Simring M., Coleman T.A., Abfraction, abrasion, biocorrosion, and the enigma of noncarious cervical lesions: a 20-year perspective, *J Esthet Restor Dent*. Feb;24(1):10-23. doi: 10.1111/j.1708-8240.2011.00487.x. Epub 2011 Nov 17, 2012;
17. [Grippo 2004] Grippo J.O., Simring M, Schreiner S., Attrition, abrasion, corrosion and abfraction revisited: a new perspective on tooth surface lesions, *J Am Dent Assoc*, 135(8):1109–1118; quiz 1163–1165,2004;
18. [Grippo 2012] Grippo J.O., Simring M., Coleman T.A., Abfraction, abrasion, biocorrosion, and the enigma of noncarious cervical lesions: a 20-year perspective. *J Esthet Restor Dent*., Feb;24(1):10-23, 2012;
19. [Habelitz 2007] Habelitz, S., Rodriguez, B. J., Marshall, S. J., Marshall, G. W., Kalinin, Sergei V., and Gruverman, Alexei, *Peritubular Dentin Lacks Piezoelectricity*, Alexei Gruverman Publications. 32, <http://digitalcommons.unl.edu/physicsgruverman/32>, 2007;
20. [Hsieh 2013] Hsieh Y.S., Ho Y.C., Lee S.Y., Chuang C.C., Tsai J.C., Lin K.F., Sun C.W., Dental optical coherence tomography. *Sensors (Basel)*. 2013 Jul 12;13(7):8928-49. doi: 10.3390/s130708928. Review, 2013;
21. [Hsu Ming-Lun 2010] Hsu Ming-Lun, Chang Chih-Ling, Application of finite element analysis in dentistry, *Finite Element Analysis*, ISBN 978-953-307-123-7, pp. 43-66, InTech, 2010;
22. [Imfeld 1996] Imfeld, T., Dental erosion. Definition, classification and links. *Eur J Oral Sci.*, 104:151-155, 1996;

23. **[Kawasaki 1997]** Kawasaki K., Featherstone J.D.B., Effects of collagenase on root demineralization, *J Dent Res.*; 76(1):588-595, 1997;
24. **[Keulemans 2015]** Keulemans F., Shinya A., Lassila L.V.J., Vallittu P.K., Kleverlaan C.J., Feilzer A.J., DeMoor R. J.G., Three-Dimensional Finite Element Analysis of Anterior Two-Unit Cantilever Resin-Bonded Fixed Dental Prostheses, Hindawi Publishing Corporation, Scientific World Journal Volume, pp. 1-10, 2015;
25. **[Khasnis 2014]** Khasnis SA, Kidiyoor KH, Patil AB, Kenganal SB. Vertical root fractures and their management. *J Conserv Dent*;17:103-10, 2014;
26. **[Kleinberg 2006]** Kleinberg Israel, SUNY Stony Brook of New York, comunicare personală, 2006;
27. **[Lee 1996]** Lee W.C., Eakle WS., Stress-induced cervical lesions: review of advances in the past 10 years. *J Prosthet Dent.*, May;75(5):487-94, 1996;
28. **[Lee 2002]** Lee H.E., Lin C.L., Wang C.H., Cheng C.H., Chang C.H., Stresses at the cervical lesion of maxillary premolar – a finite element investigation. *J Dent.*; 30(7–8):283–290, 2002;
29. **[Leriche 1965]** Leriche S., La chirurgie paraissait nettement plus benigne qu'ailleurs, 169–170, Trendelenburg, 1965;
30. **[Mello 2009]** Mello PC, Coppede AR, Macedo AP, de Mattos Mda G, Rodrigues RC, Ribeiro RF, Abrasion wear resistance of different artificial teeth opposed to metal and composite antagonists, *Journal of Applied Oral Science*, 17:451–6, 2009;
31. **[Mercuț 2017]** Mercuț V, Popescu SM, Scriciu M, Amărăscu MO, Vătu M, Diaconu OA, Osiac E, Ghelase Ș.M., Optical coherence tomography applications in tooth wear diagnosis. *Rom J Morphol Embryol.*;58(1):99-106, 2017;
32. **[Nogue]** Nogue S., Atlas de Toxicologia Clinica y Laboral, 1129;
33. **[Pergamalian 2003]** Pergamalian A, Rudy TE, Zaki HS, Greco CM, The association between wear facets, bruxism, and severity of facial pain in patients with temporomandibular disorders, *J Prosthet. Dent.*, 90,(2), 194-200, 2003;
34. **[Perry 1984]** Perry R, Green D., Perry's Chemical Engineers' Handbook. 6th Edition. New York, NY: McGraw Hill Co.; Section 23;1,23-25, 1984;
35. **[Petersen 1991]** Petersen, P. E. and Gormsen, C., Oral conditions among German battery factory workers. *Community Dent Oral Epldemiol.*, 19-.104- 106, 1991;
36. **[Pindborg 1970]** Pindborg, J.J., Pathology of the dental hard tissues. Copenhagen: Munksgaard. Bartlett DW. The role of erosion in tooth wear: aetiology, prevention and management, 1970;
37. **[Preliceanu 1985]** Preliceanu F., Doroga O., Protetica dentara. Ed. Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1985;
38. **[Reeh 1989]** Reeh E.S., Messer H.H., Douglas W.H., Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures, *J Endod.*, 15:512–61, 1989;
39. **[Rose 2017]** Rose Eyal, Tsesis Igor and Tamse Aviad, Speculations, knowledge, and evidence about crown and root fractures, Evidence-Based Endodontics, 2:2, <https://doi.org/10.1186/s41121-017-0009-y>, 2017;
40. **[Schlueter 2010]** Schlueter N, Hardt M, Klimek J, Ganss C., Influence of digestive enzymes trypsin and pepsin in vitro on the progression of erosion in dentine, *Arch Oral Biol.*; 55(4):294-299, 2010;
41. **[Tamse 2006]** Tamse A., Katz A., Pilo R., Furcation Groove of the buccal root of maxillary first premolars - A Morphometric study, *J Endod.*, 6:359–63, 2006;
42. **[Tarnita 2006]** Tarnita, D., Popa D., Tarnita, D. N., Adam, D., Bizdoaca, N., Considerations on the dynamic simulation of the 3D model of the human knee joint, 9<sup>th</sup> Essen Symposium on Biomaterials and Biomechanics, BIO Materialien Interdisciplinary Journal of Functional Materials, Biomechanics and Tissue Engineering, pp 231, ISSN 1616-0177, VNM Science Publishing GmbH & Co. KG, Postfach 46 08 05, D-80916, München, Fachinformation Technik - Literaturnachweise aus der Datenbank TEMA Technik und Management, Essen, Germany, 5-8 sept. 2006;
43. **[Tjaderhane 1998]** Tjaderhane L, Larjava H, Sorsa T, et al., The activation and function of host matrix metalloproteinases in dentin matrix breakdown in caries lesions, *J Dent Res.*; 77(8):1622-1629, 1998;
44. **[Van't Spijker 2009]** Van't Spijker A, Rodriguez JM, Kreulen CM, Bronkhorst EM, Bartlett DW, Creugers NH, Prevalence of tooth wear in adults, *Int J Prosthodont.*, Jan-Feb;22(1):35-42, 2009;
45. **[Vasudeva 2008]** Vasudeva G, Bogra P., The effect of occlusal restoration and loading on the development of abfraction lesions: A finite element study, *J Conserv Dent* 2008;11(3):117-20, 2008;
46. **[Vătu 2018]** Vatu M., Vintila D., Popa D.-L., 3D Skull Virtual Model, Based on CT or MRI Images, Used for Dentistry Simulations, *Applied Mechanics and Materials Vol. 880*, pp. 101 - 110, Trans Tech Publications, Switzerland, doi: 10.4028/ www.scientific.net/AMM.880.101, 2018;

47. [Verrett 2001] Ronald G. Verrett, Analyzing the Etiology of an Extremely, Worn Dentition J Prosthodont, 10:224-233. Copyright 2001 by The American College of Prosthodontists, 2001.