

---

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

# **Materiale ceramice și compozite în ortodonția fixă**

---

Doctorand **Mecicovschi Cristina Georgiana (căs. Iosif)**

---

Conducător de doctorat Prof.dr. **Mîndra Eugenia Badea**

---



**UMF**  
UNIVERSITATEA DE  
MEDICINĂ ȘI FARMACIE  
IULIU HAȚIEGANU  
CLUJ-NAPOCA

# CUPRINS

<b>LISTA DE PUBLICAȚII</b>	<b>7</b>
<b>ABREVIERI UTILIZATE ÎN TEXT</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUCERE</b>	<b>13</b>
<b>STADIUL ACTUAL AL CUNOAȚERII</b>	<b>15</b>
<b>1. Aplicabilitatea adeziunii în terapia ortodontică fixă</b>	<b>17</b>
1.1. Condițiile obinerii unei bune adeziuni	17
1.2. Tipuri de sisteme adezive utilizate în medicina dentară	18
1.3. Colarea directă	19
1.4. Colarea indirectă	22
1.5. Colarea pe reconstituiri coronare sau protetice	22
<b>2. Adezivii frecvent utilizați în ortodonie</b>	<b>25</b>
2.1. Rășinile compozite	26
2.2. Glassionomerii	29
2.3. Proprietățile mecanice ale adezivilor utilizați în ortodonie	31
<b>3. Smalul dentar, element implicat în procesul colajului adeziv</b>	<b>35</b>
<b>4. Bracketul, element implicat în procesul colajului adeziv</b>	<b>39</b>
<b>CONTRIBUȚIA PERSONALĂ</b>	<b>43</b>
<b>IPOTEZĂ DE LUCRU / OBIECTIVE</b>	<b>45</b>
<b>METODOLOGIA GENERALĂ</b>	<b>47</b>
<b>STUDIUL 1: Proprietățile mecanice ale cimenturilor ortodontice și comportamentul lor în mediu acid</b>	<b>49</b>
1.1. Introducere	49
1.2. Materiale și metodă de lucru	51
1.2.1. Descrierea materialelor	51
1.2.2. Proprietăți mecanice	52
1.2.3. Absorbția lichidelor și solubilitatea probelor	57
1.2.4. Microscopie electronică de scanare SEM	58
1.2.5. Microscopie de forță atomică AFM	58
1.3. Rezultate	59
1.3.1. Proprietăți mecanice	59
1.3.2. Absorbția lichidului	67
1.3.3. Solubilitate în mediu lichid	68
1.3.4. Microscopie electronică de scanare SEM	69
1.4. Discuție	72
1.5. Concluzii	74

<b>STUDIUL 2: Efectul mediului acid asupra structurilor dentare după desprinderea bracketsilor</b>	<b>75</b>
2.1. Introducere	75
2.2. Ipoteză de lucru	76
2.3. Materiale 'i metodă	76
2.4. Rezultate	80
2.4.1. Rezistena la adeziune	80
2.4.2. Microscopie electronică de baleiaj SEM	81
2.4.3. Analiza de Microscopie de Foră Atomică AFM	84
2.5. Discuii	91
2.6. Concluzii	93
<b>STUDIUL 3: Studiu asupra percepției privind cauzele desprinderii bracketsilor ortodontici</b>	<b>95</b>
3.1. Introducere	95
3.2. Ipoteza de lucru	96
3.3. Material 'i metodă	97
3.3.1. Analiza datelor	97
3.4. Rezultate	97
3.5. Discuii	103
3.6. Concluzii	105
<b>CONCLUZII GENERALE</b>	<b>107</b>
<b>ORIGINALITATEA TEZEI</b>	<b>109</b>
<b>REFERINȚE</b>	<b>111</b>
<b>ANEXĂ</b>	<b>123</b>

**Cuvinte cheie:** adeziune, brackets, mediu acid

## INTRODUCERE

În ultimii ani a crescut preocuparea pacienților pentru un zâmbet plăcut și pentru un aspect armonios al feței. Preocuparea asupra îmbunătățirii sănătății orale și a esteticii au efect asupra psihicului, cu consecințe asupra stării de bine, îmbunătățind calitatea vieții. Astfel se explică adresabilitatea crescută a pacienților către ortodonție.

Este esențial în timpul tratamentului ortodontic, obținerea unei bune adeziuni bracket-smalț care să nu permită desprinderi frecvente ce vor determina prelungirea duratei de tratament, urmată de creșteri ale costurilor și de nemulțumirea pacientului. Scopul cercetării doctorale a fost studiul adeziunii, al unor factori ce pot influența obținerea unei bune legături bracket-smalț, precum și investigarea celor mai frecvente cauze ale desprinderii bracketsilor în opinia medicilor ortodonți.

## **STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII**

În timpul tratamentului ortodontic forțele exercitate de către arcuri și elementele auxiliare sunt transmise dinților cu ajutorul bracketsilor, cimentăți vestibular sau lingual. Unul dintre obiectivele tratamentului ortodontic este obținerea unei bune adeziuni între smalț și bracket, printr-o tehnică adezivă simplă. În prezent, nu există materialul care să aibă proprietățile ideale din punct de vedere fizic, mecanic sau biologic. Cerința principală pentru un ciment utilizat la colarea bracketsilor este să formeze o legătură adezivă puternică și să reziste stresului mecanic, chimic și termic din cavitatea orală.

Adeziunea între cei doi aderenți poate fi influențată de mai mulți factori, printre care: modificarea temperaturii, mediul cavității orale, compoziția salivei, forțele dezvoltate în timpul funcțiilor și parafuncțiilor, proprietățile fizice și chimice ale celor doi aderenți și ale agentului adeziv .

## **CONTRIBUȚIA PERSONALĂ**

### **STUDIUL 1: Proprietățile mecanice ale cimenturilor ortodontice și comportamentul lor în mediu acid**

#### **INTRODUCEREA**

Factorii implicați în transmiterea cu succes a forțelor în timpul tratamentului ortodontic sunt: pregătirea suprafeței smalțului, caracteristicile bracketului și tipul de ciment utilizat pentru lipire. Prin urmare, proprietățile și caracteristicile materialelor dentare implicate trebuie să fie luate în considerare, alegând un produs adecvat pentru o performanță de succes. Cimentul ideal ar trebui să realizeze o priză suficientă pentru a rezista în timpul forțelor masticatorii normale, pentru a transmite forțele ortodontice și pentru a fi ușor de îndepărtat fără a provoca deteriorări ale suprafeței smalțului .

#### **IPOTEZA DE LUCRU**

Cercetarea actuală se concentrează pe trei clase diferite de cimenturi ortodontice, cum ar fi: rășini compozite (de exemplu, BracePaste®), ionomeri de sticlă modificați cu rășini, RMGIC, (de exemplu, Fuji Ortho) și cimenturi rășinice (de exemplu, Transbond). Ne propunem să investigăm proprietățile lor mecanice și să efectuăm investigații suplimentare, cum ar fi absorbția și solubilitatea lichidelor și caracterizarea microscopică

#### **MATERIALE ȘI METODĂ**

Tehnica generală de preparare și testare se determină conform normelor internaționale „American Dental Association’s Specification No.27” referitoare la materialele compozite. Măsurătorile au fost realizate cu ajutorul unui aparat de testări mecanice Lloyd Instruments-LR5k Plus, în cadrul departamentului de „Compozite Polimerice” de la ICCRR. Specimenele de cimenturi au fost preparate pentru a fi supuse testelor mecanice conform standardelor internaționale. Materialul de cimentare fotopolimerizabil a fost introdus cu ajutorul unei spatule din plastic într-o matriță din teflon standard de dimensiuni variabile în funcție de tipul determinării efectuate.

## REZULTATE

BracePaste® prezintă cea mai bună combinație de proprietăți mecanice și rezistență la eroziune în diferite medii acide, iar Fuji Ortho RMGIC prezintă cea mai bună manevrabilitate asociată cu proceduri ușoare de aplicare a bracketurilor și prezintă o rezistență scăzută la eroziune în timp. Transbond prezintă o rezistență mai mare la tracțiune, dar rezistența la compresiune și flexiune este inferioară lui BracePaste® și prezintă, de asemenea, o rezistență scăzută la eroziune în mediul acid.

## CONCLUZII

S-a evidențiat efectul negativ al eroziunii acide asupra proprietăților mecanice ale aderenței cimenturilor ortodontice între smalț și bracket. Sunt evidențiate câteva modalități de eroziune, cum ar fi: degradarea interfeței smalț – ciment, cedarea interfeței ciment – bracket sau cedarea internă a stratului de ciment. Observația AFM dovedește că BracePaste® prezintă un comportament bun în mediu acid, cum ar fi Coca Cola™ și Red Bull™, iar Fuji Ortho este afectat semnificativ de eroziunea acidă, iar Transbond este grav afectat de eroziunea acidă, fapt susținut de variația rugozității suprafeței. Aceasta corespunde datelor menționate în literatura de specialitate.

## STUDIUL 2: Efectul mediului acid asupra structurilor dentare după desprinderea bracketsilor

### INTRODUCEREA

Cimenturile ideale utilizate pentru adeziunea bracketurilor trebuie să aibă o bună aderență pe suprafața dintelui, suficientă rezistență pentru a rezista și transmite forțele ortodontice în timpul tratamentului și trebuie să poată fi îndepărtate fără a iniția leziuni iatrogene ale smalțului.

### IPOTEZA DE LUCRU

Scopul acestui studiu este să determine efectul acestor două băuturi răcoritoare asupra rezistenței la adeziune și indicelui ARI pentru brackets metalici, atunci când aceștia sunt lipiți cu două materiale diferite: rășină compozită (Transbond Color Change) și RMGIC (Fuji Ortho LC).

### MATERIALE SI METODĂ

Pentru acest studiu au fost utilizați 60 de premolari. Aceștia au fost extrași pentru tratament ortodontic și nu prezentau carii, fisuri de suprafață sau tratament chimic înainte de extracție.

Grupul 1: Bracketsi metalici au fost colați cu Transbond Plus Color Change pe suprafața vestibulară a treizeci de dinți:

Grupul 2: Bracketsi au fost colați cu capsule Fuji Ortho LC pe suprafața a 30 de dinti

Rezistența la adeziune (SBS) a fost măsurată prin metoda ASTM D638 folosind aparatul de testări mecanice Lloyd LR5k Plus (Ametek / Lloyd Instruments, Germania), capacitate de 5 kN. Acest aparat universal de testare a materialelor dispune de un sistem electronic pentru testarea și măsurarea forței, iar sarcina utilizată în acest caz a fost de 0,5 N.

## **REZULTATE**

Adezivul rășină compozită prezintă dovezi de fracturare internă sub acțiunea forțelor la desprindere, astfel că RMGIC se dovedește a fi mai rezistent.

Rezultatele AFM arată că Coca Cola™ este mai erozivă pentru probele RC și Red Bull™ este mai erozivă pentru RMGIC, ceea ce este în concordanță cu datele din literatura de specialitate.

## **CONCLUZII**

În general putem concluziona că finisarea smalțului determină o întârziere a eroziunii acide în comparație cu probele neșlefuite. Adezivul RMGIC s-a dovedit a fi mai compact decât cel RC în timpul desprinderii și al acțiunii forțelor de forfecare, prezentând astfel o rezistență sporită la eroziunea acidă internă. Concluzia finală este că cea mai bună rezistență la eroziunea acidă a fost obținută de RMGIC.

## **STUDIUL 3 Studiu asupra percepției privind cauzele desprinderii bracketsilor ortodontici**

Deși tehnicile de adeziune au evoluat extrem de mult în ultimele decade, una din probleme inevitabile cu care se confruntă medicii ortodonți este eșecul adeziunii bracketsilor. Tratamentul ortodontic ideal presupune îndeplinirea obiectivelor tratamentului într-un anumit interval de timp și într-un număr adecvat de întâlniri, fiind esențial ca toți bracketsii utilizați să rămână colați pe dinți în tot acest timp.

### **IPOTEZA DE LUCRU**

În literatura de specialitate există studii publicate cu scopul de a edifica factorii asociați cu eșecul adeziunii bracketsilor dentari în timpul tratamentelor ortodontice. Dintre acestea, majoritatea au fost retrospective, unele au avut un număr limitat de participanți, iar în alte cercetări participanții au fost urmăriți pe o perioadă scurtă de timp. Cu toate acestea, din cunoștințele noastre, nu sunt studii publicate până acum legat de opinia medicilor ortodonți cu privire la eșecul adeziunii bracketsilor. Un prim obiectiv al acestui studiu a fost investigarea frecvenței cu care se desprind bracketsii în cazul pacienților care beneficiază de tratament ortodontic în regiunea Cluj. Un al doilea obiectiv al studiului a fost acela de a identifica opinia medicilor ortodonți cu privire la cauzele cele mai frecvente, ce țin de pacient, în relație cu eșecul adeziunii bracketsilor ortodontici.

### **MATERIALE SI METODĂ**

În cadrul studiului s-a conceput un chestionar adresat medicilor ortodonți. Distribuirea chestionarului s-a făcut electronic, prin platforma Google Forms, al cărui link a fost distribuit pe email. Chestionarul a constat în 20 de întrebări, divizate în 3 secțiuni: prima secțiune – acordul respondentului și date demografice, a doua secțiune – frecvența cu care apare, în practica proprie, eșecul adeziunii bracketsilor, a treia secțiune – opinia legată de factorii cei mai frecvent întâlniți în practica proprie privind desprinderea bracketsilor.

## **REZULTATE**

Printre cauze, trebuie menționate mestecarea sau incizia alimentelor dure, lipicioase, obiceiurile vicioase sau stiluri de viață improprii. În studiul de față, 56.8% dintre respondenți

afirmă că pentru fiecare caz se întâmplă o decimentare sau chiar 2, iar 20.5% afirmă o frecvență mai mare de 2 pentru decimentări. Întrebați cât de importantă consideră a fi calitatea cimentului folosit pentru colarea bracketsilor, 31 de respondenți (68.9%) consideră a fiind foarte importantă, iar 17 respondenți (37.8%) consideră că acesta ar fi unul dintre factorii ce poate influența favorabil tratamentul. Respondenții participanți în acest studiu au selectat cu precădere molarii ca fiind mai frecvenți implicați în decimentare (75.6% din respondenți), următoarea variantă fiind premolarii, maxilari și mandibulari (26.7%).

## CONCLUZII

Așa cum menționează și literatura de specialitate · complianța pacientului pe tot parcursul tratamentului ortodontic este primordială în evitarea și prevenirea accidentelor de tipul decimentării bracketsilor ortodontici. . Printre cauzele frecvente considerate de medicii respondenți în decimentarea bracketsilor ortodontici sunt menționate consumul de băuturi acidulate, obiceiurile vicioase ale pacienților, dar și nerespectarea indicațiilor medicului ortodont pe parcursul tratamentului.

## ORIGINALITATEA TEZEI

Teza actuală își propune studiul adeziunii dintre bracket și smalțul dentar și al factorilor ce pot influența obținerea unei legături corespunzătoare. Se știe că eșecul în obținerea unei legături adezive puternice va determina desprinderi frecvente ale bracketsilor, cu prelungirea duratei tratamentului ortodontic, urmată de creșterea costurilor, dar și de insatisfacția pacientului și a medicului. Legătura adezivă trebuie să fie suficient de puternică pentru a putea permite desfășurarea normală a funcției masticatorii, pentru a putea permite menținerea bracketsilor în aceeași poziție pe toată durata tratamentului ortodontic, dar și să permit îndepărtarea aparatului fix fără a produce leziuni în structura smalțului.

Tema de cercetare este de mare actualitate pentru că își propune studierea efectului băuturilor acide asupra structurilor dentare, dar și asupra materialelor compozite frecvent utilizate în practica ortodontică. Caracterul inovativ al tezei este reprezentat de cercetarea efectelor pe care acest tip de băuturi le produc atâta asupra smalțului, cât și asupra proprietăților cimenturilor utilizate în ortodonție, cu repercusiuni asupra legăturii adezive.

Datorită faptului că în ultima perioadă se observă o creștere a consumului de băuturi carbogazoase în rândul tinerilor, în special al adolescenților, am dorit evaluarea proprietăților cimenturilor, dar și a structurii smalțului utilizând două sucuri frecvent consumate: Cola-Cola, cea mai cunoscută băutură carbogazoasă, și Red Bull, cea mai renumită băutură energizantă, aducând un plus de originalitate tezei.

Este cunoscut faptul că băuturile acide produc modificări în structura smalțului, determinând demineralizări ale acestuia, dar pentru o legătură adezivă puternică este

nevoie de un smalț sănătos. Orice eroziune acidă apărută în structurile dentare va influența evoluția ulterioară a tratamentului ortodontic. De asemenea, rezultatele obținute sunt în concordanță cu cele care există deja în literatura, și anume : acidul citric este mult mai agresiv decât acidul fosforic la nivel dentar. Având în vedere ca acidul fosforic se găsește în compoziția sucului Coca-Cola, iar acidul citric în Red Bull, s-au evidențiat modificări mai profunde, mai agresive în structura dentară la consumul frecvent de Red Bull.

Noutatea pe care o aduce aceasta teză este evaluarea la microscopia electronică și la microscopia de forță atomică a modificărilor apărute în structura smalțului după desprinderea bracketsilor și după șlefuirea adezivului restant pe suprafața dintelui.

Dacă majoritatea studiilor efectuate anterior cercetau proprietățile cimentului compozit Transbond XT sau/și glass ionomerului modificat cu rășini Fuji Ortho LC, teza actuală își propune studierea proprietăților unui alt ciment compozit frecvent utilizat pentru colarea bracketsilor: BracePaste. Caracterul original al acestei cercetări rezidă din compararea proprietăților mecanice ale celor trei adezivi, dar și compararea absorbției și solubilității lor utilizând ca medii de imersie sucurile acidulate. Prin analiza și compararea rezultatelor obținute, s-a evidențiat comportamentul diferit al celor trei cimenturi adezive în anumite situații clinice. Toate aceste determinări au avut scopul de a ne oferi o imagine clară asupra indicațiilor a diferite tipuri de cimenturi compozite. Având în vedere că rezultatele obținute arată o bună legătură adezivă pentru bracketsilor colați cu RMGIC , în cazul dinților imersați în salivă artificială, aceasta poate reprezenta o direcție pentru cercetările ulterioare.

O altă preocupare a medicilor ortodonți o reprezintă cauzele ce pot determina desprinderi ale bracketsilor, situație frecvent întâlnită în practică, cu repercusiuni asupra duratei tratamentului și implicit asupra costurilor . Originalitatea tezei este susținută și de investigarea opiniei medicilor ortodonți referitor la cele mai frecvente cauze ale desprinderii bracketsilor, inclusiv ale erorilor protocolului de colare.



---

Summary of the PhD Thesis

# Ceramic and composite materials in orthodontics

---

PhD Student **Mecicovschi Cristina Georgiana (căs. Iosif)**

---

PhD Coordinator Prof.dr. **Mîndra Eugenia Badea**

---



**UMF**  
UNIVERSITATEA DE  
MEDICINĂ ȘI FARMACIE  
IULIU HAȚIEGANU  
CLUJ-NAPOCA

# TABLE OF CONTENTS

<b>LIST OF PUBLICATIONS</b>	<b>7</b>
<b>ABBREVIATIONS USED IN THE TEXT</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>13</b>
<b>STATE OF THE ART</b>	<b>15</b>
<b>1. Applicability of adhesion in fixed orthodontic therapy</b>	<b>17</b>
1.1. Conditions for good adhesion	17
1.2. Types of adhesive systems used in dentistry	18
1.3. Direct bonding	19
1.4. Indirect bonding	22
1.5. Bonding on coronal or prosthetic restorations	22
<b>2. Adhesives commonly used in orthodontics</b>	<b>25</b>
2.1. Composite resins	26
2.2. Glassionomers	29
2.3. Mechanical properties of adhesives used in orthodontics	31
<b>3. Dental enamel, an element involved in the adhesive bonding process</b>	<b>35</b>
<b>4. The bracket, an element involved in the adhesive bonding process</b>	<b>39</b>
<b>PERSONAL CONTRIBUTION</b>	<b>43</b>
<b>WORKING HYPOTHESIS / OBJECTIVES</b>	<b>45</b>
<b>GENERAL METHODOLOGY</b>	<b>47</b>
<b>STUDY 1: Mechanical properties of orthodontic cements and their behaviour in acidic environments</b>	<b>49</b>
1. Introduction	49
1.2. Materials and working method	51
1.2.1. Description of materials	51
1.2.2. Mechanical properties	52
1.2.3. Absorption of liquids and solubility of samples	57
1.2.4. SEM scanning electron microscopy	58
1.2.5. AFM atomic force microscopy	58
1.3. Results	59
1.3.1. Mechanical properties	59
1.3.2. Liquid absorption	67
1.3.3. Solubility in liquid medium	68

---

1.3.4. SEM scanning electron microscopy	69
1.4. Discussion	72
1.5. Conclusions	74
<b>STUDY 2: Effect of acidic environment on dental structures after bracket removal</b>	<b>75</b>
2.1. Introduction	75
2.2. Working hypothesis	76
2.3. Materials and method	76
2.4. Results	80
2.4.1. Bond strength	80
2.4.2. SEM scanning electron microscopy	81
2.4.3. Atomic Force Microscopy AFM analysis	84
2.5. Discussion	91
2.6. Conclusions	93
<b>STUDY 3: Study on the perception of the causes of orthodontic bracket loosening</b>	<b>95</b>
3.1. Introduction	95
3.2. Working hypothesis	96
3.3. Material and method	97
3.3.1. Data analysis	97
3.4. Results	97
3.5. Discussion	103
3.6. Conclusions	105
<b>GENERAL CONCLUSIONS</b>	<b>107</b>
<b>ORIGINALITY OF THE THESIS</b>	<b>109</b>
<b>REFERENCES</b>	<b>111</b>
<b>ANNEX</b>	<b>123</b>

**Key words:** adhesion, brackets, acidic environment

## **INTRODUCTION**

In recent years there has been a growing concern among patients for a pleasing smile and harmonious facial appearance. Concern about improving oral health and aesthetics has an effect on the psyche, with consequences on well-being, improving quality of life. This explains why patients are increasingly turning to orthodontics.

It is essential during orthodontic treatment to obtain a good enamel bracket bond that does not allow frequent detachments that will lead to prolonged treatment time, followed by increased costs and patient dissatisfaction. The aim of the doctoral research was to study adhesion, factors that may influence the achievement of a good bracket-enamel

bond, and to investigate the most common causes of bracket loosening in the opinion of orthodontists

## **CURRENT STATE OF KNOWLEDGE**

During orthodontic treatment, the forces exerted by the arches and auxiliary elements are transmitted to the teeth by means of brackets, cemented buccally or lingually. One of the goals of orthodontic treatment is to achieve a good bond between the enamel and the bracket using a simple adhesive technique. Currently, there is no material that has the ideal physical, mechanical or biological properties. The main requirement for a cement used for bonding brackets is to form a strong adhesive bond and resist mechanical, chemical and thermal stress in the oral cavity.

Adhesion between the two adhesives can be influenced by several factors, including: temperature change, oral cavity environment, saliva composition, forces developed during functions and parafunctions, physical and chemical properties of the two adhesives and the bonding agent.

The aim of this study is to determine the effect of two soft drinks on the shear bond strength and microstructural aspects regarding orthodontic metal brackets bonded with two different materials: cement resin (Transbond Colour Change and RMGIC (Fuji Ortho LC)

## **PERSONAL CONTRIBUTION**

### **STUDY 1: Mechanical properties of orthodontic cements and their behavior in acidic environment**

#### **INTRODUCTION**

The factors involved in the successful transmission of forces during orthodontic treatment are: enamel surface preparation, bracket characteristics and the type of cement used for bonding. Therefore, the properties and characteristics of the dental materials involved must be taken into consideration when choosing an appropriate product for successful performance. The ideal cement should achieve sufficient bond strength to withstand normal masticatory forces, transmit orthodontic forces and be easily removed without causing damage to the enamel surface.

#### **WORKING HYPOTHESIS**

Current research focuses on three different classes of orthodontic cements, such as: composite resins (e.g. BracePaste®), resin-modified glass ionomers, RMGIC, (e.g. Fuji Ortho) and resin cements (e.g. Transbond). We plan to investigate their mechanical properties and carry out further investigations, such as liquid absorption and solubility and microscopic characterization.

#### **MATERIALS AND METHOD**

The general preparation and testing technique is determined according to the international standards "American Dental Association's Specification No. 27" for composite

materials. Measurements were made using a Lloyd Instruments LR5k Plus mechanical testing apparatus in the “Polymer Composites” department at ICCRR. Cement specimens were prepared for mechanical testing according to international standards. The light-curing cementitious material was introduced with a plastic spatula into a standard Teflon mould of variable dimensions depending on the type of determination performed.

### **RESULTS**

BracePaste® exhibits the best combination of mechanical properties and erosion resistance in various acidic environments, and Fuji Ortho RMGIC exhibits the best workability associated with easy bracketing procedures and exhibits low erosion resistance over time. Transbond has higher tensile strength, but lower compressive and flexural strength than BracePaste® and also has low erosion resistance in acidic environments.

### **CONCLUSIONS**

The negative effect of acid erosion on the mechanical properties of orthodontic cement adhesion between enamel and bracket was revealed. Several erosion modes are highlighted, such as: degradation of the enamel-cement interface, failure of the cement-bracket interface or internal failure of the cement layer. AFM observation shows that BracePaste® shows good behaviour in acidic environment, such as Coca Cola™ and Red Bull™, Fuji Ortho is significantly affected by acidic erosion and Transbond is severely affected by acidic erosion, which is supported by the variation of surface roughness of the cement surface.

## **STUDY 2: Effect of acidic environment on dental structures after bracket removal**

### **INTRODUCTION**

The ideal cements used for bracket bonding must have good adhesion to the tooth surface, sufficient strength to resist and transmit orthodontic forces during treatment, and must be removable without initiating iatrogenic enamel damage .

### **WORKING HYPOTHESIS**

The aim of this study is to determine the effect of these two soft drinks on the bond strength and ARI index for metal brackets when bonded with two different materials: composite resin (Transbond Color Change) and RMGIC (Fuji Ortho LC).

### **MATERIALS AND METHOD**

Sixty premolars were used for this study. They were extracted for orthodontic treatment and had no caries, surface cracks or chemical treatment prior to extraction.

Group 1: Metal brackets were bonded with Transbond Plus Color Change on the buccal surface of thirty teeth:

Group 2: Brackets were bonded with Fuji Ortho LC capsules on the surface of 30 teeth.

Bond strength (SBS) was measured by ASTM D638 method using Lloyd LR5k Plus mechanical testing apparatus (Ametek / Lloyd Instruments, Germany), 5 kN capacity. This

universal materials tester has an electronic system for testing and measuring force and the load used in this case was 0.5 N.

### **RESULTS**

The composite resin adhesive shows evidence of internal fracture under the action of the forces at release, thus RMGIC is found to be more resistant.

AFM results show that Coca Cola™ is more erosive for RC samples and Red Bull™ is more erosive for RMGIC, which is consistent with the literature data.

### **CONCLUSIONS**

In general we can conclude that enamel finishing causes a delay in acid erosion compared to unpolished samples. RMGIC's adhesive was found to be more compact than RC during stripping and shear action, thus showing increased resistance to internal acid erosion. The final conclusion is that the best resistance to acid erosion was obtained by RMGIC.

### **STUDY 3 Study on perceptions of the causes of orthodontic bracket loosening**

Although bonding techniques have evolved tremendously in recent decades, one of the inevitable problems orthodontists face is bracket failure. The ideal orthodontic treatment involves meeting treatment goals within a certain time frame and in an appropriate number of appointments, and it is essential that all brackets used remain bonded to the teeth throughout this time.

### **WORKING HYPOTHESIS**

There are published studies in the literature aimed at edifying the factors associated with dental bracket adhesion failure during orthodontic treatments. Of these, most have been retrospective, some have had a limited number of participants, and in other research participants have been followed up for a short period of time. However, to the best of our knowledge, there are no studies published to date on orthodontists' views on bracket adhesion failure. A first objective of this study was to investigate the frequency of bracket loosening in patients receiving orthodontic treatment in the Cluj region. A second objective of the study was to identify the opinion of orthodontists on the most common patient-related causes of orthodontic bracket failure.

### **MATERIALS AND METHOD**

A questionnaire addressed to orthodontists was designed for the study. The questionnaire was distributed electronically via the Google Forms platform, the link to which was distributed by email. The questionnaire consisted of 20 questions, divided into 3 sections: the first section – respondent's consent and demographic data, the second section – frequency of bracket failure in own practice, the third section – opinion about the most common factors of bracket loosening in own practice.

### **RESULTS**

Among the causes, chewing or incision of hard, sticky food, vicious habits or improper lifestyles should be mentioned. In the present study, 56.8% of the respondents state that for each case one or even 2 decimals occur, and 20.5% state a frequency higher

than 2 for decimals. When asked how important they consider the quality of the cement used for bonding brackets, 31 respondents (68.9%) consider it to be very important and 17 respondents (37.8%) consider it to be one of the factors that can favourably influence treatment. Respondents participating in this study selected molars as the most frequently involved in decimation (75.6% of respondents), followed by premolars, maxillary and mandibular (26.7%).

## **CONCLUSIONS**

As mentioned in the literature, patient compliance throughout orthodontic treatment is paramount in avoiding and preventing orthodontic bracket decimation accidents. Among the common causes considered by the respondents in the decimation of orthodontic brackets are mentioned the consumption of acidic drinks, the vicious habits of patients, but also the failure to follow the instructions of the orthodontist during treatment.

## **ORIGINALITY OF THE THESIS**

The present thesis aims to study the adhesion between bracket and tooth enamel and the factors that may influence the achievement of a proper bond. It is known that failure to obtain a strong adhesive bond will result in frequent bracket loosening, with prolonged orthodontic treatment time, followed by increased costs and patient and clinician dissatisfaction. The adhesive bond must be strong enough to allow normal masticatory function, to allow the brackets to remain in the same position throughout the orthodontic treatment, and to allow the fixed appliance to be removed without damage to the enamel structure.

The research topic is highly topical because it aims to study the effect of acidic beverages on dental structures, but also on composite materials commonly used in orthodontic practice. The innovative character of the thesis is represented by the investigation of the effects that this type of drinks produce both on enamel and on the properties of cements used in orthodontics, with repercussions on the adhesive bond.

Due to the fact that recently there has been an increase in the consumption of carbonated drinks among young people, especially teenagers, we wanted to evaluate the properties of cements and the enamel structure using two commonly consumed drinks: Cola-Cola, the most popular carbonated drink, and Red Bull, the most famous energy drink, adding originality to the thesis.

Acidic drinks are known to cause changes in enamel structure, leading to enamel demineralisation, but a strong bond requires healthy enamel. Any acid erosion occurring in the tooth structures will influence the subsequent course of orthodontic treatment. Also, the results obtained are consistent with those already in the literature, namely: citric acid is much more aggressive than phosphoric acid at dental level. Since phosphoric acid is found in

Coca-Cola juice and citric acid in Red Bull, more profound, aggressive changes in tooth structure were found with frequent consumption of Red Bull.

The novelty of this thesis is the electron microscopy and atomic force microscopy evaluation of changes in enamel structure after brackets have been removed and the remaining adhesive has been sanded off the tooth surface.

While most of the previous studies investigated the properties of Transbond XT composite cement and/or glass ionomer modified with Fuji Ortho LC resins, the current thesis aims to study the properties of another composite cement commonly used for bonding brackets: BracePaste. The originality of this research lies in the comparison of the mechanical properties of the three adhesives, but also in the comparison of their absorption and solubility using acidic juices as immersion media. By analysing and comparing the results obtained, the different behaviour of the three adhesive cements in certain clinical situations was revealed. All these determinations aimed to give us a clear picture of the indications of different types of composite cements. Since the results obtained show a good adhesive bond for RMGIC bonded brackets in teeth immersed in artificial saliva, this may be a direction for further research.

Another concern of orthodontists is the causes of bracket loosening, which is a common occurrence in practice, with repercussions on the duration of treatment and therefore on costs. The originality of the thesis is also supported by the investigation of orthodontists' opinions on the most common causes of bracket loosening, including errors in the bonding protocol.