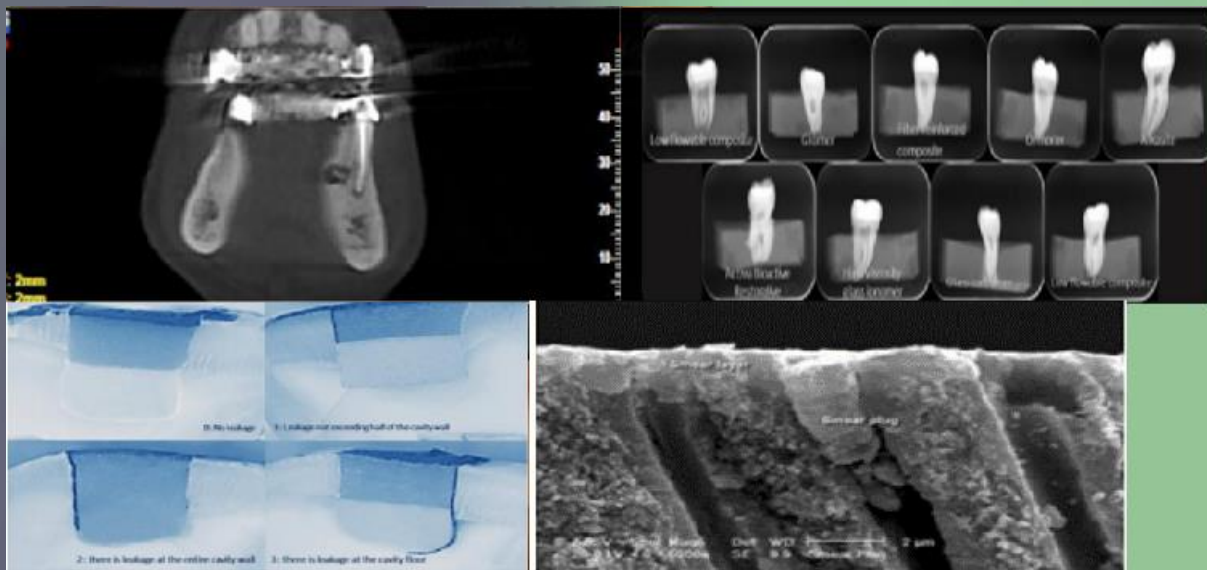




Current Research *in* Dental Sciences

Formerly: Journal of the Dental Faculty of Atatürk University
Official Journal of Atatürk University, Faculty of Dentistry

Volume 34 • Issue 3 • July 2024




EISSN 2822-2555


<https://dergipark.org.tr/en/pub/currendentsci>

Current Research in Dental Sciences

Owner

Recep ORBAK 
Department of Periodontology, Atatürk University,
Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey
E-Mail: rorbak@atauni.edu.tr


Editor


Nuran YANIKOĞLU 
Department of Prosthetic Dentistry, Atatürk University,
Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey
E-Mail: ndinckal@atauni.edu.tr


Associate Editors

Oral, Dental and Maxillofacial Surgery


Songül CÖMERT KILIÇ 
Department of Oral, Dental and Maxillofacial Surgery,
Atatürk University, Faculty of Dentistry, Erzurum,
Turkey
E-Mail: songul.kilic@atauni.edu.tr;
drsckilic@yahoo.com.tr


Göksel ŞİMŞEK KAYA 
Department of Oral, Dental and Maxillofacial Surgery,
Akdeniz University, Faculty of Dentistry, Antalya,
Turkey
E-Mail: gokselsimsek@yahoo.com


Ümit ERTAŞ 
Department of Oral, Dental and
Maxillofacial Surgery, Atatürk University,
Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey
E-Mail: uertas@atauni.edu.tr


Nesrin SARUHAN 
Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Eskişehir
Osmangazi University, Faculty of Dentistry, Eskişehir,
Turkey
E-Mail: dt_nesrin@yahoo.com

Periodontology

Recep ORBAK 
Department of Periodontology, Atatürk University,
Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey
E-Mail: rorbak@atauni.edu.tr


Turgut DEMİR 
Department of Periodontology, Atatürk University
Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey
E-Mail: turgut@atauni.edu.tr


Umur SAKALLIOĞLU 
Department of Periodontology, Ondokuz Mayıs University, Faculty of
Dentistry, Samsun, Turkey
E-Mail: umursa@omu.edu.tr


Osman ARPAĞ 
Department of Periodontology, Hatay Mustafa Kemal University,
Faculty of Dentistry, Hatay, Turkey
E-Mail: ofarpag@hotmail.com

Endodontics


Kezban Meltem ÇOLAK 
Department of Endodontics, Atatürk University,
Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey
E-Mail: meltem25@gmail.com


Kerem Engin AKPINAR 
Department of Periodontology, Bursa Uludağ University, Faculty of
Dentistry, Bursa, Turkey
E-Mail: kakpinar@gmail.com


Ertuğrul KARATAŞ 
Department of Endodontics, Atatürk University,
Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey
E-Mail: dtertu@windowslive.com

Ali KELEŞ 
Department of Endodontics, Ondokuz Mayıs University,
Faculty of Dentistry, Samsun, Turkey
E-Mail: ali.keles1@omu.edu.tr

Orthodontics


Nihat KILIÇ 
Department of Orthodontics, Atatürk University,
Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey
E-Mail: drnkilic@yahoo.com


Hüsamettin OKTAY 
Department of Orthodontics, Medipol University,
Faculty of Dentistry, İstanbul, Turkey
E-Mail: hoktay@medipol.edu.tr


Neslihan ÜÇÜNCÜ 
Department of Periodontology, Gazi University, Faculty of Dentistry,
Ankara, Turkey
E-Mail: ucuncu@gazi.edu.tr



Contact (Editor in Chief) İletişim (Baş Editör)

Nuran YANIKOĞLU 
Department of Prosthetic Dentistry, Atatürk University,
Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey


 nyanikoglu@gmail.com


 +90 442 236 09 45

 <https://dergipark.org.tr/en/pub/currresdentsci>

Contact (Publisher) / İletişim (Yayıncı)

Atatürk University, Erzurum, Turkey
Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü, 25240, Erzurum, Turkey

 ataunijournals@atauni.edu.tr

 +90 442 231 15 16


 <https://bilimseldergiler.atauni.edu.tr>

Current Research in Dental Sciences

Oral Diagnosis and Maxillofacial Radiology

Özkan MİLOĞLU 


Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Atatürk University,
Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey
E-Mail: omiloglu@hotmail.com

Ahmet Berhan YILMAZ 

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Atatürk University,
Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey
E-Mail: berhanyilmaz@gmail.com

Fatma ÇAĞLAYAN 

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Atatürk University,
Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey
E-Mail: facagla@gmail.com


Peruze ÇELENK 

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Ondokuz Mayıs
University, Faculty of Dentistry, Samsun, Turkey
E-Mail: pcelenk@hotmail.com

Pedodontics

Sultan KELEŞ 

Department of Pedodontics, Adnan Menderes University,
Faculty of Dentistry, Aydın, Turkey
E-Mail: sultan.keles@adu.edu.tr

Sera ŞİMŞEK DERELİOĞLU 

Department of Pedodontics, Atatürk University, Faculty of Dentistry,
Erzurum, Turkey
E-Mail: s.derelioglu@atauni.edu.tr

Buket AYNA 

Department of Pedodontics, Dicle University, Faculty of Dentistry,
Erzurum, Turkey
E-Mail: buketayna@hotmail.com


Prosthodontics

Funda BAYINDIR 

Department of Prosthodontics, Atatürk University,
Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey
E-Mail: fundabayindir@gmail.com

Nuray ÇAPA YILDIRIM 


Department of Prosthodontics, Yeditepe University,
Faculty of Dentistry, İstanbul, Turkey
E-Mail: capanurayahoo.com

Duygu KÜRKLÜ ARPAÇAY 

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, İzmir Demokrasi
University, Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey
E-Mail: duygu.arpacay@idu.edu.tr

Alvin WEE 

Department of Restorative Sciences, Division of Prosthodontics,
University of Minnesota School of Dentistry, Minneapolis, USA
E-Mail: alvingwee@gmail.com

U. Şebnem BÜYÜKKAPLAN 

Department of Prosthodontics, Akdeniz University,
Faculty of Dentistry, Antalya, Turkey
E-Mail: sbuyukkaplan@akdeniz.edu.tr

Gözlem CEYLAN 

Department of Prosthodontics, Ondokuz Mayıs University, Faculty of
Dentistry, Samsun, Turkey
E-Mail: gceylan@omu.edu.tr

Hatice ÖZDEMİR 

Department of Prosthodontics, Atatürk University, Faculty
of Dentistry, Erzurum, Turkey
E-Mail: dentist_hatice@hotmail.com

Restorative Dentistry

Pınar GÜL 

Department of Restorative Dentistry, Atatürk University, Faculty of
Dentistry, Erzurum, Turkey
E-Mail: opinargul@hotmail.com

Nurcan ÖZAKAR 

Department of Restorative Dentistry, Atatürk University, Faculty of
Dentistry, Erzurum, Turkey
E-Mail: dtnilday@hotmail.com

Funda YANIKOĞLU 

Department of Restorative Dentistry, Kent University,
Faculty of Dentistry, İstanbul, Turkey
E-Mail: funda.yanikoglu@kent.edu.tr

Statistics

Fatih ŞENGÜL 


Department of Pedodontics, Atatürk University, Faculty of Dentistry,
Erzurum, Turkey
E-Mail: fsengul@atauni.edu.tr

Translation

Gözlem CEYLAN 

Department of Prosthodontics, Ondokuz Mayıs University, Faculty of
Dentistry, Samsun, Turkey
E-Mail: gceylan@omu.edu.tr

Microbiology

Hakan USLU 

Niğde Ömer Halisdemir University/Faculty Of Engineering/Department Of
Food Engineering/Department Of Food Technology, Niğde, Turkey
E-Mail: uhakan@hotmail.com

Pathology

Sevilay ÖZMEN 

Faculty of Medicine, Surgical Medical Sciences, Department of Medical
Pathology, Erzurum, Turkey
E-Mail: ertekozmen@gmail.com

Editorial Board

Editorial Board Secretary

Lale EGE

E-Mail: dergidhf@atauni.edu.tr

Current Research in Dental Sciences

AIMS AND SCOPE

Current Research in Dental Sciences (Curr Res Dent Sci) is a peer reviewed, open access, online-only journal published by the Atatürk University.

Current Research in Dental Sciences is a quarterly journal published in English and Turkish in January, April, July, and October.

As of 2022, the journal has changed its title to Current Research in Dental Sciences.

Current Title (2022-...)

Current Research in Dental Sciences

Previous Title (1995-2021)

Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi/The Journal of Faculty of Dentistry of Atatürk University

Current Research in Dental Sciences is covered in SCOPUS, DOAJ, EBSCO, TUBITAK ULAKBIM TR Index and China National Knowledge Infrastructure (CNKI).

All content published in the journal is permanently archived in Portico.

Current Research in Dental Sciences aims to publish studies of the highest scientific and clinical value. It encourages submitting high-quality research that advances the understanding and treatment of dentistry.

Current Research in Dental Sciences is dedicated to covering a diverse range of topics within the field of dentistry. The journal seeks to publish original research that addresses crucial clinical inquiries and contributes to the advancement of understanding and treatment of dental conditions. This encompasses studies evaluating the effectiveness of various treatments, exploring new diagnostic tools or techniques, and introducing innovative approaches to the prevention or management of dental conditions.

Current Research in Dental Sciences publishes clinical and basic research articles, review articles and letters to the editor.

The scope of the journal includes but not limited to periodontal diseases, dental implants, oral pathology, oral and maxillofacial surgery, endodontics, oral diseases, restorative and esthetic dentistry. The journal also deals with the fields of paediatric dentistry, prosthodontics, orthodontics and clinical, survey and material research related to the dental and maxillofacial system and publishes articles in these fields.

The target audience of the journal includes healthcare professionals, physicians, and researchers who are interested in or working in the field of dentistry and related disciplines.

Disclaimer

The statements or opinions expressed in the manuscripts published in the journal reflect the views of the author(s) and not the views of the editors, editorial board, and/or publisher. The editors, editorial board, and publisher are not responsible for the content of the manuscripts and do not necessarily endorse the views expressed in them. It is the responsibility of the authors to ensure that their work is accurate and well-researched, and the views expressed in their manuscripts are their own. The editors, editorial board, and publisher simply provide a platform for the authors to share their work with the scientific community.

Open Access Statement

Current Research in Dental Sciences is an open access publication.

Starting on 2022, all content published in the journal is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (CC BY-NC-ND) which allows third parties to read and share the material immediately upon publication for only non-commercial purposes by giving the appropriate credit to the original work. Adaptation and modification of the material is not permitted.

The content published before 2022 was licensed under a traditional copyright, but the archive is still available for free access.

All published content is available online, free of charge at <https://dergipark.org.tr/en/pub/currentdentosci>.

When using previously published content, including figures, tables, or any other material in both print and electronic formats, authors must obtain permission from the copyright holder. Legal, financial and criminal liabilities in this regard belong to the author(s).

You can find the current version of the Instructions to Authors at <https://dergipark.org.tr/en/pub/currendentosci>

Editor in Chief: Nuran Yanıkoğlu


Address: Atatürk University, Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey

E-mail: ndinckal@atauni.edu.tr

Publisher: Atatürk University

Address: Atatürk University, Yakutiye, Erzurum, Turkey

 ataunijournals@atauni.edu.tr

 +90 442 231 15 16

 <https://bilimseldergiler.atauni.edu.tr>

Current Research in Dental Sciences

CONTENTS

RESEARCH ARTICLES

- Effect of the Application Procedure on The Bond Strength of Universal Adhesive in Restoration Repair
Uygulama Prosedürünün Restorasyon Onarımında Üniversal Adezivın Bağlanma Dayanımına Etkisi
Gülşah TONGA, Hüseyin HATIRLI, Fatma KEÇECİ, Beyza GÜL..... 160
- Correlation of Dentolabial and Facial Analyses with Aesthetic Perception
Estetik Algnın Dentolabial ve Fasiyal Analizler ile Korelasyonu
Zeynep AYDIN, Ayşegül KÖROĞLU, Onur ŞAHİN..... 166
- Evaluation of the Information Content of Youtube™ Videos in Turkish on Botulinum Toxin Injection Administered to the Masseter Muscle in the Treatment of Bruxism: A Cross-Sectional Study: Bruxism and Botox on Youtube
Bruksizm Tedavisinde Masseter Kasına Uygulanan Botulinum Toksin Enjeksiyonu Konusunda Türkçe Youtube™ Videolarının Bilgi İçeriğinin Değerlendirilmesi: Kesitsel Çalışma: YouTube Üzerinde Bruksizm ve Botoks
Mustafa Sami DEMİRSOY, Aras ERDİL, Sefa ÇOLAK 173
- Evaluation of Platelet Rich Fibrin Content Among Individuals With Different Blood Groups
Farklı Kan Grubuna Sahip Bireylerde Trombositten Zengin Fibrin İçeriğinin Değerlendirilmesi
G.Alev ÖZTAŞ ŞAHİNER, Taner ARABACI, Didem ÖZKAL EMİNOĞLU, Ramazan KALIN 179
- Radiopacity and Microleakage Evaluation of Different Intermediate Materials
Farklı Kaide Materyallerinin Radyopasite ve Mikrosızıntıya Etkisinin Değerlendirilmesi
Başak YAZKAN, Gözde AÇIKGÖZ..... 185
- Diş Hekimliği Son Sınıf Öğrencilerinin Güncel Temel Yaşam Desteği Bilgi Düzeylerinin Değerlendirilmesi
Current Basic Life Support for Senior Dentistry Students Evaluation of Knowledge Levels
Şimşek ÇELİK, Yusuf Kenan TEKİN 192
- The Effect of Different Caries Removal Methods on The Surface Hardness and Micro-tensile Bond Strength
Farklı Çürük Temizleme Yöntemlerinin Yüzey Sertliği ve Mikrogerilme Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi
Nurcan ÖZAKAR, Selin NACAK DOĞUŞ 198
- Evaluation of the Protective Effect of Silver Diamine Fluoride Against Secondary Caries Development in Composite Resin Restorations Comparatively with Sodium Fluoride and Titanium Tetrafluoride by Micro Computed Tomography
Kompozit Resin Restorasyonlarda Gümüş Diamin Florürün Sekonder Çürük Gelişimine Karşı Koruyucu Etkisinin Sodyum Florür ve Titanyum Tetraflorür ile Karşılaştırmalı Olarak Mikro Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi
Melike AYDOS EKİZ, Hülya ERTEN, Gülçin AKCA, Mert OCAK 204
- Farklı Yöntemlerle Üretilen Metal Destekli Porselen Restorasyonlarda Laboratuvar Aşamaları Sonrası Renk Farklılıklarının Karşılaştırılması
Comparison of Color Differences After Laboratory Stages in Metal-Reinforced Porcelain Restorations Produced with Different Methods
Cumhur KORKMAZ 210

REVIEWS

- Protetik Diş Tedavisi Uygulamalarında Adezyonun Önemi
The Importance of Adhesion in Prosthodontic Treatment Applications
Büşra TOSUN, Nuran YANIKOĞLU 216
- Bulk Fill Kompozit Resin Restoratif Materyaller
Bulk Fill Composite Resin Restorative Materials
Merve NEZİR, Suat ÖZCAN 224
- Kemomekanik Çürük Uzaklaştırma Yöntemleri
Chemomechanical Caries Removal Methods
Ayfer Burcu AYTAR, Ayşegül ÖLMEZ 230

CASE REPORT

- Treatment of Apical Periodontitis Induced BRONJ with Endodontic Treatment
Apikal Periodontitis Kaynaklı BRONJ'un Endodontik Tedavi ile Tedavisi
Bahadır SANCAR, Levent AKINCI, Gönen Aras TALAY 238
- Erratum (2023; 33(2)) 242
- Erratum (2023; 33(3)) 243

Effect of the Application Procedure on The Bond Strength of Universal Adhesive in Restoration Repair

Uygulama Prosedürünün Restorasyon Onarımında Üniuersal Adezivin Bağlanma Dayanımına Etkisi

Gülşah TONGA¹

¹ Tokat Gaziosmanpaşa University Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Tokat, Turkey



Hüseyin HATIRLI¹

¹ Tokat Gaziosmanpaşa University Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Tokat, Turkey



Fatma KEÇECİ¹

¹ Tokat Gaziosmanpaşa University Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Tokat, Turkey



Beyza GÜL¹

¹ Tokat Gaziosmanpaşa University Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Tokat, Turkey



ABSTRACT

Objective: This study aimed to evaluate the effect of reduced application time on the bond strength of a universal adhesive used for the repair of hybrid ceramic and composite resin restorations.

Methods: In the study, a total of 48 rectangular prisms of sizes 7×6×2 mm hybrid ceramic (Vita Enamic, Zahnfabrik, Germany) and composite resin (Solare X, GC, Japan) specimens were prepared. All samples were aged with 5000 thermal cycles. Then, the upper surfaces of the samples were roughened with a diamond fissure bur (10–36µ, 852 FG Meisinger; Hager & Meisinger GmbH, Germany) with 5 strokes under water cooling. The samples were divided into 2 subgroups according to the different application times of the adhesive system (G-Premio Bond, GC, Japan) (n=12). Then, composite resin (Solare X, GC) was placed using plastic cylinder molds with 3 mm inner diameter and height and cured with light for 20 seconds. All samples were thermal aged and then a shear bond strength test was conducted. The data were analyzed with Two-way ANOVA and post-hoc Tukey HSD tests (P<.05).

Results: Two-way ANOVA revealed that the repair bond strength of the 10 seconds of waiting was significantly higher than the quick application for both hybrid ceramic and composite resin (P<.05). It was determined that there was no significant difference between hybrid ceramic and composite resin in the both quick application group and 10 seconds waiting group (P>.05).

Conclusion: Quick application procedure showed lower shear bond strength than 10 seconds waiting group for the repair of both composite resin and hybrid ceramic (P<.05).

Keywords: Quick application, Application time, Universal adhesive, restoration repair

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı hızlı uygulama prosedürünün bir üniuersal adezivin, hibrit seramik ve kompozit rezin restorasyonların onarımında bağlanma dayanımı üzerine etkisinin değerlendirilmesidir.

Yöntem: Çalışmada 7×6×2 mm boyutlarında dikdörtgen prizması şeklinde toplam 48 adet hibrit seramik (Vita Enamic, Zahnfabrik, Almanya) ve kompozit rezin (Solare X, GC, Japonya) örnekler hazırlandı. Tüm örnekler 5000 termal döngü ile yaşlandırmaya tabi tutuldu. Daha sonra örneklerin üst yüzeyleri su soğutması altında elmas fissür frez (10–36µ, 852 FG Meisinger; Hager & Meisinger GmbH, Almanya) ile 5 kez yüzeyden geçilerek aşındırıldı. Örnekler kendi içlerinde adeziv sistemin (G-Premio Bond, GC, Japonya) farklı uygulama sürelerine göre 2 alt gruba ayrıldı (n=12). Daha sonra 3 mm iç çapa ve yüksekliğe sahip plastik silindirik kalıplar kullanılarak kompozit rezin (Solare X, GC) tabakalı olarak yerleştirildi ve polimerize edildi. Termal yaşlandırma sonrasında makaslama bağlanma dayanımı test edildi. Çift-Yönlü varyans analizi (ANOVA) ve post-hoc Tukey HSD testleri ile verilerin istatistiksel analizi yapıldı (P<.05).

Bulgular: Çift-Yönlü ANOVA sonuçlarına göre, hibrit seramik ve kompozit rezin onarımında 10 sn bekletilerek uygulama hemen uygulamaya göre anlamlı ölçüde daha yüksek bağlanma dayanımı gösterdi (P<.05). Hibrit seramik ile kompozit rezin arasında her iki uygulama grubunda da anlamlı farklılık olmadığı belirlendi (P>.05).

Sonuç: Hızlı uygulama prosedürü, kompozit rezin ve hibrit seramik onarımında 10 sn bekletilerek uygulamaya göre daha düşük makaslama bağlanma dayanımı göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Hızlı uygulama, Uygulama süresi, Üniuersal adeziv, Restorasyon onarımı

Geliş Tarihi/Received 12.04.2022
Kabul Tarihi/Accepted 06.09.2022
Yayın Tarihi/Publication Date 28.07.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:
Gülşah TONGA

E-mail: gulsah.tonga@gop.edu.tr

Cite this article: Tonga G, Hatırlı H, Keçeci F, Gül B. Effect of the Application Procedure on The Bond Strength of Universal Adhesive in Restoration Repair. *Curr Res Dent Sci* 2024;34(3): 160-165



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

INTRODUCTION

Development of the dental adhesive systems has brought important innovations into clinical dentistry practice. One of these innovations, universal adhesives, was introduced to the market in 2011 and continues developing.¹ Universal adhesives are designed as the "all-in-one" concept of currently used single-step self-etch adhesives, and offer the advantages of being easier, less technical sensitivity and quick application, different from previous adhesive systems.^{2,3}

Manufacturers state that universal adhesives can be used for the placement of direct and indirect restorations with total-etch, self-etch, and selective etching procedures.² Universal adhesives contain various functional monomers such as 4-META (4 methacryloyloxyethyl trimellitate anhydrides), 10-MDP (10 methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate) or GPDM (glycerol phosphate dimethacrylate).⁴ These multi-directional functional monomers; enables bonding to different surfaces such as tooth surface, resin-containing cement, noble and non-precious metals, zirconium, porcelain, and composite.^{2,4} These properties are the reason for extensive use of universal adhesives in clinical practice.^{1,5}

Marginal gap formation, development of secondary caries, or fracture of the restoration are the main reasons of restoration failure.⁶ In this cases, there are two treatment options: complete restoration renewal or repair of the restoration. If failures consist of minor deformities such as anatomical deterioration, restoration fracture, or external discoloration, repair of the restoration can be preferred.⁷ In addition complete restoration renewal is a costly and time-consuming procedure, and can cause the unintentional removal of the sound tooth structures.^{8,9} Fernandez et al.¹⁰ showed that renewal or repair of the restorations demonstrated similar features in terms of deterioration of marginal adaptation, development of secondary caries, maintaining anatomical form, and restorations that were completed with both of the procedures were clinically acceptable after 10 years.

Development in adhesive dentistry has not only reduced the size of the cavity preparation but also provided retention to the restoration repair without the need for extensive preparation. Restoration repair can be quickly performed with the help of composite and adhesive systems.⁹ Recently, the use of universal adhesives with reduced application time seen as clinically attractive in restoration repair. However, it is thought that the reduced application time may cause the risks of not removing the solvent completely in the adhesive layer and deterioration of the layer after water absorption.¹¹ It has been reported that micromechanical retention and chemical bonding are important factors in the repair process.¹² However, it is doubtful whether the reduced application time will allow chemical bonding. It is indicated by the manufacturer of G-Premio Bond (GP; GC, Tokyo, Japan) that is one of the currently developed universal adhesives, can be used with a waiting time of 10 seconds after the application or air application and polymerization can be done without waiting after the application of the adhesive in restoration repair.

In light of this information, the aim of this study was to evaluate the effect of reduced application time on the bond strength of a universal adhesive in the repair of hybrid ceramic and composite restorations. Tested null hypothesis; 'Different application times of the universal adhesive do not affect repair bond strength of the hybrid ceramic or composite resin restorations.

METHODS

The contents and manufacturer information of the restorative materials and universal adhesive used in this study are given in **Table 1**.

From the hybrid ceramic blocks (Vita Enamic, Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) used in the study, 24 rectangular prisms of 7×6×2 mm in size were prepared with a precision cutting device (Micracut 125, Metkon, Bursa, Turkey) under water cooling. For the preparation of the samples in the composite resin group, 7×6×2 mm rectangular prism-shaped negative cavity molds were created using silicone impression material (Zeta plus, Zhermack, Rovigo, Italy). Micro-hybrid composite resin (Solare X GC, Tokyo, Japan) was placed in two layers and light-cured for 20 seconds (Valo; standard mode, Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, USA) and 24 composite resin specimens were obtained. Hybrid ceramic and composite resin specimens were placed in acrylic molds with their tops parallel to the ground plane, and these surfaces were polished using silicon carbide papers of 600, 800, and 1.200 grit, respectively. The specimens were subsequently thermo-cycled (SD Mechatronic Thermocycler, SD Mechatronic GMBH, Westerham, Germany) with a transfer time of 5 s and a dwell time of 30 s for 5.000 cycles in distilled water (5 ±2°C / 55 ±2°C).

Table 1. Compositions and manufacturer details of the tested restorative materials

Material	Composition	Manufacturer
Vita Enamic (Hybrid Ceramic CAD/CAM Block)	CAD/CAM ceramic (86% by weight feldspathic ceramic, 14% by weight polymer)	Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany
GC Solare X (Composite Resin)	UDMA, Silica powder, Organic fillers, Dimethacrylate, Photoinitiator	GC, Tokyo Japan
G-Premio BOND (Universal Adhesive)	10-MDP, 4-META, 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen thiophosphate, methacrylate, and ester, distilled water, acetone, photoinitiators, silica	GC, Tokyo Japan
Porcelain Primer	Silan, ethanol	Bisco, Schaumburg, IL, USA

10-MDP: 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate; 4-META: 4-methacryloyloxyethyltrimellitate anhydride; UDMA: urethane dimethacrylates

Surface Treatments and Repair Procedure

The upper surfaces of the hybrid ceramic and composite resin specimens were ground with a diamond fissure bur (10–36µ, 852 FG Meisinger; Hager & Meisinger GmbH, Neuss Germany) under water cooling with a high-speed aerator under stable pressure for 5 times. After using four samples, the bur was replaced with a new one, in case the grains were changed. Hybrid ceramic and composite resin samples were divided into 2 subgroups according to the different application procedures of the adhesive agent (n=12). The following procedures were applied to the groups.

Group HC-A (Hybrid ceramic (HC) + quick application (A)): Silane was applied to the surfaces of the hybrid ceramic samples according to the manufacturer's instructions. After the universal adhesive application, adhesive was immediately dried with maximum air pressure for 5 s and light cured for 10 s.

Group HC-B (Hybrid ceramic (HC) + 10 seconds waiting group (B)): Silane was applied to the surfaces of the hybrid ceramic samples according to the manufacturer's instructions. After the universal adhesive application, waited for 10 s, followed by drying with maximum air pressure for 5 s and light-cured for 10 s.

Group CR-A (Composite Resin (CR) + quick application (A)): Immediately after the application of the universal adhesive to the surfaces of the composite resin samples, dried with maximum air pressure for 5 s and light-cured for 10 s.

Group CR-B (Composite Resin (CR) + 10 seconds waiting group (B)):

After the application of the universal adhesive to the surfaces of the composite resin samples, waited for 10 s, then dried with maximum air pressure for 5 s and light-cured for 10 s.

After the adhesive application, a micro-hybrid composite resin (Solare X, GC) was applied to the hybrid ceramic and composite surfaces at a height of 3 mm by layering technique using 3 mm diameter plastic cylinder molds and cured with light-cured for 20 s. Then, all samples were subsequently thermo-cycled with a transfer time of 5 s and a dwell time of 30 s for 5000 cycles in distilled water (5 ±2°C / 55 ±2°C).

Shear Bond Strength Test

The shear bond strength (SBS) test was performed via a universal testing device (AGS-X Series, Shimadzu Europa GmbH, Germany) at a crosshead speed of 0.5 mm/min until failure occurred. The obtained values were converted into units of MPa through division by bonding surface area (N/mm²).

Fracture Mode Analysis

The fracture types of the samples were evaluated with a stereomicroscope (Stemi C-2000; Zeiss, Oberkochen, Germany) under ×40 magnification and classified as indicated; Adhesive fracture: Between restorative materials and adhesive, Cohesive fracture: Fracture in restorative materials, Mixed fracture: Fracture in which adhesive and cohesive fracture ¹³.

FE-SEM Evaluation

Two samples from each type of fracture were randomly selected and observed with field emission scanning electron microscopy (FE-SEM) (Mira 3 XMU, Tescan, Brno, Czech Republic) to determine the surface properties. The samples were sputter coated with Pt-Pd and examined at ×250 and ×1000 magnifications.

Statistical Analysis

Statistical analyzes were performed using the SPSS v.19 package program (ISPSS Inc, IBM Corp, IL, USA). The normal distribution of the data was determined using Shapiro-Wilk's test. Two-way analysis of variance (ANOVA) and post-hoc Tukey HSD tests was used to evaluate the effect of reduced application time of the universal adhesive on bond strength in the repair of hybrid ceramic and composite resin restorations (P<.05).

RESULTS

Shear Bond Strength Test

As a result of the statistical analysis, it was seen that the different application times of the universal adhesive had a significant effect on the bond strength (P < .001) and the material type did not have a significant effect (P > .05) on the repair of hybrid ceramic and composite resin specimens.

The mean shear bond strength and standard deviation values of the study groups are shown in Table 2. In hybrid ceramic and composite resin repair, the 10 seconds waiting group showed a significantly higher bond strength than the quick application (P < .05). It was determined that there was no significant difference between hybrid ceramic and composite resin in the quick application group and the 10 seconds waiting group (P > .05).

Table 2. Mean shear bond strength and standard deviation values of the study groups

	Quick application (A)	10 seconds waiting group (B)	p value
Composite Resin(CR)	13,41±2,93	16,19±1,92	0,006
Hybrid Ceramic(HC)	13,28±2,37	17,51±2,61	<0,001
p value	0,900	0,181	

Fracture Type Analysis

The distribution of the fracture types of the tested groups is shown in Table 3 and the sample of fracture-type images are shown in Figure 1. The adhesive fracture was common in all study groups. It was seen that the cohesive type fractures increased in the 10 seconds waiting group.

Table 3. Distribution of fracture types according to study groups.

Fracture Types	Composite Resin (CR)		Hybrid Ceramic (HC)	
	Quick application (A)	10 seconds waiting group (B)	Quick application (A)	10 seconds waiting group (B)
Adhesive	8	7	10	7
Cohesive	0	2	2	3
Mix	4	3	0	2

FE-SEM Analysis

When the adhesive fracture surfaces were examined at higher magnifications (×250 and ×1000), pores were observed in the adhesive layer. These pores were more in number and larger in the quick application group compared to the 10 seconds waiting group (Figure 2).

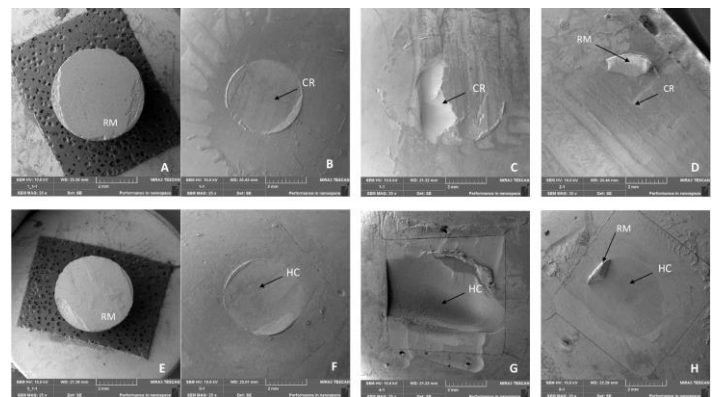


Figure 1. FE-SEM images of the fracture types (x25). A: Adhesive fracture in composite resin group (repair material: RM), B: Adhesive fracture in composite resin group (composite resin surface) C: Cohesive fracture in composite resin group D: Mixed fracture in composite resin group E: Adhesive fracture in the hybrid ceramic group (repair material) F: Adhesive fracture (hybrid ceramic surface) in the hybrid ceramic group G: Cohesive fracture in the hybrid ceramic group H: Mixed fracture in the hybrid ceramic group

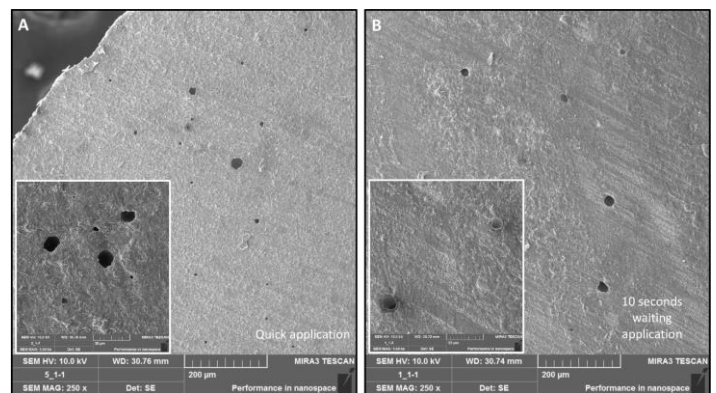


Figure 2. High magnification (x250 and x1000) FE-SEM images of the surface of the fractured repair material for different application times. A: Quick application, B: 10 seconds waiting group.

DISCUSSION

As a result of this study, it was determined that the application of universal adhesive with reduced application time has a significant effect on shear bond strength in hybrid ceramic and composite resin repair. Therefore, the null hypothesis of 'Different application times of the universal adhesive do not affect repair bond strength of the hybrid ceramic or composite resin restorations' was rejected.

The need of restoration repair usually occur after a certain period of clinical use of the restoration. The aging of pre-repair materials is important for simulating oral conditions in laboratory studies that examining the repair potential of restorative materials. For this purpose, various *in vitro* aging protocols such as thermal cycle,¹⁴ boiling in water,¹⁵ and water storage¹⁶ are available. However, there is no consensus on aging protocols. In this study, the effect of the application time of the adhesive agent on the bond strength was investigated rather than the effect of the aging protocol. Therefore, to provide comparability, all samples were thermally cycled to simulate pre- and post-repair clinical conditions.

Universal adhesives can be used as primers on various silica-based ceramics, noble metals, non-precious metals, composite resins, and substrates such as zirconium, as well as adhesion to dental tissues. These adhesives make it possible to adhere to surfaces without the need for different products such as silane, metal, and zirconia primers.¹ Manufacturer of the GP, one of the universal adhesives available in the market, states that it can be used in composite restoration repair without the need for any additional material or primer application, but if the surface to be repaired contains glass ceramic or hybrid ceramic, additional silane should be applied to these surfaces before the adhesive application. Therefore, in this study, an additional silane application was applied in hybrid ceramic repair, while no additional silane application was applied in composite resin repair.

Restoration repair is more economical and easier to apply in a shorter time than renewal of the restoration. Despite these advantages, there is no standard application protocol for restoration repair. In some of the previous studies, it was stated that macro- or micro-mechanical roughening of the substrate surface is more important than the adhesive technique used;⁷ some of them showed the importance of the adhesive technique used.¹⁷ On the other hand, it is preferred by clinicians that restoration repair procedures are more practical and can be quickly applied.

Recently, universal adhesives with the 'quick bond' concept have been introduced by different manufacturers. In such universal adhesive systems, after the adhesive application, it can be polymerized without the need for waiting and active application for solvents to evaporate or adhesive to interact with the adherent surface. G-Premio Bond is one of the first adhesive systems to be used with this concept. Therefore, the effect of the short application time of GP on the repair bond strength of composite and hybrid ceramic restorations was evaluated in this study.

In this study; It was determined that GP for the 10-second waiting without active application provided significantly higher shear bond strength values on both hybrid ceramic and composite resin surfaces. Prolonging the time between the application of adhesive systems to the surface and their curing; is known to contributes to the reduction of the water permeability of the adhesive layer,¹⁸ the separation of acidic functional groups from the structure, and the increase in the infiltration of resin monomers.¹⁹ Adhesive systems used today are generally formulated using solvents such as acetone, ethanol, and water with hydrophilic and hydrophobic resin monomers dissolved in their combination.²⁰ The removal of solvents and water from the adhesive

layer before polymerization is extremely important for the quality of the adhesion.²¹ Shortening the time between applying the adhesive to the surface and curing may not be sufficient for solvent evaporation in quick application groups. Therefore, the solvent that cannot be removed from the environment adversely affects the adhesive polymerization and thus the bond strength obtained.^{22,23} Saikaew et al. stated that the shorter application time creates large and very prominent pores on the adhesive surface and this may be due to the insufficient removal of the solvent and water.¹¹ In this study, similarly large and prominent pores were determined in the FE-SEM images for the quick application groups. In addition, excessive air drying could be thinned the adhesive layer too much which could cause inhibition of the polymerization reaction by oxygen to form peroxide radicals^{24,25}. GP contains acetone and water as solvents. Rapid evaporation of acetone in the adhesive; causes a decrease in solvent-resin affinity and promotes the formation of a rich phase that provides cross-linking in the monomer.²⁶ If the evaporation of acetone exceeds the evaporation of water, the water accumulation increases in the adhesive layer.²⁷ For these reasons, the shortened application time may not be enough to allow water to be removed from the partially polymerized adhesive layer.²¹

In general, acetone-containing adhesives have a lower pH than ethanol-containing adhesives.¹² Slightly acidic adhesives are less prone to hydrolytic degradation than more acidic ones and promote bond stability over time.²⁸ GP has a pH of 1.5 and is considered moderately acidic adhesive. This may cause the adhesive layer to exhibit lower mechanical properties. Sai et al.²⁹, reported that five different universal adhesives applied to the enamel surface by the quick application procedure or following the manufacturer's instructions did not show a significant difference in shear bond strength. Buket K. et al.³⁰ reported that the application of three different universal adhesive systems to the dentin surface for 5 seconds, 10 seconds, and 20 seconds creates shear bond strength values that vary according to the adhesive system. Huang et al.³¹, reported that the rapid application procedure on the dentin surface with GP showed lower bond strength than waiting for 20 seconds. There is no study in the literature in which the bond strength of the quick application procedure with universal adhesives was evaluated in the restoration repair and therefore the results of this study can not be compared. However, the results of the study show parallelism with the studies evaluating the bond strength to the dentin surface.

Previous studies has been reported that the use of silane in ceramic or composite resin repairs has significantly positive effects compared to the situations in which silane is not used^{9,32} or that no beneficial effect has been observed.^{28,33} It has been reported that the application of silane increases the wettability of the surface to be repaired and creates a chemical bond between the resin matrix and silica or glass filler particles.^{34,35} In light of this information, it was thought that the higher shear bond values obtained in hybrid ceramic repair could be the result of additional silane application. The dominant failure mode was the adhesive type failure for both of the adhesive application procedures, and adhesive type failures more frequent in the quick application procedure. This may be due to the insufficient resin polymerization, incomplete removal of the solvent and the lower mechanical properties of the adhesive layer.

This study was conducted under *in vitro* conditions. Various factors such as occlusal forces and oral fluids were not taken into account and only one commercially available universal adhesive was tested. Therefore, more *in vitro* and *in vivo* studies are required to confirm the results of the present study.

CONCLUSION

Within the limits of this study; Increasing the application time of universal adhesives in hybrid ceramic and composite resin repair procedures resulted in higher bond strength values. Similar bond strength was observed for the hybrid ceramic and composite resin repair in both quick application and 10 seconds of waiting for groups.

Etik Komite Onayı: Araştırmada herhangi bir canlıya ait biyolojik doku kullanılmadığından etik kurul onayı alınmadı.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – G.T., H.H.; Tasarım – G.T., H.H.; Denetleme – G.T., H.H.; Kaynaklar – G.T., H.H.; Malzemeler – G.T., H.H. F.K, B.G.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi –G.T., H.H. F.K, B.G.; Analiz ve/veya Yorum – G.T., H.H.; Literature Search – G.T., H.H.; Yazıyı Yazan – G.T., H.H.; Eleştirel İnceleme – G.T., H.H.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Ethics Committee Approval: Ethics committee approval was not obtained since no biological tissue belonging to any living creature was used in the study.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – G.T., H.H.; Tasarım – G.T., H.H.; Denetleme – G.T., H.H.; Kaynaklar – G.T., H.H.; Malzemeler – G.T., H.H. F.K, B.G.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi –G.T., H.H. F.K, B.G.; Analiz ve/veya Yorum – G.T., H.H.; Literature Search – G.T., H.H.; Yazıyı Yazan – G.T., H.H.; Eleştirel İnceleme – G.T., H.H.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

REFERENCES

- Alex G. Universal adhesives: the next evolution in adhesive dentistry. *Compend Contin Educ Dent*. 2015;36(1):15-26.
- Sofan E, Sofan A, Palaia G, Tenore G, Romeo U, Migliau G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol (Roma)*. 2017;8(1):1.
- Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent*. 2014;42(7):800-807.
- Klaisiri A, Krajangta N, Thamrongananskul N. The Durability of Zirconia/Resin Composite Shear Bond Strength using Different Functional Monomers of Universal Adhesives. *Eur J Dent*. Published online 13.12.2021; doi: 10.1055/s-0041-1736331.
- Balkaya H, Demirbuga S, Çakir NN, Karadas M, Zorba YO. Micro-shear bond strength of universal adhesives used for amalgam repair with or without Alloy Primer. *J Conserv Dent*. 2018;21(3):274.
- Beck F, Lettner S, Graf A, et al. Survival of direct resin restorations in posterior teeth within a 19-year period (1996–2015): A meta-analysis of prospective studies. *Dent Mater*. 2015;31(8):958-985.
- Rinastiti M, Özcan M, Siswomihardjo W, Busscher HJ. Immediate repair bond strengths of microhybrid, nanohybrid and nanofilled composites after different surface treatments. *J Dent*. 2010;38(1):29-38.
- Hickel R, Peschke A, Tyas M, et al. FDI World Dental Federation: clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations—update and clinical examples. *Clin Oral Investig*. 2010;14(4):349-366.
- Loomans BA, Özcan M. Intraoral repair of direct and indirect restorations: procedures and guidelines. *Oper Dent*. 2016;41(S7):S68-S78.
- Fernández E, Martín J, Vildósola P, et al. Can repair increase the longevity of composite resins? Results of a 10-year clinical trial. *J Dent*. 2015;43(2):279-286.
- Saikaew P, Chowdhury AA, Fukuyama M, Kakuda S, Carvalho RM, Sano H. The effect of dentine surface preparation and reduced application time of adhesive on bonding strength. *J Dent*. 2016;47:63-70.
- Willers AE, Almeida Ayres AP, Hirata R, Giannini M. Effect of universal adhesive application on bond strength of four-year aged composite repair. *J Adhes Sci Technol*. 2021:1-10.
- Woronko G, St. Germain H, Meiers J. Effect of dentin primer on the shear bond strength between composite resin and enamel. *Oper Dent*. 1996;21:116-121.
- Atalay C, Yazici AR, Ozgunaltay G. Bond strengths of bulk-fill resin composite repairs: effect of different surface treatment protocols in vitro. *J Adhes Sci Technol*. 2018;32(9):921-930.
- Ayar MK, Guven ME, Burduroglu HD, Erdemir F. Repair of aged bulk-fill composite with posterior composite: Effect of different surface treatments. *J Esthet Restor Dent*. 2019;31(3):246-252.
- Souza MOD, Leitune VCB, Rodrigues SB, Samuel SMW, Collares FM. One-year aging effects on microtensile bond strengths of composite and repairs with different surface treatments. *Braz Oral Res*. 2017;31
- Wendler M, Belli R, Panzer R, Skibbe D, Petschelt A, Lohbauer U. Repair bond strength of aged resin composite after different surface and bonding treatments. *Mater*. 2016;9(7):547.
- Tay FR, Pashley DH, Su B, Hiraishi N, Yiu C. Water treeing in simplified dentin adhesives—deja vu? *Oper Dent -UW*. 2005;30(5):561-579.
- Hiraishi N, Nishiyama N, Ikemura K, et al. Water concentration in self-etching primers affects their aggressiveness and bonding efficacy to dentin. *J Dent Res*. 2005;84(7):653-658.
- Nunes MF, Swift EJ, Perdigao J. Effects of adhesive composition on microtensile bond strength to human dentin. *Am J Dent*. 2001;14(6):340-343.
- Van Landuyt K, De Munck J, Snauwaert J, et al. Monomer-solvent phase separation in one-step self-etch adhesives. *J Dent Res*. 2005;84(2):183-188.
- Cho B-H, Dickens SH. Effects of the acetone content of single solution dentin bonding agents on the adhesive layer thickness and the microtensile bond strength. *Dent Mater*. 2004;20(2):107-115.
- Cadenaro M, Breschi L, Rueggeberg FA, et al. Effects of residual ethanol on the rate and degree of conversion of five experimental resins. *Dent Mater*. 2009;25(5):621-628.
- Decker C, Jenkins AD. Kinetic approach of oxygen inhibition in ultraviolet-and laser-induced polymerizations. *Macromolecules*. 1985;18(6):1241-1244.
- Miyazaki M, Onose H, Iida N, Kazama H. Determination of residual double bonds in resin–dentin interface by Raman spectroscopy. *Dent Mater*. 2003;19(3):245-251.
- Yip Y, McHugh AJ. Modeling and simulation of nonsolvent vapor-induced phase separation. *J Membr Sci*. 2006;271(1-2):163-176.
- Zhou X, Zhang S, Huebner W, Ownby P, Gu H. Effect of the solvent on the particle morphology of spray dried PMMA. *J Mater Sci*. 2001;36(15):3759-3768.
- Michelotti G, Niedzwiecki M, Bidjan D, et al. Silane effect of universal adhesive on the composite–composite repair bond strength after different surface pretreatments. *Polymers*. 2020;12(4):950.

29. Sai K, Takamizawa T, Imai A, et al. Influence of application time and etching mode of universal adhesives on enamel adhesion. *J Adhes Dent*. 2018;20(1):65-77.
30. Karalar B, Nacak S, İlday NÖ. Adeziv uygulama süresinin uzatılmasının makaslama bağlanma dayanımı üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2020;30(2):196-201.
31. Huang X-q, Pucci CR, Luo T, et al. No-waiting dentine self-etch concept—Merit or hype. *J Dent*. 2017;62:54-63.
32. Sismanoglu S, Yildirim-Bilmez Z, Erten-Taysi A, Ercal P. Influence of different surface treatments and universal adhesives on the repair of CAD-CAM composite resins: An in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2020;124(2):238. e1-238. e9.
33. Lima AF, Ferreira SFA, Catelan A, et al. The effect of surface treatment and bonding procedures on the bond strength of silorane composite repairs. *Acta Odontol Scand*. 2014;72(1):71-75.
34. Joulaei M, Bahari M, Ahmadi A, Oskoe SS. Effect of different surface treatments on repair micro-shear bond strength of silica-and zirconia-filled composite resins. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2012;6(4):131.
35. Imbery TA, Gray T, DeLatour F, Boxx C, Best A, Moon P. Evaluation of flexural, diametral tensile, and shear bond strength of composite repairs. *Oper Dent*. 2014;39(6):E250-E260.

Correlation of Dentolabial and Facial Analyses with Aesthetic Perception

Estetik Algının Dentolabial ve Fasiyal Analizler ile Korelasyonu

Zeynep AYDIN¹

¹ Private Clinic, Kırşehir, Türkiye



Ayşegül KÖROĞLU²

² Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, Zonguldak, Türkiye



Onur ŞAHİN³

³ Private Clinic, Antalya, Türkiye



*This study was presented in 2021 as a Thesis in Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthetic Dentistry.

**Presented as an Oral Presentation at INCOMES (International Congress of Medical and Health Sciences) on April 26-28, 2021.

Geliş Tarihi/Received 05.05.2022
Kabul Tarihi/Accepted 28.09.2022
Yayın Tarihi/Publication Date 28.07.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

Zeynep AYDIN

E-mail: zynp0990@hotmail.com

Cite this article: Aydın Z, Köroğlu A, Şahin O. Correlation of Dentolabial and Facial Analyses with Aesthetic Perception. *Curr Res Dent Sci.* 2024;34(3): 166-172

ABSTRACT

Objective: It may be necessary to systematically apply objective, measurable and repeatable rules for physicians to provide an aesthetic smile in patients and for evaluations. The aim of this study was to evaluate the consistency of the aesthetic perception of physicians with the results of objective dentolabial and facial analyses and the state of being affected by professional experience.

Methods: In the current study 4 prosthodontists, 4 research assistants and 4 intern dentists were determined as observer and they were asked to evaluate the full face and smile photographs taken from 100 volunteers in the context of 6 criteria for aesthetics. The relevant photographs were analyzed objectively in digital environment, taking into account the values determined as reference with the support of the literature. Statistically, the comparisons between subjective results of the observers and the objective reference values were determined with Cohen's Kappa test; consistency between observers were with Fleiss Kappa statistic; the comparisons of facial and dentolabial esthetic perceptions were made by Chi-square test.

Results: The results obtained by the subjective perceptions of all observers and the objective results of computer measurements were not completely compatible with each other statistically, but a great deal of agreement was achieved. The harmony of aesthetic perception with objective results was not affected by increasing professional experience and no difference was observed between the observer groups.

Conclusion: Examining not only the mouth but also the whole face analysis results in aesthetic evaluations has the potential to positively affect the success of the treatment.

Keywords: Dental Esthetics, Dentists, Face, Perception, Smile

ÖZ

Amaç: Hekimlerin hastalarda estetik bir gülümseme sağlaması ve yapılacak değerlendirmeler için nesnel, ölçülebilir ve tekrar edilebilir kuralların sistematik bir şekilde uygulanması gerekebilmektedir. Bu çalışmanın amacı, hekimlerin estetik algılarının; objektif dentolabial ve fasiyal analiz sonuçları ile olan uyumu ve mesleki tecrübeden etkilenme durumunun değerlendirilmesidir.

Yöntemler: Bu çalışmada 4 protez uzmanı, 4 protez bölümü uzmanlık öğrencisi ve 4 stajyer diş hekimi değerlendirici olarak belirlenmiş ve kendilerinden fasiyal/ dentolabial estetik değerlendirmeler için, 100 adet gönüllüden alınmış tam yüz ve gülümseme fotoğraflarını, estetik olup olmadığı yönünde 6 kriter bağlamında değerlendirmeleri istenmiştir. İlgili fotoğraflar, referans olarak belirlenen değerler göz önüne alınarak objektif olarak, dijital ortamda da incelenmiştir. İstatistiksel olarak, değerlendiricilerin subjektif sonuçları ve bu objektif referans değerler arası karşılaştırmalar Cohen's Kappa testi; değerlendiriciler arasındaki uyum Fleiss Kappa istatistiği; fasiyal ve dentolabial estetik algı değerlendirme karşılaştırmaları ise Ki-kare testi ile yapılmıştır.

Bulgular: Bütün değerlendiricilerin subjektif algılarıyla ortaya çıkan sonuçlar ile bilgisayar ölçümlerinin objektif sonuçları arasında istatistiksel olarak tamamen birbiriyle uyumlu veriler olmadığı fakat büyük oranda uyum yakalandığı gözlenmiştir. Estetik algının objektif sonuçlarla olan uyumu artan mesleki tecrübeden etkilenmemiş ve değerlendirici grupları arasında fark görülmemiştir.

Sonuç: Estetik değerlendirmelerde sadece ağız bölgesinin değil tüm yüz analiz sonuçlarının irdelenmesi, tedavi başarısını olumlu yönde etkileme potansiyeline sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Algı, Dental estetik, Diş Hekimleri, Gülümseme, Yüz



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

INTRODUCTION

The word "aesthetics" derives from the Greek word "aesthesia", which means "feeling" or "state of feeling". The term aesthetics is a term that many researchers have been discussing and working on for many years. However, the framework of this expression, which is frequently used throughout history, has not been fully drawn.^{1,2}

Aesthetic approaches in dentistry cover many issues such as tooth size, tooth surface features, vertical dimension, the position of the teeth in the mouth and the dental arch, smile line, gingival visibility, and the compatibility of the restoration with the patient's overall face and skin color. The teeth and mouth are complementary parts that are of great importance in the interpretation of facial aesthetics.^{3,4} A physician who is knowledgeable and equipped about the main criteria of the smile can perceive the various relationships between dental, gingival, and lips, and can prepare and present the aesthetic treatment in an ideal form based on the references to facial analysis in the literature and accordance with the patient's request.^{5,6}

Vertical and horizontal reference lines evaluated within the scope of facial analysis can be used to analyze the individual characteristics of the person and to determine the ideal position and proportions of the teeth in accordance with the face.^{7,8} The use of facade/profile photographs, video recordings, and cephalometric criteria in addition to clinical evaluations will be useful in facial analysis evaluations. Within the scope of dentolabial analysis, determination of the incisal slope and profile appearance of the incisal edges of the teeth, and evaluation of parameters such as incisor slope and smile line are important in the aesthetic approach.

Although the perception of beauty and aesthetics is subjective, some universal provisions reveal true, real, and objective criteria for what is pleasing to the human eye. The basic universal standards mentioned above can provide physicians with the opportunity to conduct scientific, quantitative, and satisfactory studies that will increase the quality of aesthetic treatment.⁹ In many aesthetic studies, it has been stated that aesthetics is developed with ratio-proportion mathematical formulas. It has been shown that objective, measurable and repeatable rules can be systematically applied for the development and evaluation of aesthetics.¹⁰

The aim of this study was to evaluate the compliance of subjective aesthetic perception results obtained by evaluating smile and frontal facial photographs of physicians with different professional experiences with objective dentolabial and facial analysis results from the literature and to evaluate the effect of professional experience.

METHODS

This study was approved by the Clinical Research Ethics Committee of Zonguldak Bülent Ecevit University with protocol number 2020/04 on 19/02/2020 and was conducted in accordance with the principles of the World Medical Association Declaration of Helsinki.

The current study was conducted with smile and frontal face photographs taken from 100 volunteers. The volunteers were informed about the purpose and procedure of the study and the use and purpose of the photographs to be obtained from them, their verbal and written consent was obtained, and then minimum informed consent forms were obtained. Volunteers who were aged 18 years and over, had good oral care, had no restorative treatment applied to their upper anterior teeth, did not have a smoking habit, and did not have any facial defect caused by any disease, syndrome, or trauma-related injury were included in the study. Subjects who had previously undergone orthodontic treatment, had the active gingival disease, had problems such as herpes, and acne that could change the aesthetic perception, and had tattoos, piercings, etc. on the face were not included in the study.

Within the scope of the study, one frontal face and mouth area smile pose photographs were taken from each volunteer. All photographs were taken by the same researcher (Z.A.) using the same camera (Canon EOS 7D Mark II), macro lens (Canon EF 100 mm f/2.8L Macro IS USM), twin flash (Canon Macro Twin Lite MT-24EX) and tripod (Weifeng WT 3770). Attention was paid to ensuring that the head of the volunteers participating in the study and the height of the camera from the ground was at the same level and that the same position was set for each person in each shot to ensure that the photographs were of a certain standard. Indoor areas were preferred during the photo shoots and the shoots were completed in the manual option with shutter speed of 1/125, F32, and ISO 200. The volunteer individuals who participated in the photo shoot did not have excessive make-up that could change the aesthetic perception. The photographs were numbered from 1 to 200 to be presented to the observers.

In the study, the observers were named from d1 to d12, while the reference objective computer program evaluation was named d13. Four specialist dentists (d1-d4) from the Department of Prosthodontics, four research assistants who were in the process of specialty training in the Department of Prosthodontics (d5-d8), and four dental interns (d9-d12) were assigned as observers. These observers, where gender differences were ignored, were instructed to evaluate the facial analysis criteria of interpupillary line-to-smile line parallelism (K1), the ratio of lower-middle-upper 1/3 of the face (K2), facial midline (K3) and dentolabial analysis criteria of incisor slope-to-lower lip parallelism (K4), smile line (K5), midline factors (K6) in terms of aesthetics. Literature-based objective reference analyses of all photographs in the study were conducted using Adobe Photoshop CC 2017 (San Jose, CA, USA). In this regard, in facial analysis evaluations;

- ✓ While examining the parallelism of the interpupillary plane-commissure line, straight lines passing through the center of the eyes and the corners of the lips were drawn and the parallelism of these two lines was examined.
 - ✓ In the facial midline-dentolabial midline conformity examination, a straight line was drawn through the glabella, nasal tip, philtrum, and chin tip, and the midline of the central incisors was drawn. The coincidence of these two straight lines with each other was examined.
 - ✓ While examining the ratio of the lower-middle-upper 1/3 of the face, the face was divided into three parts horizontally from the scalp line, eyebrows, nose wings, and chin tip, and the conformity between the widths of these three parts was examined.
- Within the scope of dentolabial analysis evaluations;
- ✓ During the smile line examination, two lines were drawn through the incisive edges of the upper jaw teeth and the lower line of the upper lip, and the visibility of the teeth and gums between these borders was examined.
 - ✓ During the midline examination, the midline of the face was determined with a line extending from the tip of the nose to the philtrum; the midline of the teeth was determined with a line extending from the middle of the two central incisors, and the space between these two lines was measured with a guide ruler created in the Photoshop program.
 - ✓ During the examination of incisor inclination and lower lip parallelism, two lines were drawn through the incisal edges of the maxillary teeth and the upper line of the lower lip and the parallelism of these two lines was evaluated.

The data obtained from a total of 12 observers and the reference objective computer program evaluation were analyzed with IBM SPSS V23 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Cohen's Kappa test was used to examine the conformity between each observer and the results of computer evaluation, Fleiss Kappa statistics were used to examine the conformity between more than two observers in categorical variables,

and the Chi-square test was used to compare categorical variables according to groups. The results of the analysis are presented as frequencies (percentages) for categorical variables and values of $P < .05$ are considered significant.

RESULTS

According to the results of Cohen's Kappa test used to examine the conformity between the observers and the results of the reference objective computer program evaluation;

The findings of the Interpupillary Plane-Commissura Line Parallelism Criterion (K1) showed statistically significant conformity between the reference objective computer evaluation (d13) and the d1 and d3 observers ($P < .05$). There was no statistically significant conformity between the computer evaluation and the other observers ($P > .05$) (Table 1). According to the findings of the Lower-Middle-Upper 1/3 of the Face Ratio Criterion (K2), there was statistically significant conformity between the computer evaluation and the d1, d3, d7, d8, d10 and d11 observers ($P < .05$) (Table 2). The findings for the Facial Midline in the Frontal Photograph Criterion (K3) showed statistically significant conformity between the computer evaluation and all observers except d7 ($P < .05$) (Table 3).

Table 1. Examining the compatibility between the computer (d13) and observers for the interpupillary plane – smile line parallelism criterion (K1).

	Not aesthetic	Aesthetic	Total	Cohen's Kappa Value	P
K1_d1					
Not aesthetic	16 (80)	35 (43.8)	51 (51)	0.229	.004
Aesthetic	4 (20)	45 (56.3)	49 (49)		
K1_d2				0.148	.086
Not aesthetic	12 (60)	31 (38.8)	43 (43)		
Aesthetic	8 (40)	49 (61.3)	57 (57)		
K1_d3				0.298	.001
Not aesthetic	5 (25)	2 (2.5)	7 (7)		
Aesthetic	15 (75)	78 (97.5)	93 (93)		
K1_d4				<0.001	1.000
Not aesthetic	8 (40)	32 (40)	40 (40)		
Aesthetic	12 (60)	48 (60)	60 (60)		
K1_d5				0.101	.259
Not aesthetic	10 (50)	29 (36.3)	39 (39)		
Aesthetic	10 (50)	51 (63.7)	61 (61)		
K1_d6				0.105	.226
Not aesthetic	11 (55)	32 (40)	43 (43)		
Aesthetic	9 (45)	48 (60)	57 (57)		
K1_d7				0.016	.841
Not aesthetic	10 (50)	38 (47.5)	48 (48)		
Aesthetic	10 (50)	42 (52.5)	52 (52)		
K1_d8				0.089	.271
Not aesthetic	12 (60)	37 (46.3)	49 (49)		
Aesthetic	8 (40)	43 (53.8)	51 (51)		
K1_d9				0.147	.101
Not aesthetic	11 (55)	28 (35)	39 (39)		
Aesthetic	9 (45)	52 (65)	61 (61)		
K1_d10				0.160	.057
Not aesthetic	13 (65)	33 (41.3)	46 (46)		
Aesthetic	7 (35)	47 (58.8)	54 (54)		
K1_d11				-0.013	.824
Not aesthetic	14 (70)	58 (72.5)	72 (72)		
Aesthetic	6 (30)	22 (27.5)	28 (28)		
K1_d12				0.075	.091
Not aesthetic	19 (95)	63 (78.8)	82 (82)		
Aesthetic	1 (5)	17 (21.3)	18 (18)		

* $P < .05$ indicates statistically significant conformity. Categorical data are shown as frequency (percentage).

According to the findings of the Incisor Inclination and Lower Lip Parallelism Criterion (K4), there is statistically significant conformity between the computer evaluation and the d7 and d10 observers ($P < .05$). There was no statistically significant conformity with the other observer groups ($P > .05$) (Table 4). The findings for the Smile Line Criterion (K5) showed statistically significant conformity between the computer evaluation and all observers except d12 ($P < .05$) (Table 5). According to the findings for the Midline Criterion in the Smile Photograph (K6), there was no statistically significant conformity between the computer evalua-

tion and observers d2, d4, d10, and d12 ($P > .05$), while the conformity with all other observers was statistically significant ($P < .05$) (Table 6).

Table 2. Examining the compatibility between the computer (d13) and observers for the ratio of lower middle-upper 1/3 of the face (K2).

	Not aesthetic	Aesthetic	Total	Cohen's Kappa Value	P
K2_d1				0.251	.012
Not aesthetic	22 (57.9)	20 (32.3)	42 (42)		
Aesthetic	16 (42.1)	42 (67.7)	58 (58)		
K2_d2				0.076	.449
Not aesthetic	17 (44.7)	23 (37.1)	40 (40)		
Aesthetic	21 (55.3)	39 (62.9)	60 (60)		
K2_d3				0.388	< .001
Not aesthetic	27 (71.1)	19 (30.6)	46 (46)		
Aesthetic	11 (28.9)	43 (69.4)	54 (54)		
K2_d4				0.032	.199
Not aesthetic	1 (2.6)	0 (0)	1 (1)		
Aesthetic	37 (97.4)	62 (100)	99 (99)		
K2_d5				0.186	.053
Not aesthetic	14 (36.8)	12 (19.4)	26 (26)		
Aesthetic	24 (63.2)	50 (80.6)	74 (74)		
K2_d6				0.151	.128
Not aesthetic	20 (52.6)	23 (37.1)	43 (43)		
Aesthetic	18 (47.4)	39 (62.9)	57 (57)		
K2_d7				0.255	.002
Not aesthetic	11 (28.9)	4 (6.5)	15 (15)		
Aesthetic	27 (71.1)	58 (93.5)	85 (85)		
K2_d8				0.406	< .001
Not aesthetic	24 (63.2)	14 (22.6)	38 (38)		
Aesthetic	14 (36.8)	48 (77.4)	62 (62)		
K2_d9				0.177	.076
Not aesthetic	17 (44.7)	17 (27.4)	34 (34)		
Aesthetic	21 (55.3)	45 (72.6)	66 (66)		
K2_d10				0.202	.044
Not aesthetic	20 (52.6)	20 (32.3)	40 (40)		
Aesthetic	18 (47.4)	42 (67.7)	60 (60)		
K2_d11				0.368	< .001
Not aesthetic	21 (55.)	12 (19.4)	33 (33)		
Aesthetic	17 (44.7)	50 (80.6)	67 (67)		
K2_d12				0.070	.317
Not aesthetic	32 (84.2)	47 (75.8)	79 (79)		
Aesthetic	6 (15.8)	15 (24.2)	21 (21)		

* $P < .05$ indicates statistically significant conformity. Categorical data are shown as frequency (percentage).

Table 3. Examining the compatibility between the computer (d13) and the observers for the facial midline (K3) criterion in the face photograph.

	Not aesthetic	Aesthetic	Total	Cohen's Kappa Value	P
K3_d1				0.324	.001
Not aesthetic	20 (58.8)	17 (25.8)	37 (37)		
Aesthetic	14 (41.2)	49 (74.2)	63 (63)		
K3_d2				0.340	.001
Not aesthetic	18 (52.9)	13 (19.7)	31 (31)		
Aesthetic	16 (47.1)	53 (80.3)	69 (69)		
K3_d3				0.194	.011
Not aesthetic	7 (20.6)	3 (4.5)	10 (10)		
Aesthetic	27 (79.4)	63 (95.5)	90 (90)		
K3_d4				0.214	.004
Not aesthetic	7 (20.6)	2 (3)	9 (9)		
Aesthetic	27 (79.4)	64 (97)	91 (91)		
K3_d5				0.173	.047
Not aesthetic	25 (73.5)	35 (53)	60 (60)		
Aesthetic	9 (26.5)	31 (47)	40 (40)		
K3_d6				0.271	.005
Not aesthetic	23 (67.6)	25 (37.9)	48 (48)		
Aesthetic	11 (32.4)	41 (62.1)	52 (52)		
K3_d7				0.158	.114
Not aesthetic	14 (41.2)	17 (25.8)	31 (31)		
Aesthetic	20 (58.8)	49 (74.2)	69 (69)		
K3_d8				0.191	.054
Not aesthetic	14 (41.2)	15 (22.7)	29 (29)		
Aesthetic	20 (58.8)	51 (77.3)	71 (71)		
K3_d9				0.154	.111
Not aesthetic	11 (32.4)	12 (18.2)	23 (23)		
Aesthetic	23 (67.6)	54 (81.8)	77 (77)		
K3_d10				0.094	.323
Not aesthetic	19 (55.9)	30 (45.5)	49 (49)		
Aesthetic	15 (44.1)	36 (54.5)	51 (51)		
K3_d11				0.261	.007
Not aesthetic	22 (64.7)	24 (36.4)	46 (46)		
Aesthetic	12 (35.3)	42 (63.6)	54 (54)		
K3_d12				0.050	.451
Not aesthetic	28 (82.4)	50 (75.8)	78 (78)		
Aesthetic	6 (17.6)	16 (24.2)	22 (22)		

* $P < .05$ indicates statistically significant conformity. Categorical data are shown as frequency (percentage).

Table 4. Examination of the compatibility between the computer (d13) and the observers for the incisor slope and lower lip parallelism criterion (K4).

	Not aesthetic	Aesthetic	Total	Cohen's Kappa Value	P
K4 d1					
Not aesthetic	22 (75.9)	41 (57.7)	63 (63)	0.135	.089
Aesthetic	7 (24.1)	30 (42.3)	37 (37)		
K4 d2					
Not aesthetic	17 (58.6)	33 (46.5)	50 (50)	0.100	.271
Aesthetic	12 (41.4)	38 (53.5)	50 (50)		
K4 d3					
Not aesthetic	25 (86.2)	48 (67.6)	73 (73)	0.128	.057
Aesthetic	4 (13.8)	23 (32.4)	27 (27)		
K4 d4					
Not aesthetic	14 (48.3)	28 (39.4)	42 (42)	0.078	.416
Aesthetic	15 (51.7)	43 (60.6)	58 (58)		
K4 d5					
Not aesthetic	25 (86.2)	53 (74.6)	78 (78)	0.077	.205
Aesthetic	4 (13.8)	18 (25.4)	22 (22)		
K4 d6					
Not aesthetic	22 (75.9)	44 (62)	66 (66)	0.101	.183
Aesthetic	7 (24.1)	27 (38)	34 (34)		
K4 d7					
Not aesthetic	15 (51.7)	15 (21.1)	30 (30)	0.303	.002
Aesthetic	14 (48.3)	56 (78.9)	70 (70)		
K4 d8					
Not aesthetic	22 (75.9)	40 (56.3)	62 (62)	0.146	.068
Aesthetic	7 (24.1)	31 (43.7)	38 (38)		
K4 d9					
Not aesthetic	18 (62.1)	31 (43.7)	49 (49)	0.153	.095
Aesthetic	11 (37.9)	40 (56.3)	51 (51)		
K4 d10					
Not aesthetic	20 (69)	23 (32.4)	43 (43)	0.320	.001
Aesthetic	9 (31)	48 (67.6)	57 (57)		
K4 d11					
Not aesthetic	21 (72.4)	42 (59.2)	63 (63)	0.098	.213
Aesthetic	8 (27.6)	29 (40.8)	37 (37)		
K4 d12					
Not aesthetic	27 (93.1)	63 (88.7)	90 (90)	0.027	.509
Aesthetic	2 (6.9)	8 (11.3)	10 (10)		

*P < .05 indicates statistically significant conformity. Categorical data are shown as frequency (percentage).

Table 5. Examining the compatibility between the computer (d13) and the observers for the smile line criterion (K5).

	Not aesthetic	Aesthetic	Total	Cohen's Kappa Value	P
K5_d1					
Not aesthetic	28 (90.3)	32 (46.4)	60 (60)	0.349	< .001
Aesthetic	3 (9.7)	37 (53.6)	40 (40)		
K5 d2					
Not aesthetic	26 (83.9)	36 (52.2)	62 (62)	0.249	.003
Aesthetic	5 (16.1)	33 (47.8)	38 (38)		
K5 d3					
Not aesthetic	31 (100)	46 (66.7)	77 (77)	0.237	< .001
Aesthetic	0 (0)	23 (33.3)	23 (23)		
K5 d4					
Not aesthetic	27 (87.1)	23 (33.3)	50 (50)	0.460	< .001
Aesthetic	4 (12.9)	46 (66.7)	50 (50)		
K5 d5					
Not aesthetic	31 (100)	43 (62.3)	74 (74)	0.273	< .001
Aesthetic	0 (0)	26 (37.7)	26 (26)		
K 5d6					
Not aesthetic	30 (96.8)	43 (62.3)	73 (73)	0.251	< .001
Aesthetic	1 (3.2)	26 (37.7)	27 (27)		
K5_d7					
Not aesthetic	22 (71)	20 (29)	42 (42)	0.382	< .001
Aesthetic	9 (29)	49 (71)	58 (58)		
K5 d8					
Not aesthetic	30 (96.8)	22 (31.9)	52 (52)	0.547	< .001
Aesthetic	1 (3.2)	47 (68.1)	48 (48)		
K5 d9					
Not aesthetic	19 (61.3)	12 (17.4)	31 (31)	0.439	< .001
Aesthetic	12 (38.7)	57 (82.6)	69 (69)		
K5 d10					
Not aesthetic	24 (77.4)	31 (44.9)	55 (55)	0.268	.003
Aesthetic	7 (22.6)	38 (55.1)	45 (45)		
K5 d11					
Not aesthetic	28 (90.3)	36 (52.2)	64 (64)	0.295	< .001
Aesthetic	3 (9.7)	33 (47.8)	36 (36)		
K5 d12					
Not aesthetic	26 (83.9)	56 (81.2)	82 (82)	0.019	.744
Aesthetic	5 (16.1)	13 (18.8)	18 (18)		

*P < .05 indicates statistically significant conformity. Categorical data are shown as frequency (percentage).

Table 6. Examining the compatibility between the computer (d13) and the observers for the midline criterion (K6) in the smile photographs.

	Not aesthetic	Aesthetic	Total	Cohen's Kappa Value	P
K6_d1					
Not aesthetic	15 (53.6)	22 (30.6)	37 (37)	0.210	.032
Aesthetic	13 (46.4)	50 (69.4)	63 (63)		
K6 d2					
Not aesthetic	12 (42.9)	18 (25)	30 (30)	0.175	.080
Aesthetic	16 (57.1)	54 (75)	70 (70)		
K6 d3					
Not aesthetic	11 (39.3)	12 (16.7)	23 (23)	0.239	.016
Aesthetic	17 (60.7)	60 (83.3)	77 (77)		
K6 d4					
Not aesthetic	7 (25)	9 (12.5)	16 (16)	0.144	.126
Aesthetic	21 (75)	63 (87.5)	84 (84)		
K6 d5					
Not aesthetic	20 (71.4)	34 (47.2)	54 (54)	0.189	.029
Aesthetic	8 (28.6)	38 (52.8)	46 (46)		
K6 d6					
Not aesthetic	20 (71.4)	27 (37.5)	47 (47)	0.281	.002
Aesthetic	8 (28.6)	45 (62.5)	53 (53)		
K6 d7					
Not aesthetic	21 (75)	18 (25)	39 (39)	0.446	< .001
Aesthetic	7 (25)	54 (75)	61 (61)		
K6 d8					
Not aesthetic	12 (42.9)	14 (19.4)	26 (26)	0.239	.017
Aesthetic	16 (57.1)	58 (80.6)	74 (74)		
K6 d9					
Not aesthetic	13 (46.4)	17 (23.6)	30 (30)	0.223	.025
Aesthetic	15 (53.6)	55 (76.4)	70 (70)		
K6_d10					
Not aesthetic	13 (46.4)	25 (34.7)	38 (38)	0.106	.279
Aesthetic	15 (53.6)	47 (65.3)	62 (62)		
K6_d11					
Not aesthetic	14 (50)	20 (27.8)	34 (34)	0.209	.035
Aesthetic	14 (50)	52 (72.2)	66 (66)		
K6_d12					
Not aesthetic	23 (82.1)	62 (86.1)	85 (85)	-0.024	.618
Aesthetic	5 (17.9)	10 (13.9)	5 (15)		

*P < .05 indicates statistically significant conformity. Categorical data are shown as frequency (percentage).

Table 7. Comparison of the general evaluation results of smile photos (K8) according to the criteria of finding or not finding the face photo aesthetic (K7).

	General evaluation in smile photographs (K8)	General evaluation in frontal face photographs (K7)		Test statistic	P
		Not aesthetic	Aesthetic		
Prosthodontists	Not aesthetic	84 (79.2)	143 (48.6)	$\chi^2=29.734$	< .001
	Aesthetic	22 (20.8)	151 (51.4)		
Research Assistants	Not aesthetic	161 (81.3)	88 (43.6)	$\chi^2=60.633$	< .001
	Aesthetic	37 (18.7)	114 (56.4)		
Dental Interns	Not aesthetic	149 (74.5)	66 (33)	$\chi^2=69.28$	< .001
	Aesthetic	51 (25.5)	134 (67)		

χ^2 :Chi-square test. *P < .05 indicates statistically significant difference.

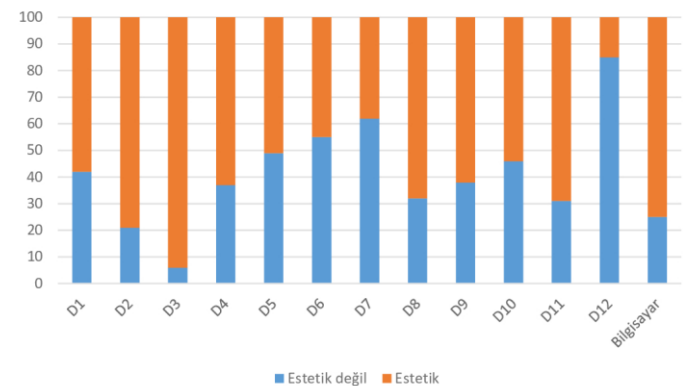


Figure 1. Frequency distribution graph of the observers in terms of the general evaluation (K7) criterion in the facade photographs.

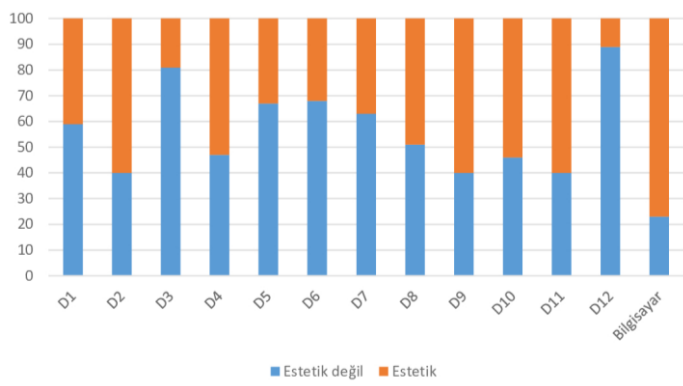


Figure 2. Frequency distribution graph of the observers in terms of the general evaluation (K8) criterion in smile photos

When the statistical findings are fully considered and the facial and dentolabial analysis criteria used in the study are examined, it was found that the observer groups were in statistical conformity with each other in subjective perception in all facial and dentolabial analysis criteria ($P < .001$), and the Fleiss Kappa analysis results revealed that the prosthodontist, research assistant and intern dentists' assessments were in conformity with the computer objective evaluations in all facial analyses and in all dentolabial analyses except for the midline criterion (K6). In criterion K6, the evaluations of the dental interns did not show conformity with the evaluation of the reference computer program.

According to the findings of Fleiss Kappa analysis, a statistically significant difference ($P < .001$) was observed in the evaluations of prosthodontists (d1-d4), research assistants (d5-d8) and dental interns (d8-d12) when the data of the general evaluation criterion in frontal face photographs (K7) and general evaluation criterion in smile photographs (K8) were analyzed (Table 7). 79.2% of prosthodontists, 81.3% of research assistants, and 75% of interns who evaluated "not aesthetic" in the general evaluation of facial photographs also evaluated "not aesthetic" in the general evaluation of smile photographs (Figures 1, 2).

DISCUSSION

The concept of aesthetics has a subjectivity that is not absolute. Dental treatment applications that are compatible with the basic knowledge of aesthetics and provide a near-natural appearance are an effective method to improve the relationship between the patient and the physician in terms of both aesthetic appearance and psychosocial status. While the perception of beauty can be determined by social, cultural, environmental and personal choices, it has been observed in studies on facial aesthetics and dental aesthetics that physicians have different opinions and views.^{11,12}

Today, studies on aesthetic analysis mostly utilize intraoral images, photographic records, models obtained from patients, and cephalometric radiograph records.^{13,14} Many studies have used fixed facade photographic records and video records for aesthetic evaluation.^{15,16} Studies have concluded that facade images are more successful than profile photographs.¹⁷ Pose smile and smile analysis are also utilized for aesthetic analysis and evaluations in the field of dentistry.¹⁸ When taking a clinical facial photograph, it is critical that the individual is in a natural head position and the head is perpendicular to the ground.¹⁹ In this context, in our study, attention was paid to the fact that the volunteer participants were in a natural head position while taking the photograph.

In accordance with aesthetic principles and within the scope of the facial horizontal perspective, the parallelism of the interpupillary and commissural lines contributes to attractiveness. The perception of aesthetic attractiveness increases with the compliance of these lines.²⁰ Arnett et al.²¹ stated that the horizontal lines passing through the interpupillary and commissures should be parallel to each other, and this should be taken into consideration in aesthetic treatment planning. In this regard, in our study, the interpupillary line-commissure line parallelism was examined on the computer program and the face photographs that were parallel were considered aesthetic. However, according to our study results, except for two prosthodontists, the other observers could not achieve compliance with the objective results.

In our study, within the scope of facial analysis in the frontal photographs of the volunteer participants, the ratios formed by the horizontal lines passing through the hairline, the nasal base and the lowest part of the lower jaw were evaluated in accordance with the working principles of Rifkin¹³ and Sarver et al.²² and results compatible with the reference values were obtained in a similar number of people in the observer groups in the context of professional experience.

In the analysis of midline deviation, which we examined under the sub-heading of facial analysis in our study, all specialist dentists, 50% of research assistants and 25% of intern dentists achieved compliance with the objective results of the reference values we determined by accepting midline differences of less than 4 mm as aesthetic based on the literature information. Previous studies have concluded that dentists and general dental practitioners are more attentive in detecting midline deviations than non-professional observers.²³ Silva et al.²⁴ stated that 2 mm is the threshold limit for changes in the midline, while Kokich et al.²⁵ reported that midline deviations from 1 mm to 4 mm are considered aesthetic by orthodontic dentists, in their study including orthodontic specialists, general practitioner dentists, and non-professionals.

Aesthetic perception in men and women varies depending on life experience, the environment and cultural values. At the same time, the diversity of aesthetic perception is also noticeable in dentists who are particularly interested in facial and oral aesthetics and in people who are not included in this professional group.²⁶ When the literature is examined, it is observed that different analyses are made in studies on aesthetics. When the subjects studied in recent years were examined, it was observed that the effects of an aesthetic dentition on psychosocial and self-esteem, the psychological consequences of smiling on aesthetics, the relationship between dental beauty and standard of living, and the relationship between dental beauty and self-esteem were emphasized.^{27,28}

Smiling has an important place in nonverbal communication, based on the individual's place in society and self-confidence. A beautiful smile, which is present in social life today, contributes positively to the perception of beauty and communication in daily relationships.²⁹ When the literature is examined, it is observed that the number of smile evaluations in clinical research is scarce. In some studies, focusing on the mouth and its surroundings, only the smile was evaluated.^{25,30} In some other studies, the smile line, buccal corridor, smile arc, tooth, facial midline, occlusal plane, and the midline of the teeth of both jaws were evaluated.^{30,31} In our study, smile line, midline, and incisor inclination-lower lip parallelism analyses were examined considering previous literature studies. Previous studies indicate that images with a parallelism between the arc formed by the upper border of the lower lip and the arc drawn by the incisal edges of the upper incisors are more appreciated and expressed aesthetically.³² Most of the individuals who apply to the clinic with aesthetic needs expect the flattened incisal edges of their natural teeth that have emerged over the years and desire to maintain the same situation at the end of their new treatment.

However, an experienced clinician should explain to the patient in light of the literature that the parallelism of the incisors of the upper incisors and the lower lip curve will be more aesthetic. Furthermore, it should be explained not only aesthetically but also functionally, taking into account the anterior guidance and posterior teeth disclusion. In our study, when looking at the parallelism relationship between the incisor curve and the lower lip, the results of the literature studies to date were taken into consideration and those with parallelism between the incisor curve and the lower lip were evaluated as "aesthetic" and those with a flat or inverted relationship between the incisor curve and the lower lip were evaluated as "not aesthetic". There was no consistency between the prosthodontist dentists in the study and the reference objective evaluation. The findings of only two of the other observers were in conformity with the computer evaluation. The results showed that the importance of incisor inclination and lower lip parallelism in the ideal smile was less important for the observers in this study.

Previous studies have stated that aesthetics cannot be mentioned in cases where the amount of gingiva visible during the smile exceeds 3 mm.^{33,34} In line with this fact, in our study, except for one dental intern, all the other observers stated that 3/4 of the upper jaw teeth and 2 mm of the gingiva were "aesthetic".

In the current literature, dentolabial analyses and facial analyses are usually evaluated separately, not associated with each other, and most studies have been continued with modifications made to photographs in the digital environment in studies on smile and aesthetic concepts. In the current study, a much larger number of photographic records were used compared to the aforementioned studies, and no modifications were made to the photographs obtained from the volunteers in the computer environment. Furthermore, in the current study, facial and dentolabial analyses were evaluated in accordance with the professional knowledge of dentists by using both smile and frontal facial photographs. We believe that the comparison of physicians' aesthetic perceptions with existing reference analysis values in our study will be a guide for physicians to improve their general predictions in future studies on aesthetics.

The present study has some limitations. Supporting the photographs with more dynamic data such as video recording, measuring distraction during the physicians' evaluation of the photographs with devices, and having a mechanism that stabilizes the head position of the volunteers during the photographs may add a different dimension to the study.

CONCLUSION

In the present study, in which prosthodontists, research assistants and dental interns participated as observers, similar results were obtained between subjective evaluations and objective values in all observer groups, regardless of the increase in professional experience, as a result of the evaluations made on the frontal face and smile-posed photographs obtained from 100 volunteers. Considering the evaluation criteria of facial aesthetics instead of evaluating only the oral region in a narrow framework during aesthetic treatment will have the potential to positively affect the success of treatment.

Etik Komite Onayı: Bu çalışma Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 19/02/2020 tarihinde 2020/04 protokol numarası ile onaylandı ve Dünya Tabipler Birliği Helsinki İlkeleri Bildirgesine uygun olarak yürütüldü

Hasta Onamı: Çalışmanın amacı ve prosedürü; Gönüllülerden alınacak fotoğrafların kullanımı ve amacı gönüllülere anlatılarak sözlü ve yazılı onamları alındı.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – A.K.,O.Ş.; Tasarım – A.K.,O.Ş.; Denetleme – A.K.; Kaynaklar – Z.A.; Malzemeler – Z.A.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – Z.A.; Analiz ve/veya Yorum – .A.,A.K.; Literatür tarama – Z.A.,.; Yazıyı Yazan – Z.A.,A.K.; Eleştirel inceleme – A.K., O.Ş.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Ethics Committee Approval: This study was approved by Zonguldak Bülent Ecevit University Clinical Research Ethics Committee with protocol number 2020/04 on 19/02/2020 and was conducted in accordance with the World Medical Association Declaration of Helsinki Principles

Informed Consent: The purpose and procedure of the study; the use and purpose of the photographs to be obtained from the volunteers were explained to the volunteers, and their verbal and written consents were obtained

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept - A.K.,O.Ş.; Design - A.K.,O.Ş.; Supervision - A.K.; Resources – Z.A.; Materials – Z.A.; Data Collection and/or Processing – Z.A.; Analysis and/or Interpretation - Z.A.,A.K.; Literature Search – Z.A.; Writing Manuscript - Z.A.,A.K.; Critical Review – A.K., O.Ş.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

REFERENCES

1. Frush JP, Fisher RD. Introduction to dentogenic restorations. *J Prosthet Dent.* 1955;5(5):586-590.
2. Beiser FC. *Diotima's Children: German Aesthetic Rationalism from Leibniz to Lessing.* Oxford: Oxford University Press; 2009.
3. Lucker GW, Graber LW, Pietromonaco P. The importance of dentofacial appearance in facial esthetics: A signal detection approach. *Basic Appl Soc Psych.* 1981;2(4):261-274.
4. Van der Geld P, Oosterveld P, Van Heck G, Kuijpers-Jagtman AM. Smile attractiveness. Self-perception and influence on personality. *Angle Orthod.* 2007;77(5):759-765.
5. Garber DA, Salama MA. The aesthetic smile: diagnosis and treatment. *Periodontol.* 2000 1996;11:18-28.
6. Gill DS, Naini FB, Tredwin CJ. Smile aesthetics. *Dent Update.* 2007;34(3):157-158.
7. Mack MR. Vertical dimension: a dynamic concept based on facial form and oropharyngeal function. *J Prosthet Dent.* 1991;66(4):478-85.
8. Chiche G, Pinault A. *Artistic and scientific principles applied to esthetic dentistry.* Chicago: Quintessence Pub. Co.;1994.
9. Levine JB, Finkel S. *Esthetic Diagnosis: A Three-Step Analysis.* Levine JB, editor. Esthetic Dentistry: Smile Design Integrating Esthetics and Function. Mosby Ltd; 2016.
10. Rosenstiel SF, Ward DH, Rashid RG. Dentists' preferences of anterior tooth proportion a web-based study. *J Prosthodont.* 2000;9(3):123-136.
11. Goldstein RE, Chu SJ, Lee EA, Stappert CF, Ronald E. Goldstein's Esthetics in Dentistry. 3rd edition. USA: Wiley-Blackwell; 2018.
12. Tjan AH, Miller GD, The JG. Some esthetic factors in a smile. *J Prosthet Dent.* 1984;51(1):24-28.
13. Rifkin R. Facial analysis: a comprehensive approach to treatment planning in aesthetic dentistry. *Pract Periodontics Aesthet Dent.* 2000;12(9):865-871.

14. Hasanreisoglu U, Berksun S, Aras K, Arslan I. An analysis of maxillary anterior teeth: facial and dental proportions. *J Prosthet Dent.* 2005;94(6):530-538.
15. Esper LA, Sbrana MC, da Silva Cunha MJ, Moreira GS, de Almeida ALPF. Esthetic composition of smile in individuals with cleft lip, alveolus, and palate: visibility of the periodontium and the esthetics of smile. *Plast Surg Int.* 2012;2012: 563734.
16. Chetan P, Tandon P, Singh GK, Nagar A, Prasad V, Chugh VK. Dynamics of a smile in different age groups. *Angle Orthod.* 2013;83(1):90-96.
17. Shafiee R, Korn EL, Pearson H, Boyd RL, Baumrind S. Evaluation of facial attractiveness from end-of-treatment facial photographs. *Am J Orthod Dentofac.* 2008;133(4):500-508.
18. Krishnan V, Daniel ST, Lazar D, Asok A. Characterization of posed smile by using visual analog scale, smile arc, buccal corridor measures, and modified smile index. *Am J Orthod Dentofac.* 2008;133(4):515-523.
19. Naini FB, Gill DS. Facial aesthetics: 2. Clinical assessment. *Dent Update.* 2008;35(3):159-170.
20. Lombardi RE. The principles of visual perception and their clinical application to denture esthetics. *J Prosthet Dent.* 1973;29(4):358-82.
21. Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning—part II. *Am J Orthod Dentofac.* 1993;103(5):395-411.
22. Sarver D, Jacobson RS. The aesthetic dentofacial analysis. *Clin Plast Surg.* 2007;34(3):369-394.
23. Beyer JW, Lindauer SJ. Evaluation of dental midline position. *Semin Orthod.* 1998; 4(3):146-152.
24. Silva BP, Jimenez-Castellanos E, Martinez-de-Fuentes R, Greenberg JR, Chu S. Laypersons' perception of facial and dental asymmetries. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2013;33(6):e162-171.
25. Kokich Jr VO, Asuman Kiyak H, Shapiro PA. Comparing the perception of dentists and lay people to altered dental esthetics. *J Esthet Dent.* 1999;11(6):311-324.
26. Flores-Mir C, Silva E, Barriga MI, Lagravere MO, Major PW. Lay person's perception of smile aesthetics in dental and facial views. *J Orthod.* 2004;31(3):204-209.
27. Afroz S, Rathi S, Rajput G, Rahman SA. Dental esthetics and its impact on psycho-social well-being and dental self confidence: A campus based survey of North Indian University students. *J Indian Prosthodont Soc.* 2013;13(4):455-460.
28. Kang JM, Kang KH. Effect of malocclusion or orthodontic treatment on oral health-related quality of life in adults. *Korean J Orthod.* 2014;44(6):304-311.
29. Ekrem O, Yavuz İ, Yıldız O. Gülümseme Estetiğinin Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniv Dış Hek Fak Derg.* 2018; 28(4):583-591.
30. Parekh SM, Fields HW, Beck M, Rosenstiel S. Attractiveness of variations in the smile arc and buccal corridor space as judged by orthodontists and laymen. *Angle Orthod.* 2006;76(4):557-563.
31. Pinho S, Ciriaco C, Faber J, Lenza MA. Impact of dental asymmetries on the perception of smile esthetics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(6):748-753.
32. Chotimah C, Utomo SH, Purbiati M. Differences between Male and Female Adolescents in the Smile Aesthetics Perceptions Regarding Smile Arc, Gingival Display, and Buccal Corridor. *J Int Med Res.* 2017;10:481-485.
33. Kokich VO, Kokich VG, Kiyak HA. Perceptions of dental professionals and laypersons to altered dental esthetics: asymmetric and symmetric situations. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2006;130(2):141-151.
34. Allen EP. Use of mucogingival surgical procedures to enhance esthetics. *Dent Clin North Am.* 1988;32(2):307-330.

Evaluation of the Information Content of Youtube™ Videos in Turkish on Botulinum Toxin Injection Administered to the Masseter Muscle in the Treatment of Bruxism: A Cross-Sectional Study: Bruxism and Botox on Youtube™

Mustafa Sami DEMİRSOY¹ 

¹ Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Sakarya University, Faculty of Dentistry, Sakarya, Türkiye

Aras ERDİL² 

² Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Uşak University, Faculty of Dentistry, Uşak, Türkiye

Sefa ÇOLAK³ 

³ Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Dentistry, Tokat, Türkiye

Bruksizm Tedavisinde Masseter Kasına Uygulanan Botulinum Toksin Enjeksiyonu Konusunda Türkçe Youtube™ Videolarının Bilgi İçeriğinin Değerlendirilmesi: Kesitsel Çalışma: YouTube Üzerinde Bruksizm ve Botoks

ABSTRACT

Objective:The study aims the evaluation the content on the YouTube™ platform about botulinum toxin injection for the treatment of bruxism regarding information quality.

Methods: The Youtube™ database was scanned using the keyword "masseter botox." According to the study criteria, 33 videos were included and the number of views, likes, dislikes, comments, duration, and the number of days since uploading were recorded. According to their quality, the information content was divided into four groups (bad, poor, good, excellent). Shapiro-Wilk, Kruskal-Wallis, and post-hoc Tamhane-T2 tests were used to analyze the study data, and Fleiss Kappa analysis was used to evaluate the agreement between researchers. Statistical significance was determined as $P < .05$.

Results: According to the installer source, 19 videos were uploaded by doctors, seven by patients, five by doctors+patients, and two by other sources. Significant differences were obtained between the uploaded source and the duration of the video; the number of views, the number of likes, dislikes, comments, interaction index, and viewing rate were respectively $P < .001$, $p=0.035$, $p=0.003$, $p=0.008$, $p=0.002$, $p=0.007$, and $p=0.013$. According to the information content, 14 videos were bad, 15 were poor, and four had good information. A significant difference was observed between the number of comments ($p=0.016$) and video duration ($p=0.029$) regarding the information content quality.

Conclusion: The results have indicated that YouTube™ content cannot be a reliable source of information. Experts should recommend videos that meet specific standards to patients and produce content that provides accurate information in the absence of this content.

Keywords: Masseter muscle; Botox; Bruxism; Internet; Social Media

ÖZ

Amaç: YouTube™ platformunda yer alan, bruksizm tedavisi için botulinum toksin enjeksiyonunu konu alan içeriklerin bilgi kalitesi açısından değerlendirilmesidir.

Yöntem: YouTube™ veritabanı "masseter botoks" anahtar kelimesi kullanılarak taranmıştır. Sonuçlar içinden tespit edilen ilk 60 video incelenmiştir. Dahil etme ve dışlama kriterleri doğrultusunda 33 video çalışmaya dahil edilmiştir. Dahil edilen her bir videonun izlenme sayısı, beğeni, beğenilmeme ve yorum sayısı, süresi, yüklenmeden itibaren geçen gün sayısı kaydedilmiştir. Bilgi içerikleri kalitesine göre dört gruba (kötü, zayıf, iyi, mükemmel) ayrılmıştır. Çalışma verilerinin analizinde Shapiro-Wilk, Kruskal-Wallis, post-hoc Tamhane T2 testleri kullanılmış, ayrıca araştırmacılar arasındaki uyumun değerlendirilmesi içinse Fleiss Kappa analizinden yararlanılmıştır. İstatistiksel anlam düzeyi $P < 0,05$ olarak belirlenmiştir.



Geliş Tarihi/Received 25.05.2022
Kabul Tarihi/Accepted 30.09.2022
Yayın Tarihi/Publication Date 28.07.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

Aras ERDİL

E-mail: aras.erdil@usak.edu.tr

Cite this article: Demirsoy MS, Erdil A, Çolak S Evaluation of the Information Content of Youtube™ Videos in Turkish on Botulinum Toxin Injection Administered to the Masseter Muscle in the Treatment of Bruxism: A Cross-Sectional Study: Bruxism and Botox on Youtube. *Curr Res Dent Sci.* 2024;34(3): 173-178.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

Bulgular: Yükleyici kaynağa göre; 19 videonun doktorlar, 7 videonun hastalar, 5 videonun doktor+hastalar ve 2 videonun diğer kaynaklar tarafından yüklendiği görülmüştür. Yükleyen kaynak ile video süresi, izlenme sayısı, beğenme, beğenmeme, yorum sayısı, etkileşim indeksi ve izlenme oranı için sırasıyla, $P < 0,001$, $p = 0,035$, $p = 0,003$, $p = 0,008$, $p = 0,002$, $p = 0,007$ ve $p = 0,013$ değerleri ile anlamlı farklar bulunmuştur. Bilgi içeriklerine göre; 14 videonun kötü, 15 videonun zayıf ve 4 videonun iyi bilgi içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Bilgi içeriği kalitesine göre yorum sayısı ($p = 0,016$) ve video süresi ($p = 0,029$) parametreleri arasında anlamlı fark gözlenmiştir.

Sonuç: Yükleyen kaynağa kıyasla uzmanlar tarafından yüklenen içerikler daha kaliteli bilgiler sunsa da sonuçlarımız YouTube™ içeriklerinin güvenilir bilgi kaynakları olamayacağını göstermiştir. Uzmanların hastalara belirli standartları karşılayan videoları önermeleri ve bu içeriklerin yokluğunda ise doğru bilgi sunan içerikler üretmeleri gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Masseter kası; Botoks; Diş gıcirdatma; İnternet; Sosyal Medya

INTRODUCTION

Bruxism is a dysfunctional, repetitive activity of the masticatory muscles characterized by clenching or grinding teeth. Bruxism may be observed as sleep bruxism or wakefulness bruxism.¹

Regarding the etiology of bruxism, many theories, such as stress, malnutrition, allergic and endocrinological diseases, central nervous system disorders, genetic factors, drugs, malocclusion, and incorrect dental treatments, have been discussed². However, the theories put forward about the cause of bruxism have not been proven, and the cause of the disease remains unclear.³

As a result of teeth clenching and grinding; Undesirable conditions such as overloading the stomatognathic system, pain in the jaw joint, increased mobility in the teeth, pathological migration and wear of the teeth, masticatory muscle disorders, persistent headaches, dental restoration fractures and aesthetic problems due to masseter muscle hypertrophy may occur.^{1,4}

For the treatment of bruxism, occlusal adjustment, occlusal splints, balance therapy, psychotherapy, physical therapy, relaxation training, restorative treatments, pharmacological treatments, biofeedback therapy, and botulinum toxin injection methods have been utilized.⁵

Clotulinum neurotoxins (BoNTs) are protein neurotoxins produced by neurotoxic strains of anaerobic and spore-forming bacteria of the genus *Clostridium* (*Clostridium botulinum*, *Clostridium butyrricum*, *Clostridium barati*, and *Clostridium argentinensis*). It is a potent biological exotoxin. Due to the experimental studies, the American Food and Drug Administration (FDA) licensed 'Botox' in 1989 to treat blepharospasm.⁶ During the following years, the indications of the agent have expanded, and many medical and aesthetic indications have been defined. Also, Botox injection into the masseter muscle for bruxism is among these indications.

Botox injections into the masseter and temporal muscles for hypertrophy reduction, myorelaxation of these muscles and administration in treating bruxism have become popular in recent years.⁷

Information about these aesthetic and medical treatment methods can be obtained from different sources such as doctors, dentists, television programs, and the websites of health institutions.

In today's world, it has become easy and fast to attain information by accessing the internet without any usage restrictions. In the early 2000s, the internet became a platform that provides interaction between users, and the number of people accessing the internet from 2000 to 2020 exceeded 4.5 billion.⁸

Training models for watching video content are included in practical dentistry training today.⁹ Similarly, social networking platforms such as YouTube™ (Google LLC, San Bruno, California), Google™ (Mountain View, California), and Facebook™ (Facebook, Menlo Park, CA) are popular websites where patients can learn extensively about masseter botox injections for bruxism with visual contents.¹⁰

According to the data we have obtained from the database research, although several publications analyze the benefit and effectiveness of

YouTube™ videos on botulinum toxin injections for the treatment of bruxism, there has yet to be a study investigating videos in Turkish. This study aims to evaluate the content and quality of the information in Turkish YouTube™ videos about masseter Botox injections.

In addition, during the research process of this study, it was observed that the number of Turkish videos about masseter botox was less than the English videos. However, this condition is altering daily and more videos with medical content in Turkish are being produced. Also, with the obtained results of this study, it is aimed to determine the adequacy of Turkish video content, and which aspects are missing to enhance the current content quality.

METHODS

Study Design and Sampling

The current study data were obtained with a search on the YouTube™ platform. The search was performed on 14 May 2022 using the keyword 'masseter botox,' and included videos containing information about masseter Botox injections. The search was conducted in incognito mode of the web browser and worldwide to avoid restrictions and obtain broad search results. Search results with keywords are sorted by display results.

Although it was determined that the most users who searched online generally viewed the first 30 videos and did not review the remaining results, the first 60 videos were included in the search results according to the number of views in terms of the efficiency of the current study. As a result of the inclusion criteria, 33 videos were included in the study. The purpose of reviewing the first 60 videos was that 95% of YouTube™ researchers reviewed the first 60 videos in the previous studies.¹¹

Videos other than Turkish, repetitive videos, videos that do not contain speech-description-title and content information, Botox application videos made outside of the masseter region, videos over 20 minutes, and videos for advertising purposes were excluded from the study. Only Turkish videos and videos with acceptable video quality about masseter Botox were included.

According to the inclusion criteria, 12 videos were excluded because they were in languages other than Turkish, nine videos were longer than 20 minutes, two videos were only images and music and did not share audio information, two videos were replay videos, and two videos contained irrelevant content and advertising content.

The information content of YouTube™ videos was evaluated by a researcher (MSD), and independent of the results of this evaluation, evaluations were made by two other researchers (AE and SÇ) in a blinded manner. Fleiss kappa analysis was utilized to analyze the agreement-incompatibility among the three reviewers on video efficacy scores.

Study Variables and Data Analysis

For the analysis, the parameters of the videos included in the study; video title and URL information, video duration, upload date of the video, and source performing the upload (doctors [dentists, oral, dental

and maxillofacial surgeons, dermatologists, aesthetic, reconstructive, and plastic surgeons]), individual, TV channel, hospital, e.g.), the number of days since the upload date, the number of comments, the number of likes, the number of dislikes and the number of views were recorded.¹²

The interaction index and viewing rates were calculated using the data obtained.¹²

$$\text{Interaction index \%} = \frac{\text{Number of likes} - \text{Number of dislikes}}{\text{Number of views}} \times 100\%$$

$$\text{Viewing rate \%} = \frac{\text{Number of views}}{\text{Number of days since upload date}} \times 100\%$$

The information level of the videos included in the study was evaluated according to a scoring scale¹⁰. Each video was evaluated on a total of 8 criteria according to the scoring scale. According to the scoring scale, videos scored between 0-2 were interpreted to have bad information content, videos between 3-4 had poor information content, videos scored between 5-6 were good information content, and videos scored between 7-8 were found to have excellent information content (Table 1).

Three researchers (MSD, AE, and SÇ) viewed and analyzed the videos independently of each other. Therefore, each researcher is blinded to the other. In addition, the researchers were prevented from seeing the number of likes, dislikes, and comments before completing their video inference to make an objective assessment.

Since the study was conducted on an open-access website, ethics committee approval was not required in line with previous studies in the literature.^{12,13}

Statistical Analysis

The normality distribution of the study data was analyzed with the Shapiro-Wilk test. The Kruskal-Wallis test was used to evaluate the quantitative data, and the Post-Hoc test (Tamhane's T2) was used to determine the differences between the groups. In addition, Fleiss Kappa analysis was utilized to evaluate the agreement between the reviewers. Microsoft Excel (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) was used for Fleiss kappa analysis, and IBM SPSS 24 (SPSS inc., an IBM Co., Somers, NY, USA) programs were used for the other statistical analyses. The statistical significance was determined as $P < .05$.

RESULTS

A total of 33 videos were reviewed according to uploader resource and usability scores. Of the included videos, 57.58% were uploaded by doctors, 21.21% by individuals, 15.5% by individual + doctor, and 6.06% by other users.

In Table 2, YouTube™ videos were evaluated as bad, weak, good, and excellent due to their information content. Of the videos, 42.42% were rated as bad, 45.46% as weak, and 12.12% as good. There was no video rated as excellent content.

The total number of views of the videos included in the study was 1,938,792, and the average number of views per video was 58,751. The total number of comments received by the videos was 4,570, and the total number of likes was 69,546. The mean number of likes was 2,107.

Evaluation Based On Uploader Source

The source who uploaded the video was classified as doctor, individual, doctor+individual, and the other (health center, tv channel, e.g.), and quantitative parameters were analyzed according to this classification.

The uploaded source and the duration of the video, the number of views, the number of likes, dislikes, comments, interaction index, and the rate of viewing were, respectively, $P < .001$, $p=0.035$, $p=0.003$, $p=0.008$, $p=0.002$, $p=0.007$ and $p=0.013$, and a significant relationship was detected between them (Table-1).

Post-hoc (Tamhane's T2) test was performed to determine the

differences between the groups. It was observed that the video durations of individual and individual + doctor uploaders were significantly longer than the doctors and other users ($p=0.025$, $p=0.000$).

Evaluation Based on The Classification of the Information Contents

The videos were classified as bad, weak, good, and excellent according to the information content, and quantitative parameters were analyzed according to this classification.

A significant correlation was found between the classification of the information content, the duration, and the number of comments (Table 3).

Table 1. Topic Distribution of Evaluated YouTube™ Videos About Masseter Botox

Scoring item	Score points
Definition	1
Indications	1
Contraindications	1
Advantages	1
Related procedures	1
Complications	1
Cost	1
Prognosis and permanency	1
Total score	8

Evaluation of Video Contents

When the analyzed video contents are examined in terms of definition, indication, contraindication, advantage, procedure, complication, cost, and prognosis; Description in 15 videos (26.78%), indication in 24 videos (42.86%), advantages in six videos (10.71%), the procedure in five videos (8.93%), the complication in one video (1.79%), cost (1.79%), and prognosis in four videos (7.14%) were mentioned (Figure-1). The median score of the videos included in the study is 1.70 out of 8 (56/33).

Inter-Examiner Reliability

The Fleiss Kappa value used for the concordance-incompatibility analysis between the three reviewers who evaluated the videos was K: 0.79. This value indicates a significant degree of agreement.¹⁴

Table 2. Evaluation of YouTube™ Parameters based on video uploaders

Parameters	Doctor (n=19)		Individual (n=7)		Individual+Doctor (n=5)		Other (n=2)		p Value
	Med	Min-Max	Med	Min-Max	Med	Min-Max	Med	Min-Max	
Duration (sec)	132	20-765	805	212-1178	843	632-1016	278.5	80-477	0.000 *
Views	22335	11562-98552	89402	18013-635163	56601	16863-154714	14491	11441-19541	0.035 *
Likes	49	1-13000	1800	94-16000	246	58-13000	23	20-26	0.003 *
Dislikes	2	0-26	9	2-1700	15	0-121	2.5	2-3	0.008 *
Comments	4	0-753	193	60-1511	66	42-143	1	0-2	0.002 *
Interaction index (%)	0.49	0-26	2.71	0.83-8.31	1.01	0.64-17.70	0.49	0.24-0.75	0.007 *
Viewing rate (%)	1383	269-60988	11274	1427-114739	15401	671-72739	791	680-903	0.013 *

*Indicates $P < .05$ significance level by Kruskal-Wallis Test

Table 3. Comparison of YouTube™ video properties based on information content scores

Parameters	Bad (n=14)		Poor (n=15)		Good (n=4)		p Value
	Med	Min-Max	Med	Min-Max	Med	Min-Max	
Duration (sec)	132.5	20-1016	461	87-1178	635.5	409-849	0.029 *
Views	2093	11441-154714	4489	12693-635163	2661	12092-117499	0.403
Likes	29	1-13000	114	17-16000	85	49-720	0.17
Dislikes	2	0-75	8	0-1700	2.5	0-121	0.117
Comments	1	0-367	66	1-1511	40.5	23-143	0.016 *
Interaction rate (%)	0.52	0-17.7	0.93	0.33-26.04	1.18	0.94-1.32	0.263
Viewing rate (%)	1165	269-60988	3177	349-114739	821	371-72739	0.329

*Indicates $P < .05$ significance level by Kruskal-Wallis Test

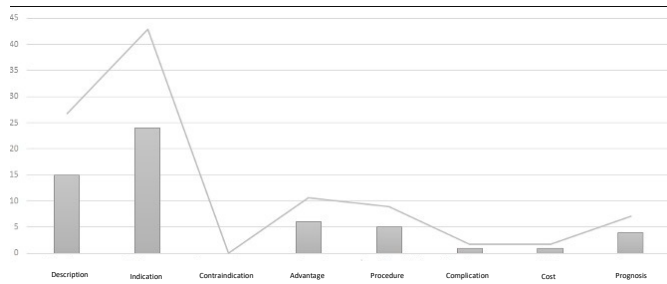


Figure 1. The Distribution of YouTube™ Video Contents

DISCUSSION

The primary purpose of this study was to evaluate the information quality and effects of Turkish-produced YouTube™ videos of botulinum toxin injection administered in the masseter muscle. Today, the use of Botox injections for medical and aesthetic purposes increases interest on the internet, especially in YouTube™ videos. Therefore, YouTube™ videos on the use of botulinum toxin for masseter Botox should be used as a reliable resource for patients.

According to the data we have obtained from the research, although several foreign publications analyze the benefit and effectiveness of YouTube™ videos on botulinum toxin injections for the treatment of bruxism, there is no study investigating Turkish videos.

According to database research, the current study is the first to evaluate Turkish videos about masseter Botox on the YouTube™ platform. In the last five years, eight publications, including botulinum toxin and YouTube™ video content, have been reached according to the research conducted in the PubMed database. One of these contents is the effect of Botox on gummy smile,¹⁵ one of them is the effect of botox on bruxism,¹⁰ two of them are about the general application areas of neurotoxins,^{16,17} and four of them are YouTube™ studies on the cosmetic effect of botox.^{18–21}

YouTube™, an open access video sharing platform, is becoming an increasingly popular host for healthcare videos.²² YouTube™ has become the second most popular social media platform worldwide, with 2.3 billion users.²³

Oral and maxillofacial surgeons have conducted several studies evaluating the quality of online video information contents regarding their expertises.^{10,12} Long et al.,²⁴ Shim et al.,²⁵ and Asutay et al.²⁶ examined the impact of Botox administration on treating bruxism and reported that it could be used safely. However, in the current study, video contents were observed as 42.42% bad and 45.46% weak, revealing that the uploaded videos could not be considered so. It was observed that the videos contained almost no information, especially regarding complication, cost, prognosis, and contraindication criteria (Figure 1).

Although it is an issue, any video containing excellent information content could not be revealed. It is noteworthy that the number of videos with good content is low (n:4) and that these videos have longer durations (mean:632 sec) than videos with bad and poor content (n:29) (mean:387 sec). Similar to the present study, Gaş et al.¹⁰ and Lena and Dindaroğlu²⁷ also reported that videos containing good information content have longer durations.

In studies conducted to date, significant relationships have been observed between the quality of YouTube™ video content and video duration.²⁸ In addition to the significant relationship between content

and video duration ($p=0.029$), that for poor and good videos was significantly higher than the number of comments for bad videos ($p=0.016$). This difference between comments indicates that YouTube™ users put forth their efforts and likes to reach accurate information.

As a result of the literature review, it was observed that most of the videos evaluated in various disciplines had insufficient information content. According to the study conducted by Hegarty et al.¹¹ on orthognathic surgery, the conducted study on arthroscopy by Kunze et al.,²⁹ and the study conducted by Korkmaz et al.³⁰ on cleft lip and palate, YouTube™ videos contain poor information. They should not be considered reliable sources. The results of Hegarty, Kunze, and Korkmaz's studies represent similarities with the outcomes of the current study.

However, some studies indicate that video information contents on YouTube™ are sufficient or partially sufficient. The study conducted by Pons-Fuster et al.³¹ on the relationship between diabetes and oral health and in pediatric dental injuries conducted by Tozar et al.³² reported that the quality of videos uploaded by dentists and universities is higher than the other uploaders. In the current study, 2 of the four videos of good quality were uploaded by doctors and two by individual + doctor uploaders. Although this fact demonstrates the importance of the uploader source, 19 out of 33 videos were uploaded by doctors and five by individual+doctor. However, only four were included in the category of good-quality videos.

As mentioned above, similar studies conducted in other disciplines of dentistry and medicine also indicate that the information quality of YouTube™ video content needs to be improved and completed.³² Consequently, these authors believe YouTube™ should not be considered a reliable source. However, in the current study, it was seen that the information content approached the more reliable limits partly in terms of the video uploader source. In order to enhance the quality of YouTube™ video content, physicians should be aware of the shared information and even prepare videos that contain accurate and sufficient information. Accurate and sufficient information requires knowledge of the definition of the procedure, indications, contraindications, advantages, application procedure, complications, cost, and prognosis. In addition, YouTube™ users should carefully review the health content and choose videos that meet the abovementioned criteria.

Considering the limitations of this study, initially, the outcomes of the current study may vary depending on the searched keywords. Using a different search term may yield different results. Videos added and deleted after the search date constitute the study's second limitation.

Determining YouTube™ content in different countries and languages is essential for research that will reflect the health-related pursuits of people from that culture on YouTube™. Therefore, it would be helpful to examine whether videos uploaded on YouTube™ about masseter Botox injections for different cultures can be used as a reliable source.

CONCLUSION

The interest in the examined YouTube™ videos indicates that in this period where access to information is increasing day by day, physicians should evaluate the medical accuracy and content quality (description, indication, contraindication, advantage, procedure, complication, cost, prognosis, e.g.) of YouTube™ videos about masseter Botox. As a result of this evaluation, experts in their fields are required to recommend videos that meet the standards. In the absence of this content, they are required to produce content that presents the correct information.

Etik Komite Onayı: Çalışma açık erişimli bir site üzerinden yapıldığından literatürde daha önce yapılan çalışmalarla uyumlu olarak etik kurul onayı gerekmemiştir.

Hasta Onamı: Bu çalışma, YouTube™ videolarını veri kaynağı olarak kullanan kesitsel nicel bir çalışma olduğundan, bilgilendirilmiş onam alınmamıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – M.S.D.; Tasarım – M.S.D., A.E.; Denetleme – S.Ç.; Kaynaklar – M.S.D.; Malzemeler – A.E.; Veri Toplanması ve/veya İşlenmesi – M.S.D. A.E., S.Ç.; Analiz ve/veya Yorum – M.S.D.; Literatür tarama – M.S.D.; Yazıyı Yazan – M.S.D. A.E.; Eleştirel İnceleme – A.E. S.Ç.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Ethics Committee Approval: Since the study was conducted on an open-access website, ethics committee approval was not required in line with previous studies in the literature

Informed Consent: Since this study is a cross-sectional quantitative study using YouTube™ videos as a data source, no informed consent was obtained.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept - M.S.D.; Design - M.S.D. A.E.; Supervision – S.Ç.; Resources – M.S.D.; Materials – A.E.; Data Collection and/or Processing – M.S.D. A.E., S.Ç.; Analysis and/or Interpretation - M.S.D.; Literature Search – M.S.D.; Writing Manuscript - M.S.D. A.E.; Critical Review – S.Ç.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

REFERENCES

- Lobbezoo F, Ahlberg J, Glaros AG, et al. Bruxism defined and graded: An international consensus. *J Oral Rehabil.* 2013;40(1):2-4. doi:10.1111/joor.12011
- Pierce CJ, Chrisman K, Bennett ME, Close JM. Stress, anticipatory stress, and psychologic measures related to sleep bruxism. *J Orofac Pain.* 1995;9(1):51-56.
- Klasser GD, Rei N, Lavigne GJ. Sleep bruxism etiology: The evolution of a changing paradigm. *J Can Dent Assoc (Tor).* 2015;81(C).
- Sahin SC, Dere KA. Quality of information in -Masseeter botox- videos on YouTube: Is it a sufficient guide for potential patients? *J Stomatol.* 2020;73(6):313-325. doi:10.5114/JOS.2020.102050
- Lal SJ, Weber KK. Bruxism Management. In: ; 2022.
- Pirazzini M, Rossetto O, Eleopra R, Montecucco C. Botulinum neurotoxins: Biology, pharmacology, and toxicology. *Pharmacol Rev.* 2017;69(2):200-235. doi:10.1124/pr.116.012658
- Yeh YT, Peng JH, Peng HLP. Literature review of the adverse events associated with botulinum toxin injection for the masseter muscle hypertrophy. *J Cosmet Dermatol.* 2018;17(5):675-687. doi:10.1111/jocd.12721
- Lee Ventola C. Social media and health care professionals: Benefits, risks, and best practices. *P T.* 2014;39(7):491-500.
- Dikeç Ev, Yanıkoğlu N, Asutay H, Akbulut Ö. Video destekli eğitimin diş hekimliği öğrencilerinin sabit protetik tedavi yapımı sırasinhissettikleri stres düzeyi etkisinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hek Fak Derg.* 2016;25(3):327-334. doi:10.17567/dfd.59815
- Gaş S, Zincir ÖÖ, Bozkurt AP. Are Youtube videos useful for patients interested in botulinum toxin for bruxism? *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2019;77(9):1776-1783. doi:10.1016/j.joms.2019.04.004
- Hegarty E, Campbell C, Grammatopoulos E, DiBiase AT, Sherriff M, Cobourne MT. YouTube™ as an information resource for orthognathic surgery. *J Orthod.* 2017;44(2):90-96. doi:10.1080/14653125.2017.1319010
- Ayranci F, Buyuk SK, Kahveci K. Are YouTube™ videos a reliable source of information about genioplasty? *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2021;122(1):39-42. doi:10.1016/j.jormas.2020.04.009
- Atilla Ao, Öztürk T. Maksiller ekspansiyon için bilgi kaynağı olarak youtube'un video analizi ile değerlendirilmesi. *Selcuk Dent J.* 2020;499:494-499. doi:10.15311/selcukdentj.820932
- Kilic S. Kappa test. *J Mood Disord.* 2015;5(3):142. doi:10.5455/jmood.20150920115439
- Yagiz O, Yavuz GY, Keskinruzgar A, Acibadem E. Analyses of Youtube videos on botox treatment of gummy smile. *J Craniofac Surg.* Published online November 2021. doi:10.1097/SCS.0000000000008375
- Zajac J, Chandawarkar A, Sherber N. #Botox 101: subgroup analysis of twitter's top 101 neurotoxin influencers. *dermatologic Surg Off Publ Am Soc Dermatologic Surg [et al].* 2021;47(11):1474-1479. doi:10.1097/DSS.0000000000003192
- Patel M, Patel MM, Cristel RT. Quality and reliability of Youtube for patient information on neurotoxins. *Facial Plast Surg.* 2020;36(6):773-777. doi:10.1055/s-0040-1719100
- Castillo-Abdul B, Jaramillo-Dent D, Romero-Rodríguez LM. How to Botox' on youtube: influence and beauty procedures in the era of user-generated content. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(8). doi:10.3390/ijerph18084359
- Wong K, Doong J, Trang T, Joo S, Chien AL. YouTube videos on botulinum toxin a for wrinkles: a useful resource for patient education. *Dermatologic Surg Off Publ Am Soc Dermatologic Surg [et al].* 2017;43(12):1466-1473. doi:10.1097/DSS.0000000000001242
- Patel AA, Mulvihill L, Jin A, Patel A, Galiano RD. Websites or videos: which offer better information for patients? a comparative analysis of the quality of youtube videos and websites for cosmetic injectables. *Plast Reconstr Surg.* Published online January 2022. doi:10.1097/PRS.0000000000008827
- Brennan R, Wells JSG, Van Hout M. "Saving Face": An online study of the injecting use of diy botox and dermal filler kits. *Plast Surg (Oakville, Ont).* 2018;26(3):154-159. doi:10.1177/2292550318767432
- Kidy S, McGoldrick DM, Stockton P. YouTube™ as a source of information on extraction of third molars. *Oral Maxillofac Surg.* 2021;25(4):519-524. doi:10.1007/s10006-021-00941-3
- Most used social media 2021 | Statista. Accessed February 7, 2022. <https://www.statista.com/statistics/272014/global-social-networks-ranked-by-number-of-users/>
- Shim YJ, Lee HJ, Park KJ, Kim HT, Hong IH, Kim ST. Botulinum toxin therapy for managing sleep bruxism: A randomized and placebo—controlled trial. *Toxins (Basel).* 2020;12(3):1-10. doi:10.3390/toxins12030168
- Asutay F, Atalay Y, Asutay H, Acar AH. The evaluation of the clinical effects of botulinum toxin on nocturnal bruxism. *Pain Res Manag.* 2017;2017. doi:10.1155/2017/6264146

26. Long H, Liao Z, Wang Y, Liao L, Lai W. Efficacy of botulinum toxins on bruxism: an evidence-based review. *Int Dent J.* 2012;62(1):1-5. doi:10.1111/j.1875-595X.2011.00085.x
27. Lena Y, Dindaroglu F. Lingual orthodontic treatment: A YouTube video analysis. *Angle Orthod.* 2018;88(2):208-214. doi:10.2319/090717-602.1
28. Simsek H, Buyuk SK, Cetinkaya E, Tural M, Koseoglu MS. "how i whiten my teeth": YouTube™ as a patient information resource for teeth whitening. *BMC Oral Health.* 2020;20(1):1-6. doi:10.1186/s12903-020-01172-w
29. Kunze KN. Editorial commentary: youtube videos provide poor-quality medical information: don't believe what you watch! *arthrosc. Arthrosc Relat Surg.* 2020;36(12):3048-3049. doi:10.1016/j.arthro.2020.07.042
30. Korkmaz YN, Buyuk SK. YouTube as a patient-information source for cleft lip and palate. *Cleft Palate-Craniofacial J.* 2020;57(3):327-332. doi:10.1177/1055665619866349
31. Pons-Fuster E, Ruiz Roca J, Tvarijonaviute A, López-Jornet P. YouTube information about diabetes and oral healthcare. *Odontology.* 2020;108(1):84-90. doi:10.1007/s10266-019-00445-3
32. Tozar KN, Yapıcı Yavuz G. Reliability of information on YouTube™ regarding pediatric dental trauma. *Dent Traumatol.* 2021;37(6):772-778. doi:10.1111/edt.12708

Evaluation of Platelet Rich Fibrin Content Among Individuals With Different Blood Groups

Farklı Kan Grubuna Sahip Bireylerde Trombositten Zengin Fibrin İçeriğinin Değerlendirilmesi

G.Alev ÖZTAŞ ŞAHİNER¹



¹ Erzurum Oral and Dental Health Center, Department of Periodontology/ Erzurum/ Türkiye

Taner ARABACI²



² Atatürk University, Faculty of Dentistry Department of Periodontology, Erzurum, Türkiye

Didem ÖZKAL EMİNOĞLU²



² Atatürk University, Faculty of Dentistry Department of Periodontology, Erzurum, Türkiye

Ramazan KALIN³

³ Erzurum Technical University, Faculty of Science, Department of Basic Sciences, Erzurum, Türkiye



* This study was supported by the Atatürk University Scientific Research Fund (Project ID: 6972, Project Code: TSA-2019-6972) as part of the Basic Research Project.

Geliş Tarihi/Received 15.08.2022
Kabul Tarihi/Accepted 10.02.2023
Yayın Tarihi/Publication 28.07.2024
Date

Sorumlu Yazar/Corresponding author:
Gurbet Alev ÖZTAŞ ŞAHİNER

E-mail: alev.oztas@atauni.edu.tr

Cite this article: Öztas Şahiner G.A., Arabacı T., Özkal Eminoğlu D, Kalın R. Evaluation of Platelet Rich Fibrin Content Among Individuals With Different Blood Groups. *Curr Res Dent Sci.* 2024;34(3):179-184.

ABSTRACT

Objectives: Platelet Rich Fibrin (PRF), obtained by centrifuging the peripheral blood sample of the person is an autogenous material and can be affected by systemic and genetic characteristics of the belonging person. This study was undertaken for evaluating the effect of blood group types and the diverse preparation protocols on growth factors and cytokines contained in the PRF.

Methods: In total, 192 blood samples were taken from 64 donors, including 16 individuals from each blood group of 4, and from each individual 3 samples were taken for obtaining PRF, titanium platelet-rich fibrin (T-PRF), and concentrated growth factors (CGF). The platelet-derived growth factor (PDGF), fibroblast growth factor (FGF), vascular endothelial growth factor (VEGF), angiogenin (Ang), osteocalcin, and osteonectin contents of the PRF were measured with ELISA set.

Results: When the relationship between blood groups was examined, the results indicated that there were no statistically significant differences ($P>.05$). On the other hand, growth factor content was evaluated to be higher in T-PRF than PRF and CGF ($P<.05$).

Conclusion: These data clearly demonstrate that PRF, T-PRF and CGF preparations contain significant amounts of growth factors capable of stimulating wound healing. However, this content is independent of blood group distribution and depends on fibrin acquisition protocols.

Keywords; Blood group antigens; Enzyme-linked immunosorbent assay; Fibroblast growth factors; Osteocalcin; platelet-rich fibrin; Vascular endothelial growth factor

ÖZ

Amaç: Kişinin periferik kan örneğinin santrifüj edilmesiyle elde edilen Plateletten Zengin Fibrin (PRF), otojen bir materyal olup, kişinin sistemik ve genetik özelliklerinden etkilenebilmektedir. Bu çalışma, kan grubu tiplerinin ve çeşitli hazırlama protokollerinin PRF'nin içerdiği büyüme faktörleri ve sitokinler üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla yapıldı.

Yöntem : Her 4 kan grubundan 16'şar kişi olmak üzere 64 donörden toplam 192 kan örneği alındı ve her kişiden PRF, titanyum trombositten zengin fibrin (T-PRF) ve konsantre büyüme faktörleri (CGF) elde etmek için 3'er örnek alındı. PRF'nin trombosit kaynaklı büyüme faktörü (PDGF), fibroblast büyüme faktörü (FGF), vasküler endotelial büyüme faktörü (VEGF), anjiyogenin (Ang), osteokalsin ve osteonektin içerikleri ELISA seti ile ölçüldü.

Bulgular: Kan grupları arasındaki ilişki incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görüldü ($P>.05$). Büyüme faktörü içeriğinin ise T-PRF'de PRF ve CGF'ye göre daha yüksek olduğu değerlendirildi ($P<.05$).

Sonuç: Bu veriler PRF, T-PRF ve CGF preparatlarının yara iyileşmesini uyaran önemli miktarda büyüme faktörü içerdiğini açıkça göstermektedir. Ancak bu içerik kan grubu dağılımından bağımsızdır ve fibrin edinim protokollerine bağlıdır.

Anahtar Kelimeler; Kan grubu antijenleri; Enzim bağlı immünosorbent deneyi; Fibroblast büyüme faktörleri; Osteokalsin; trombosit açısından zengin fibrin; Vasküler endotelial büyüme faktörü



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

INTRODUCTION

Intercellular interaction, local and systemic growth factors and various mediators are important stimuli in the development and regeneration of a tissue. It is necessary to understand the cellular and molecular events and mechanisms required to determine the regenerative treatment procedure in dentistry¹. The oral cavity consists of hard and soft tissues originating from various tissue layers (ectodermal and mesodermal)². Various materials of human, animal, and synthetic origin are used to support the regeneration of these tissues. Three-dimensional thrombocyte concentrates developed by Witman et al.³ are one of these materials. Concentrated growth factor (CGF) is an autologous platelet concentrate that contains of platelets, leukocytes, stem cells and cytokines with in a complex three - dimensional fibrin network. The high tensile

strength and viscosity of CGF protects from proteolysis and prolongs release time of growth factors. Thus, it is suggested that CGF is a strong biomaterial with an integrated growth factor reservoir⁴. Autogenous platelet-rich fibrin (PRF) is obtained by centrifugation of peripheral blood samples in glass, titanium or special tubes at once without anti-coagulant or any biochemical process⁵. This fibrin layer is rich in platelets and leukocytes, as well as various growth factors and cytokines such as transforming growth factor-beta1 (TGF- β 1), platelet-derived growth factor (PDGF), vascular endothelial growth factor (VEGF), interleukin (IL)-1 β , IL-4, and IL-6⁶. In addition, when fibrin formed in the last stage of coagulation reactions combines with cytokines secreted by platelets, it acts as a matrix for the PRF and a reservoir for growth factors⁷.

It has been known for a long time that blood has a vital importance for human beings. Shattock (1899) and Karl Landsteiner (1900) found that human blood differs from individual to individual in terms of some physiological properties. These different blood groups discovered are A, B and AB⁸. In 1902, Landsteiner's students Decastello, Sturli and Hectoen discovered the O blood group. The naming of these discovered blood groups was made in 1910 by Dungern and Hirsfeld⁹.

Studies have shown that blood groups are associated with various diseases. Individuals with A blood group have gallstones, colitis and salivary gland tumors have been reported to be more prone¹⁰. It has been shown that O blood group is associated with duodenal ulcer disease, gastric ulcer and gastric carcinoma, especially with A, B and AB blood groups. Cardiovascular disease in subjects without blood group A and O found to be more prone¹¹. It is thought that ABO blood subgroups and Rh factor may constitute a risk factor on the development of periodontal disease and the susceptibility to periodontitis increases in individuals with O blood group¹².

Like all autogenous materials, PRF⁷ can be affected by systemic and genetic characteristics of the person from whom it is obtained. ABO blood group phenotypes have an effect on platelet functions, platelet membrane lipids (Von Willebrand Factor (VWF), selectin, and Intercellular Adhesion Molecule (ICAM), and platelet glycoproteins (glycoprotein 1b/IX, glycoprotein 2b/3a) without affecting the platelet count¹³. There are also studies showing that the blood group phenotype affects the serum levels of endothelial adhesion molecules, including soluble P-selectin, E-selectin, ICAM-1, and intracellular, which affects endothelial-leukocyte interactions and the transition of leukocytes to the inflammation site¹⁴.

It was seen clearly from the literature reviews that ABO blood group phenotypes had an effect on leukocyte and platelet functions. The objective of this study was to evaluate the effect of blood group types on growth factors and cytokines contained in the PRF. In addition, the effect of the type of tube used while obtaining the fibrin sample on the fibrin content was determined.

METHODS

In terms of the methodology and the materials, this study was approved by the Ethics Committee of Atatürk University Faculty of Dentistry (Session Date: 11.01.2018, Decision No: 5) and supported by the Atatürk University Scientific Research Fund (Project ID: 6972, Project Code: TSA-2019-6972) as part of the Basic Research Project.

The study was carried out with volunteers between June to December in 2019; among the undergraduate students, clinical assistants and research assistants aged 20 to 35, from Atatürk University, Faculty of Dentistry. The sample size was obtained based on the Mohanty et al.¹⁵ whose study examining the relationship between ABO blood groups and plasma VWF level. In their findings, the effect width was found to be 1.111. The power analysis for the study indicated that 20 patients with 4 groups and a power range of 0.95 were sufficient in obtaining meaningful results. However, the number of patients in our study was taken to be 64, considering the adversities and differences that may occur during the study. Individuals included were over 18 years old and willing to provide in-formed consent. In addition, they did not have any systemic diseases and were not using any chronic anti-inflammatory drugs including anticoagulants.

Information on socio-demographic characteristics was obtained with the informed consent of volunteer donors. Volunteers were first divided into four groups based upon their blood group types, 16 participants each in 'AA, BB, AB, O'. Three samples of blood were collected each of 64 volunteer donors (192 total samples).

- **Platelet-rich fibrin preparation protocol**

To prepare fibrin samples 30 ml whole blood was taken from the venous vein. It was evenly transferred into glass, titanium and CGF tubes without having chemicals. To prepare the PRF, blood sample was centrifuged at 2700 rpm for 12 min¹⁶ whereas titanium platelet-rich fibrin (T-PRF) was centrifuged at 3000 rpm for 10 min¹⁷ in the PC-O2 centrifuge (Hettich® EBA 20 centrifuge). Also, blood samples placed in CGF tubes were centrifuged for 13 minutes at varying speeds and angles between 2400 and 2700 rpm using The Silfradent Medifuge MF200 device (Silfradent S. R. L., Santa Sofia, Italy)¹⁸. At the end of the centrifugation, three parts were obtained in the tube; red blood cells at the bottom, platelet-poor plasma at the top and fibrin layers also called "buffy coat" in the middle part⁵. The obtained fibrin tissue was put into the eppendorf tubes and placed in a cabinet at -80 degrees until it was taken for biochemical analysis.

Before the biochemical analysis, the samples were taken into a +4 degrees. The concentrations of PDGF, Fibroblast Growth Factor (FGF), VEGF, Angiogenin (Ang), Osteocalcin and Osteonectin in PRF, T-PRF, and CGF samples were determined using human Enzyme-Linked Immunosorbent Assay kits (ELISA- SunLong Biotech Co., LTD, Hangzhou, Zhejiang, China).

- **Statistical analysis**

The statistical analysis was performed using a commercially available software program (SPSS 22.0 SPSS Inc., Chicago, IL). The data were reported as the mean value \pm standard deviation (SD). Tukey's multiple comparison test was used to determine the difference between groups as a result of one-way analysis of variance (ANOVA). For statistical significance, p values <0.05 were accepted.

RESULTS

A total of 64 individuals, 38 females and 26 males, with a mean age of 24.9 ± 3.15 were included in the study. The participants do not have any systemic discomfort or any systemic medication used.

The result of this study indicated that the fibrin content does not differ according to the blood type. There were no statistically significant differences in the PDGF, FGF, VEGF, Ang, osteocalcin and osteonectin of the PRF, T-PRF or CGF obtained from the blood samples of different blood groups at $p > 0.05$ (Table 1-2).

In a first set of experiments, based upon gender distribution, although it was observed that the averages of the PDGF, FGF, and VEGF were higher in females compared to males, the differences between the means were not statistically significant ($P > .05$) (Table 3). Similarly, there was no statistically significant difference between the smokers and non-smokers in terms of measured values ($P > .05$) (Table 4).

When the relationship between WBC levels and PDGF, FGF and VEGF markers of the participants was examined, it was determined that there was a negative relationship ($P < .05$ for PDGF, $p < 0.01$ for FGF-1 and VEGF) (Table 5).

The concentrations of growth factors in PRF, T-PRF, and CGF preparations are shown in Figure 1,2, and 3. Significantly, all growth factors investigated demonstrated a significantly higher from T-PRF when compared to PRF and CGF ($P < .05$). However, there were no significant differences between the growth factor contents of the PRF and CGF samples ($P > .05$). When the fibrin samples were examined, although a difference in terms of growth factor contents was obtained, there was no statistically significant difference between the other parameters (ang, osteonectin, and osteocalcin) at $P > .05$.

Table 1. The ANOVA results for the PDGF, FGF, VEGF, angiogenin, osteocalcin, and osteonectin ratios of blood groups and the PRFs.

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
OT marker	Between Groups	791484.411	3	263828.137	0.934	0.430
	Within Groups	16949875.241	60	282497.921		
	Total	17741359.653	63			
ANG marker	Between Groups	418848517.820	3	139616172.607	0.463	0.709
	Within Groups	18096391243.376	60	301606520.723		
	Total	18515239761.196	63			
ON marker	Between Groups	1562.082	3	520.694	0.626	0.601
	Within Groups	49924.449	60	832.074		
	Total	51486.530	63			
PDGF marker	Between Groups	10343375.037	3	3447791.679	0.341	0.796
	Within Groups	606791567.830	60	10113192.797		
	Total	617134942.868	63			
FGF-1 marker	Between Groups	29471.671	3	9823.890	0.269	0.847
	Within Groups	2187650.073	60	36460.835		
	Total	2217121.744	63			
VEGF marker	Between Groups	262367.889	3	87455.963	0.309	0.819
	Within Groups	16975684.181	60	282928.070		
	Total	17238052.069	63			

OT: Osteocalcin
 ANG: Angiogenin
 ON: Osteonectin
 PDGF: Platelet-derived growth factor
 FGF: Fibroblast growth factor
 VEGF: Vascular endothelial growth factor
 PRF: Platelet-rich fibrin

Table 2. Levels of growth factors according to blood groups

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
PDGF marker	A	16	3269,0881	3127,86130	781,96532	1602,3685	4935,8078	388,40	13013,28
	B	16	4137,5675	3943,79508	985,94877	2036,0674	6239,0676	367,37	14630,10
	AB	16	3792,3356	3198,25265	799,56316	2088,1071	5496,5642	344,79	11803,90
	O	16	3139,6438	2210,63685	552,65921	1961,6785	4317,6090	406,78	6734,95
	Total	64	3584,6588	3129,82312	391,22789	2802,8522	4366,4653	344,79	14630,10
FGF-1 marker	A	16	222,1075	139,47160	34,86790	147,7883	296,4267	27,41	443,38
	B	16	276,8125	244,19533	61,04883	146,6900	406,9350	23,76	772,27
	AB	16	240,2581	184,28278	46,07070	142,0608	338,4555	28,04	549,34
	O	16	226,7556	181,10635	45,27659	130,2509	323,2604	30,13	619,42
	Total	64	241,4834	187,59640	23,44955	194,6233	288,3436	23,76	772,27
VEGF marker	A	16	437,2881	321,12939	80,28235	266,1703	608,4059	39,40	981,48
	B	16	526,9425	451,09584	112,77396	286,5705	767,3145	29,85	1226,92
	AB	16	512,6300	490,48615	122,62154	251,2684	773,9916	31,53	1620,98
	O	16	617,4975	764,54174	191,13543	210,1020	1024,8930	49,25	3153,86
	Total	64	526,9425	451,09584	112,77396	286,5705	767,3145	29,85	1226,92

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PDGF value	Between Groups	10343375,037	3	3447791,679	,341	,796
	Within Groups	606791567,830	60	10113192,797		
	Total	617134942,868	63			
FGF-1 value	Between Groups	29471,671	3	9823,890	,269	,847
	Within Groups	2187650,073	60	36460,835		
	Total	2217121,744	63			
VEGF value	Between Groups	262367,889	3	87455,963	,309	,819
	Within Groups	16975684,181	60	282928,070		
	Total	17238052,069	63			

PDGF: Platelet-derived growth factor
 FGF: Fibroblast growth factor
 VEGF: Vascular endothelial growth factor

Table 3. Effect of gender on PDGF, FGF and VEGF markers

		Gender	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PDGF marker	Female	38	4190,0276	3485,78492	565,46898	
	Male	26	2699,8888	2308,93909	452,82021	
FGF-1 marker	Female	38	265,9742	181,82041	29,49517	
	Male	26	205,6892	193,68501	37,98476	
VEGF marker	Female	38	609,2737	588,11412	95,40471	
	Male	26	398,3588	387,49553	75,99413	

	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
PDGF marker	3,018	,087	1,910	62	,061	1490,13879	780,36219
FGF-1 marker	,108	,743	1,269	62	,209	60,28498	47,51654
VEGF marker	1,415	,239	1,604	62	,114	210,91484	131,50186

PDGF: Platelet-derived growth factor
 FGF: Fibroblast growth factor
 VEGF: Vascular endothelial growth factor

Table 4. The effect of smoking status on PDGF, FGF and VEGF markers

		Smoking status	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PDGF marker	No	43	3829,9160	3352,40966	511,23768	
	Yes	21	3082,4652	2619,43656	571,60792	
FGF-1 marker	No	43	242,2914	162,81545	24,82912	
	Yes	21	239,8290	234,91101	51,26178	
VEGF marker	No	43	506,6477	391,03828	59,63278	
	Yes	21	558,2800	734,10417	160,19466	

	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
PDGF marker	,155	,695	,896	62	,374	747,45081	834,54325
FGF-1 marker	4,137	,046	,049	62	,961	2,46235	50,34272
VEGF marker	3,970	,051	-,368	62	,714	-51,63233	140,22325

PDGF: Platelet-derived growth factor
 FGF: Fibroblast growth factor
 VEGF: Vascular endothelial growth factor

Table 5. Correlation relationship between WBC value and PDGF, FGF and VEGF markers

Correlations			
		WBC value	PDGF marker
WBC value	Pearson Correlation	1	-,304*
	Sig. (2-tailed)		,028
	N	52	52
PDGF marker	Pearson Correlation	-,304*	1
	Sig. (2-tailed)	,028	
	N	52	64

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlations			
		WBC value	FGF-1 marker
WBC value	Pearson Correlation	1	-,380**
	Sig. (2-tailed)		,005
	N	52	52
FGF-1 marker	Pearson Correlation	-,380**	1
	Sig. (2-tailed)	,005	
	N	52	64

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations			
		WBC value	VEGF marker
WBC value	Pearson Correlation	1	-,366**
	Sig. (2-tailed)		,008
	N	52	52
VEGF marker	Pearson Correlation	-,366**	1
	Sig. (2-tailed)	,008	
	N	52	64

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

WBC: White Blood Cell
 PDGF: Platelet-derived growth factor
 FGF: Fibroblast growth factor
 VEGF: Vascular endothelial growth factor

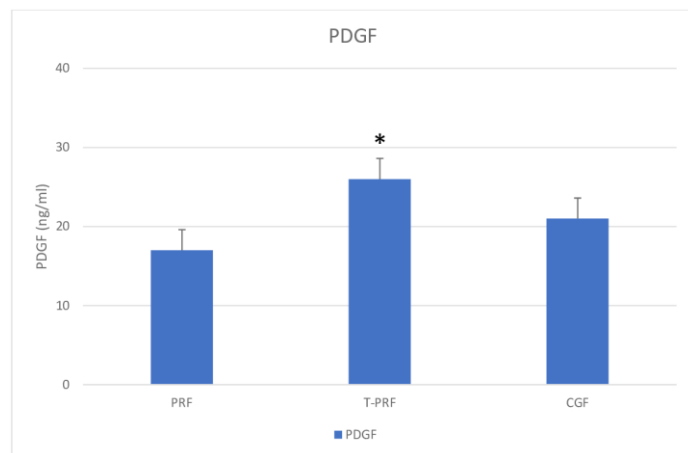


Figure 1. PDGF contents according to the method of obtaining fibrin tissue

*p < 0.05 significantly higher than all other groups.

PDGF: The platelet-derived growth factor
 PRF: Platelet rich fibrin
 T-PRF: Titanium platelet-rich fibrin
 CGF: Concentrated growth factors

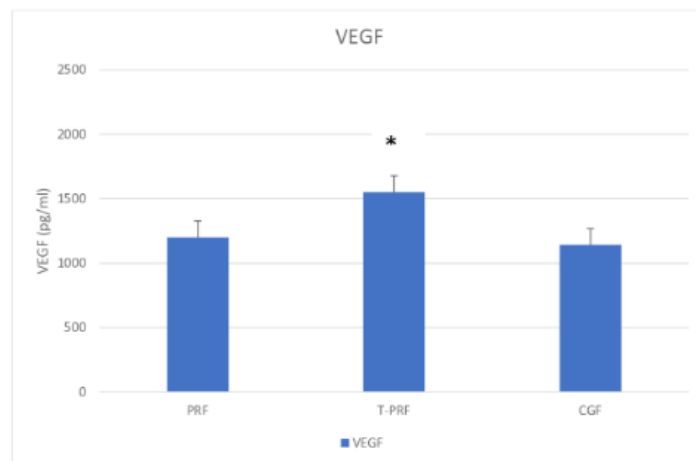


Figure 2. VEGF contents according to the method of obtaining fibrin tissue

*p < 0.05 significantly higher than all other groups.

VEGF: Vascular endothelial growth factor
 PRF: Platelet rich fibrin
 T-PRF: Titanium platelet-rich fibrin
 CGF: Concentrated growth factors

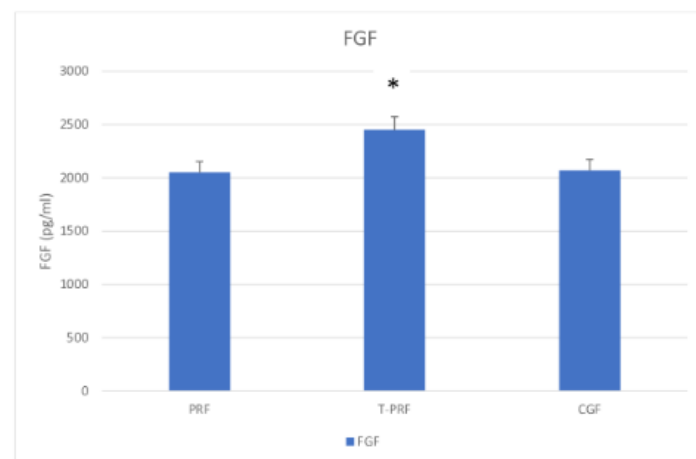


Figure 3. FGF contents according to the method of obtaining fibrin tissue

*p < 0.05 significantly higher than all other groups.

FGF: Fibroblast growth factor
 PRF: Platelet rich fibrin
 T-PRF: Titanium platelet-rich fibrin
 CGF: Concentrated growth factors

DISCUSSION

The tooth is a whole with the hard and soft tissues around it. Many materials are used to protect the health of these tissues, to prevent disease formation or to treat the existing disease. PRF, which is a biomaterial, is frequently preferred for protective and regenerative processes. Many studies on the PRF have been examined in the literature, but no study has been found that examines the effects of blood group on the PRF. This clinical research is a pilot study evaluating the effect of blood groups on the content of the PRF.

PRF is a fibrin clot that can be used as a membrane that slowly releases various growth factors and cytokines factor into its environment during wound healing^{19,20}. It has been shown by several independent studies that PRF contains PDGF, FGF and VEGF²¹⁻²⁴ that are effective on wound healing²⁵. PRF is also involved in bone regeneration with osteonectin and osteocalcin in its content²⁶. For this reason, these growth factors and mediators were included in our research.

Gil'miiarova et al.²⁷ investigated the relationships between ABO blood groups and humoral immune parameters. In individuals with chronic generalized periodontitis, the highest Immunoglobulin A (IgA) (against transglutaminase) content was found in patients with A blood group, while the lowest content was found in AB blood group patients. In our study, growth factors and cytokine contents of the PRF obtained from individuals from different blood groups were examined, but no statistically significant difference was found.

Arabacı and Albayrak²⁸ evaluated the release of growth factor, osteoprotegerin (OPG) and receptor activator nuclear kappa B (RANKL) in gingival fluid and examined wound healing by applying T-PRF together with flap surgery in patients with chronic periodontitis. In the T-PRF used study group, the growth factor level was reported to be high until the 6th week after the surgical procedure, and the RANKL/OPG ratio was reported to be low, and recovery was better. Similarly, in this study, considering the fibrin diversity, it was determined that T-PRF is richer in terms of growth factors.

In a study evaluating the effect of the number of cycles per minute of the centrifuge device (rpm) on the growth factors in the PRF, three protocols were determined by keeping the centrifuge time constant; I: 710 g; 2400 rpm; 8 minutes, II: 177 g; 1200 rpm; 8 minutes III: 44 g; 600 rpm; 8 minutes. Blood samples were taken from six healthy volunteers (3 males and 3 females) for each of these protocols evaluated. The first protocol-I (710 g) centrifuged at the highest speed showed the lowest leukocyte count among the three experimental protocols. The protocol-III (44 g) was found to be statistically significantly higher in leukocyte count, the TGF-and VEGF concentration compared to protocol-I. As a result of automatic cell counting, the total platelet count tended to increase with the decrease in the number of cycles²⁹. Similarly, Choukroun et al.³⁰ showed that it was possible to enrich the amount of leukocytes, platelets and growth factors in the PRF matrix structure by making a single change in the centrifugation settings within the clinical routine. In our study, the growth factor content of T-PRF was found to be more intense when PRF (2700 rpm/ 12 min.) and T-PRF (3000 rpm/10 min.) obtained in the same centrifuge device with different cycles and time were compared.

Kim et al. evaluated the effect of platelet-rich plasma (PRP), platelet-rich fibrin (PRF), and concentrated growth factor (CGF) on bone healing. It was determined that fibrin samples had significant contributions in wound healing, but this did not make a significant difference with the control group¹⁸. In another study in which the effect of T-PRF and PRF on the healing of intrabony defects was evaluated with clinical parameters, no significant difference was found between fibrin samples¹⁷. In another study in which concentrations of growth factors (TGF- β 1, PDGF-BB, VEGF) and pro-inflammatory cytokines (IL-1 β , IL-6) were evaluated, the order of growth factor levels (TGF- β 1, PDGF-BB, VEGF) were advanced PRF (A -PRF) \geq CGF > PRP ($P < .05$). IL-1 β and IL-6 were determined at similar levels ($P > .05$)²¹. In our study, T-PRF content was found higher than PRF and CGF in terms of growth factors. There was no significant difference in terms of other parameters.

Study Limitations

The study has a limited number of patients. Also, analyzing additional growth hormones and cytokines could be useful in examining the relationship between blood type and fibrin tissue.

CONCLUSION

In this pilot study on evaluating the effect of blood groups on growth factors and cytokines in the PRF content, no significant differences in the measured parameters between the blood group types were obtained ($p > 0.05$). It is suggested to use of T-PRF for periodontal regeneration for getting more positive results since it contains more intense growth

factor as compared to the other fibrin samples. However, long-term studies are needed to make a more comprehensive assessment of the effects of ABO group on growth factors and cytokines in the PRF content.

Etik Komite Onayı: Bu çalışma, yöntem ve materyal açısından Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulu tarafından onaylanmış (Oturma Tarihi: 11.01.2018, Karar No: 5)

Hasta Onamı: Sosyo-demografik özelliklere ilişkin bilgiler gönüllü bağışçıların bilgilendirilmiş onamları ile elde edildi.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – G.A.Ö., T.A., D.Ö.E., R.K.; Tasarım – G.A.Ö., T.A., D.Ö.E., R.K.; Denetleme – G.A.Ö., R.K.; Kaynaklar – G.A.Ö., R.K.; Malzemeler – Z.A.; Veri Toplanması ve/veya İşlenmesi – G.A.Ö., R.K.; Analiz ve/veya Yorum – G.A.Ö., T.A., D.Ö.E., R.K.; Literatur tarama – G.A.Ö., D.Ö.E.; Yazıyı Yazan – G.A.Ö.; Eleştirel İnceleme – G.A.Ö., T.A., D.Ö.E., R.K.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Ethics Committee Approval: In terms of the methodology and the materials, this study was approved by the Ethics Committee of Atatürk University Faculty of Dentistry (Session Date: 11.01.2018, Decision No: 5)

Informed Consent: Information on socio-demographic characteristics was obtained with the informed consent of volunteer donors.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept - G.A.Ö., T.A., D.Ö.E., R.K.; Design - G.A.Ö., T.A., D.Ö.E., R.K.; Supervision - G.A.Ö., T.A., D.Ö.E., R.K.; Resources – G.A.Ö.; Materials – G.A.Ö., R.K.; Data Collection and/or Processing – G.A.Ö., R.K.; Analysis and/or Interpretation - G.A.Ö., T.A., D.Ö.E., R.K.; Literature Search – G.A.Ö., D.Ö.E.; Writing Manuscript - G.A.Ö.; Critical Review – G.A.Ö., T.A., D.Ö.E., R.K.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

REFERENCES

1. Cochran DL, Wozney JM. Biological mediators for periodontal regeneration. *Periodontol* 2000. Feb 1999;19:40-58. doi:10.1111/j.1600-0757.1999.tb00146.x
2. Dangaria SJ, Ito Y, Walker C, Druzinsky R, Luan X, Diekwisch TG. Extracellular matrix-mediated differentiation of periodontal progenitor cells. *Differentiation*. 2009;78(2-3):79-90. doi:10.1016/j.diff.2009.03.005
3. Whitman DH, Berry RL, Green DM. Platelet gel: an autologous alternative to fibrin glue with applications in oral and maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg*. 1997;55(11):1294-1299. doi:10.1016/s0278-2391(97)90187-7
4. Korkmaz B, Kesim B. Konsantre büyüme faktörünün hücre ve dokular üzerindeki etkileri ve rejeneratif tedavide uygulama alanları. *Yeditepe J Dent*. 2022;18(1):71-80. doi:10.5505/yeditepe.2022.29981
5. Dohan Ehrenfest DM, Rasmusson L, Albrektsson T. Classification of platelet concentrates: from pure platelet-rich plasma (P-PRP) to leucocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF). *Trends Biotechnol*. 2009;27(3):158-167. doi:10.1016/j.tibtech.2008.11.009

6. Dohan DM, Choukroun J, Diss A, et al. Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. Part II: platelet-related biologic features. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;101(3):e45-50. doi:10.1016/j.tripleo.2005.07.009
7. Kang YH, Jeon SH, Park JY, et al. Platelet-rich fibrin is a Bioscaffold and reservoir of growth factors for tissue regeneration. *Tissue Eng Part A.* 2011;17(3-4):349-359. doi:10.1089/ten.TEA.2010.0327
8. Enawgaw B, Aynalem M, Melku M. Distribution of ABO and Rh-D Blood Group Antigens Among Blood Donors in the Amhara Regional State, Ethiopia. *J Blood Med.* 2022;13:97-104. doi:10.2147/JBM.S356425
9. Allan, TM. Hirsfeld and the ABO blood groups. *Br J Prev Soc Med.* 1963;17(4):166-171. doi: 10.1136/jech.17.4.166
10. Jesch U, Endler PC, Walkerdorfer B, Spranger H. ABO Blood group. Related investigations and their association with defined pathologies. *Sci World J.* 2007;10(7):1151-1154. doi:10.1100/tsw.2007.133
11. Wu O, Bayoumi N, Vickers MA, Clark PABO. ABO (H) blood groups and vascular disease: a systematic review and meta-analysis. *J Thromb Haemost.* 2008;6(1):62-69. doi: 10.1111/j.1538-7836.2007.02818.x
12. Demir T, Tezel A, Orbak R, Eltas A, Kara C, Kavrut F. The effect of ABO blood types on periodontal status. *Eur J Dent.* 2007;1(03):139-143. doi: 10.1055/s-0039-1698329
13. Bussell JB, Kunicki TJ, Michelson AD. Platelets: New Understanding of Platelet Glycoproteins and Their Role in Disease. *Hematology.* 2000;1(1):222-240. doi:10.1182/asheducation.V2000.1.222.222
14. Barbalic M, Dupuis J, Dehghan A, et al. Large-scale genomic studies reveal central role of ABO in sP-selectin and sICAM-1 levels. *Hum Mol Genet.* 2010;19(9):1863-1872. doi:10.1093/hmg/ddq061
15. Mohanty D, Ghosh K, Marwaha N, Kaur S, Chauhan A, Das K. Major blood group antigens-a determinant of factor VIII levels in blood? *Thromb Haemostas.* 1984;51(03):414-414. doi: 10.1055/s-0038-1661121
16. Ghanaati S, Booms P, Orlowska A, et al. Advanced platelet-rich fibrin: a new concept for cell-based tissue engineering by means of inflammatory cells. *J Oral Implantol.* 2014;40(6):679-689. doi:10.1563/aaid-joi-D-14-00138
17. Chatterjee A, Pradeep AR, Garg V, Yajamanya S, Ali MM, Priya VS. Treatment of periodontal intrabony defects using autologous platelet-rich fibrin and titanium platelet-rich fibrin: a randomized, clinical, comparative study. *J Investig Clin Dent.* 2017;8(3):e12231. doi:10.1111/jicd.12231
18. Kim T-H, Kim S-H, Sándor GK, Kim Y-D. Comparison of platelet-rich plasma (PRP), platelet-rich fibrin (PRF), and concentrated growth factor (CGF) in rabbit-skull defect healing. *Arch Oral Biol.* 2014;59(5):550-558. doi: 10.1016/j.archoralbio.2014.02.004
19. Kobayashi E, Fluckiger L, Fujioka-Kobayashi M, et al. Comparative release of growth factors from PRP, PRF, and advanced-PRF. *Clin Oral Investig.* 2016;20(9):2353-2360. doi:10.1007/s00784-016-1719-1
20. Kumar RV, Shubhashini N. Platelet rich fibrin: a new paradigm in periodontal regeneration. *Cell Tissue Bank.* 2013;14(3):453-463. doi:10.1007/s10561-012-9349-6
21. Masuki H, Okudera T, Watanebe T, et al. Growth factor and pro-inflammatory cytokine contents in platelet-rich plasma (PRP), plasma rich in growth factors (PRGF), advanced platelet-rich fibrin (A-PRF), and concentrated growth factors (CGF). *Int J Implant Dent.* 2016;2(1):19. doi:10.1186/s40729-016-0052-4
22. Dohan Ehrenfest DM, Bielecki T, Jimbo R, et al. Do the fibrin architecture and leukocyte content influence the growth factor release of platelet concentrates? An evidence-based answer comparing a pure platelet-rich plasma (P-PRP) gel and a leukocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF). *Curr Pharm Biotechnol.* 2012;13(7):1145-1152. doi:10.2174/138920112800624382
23. Su CY, Kuo YP, Tseng YH, Su CH, Burnouf T. In vitro release of growth factors from platelet-rich fibrin (PRF): a proposal to optimize the clinical applications of PRF. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108(1):56-61. doi:10.1016/j.tripleo.2009.02.004
24. Clipet F, Tricot S, Alno N, et al. In vitro effects of Choukroun's platelet-rich fibrin conditioned medium on 3 different cell lines implicated in dental implantology. *Implant Dent.* 2012;21(1):51-6. doi:10.1097/ID.0b013e31822b9cb4
25. Dereka XE, Markopoulou CE, Vrotsos IA. Role of growth factors on periodontal repair. *Growth Factors.* 2006;24(4):260-267. doi:10.1080/08977190601060990
26. Hadi RS, Kusumah I, Sandra Y. Pengaruh Platelet-Rich Plasma (PRP) Terhadap Proliferasi dan Viabilitas Human Dermal Fibroblast (HDF) dalam Konsentrasi Glukosa Tinggi. *J Biol Ind.* 2019;15(2):213-217 doi:10.14203/jbi.v15i2.3815
27. Selezneva IA, Gilmiyarova FN, Borodina IA, Ereshchenko AA, Gilmiyarov EM, Kartashov VV. [capital ES, Cyrillicinimolecular indicators of inflammatory destructive damage of the oral cavity in periodontitis in persons with various group accessories of blood.]. *Klin Lab Diagn.* 2020;65(2):100-105. doi:10.18821/0869-2084-2020-65-2-100-105
28. Arabaci T, Albayrak M. Titanium-prepared platelet-rich fibrin provides advantages on periodontal healing: A randomized split-mouth clinical study. *J Periodontol.* 2018;89(3):255-264. doi:10.1002/JPER.17-0294
29. Dohan Ehrenfest DM, Pinto NR, Pereda A, et al. The impact of the centrifuge characteristics and centrifugation protocols on the cells, growth factors, and fibrin architecture of a leukocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF) clot and membrane. *Platelets.* 2018;29(2):171-184. doi:10.1080/09537104.2017.1293812
30. Choukroun J, Ghanaati S. Reduction of relative centrifugation force within injectable platelet-rich-fibrin (PRF) concentrates advances patients' own inflammatory cells, platelets and growth factors: the first introduction to the low speed centrifugation concept. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2018;44(1):87-95. doi:10.1007/s00068-017-0767-9

Radiopacity and Microleakage Evaluation of Different Intermediate Materials

Farklı Kaide Materyallerinin Radyopasite ve Mikrosızıntıya Etkisinin Değerlendirilmesi

Başak YAZKAN¹



¹ Restorative Dentistry, Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Dentistry, Aydın, Türkiye

Gözde AÇIKGÖZ²



² Oral, Dental and Maxillofacial Radiology, Pamukkale University, Faculty of Dentistry, Denizli, Türkiye



ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to compare the radiopacities of different types of materials with indications for application as a base under restorations and the microleakage of the final restorations with these materials applied as bases.

Methods: Standart Class I cavities were prepared in 90 caries-free molar teeth. The cavities were randomly divided into 9 groups according to the type of intermediate material to be applied (n=10): 1. High flowable composite, 2. Low flowable composite, 3. Fiber reinforced composite, 4. Giomer, 5. Ormocer, 6. Alkasite, 7. Bioactive composite, 8. High viscosity glass ionomer, 9. Glass carbomer. The base materials in each group were applied to the cavity floor and restoration was completed using a nanohybrid composite resin and an universal adhesive system. To evaluate radiopacity, radiographic images were taken using direct digital system and mean gray values were measured with ImageJ software. To analyse microleakage, specimens were subjected to thermocycling, immersed in 2% methylene blue solution for 24 hours, sectioned buccolingually and leakage values observed on the half-piece surfaces were examined under a stereomicroscope and recorded. Data were analysed using One-way Analysis of Variance, Tukey HSD Test and Pearson Chi-Square with Bonferroni-corrected Z Test ($P<.05$).

Results: In terms of radiopacity, while alkasite and low flowable composite showed the highest radiopacity, glass carbomer gave the lowest ($P<.001$). In terms of microleakage, High flowable composite, low flowable composite, ormocer, giomer and fiber reinforced composite showed similar ($P<.001$) and lowest microleakage values, while glass carbomer exhibited the highest microleakage value ($P<.001$).

Conclusions: Within the results of the present study, high flowable composite, giomer, ormocer and fiber-reinforced composite can be recommended to be applied under composite resins, since they give successful results in terms of microleakage and present radiographically sufficient radiopacity.

Keywords: Microleakage, Radiopacity, Intermediate materials, Bases

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, farklı tipteki materyallerin radyoopasitelerini, restorasyonların altına kaide olarak uygulanma endikasyonları olan bu materyallerin kaide olarak uygulandığı son restorasyonların mikrosızıntısını karşılaştırmaktır.

Yöntem: 90 adet çürüksüz azı dışında Standart Sınıf I kavite hazırlandı. Kavite uygulanacak ara malzeme cinsine göre rastgele 9 gruba ayrıldı (n=10): 1. Yüksek akıcı kompozit, 2. Düşük akıcı kompozit, 3. Fiber takviyeli kompozit, 4. Giomer, 5. Ormocer, 6. Alkasit, 7. Biyoaktif kompozit, 8. Yüksek viskoziteli cam iyonomer, 9. Cam karbomer. Her gruptaki kaide malzemeleri kavite tabanına uygulandı ve nanohibrit kompozit reçine ve evrensel adeziv sistem kullanılarak restorasyon tamamlandı. Radyopasiteyi değerlendirmek için direkt dijital sistem kullanılarak radyografik görüntüler alındı ve ImageJ yazılımıyla ortalama gri değerler ölçüldü. Mikrosızıntıyı analiz etmek için numuneler termosiklusa tabi tutuldu, 24 saat boyunca %2 metilen mavisi çözeltisine daldırıldı, bukkolingual olarak kesitler alındı ve yarım parça yüzeylerde gözlenen sızıntı değerleri stereomikroskopta incelenerek kaydedildi. Veriler Tek Yönlü Varyans Analizi, Tukey HSD Testi ve Bonferroni düzeltmeli Z Testi ile Pearson Ki-Kare kullanılarak analiz edildi ($P<.05$).

* This study was presented as an oral presentation at the 1st International Dentistry Congress of Sivas Cumhuriyet University

Geliş Tarihi/Received 28.09.2022
Kabul Tarihi/Accepted 31.07.2023
Yayın Tarihi/Publication Date 28.07.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:
Başak YAZKAN
E-mail: basakyazkan@hotmail.com

Cite this article: Yazkan B, Açıkğöz G. Radiopacity and Microleakage Evaluation of Different Intermediate Materials. *Curr Res Dent Sci*. 2024; 34(3): 185-191.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

Bulgular: Radyopasite açısından alkasit ve düşük akışkanlığa sahip kompozitler en yüksek radyopasiteyi gösterirken, cam karbomer en düşük radyopasiteyi gösterdi ($P<.001$). Mikrosızıntı açısından Yüksek akıcı kompozit, düşük akıcı kompozit, ormoser, giomer ve fiber takviyeli kompozit benzer ($P<.001$) ve en düşük mikrosızıntı değerlerini gösterirken, en yüksek mikrosızıntı değerini cam karbomer sergiledi ($P<.001$).

Sonuç: Bu çalışmanın sonuçları kapsamında, mikrosızıntı açısından başarılı sonuçlar vermesi ve radyografik olarak yeterli radyopasite sunması nedeniyle yüksek akışkanlığa sahip kompozit, giomer, ormoser ve fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin kompozit rezinlerin altına uygulanması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Mikrosızıntı, Radyopasite, Ara materyaller, Kaideler

INTRODUCTION

In restorative dentistry, there are various types of materials, named intermediate restoratives, which are applied up to the dentin surface before the final restorative material is placed in wide and deep restorations in order to protect the pulp-dentin complex, remaining healthy tooth tissues and to increase the survival rate of the restoration by reducing the polymerization shrinkage stresses of composite resins.¹⁻³ It has been reported that less microleakage can be promoted and superior physical and mechanical properties can be obtained with this two-layer placement technique, where enamel and dentin are more appropriately imitated.^{4,5}

Adequate radiopacity of intermediate restorative materials enables clinicians to evaluate restoration integrity in detail. Additionally, it is necessary to determine the restoration margins correctly in the diagnosis of secondary caries.⁶ For sufficient opacity it has been reported that material with a radiopacity slightly higher than or equal to enamel is ideal.⁷

Some materials which are declared to be applicable as intermediate restoratives in the manufacturer's instructions are high and low viscosity flowable composite resins, fiber reinforced composite resin, giomer, ormocer, alkasite, bioactive composite, glass ionomers, glass carbomer. When the studies evaluating the radiopacity of these intermediate materials were examined, no study was found in which most of them were evaluated together. Only a few studies have compared the radiopacity of some of these materials.⁸⁻¹¹

Similarly, when the studies examining the effect of intermediatives on the microleakage of the final restoration were evaluated, very few studies were found. In one of these studies, microleakage of two different glass ionomers was compared with MTA, Biodentin and ProRoot.⁴ In another study, microleakage of different bulk-fill composites were compared with that of flowable composite and resin modified glass ionomer¹² In a different study; microleakage of a low-viscosity composite resin and a resin-modified glass ionomer was compared.³

Therefore, the aim of the study was to compare the radiopacities of different types of materials with indications for application as a base under restorations and the microleakage of the final restorations with these materials applied as bases. The null hypotheses were 1) there is no difference between radiopacity of different intermediary bases; and 2) there is no difference between microleakage of restorations that have been applied different intermediatives as base.

METHODS

Ethical aspects

This in vitro study was approved by the Pamukkale University Faculty of Medicine Human Ethics Committee (Denizli, Turkey) with reference number E-60116787-020-119901.

Specimen Preparation

Before starting the study, ninety human molar teeth extracted for periodontal or surgical reasons were collected. The teeth were

examined and evaluated for any caries, fractures, cracks or previous restorations on the crown parts, and the problematic teeth were not included in the study. Then, the soft attachments on the teeth were removed with the help of a scaler and all surfaces were cleaned with pumice and polishing rubber. Until the study was performed, the teeth were kept in distilled water at room temperature for a period not exceeding 30 days.

Roots of selected teeth were embedded in epoxy resin and Black I cavities were prepared on the occlusal surfaces of the teeth. Cavity preparation was done using the diamond fissure bur 836 under water cooling with an aerator. The bur was changed after every 5 preparations. The dimensions of the cavity were 3 mm in the bucco-lingual direction and 5 mm in the mesio-distal direction, and the depth of the cavity was prepared as 4 mm. The dimensions of the preparations were checked with a periodontal probe (Michigan-O probe, Nordent, IL, USA).

The cavities were randomly divided into 9 groups according to the type of intermediate restorative material to be applied (n=10). The manufacturer, lot and chemical content information regarding these nine different bases are given in Table 1.

Table 1. The manufacturer, lot and chemical content information regarding nine different intermediatives.

Applied intermediate material type	Material Name/Manufacturer (Lot number)	Ingredients
High viscosity composite	Gaenial Universal Injectable/GC (190920B)	Dimethacrylate monomers, Barium glass, silica 69% by weight
Low viscosity composite	Clearfil Majesty Flow/Kuraray (210025)	Silanated barium glass fillers, silanated colloidal silica 62% by vol, triethylene glycoldimethacrylate (TEGDMA), hydrophobic aromatic dimethacrylate
Fiber reinforced composite	Ever X Flow/GC (1911011)	Bisphenol A ethoxylate dimethacrylate (Bis-MEPP), TEGDMA and Urethane dimethacrylate monomers (UDMA) short E-glass fibrils, barium glass fillers 70% by weight
Giomer	Beautiful Flow Plus-F03/Shofu (121786)	Bis-GMA, TEGDMA, Fluoro-boro silicate glass 67.3% by weight, 47% by volume
Ormocer	Admira Fusion Xtra/Voco (121786)	Ormocer resin, 84% silicon dioxide filler
Alkasite	Cention N/Ivoclar Vivadent (W96066)	Barium aluminum silicate glass, ytterbium trifluoride, isophiles, Calcium barium aluminum fluorosilicate glass, UDMA, Tricyclodecane-dimethanol dimethacrylate, Tetramethyl-xylene-diurethane dimethacrylate, Polyethylene glycol 400 dimethacrylate
Bioactive Composite	Activa Bioactive Restorative/Pulpdent (190617)	Silanated bioactive glass and diurethane modified by adding calcium, silanated silica and sodium fluoride, hydrogenated polybutadiene and other methacrylate monomers, modified polyacrylic acid and water
High viscosity glass ionomer	Ionostar Plus/Voco (1607068)	Fluoro-alumino-silicate glass, polyacrylic acid, tartaric acid
Glass carbomer	GCP Fill/GCP Dental (71712907)	Fluoro-aluminosilicate glass, apatite, polyacidsgloss: modified polysiloxanes

The intermediate materials were placed the cavity floor with 2 mm height in accordance with the manufacturer's application recommendations. Except for the high viscosity glass ionomer and the glass carbomer groups, the adhesive application was performed before the base application. The universal adhesive (Clearfil S3 Bond Universal, Kuraray, Japan) was applied in selective etching mode. After the adhesive and base application, the restoration of the teeth was completed with a nanohybrid posterior composite resin (Clearfil Majesty Posterior, Kuraray, Japan) using the oblique layering technique.

The posterior composite resin was polymerized with a LED lamp at a distance of 1 mm (1000 mW/cm², using standart power curing mode of VALO Cordless, Ultradent, South Jordan, Utah) for 20 seconds.

Radiopacity Evaluation

To assess radiopacity, samples were placed and fixed on number 2 phosphor plates (PSPIX® Imaging Plates, Sopro, France). Radiographs were obtained using a dental intraoral x-ray device (Gendex Expert DC, Hatfield, PA, USA) at 65 kV, 7 mA, 0.24 s duration, 30 cm focal-phosphorus plate distance. The central X-ray was directed perpendicular to the phosphor plate surface and the head of the X-ray device was kept in the same position throughout the study to ensure standardization. The phosphor plate was then scanned with a digital imaging system (ExpressTM; Instrumentarium Dental, Tuusula, Finland). The resulting radiographic images were saved in tagged image file format (TIFF) (Figure 1). These images were evaluated by a dentomaxillofacial radiologist (GA) with 5 years of clinical experience on a medical computer (Barco Medical, Kortrijk, Belgium).

For each sample; The mean gray values (MGVs) of enamel, dentin, intermediate material, and overlying composite resin were measured using ImageJ software (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA). Measurements were repeated from 10 different points and averaged. Gray values were determined for each point using the "Analyze/Measure" tool and calculated automatically by ImageJ software. The gray value of each pixel was displayed on a scale ranging from 0 (black) to 255 (white) (Figure 2).

Microleakage Evaluation

To determine the microleakage, the samples were thermocycled using a thermal cycler device (10000 times, 5-55 °C, 30 seconds) (ModDental, Esetron Smart Robot Technologies, Ankara, Turkey). Afterwards, the samples were kept in 2% methylene blue solution for 24 hours, buccolingually divided into two equal parts, and the dye leakage formed on the restoration edges in each piece was examined by the other investigator who did not operate the restorations (GA) with a stereomicroscope (Olympus SZ60, Tokyo, Japan) at ×40 magnification and leakage on the cavity walls at the tooth-restoration interface was scored as follows:¹³

- 0: No leakage
- 1: Leakage not exceeding half of the cavity wall
- 2: there is leakage at the entire cavity wall
- 3: there is leakage at the cavity floor (Figure 3).

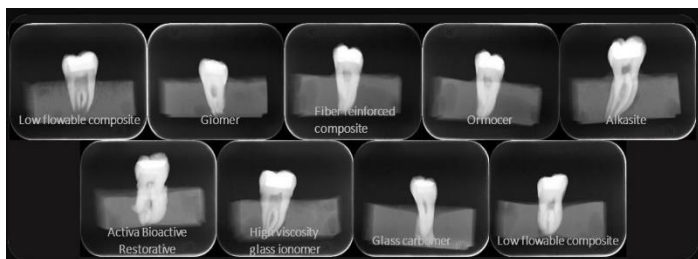


Figure 1. The radiographic images saved in tagged image file format (TIFF)

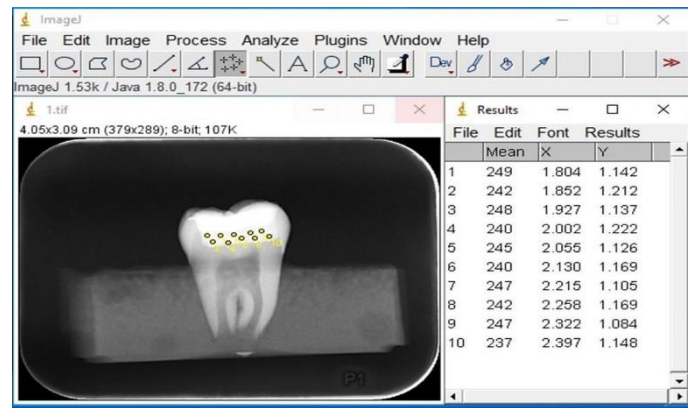


Figure 2. The gray value of each pixel displayed on a scale ranging from 0 (black) to 255 (white)

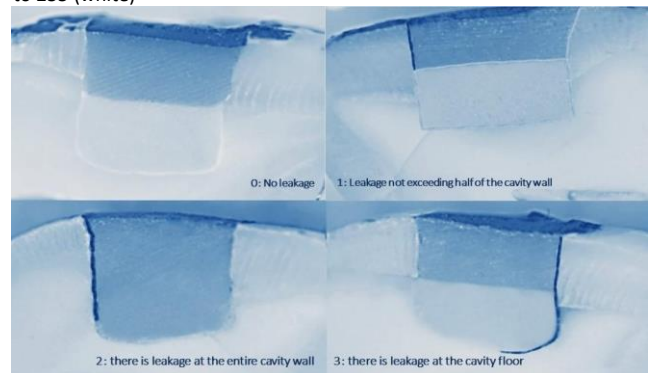


Figure 3. Leakage on the cavity walls at the tooth-restoration interface

Statistical Evaluation

The data were analyzed statistically with SPSS version 26.0 (IBM, SPSS, Statistics, Armonk, NY, USA). A statistical power analysis (G Power calculator) was used to determine the number of samples to be taken per group. Considering that the effect size that could be obtained in the study would be strong hypothetically ($f=0.4$), it was calculated that 80% power could be reached with 95% confidence when at least 90 teeth (at least 10 teeth for each group) were included in the study.

Conformity to normal distribution was evaluated with the Shapiro Wilk Test. One-way Analysis of Variance was used when comparing normally distributed data between groups, and multiple comparisons were made with the Tukey HSD Test. Pearson Chi-Square Test was used to compare categorical data, and multiple comparisons were made with Bonferroni-corrected Z Test. Results were presented as frequency (percentage) for categorical variables and as mean \pm standard deviation and median (minimum-maximum) for quantitative variables. Significance level was taken as $p<0.050$.

RESULTS

Radiopacity results

Distribution of MGVs obtained from different intermediate materials, upper resin composite, dentin and enamel are presented in Table 2. A statistically significant difference was found between the MGV of intermediatives according to the groups (One Way Analysis of Variance, post hoc Tukey HSD Test, $p<0.001$, Table 2).

Alkaside and low-viscosity composite were similar to each other and presented the highest radiopacity values (One Way Analysis of Variance, post hoc Tukey HSD Test, $p<0.001$, Table 2). These groups were followed

by high viscosity glass ionomer, ormocer, fiber reinforced composite, giomer, high viscosity composite, bioactive composite and glass carbomer groups, respectively (One Way Analysis of Variance, post hoc Tukey HSD Test, $p < 0.001$, Table 2).

All intermediate materials showed higher radiopacity than the radiopacity of enamel (One Way Analysis of Variance, $p < 0.001$, post hoc Tukey HSD Test, Table 2). Additionally, in the high flowable composite, giomer, fiber reinforced composite, ormocer, bioactive composite, glass carbomer and high viscosity glass ionomer groups, the radiopacity of the material was higher than the radiopacity of the enamel and dentine and was lower than the radiopacity of the upper composite resin (One Way Analysis of Variance, post hoc Tukey HSD Test, $p < 0.001$, Table 2). On the other hand, in the alkasite and the low flowable composite, the radiopacity of the material was statistically similar to the radiopacity of the upper composite resin (One Way Analysis of Variance, $p > 0.05$, Table 2).

And also, no leakage was detected between the intermediate materials and the overlying composite resin in all groups.

All specimens showed no leakage in the high flowable composite, low flowable composite, and ormocer group. In the giomer and fiber reinforced composite groups, which did not show a statistically significant difference with these groups, leakage was found up to half of the wall in one and two samples, respectively ($P > .05$, Table 3). The five groups showing the lowest microleakage values were followed by the others as follows: Alkasite = High viscosity glass ionomer > Activa bioactive restorative > Glass carbomer groups (Pearson Chi-Square Test, $P < .001$, Table 3). Leakage extending to the cavity floor was detected only in the glass carbomer (Table 3).

Table 2. Comparison of Mean Gray Values (MGVs) by groups.

	High flowable composite	Giomer	Fiber reinforced resin composite	Ormocer	Bioactive Composite	Alkasite	Glass Carbomer	High viscosity glass ionomer	Low flowable composite	p
MGV of material	245,4 ± 1,78 ^{a,c} 245,5 (242 - 248)	247,3 ± 1,06 ^{bc,c} 248 (245 - 248)	248,5 ± 1,96 ^{bc,c} 248,5 (246 - 252)	249,6 ± 0,84 ^{bc,c} 250 (248 - 251)	241,6 ± 2,01 ^{bc,c} 242 (238 - 245)	255 ± 0 ^c 255 (255 - 255)	240,4 ± 2,63 ^c 241 (235 - 244)	251,5 ± 1,43 ^c 252 (249 - 254)	255 ± 0 ^c 255 (255 - 255)	<0,001
MGV of Resin Composite	255 ± 0 ^b 255 (255 - 255)	255 ± 0 ^b 255 (255 - 255)	255 ± 0 ^b 255 (255 - 255)	255 ± 0 ^b 255 (255 - 255)	255 ± 0 ^b 255 (255 - 255)	255 ± 0 ^b 255 (255 - 255)	255 ± 0 ^b 255 (255 - 255)	255 ± 0 ^b 255 (255 - 255)	255 ± 0 ^b 255 (255 - 255)	---
MGV of Dentin	195,6 ± 1,9 ^{a,A} 195 (193 - 199)	205,7 ± 1,89 ^{a,A} 205,5 (203 - 209)	199,3 ± 2,16 ^{a,A} 199 (196 - 202)	199,9 ± 2,81 ^{a,A} 199,5 (196 - 204)	197,3 ± 1,34 ^{a,A} 197,5 (195 - 199)	197,5 ± 1,51 ^{a,A} 197,5 (196 - 200)	209 ± 1,83 ^{a,A} 209 (206 - 212)	210,4 ± 2,17 ^{a,A} 210 (208 - 215)	210,5 ± 2,27 ^{a,A} 210,5 (207 - 214)	<0,001
MGV of Enamel	214,4 ± 1,58 ^{a,b} 214 (212 - 217)	226,5 ± 2,51 ^{a,b} 226,5 (222 - 230)	214,4 ± 1,26 ^{a,b} 214,5 (212 - 216)	219,5 ± 1,65 ^{b,B} 219 (217 - 223)	214,4 ± 1,43 ^{a,b} 214,5 (212 - 216)	214,3 ± 1,42 ^{a,b} 214 (213 - 217)	226,2 ± 2,2 ^{a,b} 226,5 (222 - 229)	219,5 ± 0,85 ^{a,b} 219,5 (218 - 221)	219,6 ± 1,17 ^{a,b} 220 (217 - 221)	<0,001
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	

One Way Analysis of Variance, post hoc Tukey HSD Test; a-f: There is no difference between groups with the same letter; A-D: There is no difference between GV values with the same letter in each group.

Microleakage

Distribution of microleakage scores obtained from different materials are presented in Table 3. A statistically significant difference was found between the distribution of the microleakage of the materials according to the groups (Pearson Chi-Square Test, post hoc Bonferroni-corrected Z Test, $p < 0.001$, Table 3).

All specimens showed no leakage in the high flowable composite, low flowable composite, and ormocer group. In the giomer and fiber reinforced composite groups, which did not show a statistically significant difference with these groups, leakage was found up to half of the wall in one and two samples, respectively ($P > .05$, Table 3). The five groups showing the lowest microleakage values were followed by the others as follows: Alkasite = High viscosity glass ionomer > Bioactive composite > Glass carbomer groups (Pearson Chi-Square Test, post hoc Bonferroni-corrected Z Test, $p < .001$, Table 3). Leakage extending to the cavity floor was detected only in the glass carbomer (Table 3).

DISCUSSION

Radiopacity

A material with sufficient radiopacity allows easy diagnosis of secondary caries under restorations, inadequate marginal adaptation, inappropriate proximal contours, and interface gaps.¹⁴ In the present study, significant differences were found between the radiopacities of different types of base materials. Therefore, the first null hypothesis of the study was rejected.

The radiopacity of resin-based restorative materials most fundamentally depends on the weight and type of fillers. Alkasite and low flowable composite presented significantly higher radiopacity than other intermediates. This can be explained by especially ytterbium trifluoride and higher barium aluminum silicate glass, isophiles, calcium barium aluminum fluorosilicate glass fillers of alkasite and highly silanated barium glass fillers, silanated colloidal silica fillers of low flowable composite. It is reported in the previous studies that the high concentration of high atomic number elements such as ytterbium trifluoride and barium result in more radiopacity in images.^{9,15} These groups were followed by high viscosity glass ionomer. The higher radiopacity of glass ionomer than other intermediate resin based materials is based on the 230% radiopacity of Ionostar Plus with its fluoro-alumino-silicate glass structure.

These groups were followed by ormocer (84% silicon dioxide filler), fiber reinforced composite (barium glass fillers 70% by weight, short E-glass fibrils), giomer (Fluoro-boro silicate glass 67.3% by weight), high flowable composite (Barium glass, silica 69% by weight), respectively. Bioactive composite and glass carbomer gave the lowest radiopacity. When previous studies were examined, no study was found that compared the radiopacity of these so many different types of materials. However, very few studies have been found comparing the radiopacity of some of these materials with each other. In one of these studies, ormocer was determined to be more radiopaque than giomer, similar to

Table 3. Distribution of microleakage scores obtained from different materials.

MATERIAL	NO LEAKAGE	1/2 LEAKAGE	>1/2 LEAKAGE	LEAKAGE IN FLOOR	p
	0	1	2	3	
High flowable composite	10 (17,2) ^a	0 (0) ^a	0 (0) ^a	0 (0) ^a	<0,001
Low flowable composite	10 (17,2) ^a	0 (0) ^a	0 (0) ^a	0 (0) ^a	
Ormocer	10 (17,2) ^a	0 (0) ^a	0 (0) ^a	0 (0) ^a	
Giomer	9 (15,5) ^a	1 (8,3) ^a	0 (0) ^a	0 (0) ^a	
Fiber reinforced composite	8 (13,8) ^a	2 (16,7) ^a	0 (0) ^a	0 (0) ^a	
Alkasite	6 (10,3) ^{ab}	4 (33,3) ^a	0 (0) ^a	0 (0) ^a	
High viscosity glass ionomer	5 (8,6) ^{ab}	5 (41,7) ^a	0 (0) ^a	0 (0) ^a	
Bioactive Composite	0 (0) ^b	0 (0) ^b	10 (62,5) ^b	0 (0) ^b	
Glass Carbomer	0 (0) ^b	0 (0) ^b	6 (37,5) ^{ab}	4 (100) ^a	

Pearson Chi-Square Test, post hoc Bonferroni-corrected Z Test; a-b: There is no difference between groups with the same letter.

the findings of the present study.¹⁰ This result was associated with the higher filler percentage of the ormocer. In the study of Yaylacı et al.⁸ similar to our study results, the radiopacity of the giomer was found to be higher than that of high flowable composite. This is thought to be due to the difference in the inorganic components of the giomer and the flowable composite. In different studies, glass carbomer was found to be the material with the lowest radiopacity, similar to the present study.^{8,10} Although glass carbomer has similar radiopaque filler content as high viscosity glass ionomer, its low opacity may have been observed due to differences in filler volume and/or size of the materials which does not expressly specified by the manufacturers. Also, the lowest radiopacity value of bioactive composite can be attributed to the its low filler density (56%). And, the fact that the fiber reinforced composite is more radiopaque than giomer and high flowable composite can be explained by the presence of short E-glass fibrils. E-glass short fiber is commonly added reinforced composites. It is a mixture of glass and amorphous phase SiO₂, B₂O₃, Al₂O₃ and other alkali metal oxides.

Studies have shown that the radiopacity of materials equal to or slightly higher than enamel is most appropriate for the diagnosis of secondary caries and accurate evaluation.^{10,16} Ideally, radiopacity values should be approximately 200–250%. All the base materials in the present study were within these limits and exhibited higher radiopacity than enamel. Therefore, it can be said that all materials selected as intermediate materials in this study are sufficient in terms of radiopacity.¹⁷ However, excessive radiopacity of the material is also undesirable. This becomes more important in deep restorations as the radiopacity of intermediate materials may tend to accumulate at deeper cavity angles and may lead to radiographic misdiagnosis.¹⁸ The alkasite and low-flowable composite gave similar radiopacity to the overlying composite in this study and these bases did not allow radiographic separation with the overlying nanohybrid posterior resin composite material. When choosing an intermediate material, in terms of radiopacity, it can be said that the material have to be distinguished from the upper material, additionally, have to be similar to enamel or slightly higher may be more suitable.

Other factors that may affect the radiopacity of resin-based materials are the monomer chemistry,¹⁷ thickness¹⁸ and shade¹⁹ of the material, exposure parameters of X-ray radiation¹⁹, the distance of the composite material from the head of the X-ray machine²⁰ In this study, thickness, shade, distance and exposure parameters were standardized.

One of the limitations of this study was that it is an *in vitro* study. Therefore, the oral environment was not simulated. Radiopacity of materials due to the presence of oral fluids can be changed by factors such as the leakage of fillers such as silicon, barium and strontium into the oral environment. Such studies need to be planned as clinical trials.

Microleakage

Microleakage is the leakage of bacteria, liquid and/or molecules into the inner parts of the tooth through the micro gap formed between the cavity wall and the restorative material. This causes undesirable problems such as secondary caries, post-operative sensitivity, pulpal damage.²¹ Polymerization shrinkage in composite resins is one of the main reasons of microleakage. In order to reduce the side effects caused by polymerization shrinkage stress, an intermediate layer between composite resin and dentin has been proposed addition to creating a tooth-restoration interface without gap.²²

In this study, a Class I cavity preparation was used to assess microleakage due to its high C-factor.²³ And cavity standardization was carried out by a single researcher (BY). In the oral environment, restorations are constantly exposed to thermal and mechanical stresses. These stresses may cause deterioration of the marginal adaptation between tooth and restoration. Therefore, in this study, 10000 thermal cycles, which is corresponding to 1 year of clinical use, were applied to

simulate oral conditions.²⁴ Also, dye penetration is still the most popular technique, although many methods such as radioactive isotopes, scanning electron microscopy, neutron activation analysis, and confocal laser scanning microscopy can be used as test methods to evaluate microleakage.²⁵

In the present study, the effect of different types of intermediate materials on microleakage was evaluated. The second null hypothesis of the study was rejected as there was a significant difference between the leakage values obtained from the materials. High flowable composite, low flowable composite, ormocer, giomer and fiber reinforced composite were the most successful groups in terms of microleakage. Among these materials that give the least leakage results, ormocer and fiber reinforced composite are bulkfill materials. The lower microleakage results observed in these bulk replacement materials can be attributed to their lower polymerization shrinkage values. These materials are characterized by their higher inorganic filler content compared to traditional composites. Also, the size and distribution of fillers in bulk replacement materials are optimized to minimize the gaps between particles. This dense packing of fillers reduces the volume available for resin matrix contraction, thus reducing shrinkage. In addition, bulk replacement materials often contain modified resin matrices that have lower viscosity, allowing for better flow and adaptation to cavity walls. Lower viscosity resin matrices can undergo better stress dissipation during polymerization, resulting in reduced shrinkage stress and lower overall shrinkage.²⁶⁻²⁸

Similar to this study, Belli et al. were reported that there was no significant difference in occlusal leakage among the groups when the cavities were lined with a low flowable resin composite or a glass fiber-reinforced composite.²⁶ In another study, as in the results of this study, ormocer was found to be successful like other flowable composites.²⁷ On the other hand, unlike the results of this study, in a different study, giomer was found to be unsuccessful when compared with ormocer in terms of microleakage.²⁸ This result was associated with the chemical structure of ormocer, which allows for lower polymerization shrinkage.

In another study, different from the present study results, microleakage of short fiber reinforced composite base was compared with different flowable composite resins and smart dentin replacement (SDR) material and it was found that it showed the lowest leakage.²⁹ In our study, fiber reinforced composite resin was not superior to other flowable composites, however, it exhibited the most successful leakage values. This result can be interpreted as short fibers may absorb polymerization shrinkage to some extent and reduce stresses. In this study, it is thought that it is noteworthy that no leakage was found in low-viscosity resin composite, high-viscosity resin composite and ormocer specimens.

In the present study, alkasite and high-viscosity glass ionomer were similar with each other and showed more microleakage than other resin based intermediates, except for the bioactive composite. In the literature, no study was found in which the microleakage of the final restoration was evaluated by applying alkasite, bioactive composite and hybrid glass ionomer as intermediate material. However, in a few studies, cavities were completely restored with one or more of these materials and their microleakage was evaluated. In one of these studies, it was reported that the alkasite showed less leakage than the hybrid glass ionomer, contrary to the current study results.³⁰ Again in another study, alkasite showed lower leakage than hybrid ionomer.²¹ This result was associated with the fact that alkasite may have exhibited low volumetric shrinkage due to the presence of cross-linking methacrylate monomers. It has also been stated that isofillers of the material can act as stress relievers. The different result obtained from our study may be due to the fact that the materials were applied only as intermediate

material and the restoration was completed with a nanohybrid composite resin.

And, in the present study, the most microleakage was found in the glass carbomer. Similar to the results of this study, different researchers who compared the microleakage of resin modified glass ionomer, hybrid ionomer, conventional glass ionomer with glass carbomer were stated that they observed the highest leakage in glass carbomer.^{22,31,32} The reason for the highest microleakage of glass carbomer may be due to high intensity light curing that may resulted in water evaporation. In addition, the high microleakage of glass carbomer may be interpreted that the glass carbomer may be weaker bonded to dental tissues than other glass ionomer-based materials.

In the present study, no dye leakage was observed between the different base materials and the overlying composite resin. When the studies that have been done are examined, there are some studies evaluating the effect of different bases on the leakage in the enamel and dentin walls of composite resin restorations, while no study investigating the cement and resin composite interface was found. Therefore, this study may be the first conclusion that the leakage proceeds mostly from the enamel and dentin interface.

In this study, adhesive application was performed before the base material placement in all groups with the least microleakage. This may be positively affected the leakage results. In addition, in line with the manufacturer's recommendations, in this present study, pre-placement adhesive system was applied to the alkasite material. This may also be related to the fact that this material presented similar results with the chemically bonded high-viscosity glass ionomer. Studies have shown that the application of alkasite material with adhesive resin reduces microleakage.^{24, 33}

There are some limitations in the present study. The first is that this study was not a clinical study and restorations were not performed in the oral environment. In addition, the adhesive and restorative material applied for the final restoration may have an effect on the microleakage values. And, one of the biggest limitations in this study was not adding a group that was finished with the material applied for the final restoration alone without the use of base. However, many factors such as biocompatibility, water solubility, impermeability, ability to bond with the underlying tissue and the upper material are also important in the selection of the appropriate intermediate restorative material. There is a need for more comprehensive studies to include these factors in this regard.

CONCLUSION

Within the results of the present study, a high-viscosity composite, giomer, ormocer and a fiber-reinforced composite can be recommended to be applied under composite resins, since they give successful results in terms of microleakage and present radiographically sufficient radiopacity.

Etik Komite Onayı: Bu çalışma, yöntem ve materyal açısından Pamukkale Üniversitesi Diş Bu in vitro çalışma, E-60116787-020-119901 etik protokol numarası altında kurumsal etik izin alınarak yürütülmüştür.

Hasta Onamı: Bu çalışmada hiçbir hayvan/insan maddesi kullanılmadığından onam formu alınmamıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – G.A.Ö., T.A., D.Ö.E., R.K.; Tasarım – G.A.Ö., T.A., D.Ö.E., R.K.; Denetleme – G.A.Ö., R.K.; Kaynaklar – G.A.Ö., R.K.; Malzemeler – Z.A.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi –G.A.Ö.,R.K.; Analiz ve/veya Yorum – G.A.Ö., T.A., D.Ö.E., R.K.; Literatür tarama – G.A.Ö., D.Ö.E.; Yazıyı Yazan – G.A.Ö.; Eleştirel İnceleme – G.A.Ö., T.A., D.Ö.E., R.K.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Ethics Committee Approval: This in vitro study is conducted by the Pamukkale University Faculty of Medicine Human Ethics Committee (Denizli, Turkey) with institutional ethical permission under protocol number E-60116787-020-119901.

Informed Consent: Since there was no animal/human material was used in this study, a consent form was not obtained..

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept - B.Y.; Design – B.Y.; Supervision – G.A.; Resources – B.Y.; Materials – B.Y.; Data Collection and/or Processing – B.Y.; Analysis and/or Interpretation– B.Y., G.A.; Literature Search – B.Y.; Written Manuscript – B.Y.; Critical Review – G,A

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

REFERENCES

1. Vouzara T, Roussou K, Nikolaidis AK, Tolidis K, Koulaouzidou EA. Organic Eluates Derived from Intermediate Restorative Dental Materials. *Molecules*. 2020; 25(7): 1593.
2. Schwendicke F, Brouwer F, Schwendicke A, Paris S. Different materials for direct pulp capping: systematic review and meta-analysis and trial sequential analysis. *Clin Oral Investig*. 2016; 20(6):1121-1132.
3. Giorgi M C C, Hernandes NMAP, Sugii MM, Ambrosano GM B, Marchi GM, Lima DANL, Aguiar FHB. Influence of an intermediary base on the microleakage of simulated class II composite resin restorations. *Operativ Dentist*. 2014; 39(3): 301-307.
4. Jang E, Lee J, Nam S, Kwon T, Kim H. Comparison of microleakage and compressive strength of different base materials. *J The Korean Acad Pediat Dentist*. 2021; 48(2): 168-175.
5. Giorgi M C C, Hernandes NMAP, Sugii MM, Ambrosano GM B, Marchi GM, Lima DANL, Aguiar FHB. Influence of an intermediary base on the microleakage of simulated class II composite resin restorations. *Operativ Dentist*. 2014; 39(3): 301-307.
6. Lachowski KM, Botta SB, Lascala CA, Matos AB, Sobral MA. Study of the radio-opacity of base and liner dental materials using a digital radiography system. *Dentomaxillofac Radiol*. 2013; 42: 20120153.
7. Espelid I, Tveit AB, Erickson RL, Keck SC, Glasspoole EA. Radiopacity of restorations and detection of secondary caries. *Dent Mater*. 1991;7:114–117.
8. Yaylacı A, Karaarslan ES, Hatırlı H. Evaluation of the radiopacity of restorative materials with different structures and thicknesses using a digital radiography system. *Imaging Sci Dent*. 2021; 51(3): 261.
9. Yazkan B. Surface degradation evaluation of different self-adhesive restorative materials after prolonged energy drinks exposure. *J Esthet Restor Dent*. 2020; 32(7): 707-714.
10. Dionysopoulos D, Tolidis K, Gerasimou P, Papadopoulos C. Effect of filler composition of dental composite restorative materials on radiopacity in digital radiographic images. *Polymer Composites*. 2018; 39, E351-E357. <https://doi.org/10.1002/pc.24333>
11. de Aquino DAH, Fernandes Â, Junior LRCM. Quantifying and comparing the radiopacity of five bulk fill composites in digital dental radiographs—a contribution to human identification. *J Forensic Radiol Imaging* 2019; 18: 20-23.

12. Feiz A, Sajedi M, Jafari N, Swift EJ. Evaluation of microleakage in Class II composite restorations: Bonded-base and bulk-fill techniques. *Dent Res J* 2021; 18.
13. Jang E, Lee J, Nam S, Kwon T, Kim H. Comparison of microleakage and compressive strength of different base materials. *J Korean Acad Pediatr Dent*. 2021; 48(2): 168-175.
14. Dukic W, Delija B, Derossi D, Dacic I. Radiopacity of composite dental materials using a digital X-ray system. *Dent Mater J*. 2012; 31: 47-53.
15. Amirouche A, Mouzali M, Watts DC. Radiopacity evaluation of bis-GMA/TEGDMA/opaque mineral filler dental composites. *J Appl Polym Sci*. 2007;104(3):1632-1639.
16. Espelid I, Tveit AB. A comparison of radiographic occlusal and approximal caries diagnoses made by 240 dentists. *Acta Odontol Scand*. 2001, 59.5: 285-289.
17. Amirouche A, Mouzali M, Watts DC. Radiopacity evaluation of Bis-GMA/TEGDMA/opaque mineral filler dental composites. *J Appl Polym Sci*, 2007; 104(3): 1632-1639.
18. Saridag S, Helvacioğlu-Yigit D, Alniacik G, Özcan M. Radiopacity measurements of direct and indirect resin composites at different thicknesses using digital image analysis. *Dent Mater J*. 2015; 34(1): 13-18.
19. Dionysopoulos D, Tolidis K, Gerasimou P, Koliniotou-Koumpia E. Effects of shade and composition on radiopacity of dental composite restorative materials. *Oral Radiol*, 2017, 33.3: 178-186.
20. Poorsattar Bejeh Mir A, Poorsattar Bejeh Mir M. Assessment of radiopacity of restorative composite resins with various target distances and exposure times and a modified aluminum step wedge. *Imaging Sci Dent* 2012; 42(3): 163-167
21. Yaşa B, Kucukyilmaz E, Yasa E, Ertas ET. Comparative study of radiopacity of resin-based and glass ionomer-based bulk-fill restoratives using digital radiography. *J Oral Sci*. 2015; 57: 79-85.
22. Dündar N, Kumbuloglu O, Güneri P, Boyacıoğlu H. Radiopacity of fiber-reinforced resins. *Oral Radiology*. 2011; 27(1): 87-91.
23. Soares CJ, Rosatto CMP, Carvalho VF, Bicalho AA, Henriques JCG, Faria-e-Silva AL. Radiopacity and porosity of bulk-fill and conventional composite posterior restorations—digital X-ray analysis. *Oper Dent*. 2017; 42(6): 616-625.
24. Recen D, Yazkan B. A comparative microleakage analysis of ion-releasing self-adherable materials. *J Stomatol*. 2021; 74(4): 203-210.
25. Peutzfeldt A, Asmussen E. Determinants of in vitro gap formation of resin composites. *J Dent*. 2004; 32(2) 109-115.
26. Kalmowicz J, Phebus JG, Owens BM, Johnson WW, King GT. Microleakage of class I and II composite resin restorations using a sonic-resin placement system. *Oper Dent*. 2015; 40(6): 653-661.
27. Tsujimoto A, Barkmeier WW, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Influence of thermal cycling on flexural properties and simulated wear of computer-aided design/computer-aided manufacturing resin composites. *Oper Dent*. 2017; 42(1); 101-110.
28. Kini A, Shetty S, Bhat R, et al. Microleakage evaluation of an alka-site restorative material: an in vitro dye penetration study. *J Contemp Dent Pract*. 2019; 20: 1315-1318.
29. Belli S, Orucoglu H, Yildirim C, Eskitascioglu G. The effect of fiber placement or flowable resin lining on microleakage in Class II adhesive restorations. *J Adhes Dent*. 2007; 9(2) 175-181.
30. Yazici AR, Ozgünlaltay G. Microleakage of different resin composite types. *Quintessence Int*. 2004; 35:790-94.
31. Shathi IJ, Hossain M, Gafur MA, Rana MS, Alam MS. A comparative study of microleakage between giomer and ormocer restoration in class I cavity of first permanent premolar teeth in vivo. *Bangabandhu Sheikh Mujib Med Univ J*. 2017; 10(4): 214-218.
32. Garoushi SK, Hatem M, Lassila LV, Vallittu PK. The effect of short fiber composite base on microleakage and load-bearing capacity of posterior restorations. *Acta Biomater Odontol Scand*. 2015; 1(1): 6-12.
33. Kini A, Shetty S, Bhat R, et al. Microleakage evaluation of an alka-site restorative material: an in vitro dye penetration study. *J Con-temp Dent Pract*. 2019; 20: 1315-1318.

Diş Hekimliği Son Sınıf Öğrencilerinin Güncel Temel Yaşam Desteği Bilgi Düzeylerinin Değerlendirilmesi

Current Basic Life Support for Senior Dentistry Students Evaluation of Knowledge Levels

Şimşek ÇELİK¹

¹ Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Acil Servis Anabilim Dalı, Sivas, Türkiye



Yusuf Kenan TEKİN¹

¹ Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Acil Servis Anabilim Dalı, Sivas, Türkiye



öz

Amaç: Bu çalışmanın amacı, diş hekimliği son sınıf öğrencilerinin temel yaşam desteği bilgisini, temel yaşam desteği uygulayabilme öz güvenini, eğitim öncesi ve sonrası olarak değerlendirmektir.

Yöntemler: Çalışmaya diş hekimliği son sınıf öğrencisi olan 96 kişi katıldı. Temel yaşam desteği bilgi düzeyi, eğitim öncesi ve sonrası, teorik ve maket ile uygulamalı olarak, 2 aşamada değerlendirilmiştir. Anket ve uygulama 10 puan üzerinden değerlendirilmiş olup, alınan puanlar kötü, orta ve iyi olarak, üç kategoriye ayrılarak (kötü≤3, 4≤orta≤7, 8≤iyi) öğrencilerin seviye belirlemesi yapılmıştır.

Bulgular: Anketteki tüm sorulara doğru cevap verme oranları ve maket üzerindeki tüm temel yaşam desteği uygulamaları, eğitim sonrasında önemli oranda artış göstermiştir. Eğitim öncesinde teorik bilgi (anket) puanları 1.9±1.01'den eğitim sonrasında 9.1±0.75 puana, uygulama bilgi düzeyleri ise; 0.9±1.27'den 8.9±0.97 puana yükseldi ve bu puan artışları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<.001$). Öğrencilerin temel yaşam desteği hakkında kendilerine vermiş oldukları özgüven puanları eğitim öncesinde 2.5±0.85'den eğitim sonrasında 7.0±0.96 puana yükseldi ve istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($P<.001$).

Sonuç: Diş hekimliği öğrencileri, diş hekimliği kariyerleri boyunca herhangi bir zamanda ortaya çıkabilecek önemli bir tıbbi acil durum olan, kardiyak arrest yönetimine yönelik bilgi ve becerilerini geliştirecek olan düzenli temel yaşam desteği eğitimi almaları çok önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Bilgi, diş hekimliği öğrencileri, eğitim, öz güven, temel yaşam desteği

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to evaluate the basic life support knowledge, the self-confidence of applying basic life support, before and after the education of senior dentistry students.

Methods: 96 senior dentistry students participated in this study. The basic life support knowledge level assessment was carried out in 2 stages, before and after the training, theoretically and practically with a model. The questionnaire and the application were evaluated over 10 points, and the students' level was determined by dividing the scores into three categories as bad, moderate and good (bad≤3, 4≤medium≤7, 8≤good).

Results: The rates of correct answers to all questions in the questionnaire and all basic life support applications on the model increased significantly after the training. Theoretical knowledge (questionnaire) scores before the training went from 1.9±1.01 to 9.1±0.75 points after the training. It increased from 0.9±1.27 to 8.9±0.97 points, and these score increases were statistically significant ($P<.001$). The self-confidence scores of the students about basic life support increased from 2.5±0.85 before the education to 7.0±0.96 points after the education and were found to be statistically significant ($P<.001$).

Conclusion: It is essential that dental students receive regular basic life support training that will develop their knowledge and skills in managing cardiac arrest, an important medical emergency that can occur at any time during their dental career.

Keywords: Knowledge, dental students, education, self-confidence, basic life support

Geliş Tarihi/Received 28.09.2022
Kabul Tarihi/Accepted 31.07.2023
Yayın Tarihi/Publication Date 28.07.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

Şimşek ÇELİK

E-mail: drsimsek19@gmail.com

Cite this article: Çelik Ş, Tekin Y.K. Current Basic Life Support for Senior Dentistry Students Evaluation of Knowledge Levels. *Curr Res Dent Sci.* 2024; 34(3): 192-197.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

GİRİŞ

Resüsitasyon ve kardiyopulmoner resüsitasyon (KPR), tıp tarihi kadar eskiye dayanmakta olup, yaklaşık 600 yıldır bilinmektedir. Temel yaşam desteği (TYD) yüzyıllar boyunca gelişerek bugün bilinen çeşitli bileşenlerini içermektedir.¹ Ani kardiyak arrestin tanınması, ardından acil müdahale sisteminin aktivasyonu, erken KPR ve otomatik eksternal defibrilatör (OED) ile hızlı defibrilasyon temel yaşam desteğinin bileşenlerini oluşturmaktadır.²

Amerika Birleşik Devletleri'nde ve İngiltere'de bir yılda hastane dışında görülen kardiyak arrest vaka sayısı 155.000 ve 28.729 kişi olarak bildirilmiştir. Bu ülkelerde hastane dışı kardiyak arrest sonrası taburcu olana kadar sağ kalım oranları ise %8 ve %7,9 idi.³⁻⁴ Dünya çapında yapılan araştırmalarda, hastane dışı kardiyak arrest gelişikten sonra benzer sağkalım oranları bulunmuştur. Kardiyak arrest, dünya çapında ölüm ve sakatlığın en önemli nedenlerindedir ve bu durum gelişmekte olan ülkelerde toplam ölümlerin %10'unu oluşturmaktadır.⁵ Hastane dışı kardiyak arrest dünya çapında önde gelen mortalite nedenlerinden biridir.⁴ Kardiyak arrestte doğru TYD uygulanması, profesyonel yardım gelene kadar hasta/yaralının hayatta kalabilmesi için çok önemlidir.⁶

Tüm sağlık çalışanlarının, TYD'yi bilinmesi ve uygulaması temel bir yeterlilik olarak kabul edilmektedir.⁷ Ölüm oranını azaltmak için, sağlık sektöründe çalışan kişiler temel kardiyak yaşam desteği bilgi ve uygulamalarını çok iyi bilmelidir.⁸ Hayatı tehdit eden acil durumlar her an, her yerde ve herkeste meydana gelebilir. Bu tür acil durumların, genellikle artan stres düzeyi nedeniyle dış hekimliği muayenehanesi sınırları içinde meydana gelme olasılığı biraz daha yüksektir. Dış kliniklerde tıbbi acil durumların nedenleri, hastaların psikolojik stresi gibi subjektif faktörler veya bazı invaziv veya ağrılı neden olan işlemler (dış çekimi, kanal tedavisi) gibi objektif faktörler olabilmektedir.⁹ Dış hekimliği muayenehanesinde acil bir durumun etkin yönetimi, sonuç olarak dış hekiminin sorumluluğundadır. Eğitim eksikliği ve tıbbi acil durumlarla başa çıkamama, trajik sonuçlara ve bazen de yasal komplikasyonlara yol açabilmektedir. Bu nedenle, dış hekimleri de dahil olmak üzere sağlık profesyonelleri, tıbbi acil durumları yönetmek için hazırlıklı olmalıdır. Bu nedenle; TYD, acil bir tıbbi durum, tedavi edilene kadar önemli bir araçtır.¹⁰

Dış hekimliği uygulamalarında ani kardiyak arrest olasılığı düşük olsa da TYD konusunda yetkin olmak tüm sağlık profesyonellerinin görevidir.⁷ Doktorlar ve hemşirelerin yanı sıra sağlık profesyonellerinin bir parçası olarak dış hekimleri de hayati tehlike arz eden tıbbi acil durumlarla karşılaşmaktadır. Bir araştırma, 12 aylık çalışma süresi boyunca dış hekimlerinin yaklaşık üçte ikisinin en az bir acil durumla karşı karşıya olduğunu bildirmiştir.¹¹ Ayrıca, dış tedavisi sırasında hastaların kardiyopulmoner arrest nedeniyle öldüğünü gösteren bazı raporlar bulunmaktadır.¹² Ancak yapılan gözlem ve çalışmalarda, sağlık çalışanları dahil olmak üzere uygulayıcıların çoğu zaman doğru ve etkin temel yaşam desteği ve kardiyopulmoner resüsitasyonu yapmadığı ortaya konulmuştur.¹³⁻¹⁴ Hindistan'da yapılan bir araştırma, tıp, dış hekimliği ve hemşirelik fakültesi öğrencileri, doktorlar ve hemşireler üzerinde yaptıkları çalışmada TYD bilgisinin son derece zayıf olduğunu bulmuştur.¹⁵ Güney Afrika'da yapılan bir başka çalışmada, pratisyen hekimlerin TYD konusunda bilgi ve becerilerinin yetersiz olduğu bildirilmiştir.¹⁶ 2009 yılında Pakistan, Karaçi'deki tıp öğrencileri değerlendirildi ve bunların yarısından fazlasının TYD hakkında hiçbir bilgisinin olmadığı tespit edildi.¹² Ayrıca, İngiltere'de genç doktorlar üzerinde yapılan bir araştırmada, TYD eğitimi verilirken bile etkili resüsitasyon yapma konusunda yetersiz oldukları tespit edilmiştir.¹⁶ Literatür sonuçlarına göre, sağlık profesyonellerinin bile TYD konusunda yeterince bilgiye sahip olmadıkları görülmektedir.

Bildiğimiz kadarıyla Türkiye'de dış hekimliği öğrencilerinin TYD bilgi düzeylerini değerlendirmek için herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu nedenle çalışmanın amacı, dış hekimliği son sınıf öğrencilerinin TYD

bilgisini, TYD uygulayabilme öz güvenini eğitim öncesi ve sonrası olarak değerlendirmektir. Bu çalışma, sağlık profesyonellerinin önemli bir parçası olan dış hekimliği aday son sınıf öğrencilerinin mevcut müfredattaki eksikliklerini vurgulayacak ve Türkiye'deki TYD programlarının gelecekteki planlamasına rehberlik etmeye yardımcı olacaktır.

GEREK VE YÖNTEM

Araştırmanın Kapsamı: Bir üniversitedeki dış hekimliği fakültesi son sınıf öğrencilerinin, TYD hakkındaki bilgi düzeylerinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Ortaya çıkan bulgulara göre, dış hekimliği öğrencilerine TYD eğitimleri fakültenin ilk yıllarında ve maketler ile pratik ağırlıklı olarak planlanmalıdır.

Araştırmanın Tipi: Çalışmamız tanımlayıcı kesitsel bir çalışmadır.

Çalışma Dizaynı ve Örneklemin Oluşturulması: 2022-2023 eğitim öğretim yılında, bir üniversitedeki dış hekimliği fakültesi son sınıf öğrencisi olan 105 kişi çalışmamızın evrenini oluşturmaktadır. Çalışmaya katılmak istemeyen 5 kişi ve anket formlarını eksik dolduran 4 kişi çalışma dışı bırakılmış ve 96 öğrenci çalışmanın örneklemini oluşturmuştur. Çalışma eğitim öncesi ve eğitim sonrası değerlendirilmiş olup, eğitim teorik ve maket üzerinde birebir uygulamalı olarak yapılmıştır. Çalışma 2 bölümden oluşmuştur.

Birinci bölümde öğrencilerin demografik verileri, TYD farkındalıkları ve eğitimleri ile ilgili 6 soru ve devamında ise, TYD konusundaki bilgi düzeylerini ortaya koyacak 15 soru yer almıştır. 15 sorunun her birisi için her doğru soruya 2/3 puan ve her yanlış soruya 0 puan verilerek, en az puan alan 0 puan ve en çok puan alan 10 puan olacak şekilde puanlama yapılmıştır. Alınan puanlar kötü, orta ve iyi olarak üç kategoriye ayrılmıştır (kötü≤3, 4≤orta≤7, 8≤iyi).¹⁷ Tam sayı olmayan puanlar en yakın tam sayıya yuvarlanarak puan değerlendirmesi yapılmıştır.

TYD uygulayabilme özgüvenleri açısından öğrencilere "TYD uygulamalarıyla ilgili olarak bilgi düzeyinizi 1-10 arasında puanlayınız" sorusu soruldu ve puanlar kötü, orta ve iyi olarak üç kategoriye ayrıldı (kötü≤3, 4≤orta≤7, 8≤iyi).¹⁷ Anketler yüz yüze yapılmıştır.

TYD ile ilgili bilgi düzeyini ortaya koyan sorular Avrupa Resüsitasyon Konseyi (ECR)'nin 2021 yılında yayınladığı kılavuz esas alınarak ve çoktan seçmeli olarak hazırlanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde ise ECR 2021 kılavuzu esas alınarak maket üzerinde 10 tane yapılması gereken müdahale ile değerlendirme yapılmıştır. Maket üzerindeki değerlendirmelerde öğrenciler birbirinden etkilenmemesi için maket odasına tek tek alınarak değerlendirme yapılmıştır. Maket üzerinde yapılması gereken 10 müdahale için her doğru müdahaleye 1 puan ve her yanlış müdahaleye 0 puan verilerek en az puan alan 0 puan ve en çok puan alan 10 puan olacak şekilde puanlama yapılmıştır. Alınan puanlar kötü, orta ve iyi olarak üç kategoriye ayrılmıştır (kötü≤3, 4≤orta≤7, 8≤iyi).¹⁷

Öğrencilere acil tıp uzman doktoru tarafından TYD teorik ve maket ile pratik eğitim verilmiştir. Ankette yer alan sorular ve maket üzerinde yapılan tüm değerlendirmeler eğitim öncesi ve sonrası olarak karşılaştırılmıştır.

İstatistiksel Değerlendirme: Çalışmamızda elde edilen veriler IBM SPSS Statistics 22 (IBM Statistical Package for Social Sciences Corp., Armonk, NY, ABD) programına yüklenerek bulgular elde edilmiştir. Katılımcıların özelliklerini tanımlamak ve sorulara verilen yanıtların doğruluğunu göstermek için ortalamalar, standart sapma (SD), frekans ve yüzdeler kullanılmıştır. Normal dağılım olup olmadığı Shapiro-Wilk's W-testi ile değerlendirilmiştir. Normal dağılım olmaması nedeniyle frekans verileri için Mc Nemar testi, ordinal veriler için ise Wilcoxon testi kullanılmıştır. P<0.05 olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Çalışmanın sosyodemografik verileri Tablo 1'de gösterilmiştir. Katılımcıların çoğu kadındır (%58.3), öncesinde TYD kursuna büyük çoğunluğu katılmamıştır (%95.8) ve önceden hiçbir katılımcı hastaya TYD uygulamamıştır (Tablo 1).

Ankette bulunan toplam 15 sorunun eğitim öncesi ve sonrasında, doğru/yanlış cevap sayıları ile birlikte yüzdeleri sunulmuştur. Tüm sorulara doğru cevap verme oranları eğitim sonrasında önemli oranda artış göstermiştir (Tablo 2, Şekil 1).

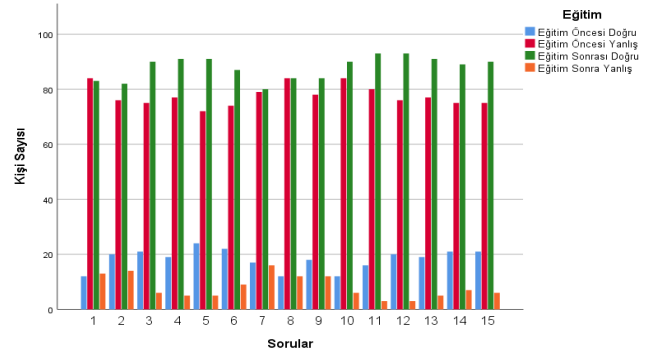
Tablo 1. Katılımcıların sosyodemografik özellikleri

Yaş	Ort. ± SD	23.2±1.0	
Cinsiyet		n	%
	Kadın	56	58.3
	Erkek	40	41.7
	Toplam	96	100
TYD kursuna katılım			
	Evet	4	4.2
	Hayır	92	95.8
	Toplam	96	100
Hastada TYD uygulama			
	Evet	0	0
	Hayır	96	100
	Toplam	96	100

Tablo 2. Katılımcıların anket ile belirlenen eğitim öncesi ve sonrası güncel TYD ile ilgili bilgi düzeyleri

Eğitim durumu	Eğitim öncesi değerlendirme (%)		Eğitim sonrası değerlendirme (%)	
	Doğru	Yanlış	Doğru	Yanlış
Bilgi soruları				
1. TYD uygularken eğer eğitimli değilseniz ya da kurtarıcı soluk veremiyorsanız dakikada kaç göğüs basısı yapılması önerilmektedir.	12(12.5)	84(87.5)	83(86.5)	13(13.5)
2. Temel yaşam desteği esnasında nabız kontrolü için en az kaç saniye harcanması önerilmektedir.	20(20.8)	76(79.2)	82(85.4)	14(14.6)
3. Erişkin hastalarda göğüs kompresyonu esnasında çökme derinliği kaç cm olmalıdır.	21(21.9)	75(78.1)	90(93.8)	6(6.3)
4. Göğüs kompresyonu hangi bölgeye uygulanır.	19(19.8)	77(80.2)	91(94.8)	5(5.2)
5. Aracınızla şehirlerarası karayolunda ilerlerken henüz meydana gelmiş bir trafik kazası ile karşılaştınız. Kazazedelerden birisinin baygın halde karayolunda yatmakta olduğunu gördünüz. Hastaya TYD uygulamak için aracınızdan indiniz. Öncelikle yapılması gereken aşağıdakilerden hangisidir?	24(25)	72(75)	91(94.8)	5(5.2)
6. Yetişkin hastalarda göğüs kompresyonu ve ventilasyon oranı nedir?	22(22.9)	74(77.1)	87(90.6)	9(9.4)
7. Bir kaza alanında bilinci kapalı, uyarılara yansız, solunumun iç çekme tarzında ve düzensiz olduğu bir çocuğa müdahale ediyorsunuz. Nabızı 60/dk olan bu çocukta öncelikle, aşağıdakilerden hangisinin yapılması önerilmektedir.	17(17.7)	79(82.3)	80(83.3)	16(16.7)
8. Bilinci kapalı uyarılara yansız halde bulunan 1 yaş altı çocuklarda hem halkan kurtarıcılar hem de sağlık çalışanları için nabız kontrolünün hangi arterden yapılması önerilmektedir.	12(12.5)	84(87.5)	84(87.5)	12(12.5)
9. Temel yaşam desteğinde kardiyopulmoner arrest olma nedeni asfiksiye bağlı değilse hava yolu(A), solunum(B) ve dolaşım(C) müdahale sıralaması nasıl olmalıdır.	18(18.8)	78(81.3)	84(87.5)	12(12.5)
10. Temel yaşam desteği sırasında nabız kaç dakika aralıklarla kontrol edilmelidir.	12(12.5)	84(87.5)	90(93.8)	6(6.3)
11. Solunumu durmuş bir kişide kaç dakika sonra beyinde geri dönüşümsüz hasar oluşmaya başlar.	16(16.7)	80(83.3)	93(96.9)	3(3.1)
12. Temel yaşam desteği uygulamalarının içeriğinde aşağıdakilerden hangileri bulunmaktadır? a-Kalp masajı, b-Suni solunum uygulama, c-Otomatik eksternal defibrilatör	20(20.8)	76(79.2)	93(96.9)	3(3.1)
13. Otomatik eksternal defibrilatör kimler tarafından kullanılabilir?	19(19.8)	77(80.2)	91(94.8)	5(5.2)
14. Aşağıdaki özelliklerden hangisine sahip hasta koma pozisyonuna alınarak 112 ekipleri beklenir?	21(21.9)	75(78.1)	89(92.7)	7(7.3)
15. Temel yaşam desteğinde hava yolu açma ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?	21(21.9)	75(78.1)	90(93.8)	6(6.2)

Mc Nemar testi



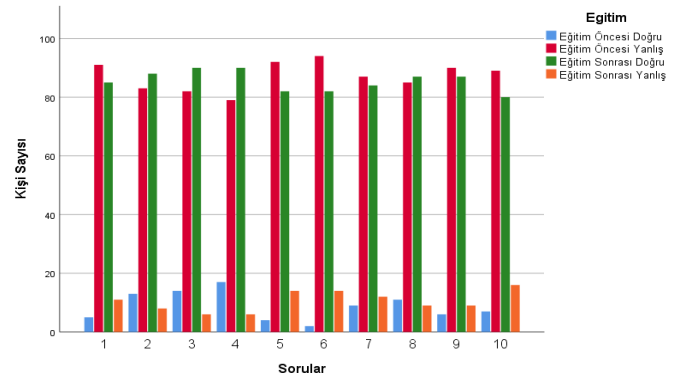
Şekil 1. Katılımcıların anket ile belirlenen eğitim öncesi ve sonrası güncel TYD ile ilgili bilgi düzeyleri

Maket üzerinde yapılan temel yaşam desteğinde, öğrencilerin eğitim öncesi ve sonrası olarak, uygulamaları yapıp yapamadıkları sayı ve yüzde olarak gösterilmiştir. Maket üzerinde gerçekleştirilen temel yaşam desteği pratiğinde, eğitim sonrasında tüm uygulamaların doğru olarak gerçekleştirilebilmesi, önemli oranda artış göstermiştir (Tablo 3, Şekil 2).

Tablo 3. Katılımcıların TYD uygulamasını eğitim öncesi ve sonrasında yapabileceği durumları

Eğitim durumu	Eğitim öncesi değerlendirme (%)		Eğitim sonrası değerlendirme (%)	
	Doğru	Yanlış	Doğru	Yanlış
Maket üzerinde TYD uygulamaları				
1. Kendisinin, hastanın ve olay yerinin güvenliğini kontrol etti.	5(5.2)	91(94.8)	85(88.5)	11(11.5)
2. Hastanın bilinç durumunu kontrol etti.	13(13.5)	83(86.5)	88(91.7)	8(8.3)
3. Nabız kontrolü yaptı ve göğüs kompresyonunu doğru yere uyguladı.	14(14.6)	82(85.4)	90(93.8)	6(6.2)
4. Acil yanıt sistemini aktive etti.	17(17.7)	79(82.3)	90(93.8)	6(6.2)
5. Suni solunum desteği uygularken burun kapatılarak efektif yaptı.	4(4.2)	92(95.8)	82(85.4)	14(14.6)
6. Etrafta başkaları varken otomatik eksternal defibrilatör için birisini yönlendirdi.	2(2.1)	94(97.9)	82(85.4)	14(14.6)
7. Hava yolu açıklığını uygun pozisyon ile (baş geri çene yukarı) sağlayabildi.	9(9.4)	87(90.6)	84(87.5)	12(12.5)
8. 100-120/dakika hız ile göğüs kompresyonu uyguladı.	11(11.5)	85(88.5)	87(90.6)	9(9.4)
9. Kompresyon/ventilasyon oranı (30/2) ve kompresyon derinliği uygun olarak yaptı.	6(6.3)	90(93.8)	87(90.6)	9(9.4)
10. Göğüs kompresyonu uygularken, hastanın göğsüne dik olarak durdu, her kompresyondan sonra ellerini hastanın göğsünden kaldırmadan devam etti ve dirsekler bükülmeden kompresyon yaptı.	7(7.3)	89(92.7)	80(83.3)	16(16.7)

Mc Nemar testi



Şekil 2. Katılımcıların TYD uygulamasını eğitim öncesi ve sonrasında yapabileceği durumları

Katılımcıların teorik(anket), uygulamadaki bilgi düzeyleri, eğitim öncesi ve sonrasında iyi, orta ve kötü olarak sayı ve yüzdeleri verilmiştir. Eğitim öncesi anketteki sorulara verilen yanıtların değerlendirilmesinde iyi düzeyde olan öğrenci sayısı 0 (%) iken, eğitim sonrasında bu sayı 93'e (96.9) yükselmiştir. Kötü bilgi düzeyine sahip öğrenci, eğitim öncesinde 79 (82.3) iken, eğitim sonrasında kötü bilgi düzeyine sahip öğrenci kalmamıştır. Eğitim öncesi uygulama bilgi düzeyi iyi olan öğrenci sayısı 5 (5.2) iken, eğitim sonrasında bu sayı 88 (91.7) olarak artmıştır. Eğitim öncesi ve eğitim sonrasında uygulama bilgi düzeyi kötü olan öğrenci bulunmamaktadır, teorik ve uygulama bilgi düzeylerindeki değişim sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($P<.001$) (Tablo 4)

Eğitim öncesi ve sonrasındaki, teorik bilgi (anket) ve pratik (maket üzerinde) bilgi değerlendirme puanlarının ortalama, minimum ve maksimum değerleri sunulmuştur. Eğitim öncesinde teorik bilgi (anket) puanları 1.9 ± 1.01 'den eğitim sonrasında 9.1 ± 0.75 puana, uygulama bilgi düzeyleri ise; 0.9 ± 1.27 'den 8.9 ± 0.97 puana yükseldi ve bu puan artışları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<.001$) (Tablo 5).

Öğrencilerin TYD hakkında kendilerine vermiş oldukları özgüven puanları eğitim öncesinde 2.5 ± 0.85 'den eğitim sonrasında 7.0 ± 0.96 puana yükseldi ve istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($P<.001$) (Tablo 5).

Tablo 4. Teorik ve uygulama eğitimi öncesi ve sonrasındaki iyi, orta ve kötü düzeydeki katılımcı sayısı

	Eğitim Öncesi		Eğitim Sonrası		p
	Kişi (%)	Kişi (%)	Kişi (%)	Kişi (%)	
Teorik (anket) bilgi düzeyi	İyi	0(0)	93(96.9)		<0.001
	Orta	7(17.7)	3(3.1)		
	Kötü	79(82.3)	0(0)		
	Toplam	96(100)	96(100)		
Uygulama bilgi düzeyi	İyi	5(5.2)	88(91.7)		<0.001
	Orta	91(94.8)	8(8.3)		
	Kötü	0(0)	0(0)		
	Toplam	96(100)	96(100)		

Wilcoxon testi işaret testi

Tablo 5. Katılımcıların eğitim öncesi ve sonrası teorik ve pratik uygulama puanları, özgüven verileri

	Eğitim Öncesi				Eğitim Sonrası				p
	n	Mean±SS	Min.	Max.	n	Mean±SS	Min.	Max.	
Teorik bilgi (anket) değerlendirme puanı	96	1.9 ± 1.01	0.67	4.67	96	9.1 ± 0.75	6.67	10.0	<0.001
Pratik bilgi değerlendirme puanı	96	0.9 ± 1.27	0.0	5.0	96	8.9 ± 0.97	5.0	10.0	<0.001
TYD özgüven puanı	96	2.5 ± 0.85	1.0	5.0	96	7.0 ± 0.96	5.0	9.0	<0.001

Wilcoxon testi işaret testi

TARTIŞMA

Çalışmamızda eğitim öncesinde yapılan TYD bilgilerini irdeleyen anket sorularına ve maket üzerinde yapılan pratik değerlendirmeye göre TYD bilgi ve uygulamalarının çok yetersiz olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, diş hekimliği son sınıf öğrencilerinin TYD ile ilgili bilgi ve pratik becerilerinin çok zayıf olduğunu göstermektedir. İran'da 80 diş hekimi ile yapılan bir çalışmada, sadece %6'sı KPR ile ilgili sorulara tam ve doğru yanıt verebilmişlerdir. Ayrıca aynı çalışmada, doğru bir şekilde KPR uygulayanların oranı %3,75 olarak rapor edilmiştir.¹⁸ Laurent ve arkadaşları son sınıf diş hekimliği öğrencilerinin KPR bilgisinin zayıf olduğunu bildirmişlerdir.¹⁹ Benzer şekilde önceki çalışmalarda, diş hekimliği öğrencilerinin TYD bilgilerinin eğitimden önce çok zayıf olduğunu göstermiştir.²⁰⁻²² Bulgularımızın diğer çalışmalar ile uyumlu olduğu görüldü. Diş hekimliği son sınıf öğrencileri bir yıl sonra, sağlık hizmetinin önemli bir parçası olan diş hekimleri olarak aktif görev

yapacak kişiler olması nedeniyle, CPR uygulayabilecek bilgi ve becerilere sahip olması beklendiğinden ve gerekli bir durum ortaya çıktığında lider olarak görüldüklerinden bu durum endişe vericidir.

Diş hekimliği alanında çalışmak, yaşamı tehdit eden acil durumlara yol açan risklerle doludur çünkü diş işlemleri, nefes almayı sağlayan ağız boşluğunda gerçekleştirilmektedir. Diş bakımı sırasında hastaların ölümü durumunda diş hekimlerinin ihmali, dünya çapında diş hekimliğiyle ilgili yasal davaların önde gelen nedenlerinden birisidir.²³ Kore'de diş hekimliği alanındaki tıbbi uyumsuzlukların örneklerini analiz eden bir araştırma, bu oranın tüm tıbbi uyumsuzluklar arasında ikinci sırada olduğunu bildirmiştir.²⁴ Bu yasal sorunlar göz önüne alındığında, her diş hekimi, diş hekimliği muayenehanesinde ortaya çıkan acil durumları verimli bir şekilde yönetmek için çeşitli protokollere (TYD gibi) aşına olması gerekmektedir. Ayrıca, TYD eğitimindeki güncel kılavuzları takip etmeli ve bu kılavuzlar hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Verilerimize göre; öğrencilerin sadece 4 (%4.2)'ü daha önce TYD kursu almıştır; bu Nijerya, Pakistan ve Birleşik Krallık'tan bildirilen düşük eğitim seviyeleri ile uyumlu olduğu görülmüştür.^{21, 25, 26}

Çalışmamızda teorik ve pratik eğitim yapılmış olup, sonuçlarımızı göre; eğitim öncesinde, teorik bilgi düzeyi; iyi olan katılımcı sayısı 0 (%0), orta olan 17(%17.7), kötü olan, 79 (%82.3) ve uygulama bilgi düzeyi; iyi olan katılımcı sayısı 5 (%5.2), orta olan 91 (%94.8), kötü olan 0 (%0) kişidir. Eğitim sonrasında ise; iyi olan katılımcı sayısı 93 (%96.9), orta olan 8(%8.3), kötü olan, 0 (%0) ve uygulama bilgi düzeyi; iyi olan katılımcı sayısı 88 (%91.7), orta olan 91 (%94.8), kötü olan 0 (%0) kişidir. Eğitim sonrasında KPR'a ilişkin teorik bilginin KPR uygulamasında yeterlilik anlamına gelmediğini bilmek önemlidir. KPR'de yeterlilik, düzenli uygulamalı eğitim ve TYD'de tekrarlayan eğitim yoluyla elde edilebilmektedir.^{21, 27} Zaheer ve Haque, tıp fakültesi süresince düzenli TYD eğitimi ve bu eğitimlerin tekrarlanmasının, kursun sonunda TYD becerilerinin korunmasını sağlayacağını öne sürmüşlerdir.²⁵ Pande ve ark. TYD eğitiminin 1. yılda yılda tıp müfredatına dahil edilmesini ve eğitimin her yıl tekrarlanmasını önermişlerdir.²⁸ Chaudhary ve ark. ve Ruesseler ve ark., yaşamı tehdit eden acil durumların yönetimindeki becerilerin geliştirilmesinde simülasyona dayalı müdahalenin önemini vurgulamışlardır.^{29, 30} Ayrıca, Abbas ve ark. CPR eğitimini takiben TYD bilgi ve becerilerinin geliştiğini göstermiştir.³¹ Sonuçlarımızı göre eğitim sonrasında katılımcıların bilgi ve uygulama becerileri anlamlı düzeyde artmıştır. Sonuçlarımız diğer çalışma verileri ile desteklenmektedir.

Bu çalışmanın sonuçları, 10 puan üzerinden değerlendirilen, teorik bilgi değerlendirme puanları, eğitim öncesinde 1.9 ± 1.01 iken, eğitim sonrasında 9.1 ± 0.75 puana ve pratik bilgi değerlendirme puanları ise, 0.9 ± 1.27 'den 8.9 ± 0.97 puana yükselmiş olup, TYD teorik ve pratik eğitimi sonrası puanlarda önemli bir artış olduğunu göstermektedir. Çalışmamızda yapılan teorik ve maket ile yapılan pratik eğitim sonucunda katılımcıların teorik bilgi ve uygulama becerileri önemli düzeyde artmıştır. Bulgularımız Owojuyigbe ve ark. tarafından yapılan çalışma ile uyumludur. Çalışmalarında 68 diş hekimliği öğrencisini değerlendirmişler ve eğitim öncesi puan $4,7\pm 1,47$ iken, eğitim sonrası puanın $8,04 \pm 1,47$ olarak önemli düzeyde arttığını tespit etmişlerdir.²¹ TYD eğitimi takiben See youn Kim ve ark. tarafından 98 diş hekimliği öğrencisine yapılan benzer bir çalışmada, 100 puanlık bir ölçüğe göre değerlendirme yapılmış, TYD bilgisinin toplam puanı eğitimden önce ve sonra, $55,6 \pm 16,7$ 'den $81,2 \pm 15,9$ puana yükselmiş ve TYD uygulama becerilerinin toplam puanı ise eğitimden önce ve sonra $43,2 \pm 11,0$ 'dan $91,4 \pm 7,7$ puana yükselmiş olup bu sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.²⁰ Benzer şekilde diğer çalışmalar da eğitimden sonra alınan puanların anlamlı oranda yükseldiğini göstermiştir.^{10, 22}

Verilerimize göre, TYD uygulayabilmek için katılımcıların, 10 puan üzerinden kendilerine verdikleri özgüven puanı eğitim öncesinde 2.5 ± 0.85 iken, eğitim sonrasında 7.0 ± 0.96 olarak belirgin bir şekilde yükselmiştir. Katılımcıların özgüven puanının, eğitim sonrasında anlamlı

şekilde arttığı görülmüştür ($p=0.001$). Yakın tarihte diş hekimliği öğrencileri ile yapılan acil tıbbi müdahale ile ilgili bir anket çalışmasında, katılımcıların yarısından fazlasının (%55.2) diş hekimliği muayenelerinde meydana gelebilecek acil tıbbi durumlar ile başa çıkma konusunda kendisini yetersiz hissettiği bildirilmiştir.³² Yılmaz ve ark. TYD eğitimi sonrasında katılımcıların özgüvenlerinin arttığını bildirmişlerdir. 289 tıp fakültesi öğrencisi ile yapmış oldukları bir çalışmada eğitim sonrasında, KPR uygulaması ile ilgili olarak, yapamam ve belki diyen katılımcı sayısı belirgin olarak azalmış, yaparım ve kesinlikle yaparım diyen katılımcı sayısı ise anlamlı oranda artmıştır.³¹ Benzer şekilde önceki çalışmalarda, katılımcıların öz güvenlerinin TYD eğitimden sonra anlamlı oranda arttığını göstermektedir.^{19, 33} Verilerimiz diğer çalışmalar ile uyumlu olarak bulunmuştur.

SINIRLILIKLAR

Çalışma tek merkezde yapılmış olup, 96 öğrencinin Türkiye'deki toplam Diş Hekimliği Öğrencisi sayısını tam olarak temsil etmemektedir. Diğer bir sınırlama ise TYD becerileri hakkında anında ve nesnel geri bildirim sağlayabilen simülörlerin kullanılmamasıydı.

SONUÇ

Bu çalışma, bir grup diş hekimliği öğrencisinin TYD bilgisinin ve pratik becerilerinin TYD eğitiminden önce yetersiz olduğunu ortaya koymuştur. Ancak teorik ve uygulamalı eğitim, katılımcıların TYD bilgi ve pratik becerileri üzerinde olumlu etki göstermiştir. Bu nedenle, tüm diş hekimliği öğrencilerinin, diş hekimliği kariyerleri boyunca herhangi bir zamanda ortaya çıkabilecek önemli bir tıbbi acil durum olan, kardiyak arrest yönetimine yönelik bilgi ve becerilerini geliştirecek olan düzenli TYD eğitimi almaları çok önemlidir.

Etik Komite Onayı: Çalışmamızın etik kurul onayı 19.10.2022 tarihli Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu toplantısında 2022-10/32 sayılı kararıyla alınmıştır.

Hasta Onamı: Katılımcılardan sözlü olarak alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Diş bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – Ş. C.; Tasarım – Ş. C.; Denetleme – Ş. Ç., Y.K.T.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – Ş. Ç., Y.K.T.; Analiz ve/veya Yorum – Y. K. T.; Literatür Taraması – Ş. C.; Yazıyı Yazan – Ş. C.; Eleştirel İncelemesi – Y. K. T.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Ethics Committee Approval: Ethics committee approval for our study was received at the Sivas Cumhuriyet University Non-Interventional Clinical Research Ethics Committee meeting dated 19.10.2022, with the decision numbered 2022-10/32.

Informed Consent: Obtained verbally from the participants.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept - Ş. C.; Design – Ş. C.; Auditing – Ş. Ç., Y.K.T.; Data Collection and/or Processing – Ş. Ç., Y.K.T.; Analysis and/or Comment – Y. K. T.; Literature Review – Ş. C.; Written by – Ş. C.; Critical Review – Y. K. T.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKLAR

- Chilappa R, Waxman MJ. Basic life support awareness and knowledge in high school students. *Kansas J Med.* 2021;14: 38.
- Perkins GD, Travers AH, Berg RA, et al. Part 3: adult basic life support and automated external defibrillation: 2015 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation.* 2015; 95:e43–e69. doi: 10.1016/j.resuscitation.2015.07.041.
- Brady WJ, Mattu A, Slovis CM. Lay responder care for an adult with out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med.* 2019;381(23):2242–2251.
- Myat A, Song KJ, Rea T. Out-of-hospital cardiac arrest: current concepts. *Lancet.* 2018;391(10124):970-979. doi: 10.1016/S0140-6736(18)30472-0.
- Aroor AR, Saya RP, Attar NR, Saya GK, Ravinanthan M. Awareness about basic life support and emergency medical services and its associated factors among students in a tertiary care hospital in South India. *J Emerg Trauma Shock.* 2014;7(3):166. doi: 10.4103/0974-2700.136857.
- De Buck E, Van Remoortel H, Dieltjens T, et al. Evidence-based educational pathway for the integration of first aid training in school curricula. *Resuscitation.* 2015;94:8-22. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.06.008>
- Mac Giolla Phadraig C, Ho JD, Guerin S, et al. Neither Basic Life Support knowledge nor self-efficacy are predictive of skills among dental students. *Eur J Dent Educ.* 2017;21(3):187-192.
- Roshana S, Batajoo K, Piryani R, Sharma M. Basic life support: knowledge and attitude of medical/paramedical professionals. *World J Emerg Med.* 2012;3(2):141. doi: 10.5847/wjem.j.issn.1920-8642.2012.02.011.
- Jing Q, Wan K, Ma L, Zhao J. Medical Emergencies in Dental Clinics: A Survey of 2013 Dentists in China. *Chinese Med Sci J.* 2020; 35(4): 342-349.
- Narayan DP, Biradar SV, Reddy MT, Sujatha BK. Assessment of knowledge and attitude about basic life support among dental interns and postgraduate students in Bangalore city, India. *World J Emerg Med.* 2015; 6: 118–122.
- Müller M, Hänsel M, Stehr S, Weber S, Koch T. A state-wide survey of medical emergency management in dental practices: incidence of emergencies and training experience. *Emerg Med J.* 2008; 25(5):296–300. doi: 10.1136/emj.2007.052936.
- Kandray DP, Pieren JA, Benner RW. Attitudes of Ohio dentists and dental hygienists on the use of automated external defibrillators. *J Dent Educ.* 2007;71(4):480–486.
- Lin Y, Cheng A, Grant VJ, Currie GR, Hecker KG. Improving CPR quality with distributed practice and real-time feedback in pediatric healthcare providers – A randomized controlled trial. *Resuscitation.* 2018; 130:6-12.
- Binkhorst M, Coopmans M, Draaisma JMT, Bot P, Hogeveen M. Retention of knowledge and skills in pediatric life support amongst pediatricians. *Eur J Pediatr.* 2018; 177:1089-99.
- Chandrasekaran S, Kumar S, Bhat SA. Awareness of basic life support among medical, dental, nursing students and doctors. *Indian J Anaesth.* 2010;54(2):121
- Irfan B, Zahid I, Khan MS, et al. Current state of knowledge of basic life support in health professionals of the largest city in Pakistan: a cross-sectional study. *BMC Health Service Res.* 2019;19(1):1-7.
- Yeşilbaş O, Kıtır HS. Türkiye'deki çocuk hekimlerinin temel yaşam desteği ile ilgili farkındalığı ve bilgi düzeyi. *J Pediatr Emerg Int Care Med.* 2019;6:58-65.

18. Jamalpour MR, Asadi HK, Zarei K. Basic life support knowledge and skills of Iranian general dental practitioners to perform cardiopulmonary resuscitation. *Niger Med J.* 2015; 56 (2):148–152.
19. Laurent F, Augustin P, Nabet C, Ackers S, Zamaroczy D, Maman L. Managing a cardiac arrest: Evaluation of final-year predoctoral dental students. *J Dent Educ.* 2009;73(2):11-17.
20. Kim SY, Shin D, Kim HJ, Karm MH. Changes of knowledge and practical skills before and after retraining for basic life support: Focused on students of Dental School. *Int J Med Sci.* 2020;17(18):3082.
21. Owojuyigbe AM, Adenekan AT, Faponle AF, Olateju SO. Impact of basic life support training on the knowledge of basic life support in a group of Nigerian Dental Students. *Niger Postgrad Med J.* 2015; 22: 164-168.
22. Al-Shamiri HM, Al-Maweri SA, Shugaa-Addin B, Alaizari NA, Hunaish A. Awareness of basic life support among Saudi dental students and interns. *Eur J Dent.* 2017;11:521-525.
23. Vashist A, Parhar S, Gambhir RS, Sohi RK, Talwar PP. Legal modalities in dental patient management and professional misconduct. *SRM J Res Dent Sci.* 2014;5:91.
24. Kwon BK, Ahn HJ, Kang JK, Kim CY, Choi JH. The jurisdictional precedent analysis of medical dispute in dental field. *J Oral Med Pain.* 2006;31:283–296.
25. Zaheer H, Haque Z. Awareness about BLS (CPR) among medical students: Status and requirements. *J Pak Med Assoc.* 2009;59:57-9
26. Mastoridis S, Shanmugarajah K, Kneebone R. Undergraduate education in trauma medicine: The students' verdict on current teaching. *Med Teach.* 2011;33:585-587.
27. Edomwonyi NP, Isesele TO, Edobor FE, Esangbedo S, Afolayan J. A survey of the knowledge of cardiopulmonary resuscitation and the impact of training on nurses at the University of Benin teaching hospital, Nigeria. *West Afr J Med.* 2013;32:239-42.
28. Pande S, Pande S, Parate V, Pande S, Sukhsohale N. Evaluation of retention of knowledge and skills imparted to first-year medical students through basic life support training. *Adv Physiol Educ.* 2014;38:42-45.
29. Chaudhary A, Parikh H, Dave V. Current scenario: Knowledge of basic life support in medical college. *Nat J Med Res.* 2011;1:80-2.
30. Ruesseler M, Weinlich M, Müller MP, Byhahn C, Marzi I, Walcher F. Simulation training improves ability to manage medical emergencies. *Emerg Med J.* 2010;27:734-738.
31. Yılmaz A, Sabırlı R, Seyit M, Özen M. Temel Yaşam Desteği Eğitimi Alan Tıp Fakültesi Öğrencilerinin Bilgi ve Beceri Düzeyleri. *Van Tıp Dergi.* 2019;26(3):324-330.
32. Hashim R, Mathew LS, Rustom S, Amer F, Odeh R. Emergency medical care in dentistry: A cross sectional analysis of competencies for undergraduate students. *Int J Crit Illness Inj Sci.* 2021;11(1):33.
33. Sopka S, Biermann H, Druener S, et al. Practical skills training influences knowledge and attitude of dental students towards emergency medical care. *Eur J Dent Educ.* 2012;16(3):179-186.

The Effect of Different Caries Removal Methods on The Surface Hardness and Micro-tensile Bond Strength

Farklı Çürük Temizleme Yöntemlerinin Yüzey Sertliği ve Mikrogerilme Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi

Nurcan ÖZAKAR¹



¹ Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry Atatürk University, Erzurum, Türkiye

Selin NACAK DOĞUŞ¹



¹ Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry Atatürk University, Erzurum, Türkiye



ABSTRACT

Objective: This study aims to evaluate the effects of five different caries removal methods on caries removal effectiveness according to microhardness and micro tensile bond strength values.

Materials: In this study, for the microhardness test, micro-tensile bond strength test ($n = 10$) SEM analysis ($n = 2$), and a total of 72 human molar teeth were used. Caries lesions were removed with conventional (steel bur, ceramic bur, polymer bur) methods, chemomechanical method (Brix-3000), and fluorescence-aided caries excavation method (Siroinspect). Then, teeth were sectioned longitudinally through the cavity center and were subjected to the microhardness test, micro tensile test, and SEM atomic analysis. Statistical analyses were performed using one-way ANOVA and Duncan post-hoc tests.

Results: A statistically significant difference was found between all caries removal methods and measurement levels at certain distances from the cavity floor (0, 25, 50, 75 μm) ($P < .05$). As a result of the microhardness test, the group in which the fluorescence-aided caries removal method was applied was significantly higher than those in which the other caries removal methods were applied ($P < .05$). According to the results of the micro tensile bond strength test, a significant difference was found between the groups where Siroinspect, BRIX-3000, steel bur caries removal methods were applied and the groups of polymer bur and ceramic bur ($P < .05$).

Conclusion: According to the results obtained from this study, the Siroinspect device in the category of FACE method can be a reliable alternative to traditional caries removal methods.

Keywords: Caries removal, Dentine, Microhardness, Micro tensile bond strength, SEM

Öz

Amaç: Bu çalışma, mikrosertlik ve mikro çekme bağlanma mukavemeti değerlerine göre beş farklı çürük giderme yönteminin çürük giderme etkinliği üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Gereçler: Bu çalışmada mikrosertlik testi için mikro çekme bağlanma dayanımı testi ($n=10$) SEM analizi ($n=2$) ve toplam 72 adet insan ağız dişi kullanıldı. Çürük lezyonları geleneksel (çelik frez, seramik frez, polimer frez) yöntemler, kemomekanik yöntem (Brix-3000) ve floresans destekli çürük kazı yöntemi (Siroinspect) kullanılarak uzaklaştırıldı. Daha sonra dişler kavite merkezinden uzunlamasına kesilerek mikrosertlik testi, mikro çekme testi ve SEM atom analizine tabi tutuldu. İstatistiksel analizler, tek yönlü ANOVA ve Duncan post-hoc testleri kullanılarak yapıldı.

Bulgular: Tüm çürük giderme yöntemleri ile kavite zemininden belirli mesafelerde (0, 25, 50, 75 μm) ölçüm seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ($P < .05$). Mikrosertlik testi sonucunda floresans destekli çürük giderme yönteminin uygulandığı grup, diğer çürük giderme yöntemlerinin uygulandığı gruba göre anlamlı derecede yüksekti ($P < .05$). Mikro çekme bağlanma mukavemeti testi sonuçlarına göre Siroinspect, BRIX-3000, çelik frez çürük giderme yöntemlerinin uygulandığı gruplar ile polimer frez ve seramik frez grupları arasında anlamlı fark bulundu ($P < .05$).

Sonuç: Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre FACE yöntemi kategorisinde yer alan Siroinspect cihazı, geleneksel çürük giderme yöntemlerine güvenilir bir alternatif olabilir.

Anahtar Kelimeler: Çürük giderme, Dentin, Mikrosertlik, Mikro çekme bağlanma mukavemeti, SEM

Geliş Tarihi/Received 06.04.2023
Kabul Tarihi/Accepted 18.01.2024
Yayın Tarihi/Publication Date 28.07.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:
Nurcan ÖZAKAR

E-mail: nurcan.ozakar@hotmail.com

Cite this article: Özakar N, Nacak Doğuş S. The Effect of Different Caries Removal Methods on The Surface Hardness and Micro-tensile Bond Strength. *Curr Res Dent Sci*. 2024; 34(3): 198-203.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

INTRODUCTION

The principle of conservative tooth cavity preparation has gained popularity with the development of bonding systems that make it sufficient to remove minimal tooth tissue to ensure retention and resistance form.^{1,2} According to the conservative approach, the path followed in the treatment of caries lesions, to prevent the progression of the caries lesion, is the removal of infected dentin areas, the protection of affected tissues, and the restoration of endurance and function to continue.^{3,4} Traditionally, caries tissue is removed by rotary systems, milling cutters, or sharp-edged hand tools using mechanical principles.⁵ It is reported that the traditional method can cause pulp injuries due to excessive tooth removal of hard tissue. In addition, some disadvantages cause discomfort to patients during treatment, such as pain, loud noise, heat generated during preparation, vibration, and dentin sensitivity.^{5,6}

To avoid these disadvantages, different techniques have been developed that include air-abrasions, ultrasonic instrumentation, sono-abrasions, photoablation, and chemomechanical caries removal methods that can be an alternative to the traditional method.⁷ Brix-3000, produced in 2012 (Brix S.R.L. Argentina), is one of the chemomechanical caries removal agents containing the papain-based proteolytic enzyme derived from leafy latex and green papaya fruits. Because it contains antiprotease (α -1 antitrypsin), the agent that has proteolytic activity on collagen, it does not act on healthy tissues. Advantages of Brix-3000 include the fact that it can easily remove collagen fibrils in caries tissue, slightly dissolve in oral fluids, does not require a cold chain for storage, and has an antibacterial and antifungal effect, as well as an antiseptic effect.⁸

In the caries-removing method (FACE) with the help of fluorescence, a newly developed system, purple light is applied to the cavity, which allows the hard tissues of the tooth to gain autofluorescent properties while cleaning caries. Under this purple light, the solid tooth hard tissue is green, and the caries tissue is orange-green.⁹ SIROInspect[®] (Sirona Dental Systems GmbH, Germany), using a fluorescence emitting device approximately 405 nm long, the operator uses glasses to see the fluorescence in the dentin. SIROInspect diagnostic glasses filter wavelengths are shorter than 500 nm while making wavelengths higher than 500nm visible.¹⁰

Looking at the studies carried out so far, the number of studies in which the effectiveness of the traditional method, chemomechanical method, and transillumination methods in removing caries tissue were evaluated together is quite small. The purpose of this study;

* Determine the effectiveness of different caries removal methods (traditional, chemomechanical, and transillumination) in caries removal using a microhardness test,

* Ability to determine the bonding strength of composite resin to the remaining dentin tissue,

* Perform surface analysis on samples representing groups.

MATERIAL AND METHOD

This study was approved by the Atatürk University Faculty of Dentistry Deanery Ethics Committee. (11.01.2018/12). The study included 72 human molar teeth with occlusal caries that had just been pulled or waited no more than six months after extraction. Tissue residues and attachments on the teeth were cleaned and stored in 0.1% thymol solution until the initiation of the experiment to prevent dehydration and fungal growth. Teeth with no restoration or fissure sealant were not included in the study. The highest values obtained using a type diagnostic Pen (KaVo, Bieberach, Germany) were recorded to determine the teeth to be included in the study. For fissure caries and flat surface caries, teeth with a numerical value of 25 and above, which is a value indicating that the demineralization shown by the device is

intense, were reserved for the study. Teeth with a value of 0-12 were determined as a control group. In addition, those whose distance of the caries lesion to the pulp chamber was more than 1mm were included in the study. Methods of removal of caries used in the study are given in Table 1. (A consent form was not obtained because no study was conducted on the patient)

Table 1. Methods of Caries Removal

Caries removal methods	Trade name / Lot No	Manufacturer
Steel round bur method	Steel burs /E11.008	Edenta, Schaanwald/Liechtenstein
Ceramic round bur method	CeraBur / 353594	Komet Dental, Lemgo/Germany
Polymer round bur method	Smart burs II / 52003	SS White, Lakewood/ USA
Chemo-mechanical method	BRIX-3000/ L27V10/20	BRIX Medical Science/Argentina
FACE (fluorescent aid caries removal/siroinspect)	Siroinspect / 0818	Sirona The Dental Company/Switzerland

Removal of Caries Tissue

The samples included in the study were divided into 6 groups randomly according to the methods of removal of caries. (n=10) After the enamel tissue of the decayed teeth in the control group was removed by diamond round bur, cavities with a depth of 2/3 of the dentin were prepared with the help of a diamond fissure bur aerator.

Caries removal with steel bur

In the removal of caries with steel round bur, diamond bur was used at high speed with the help of an aerator and then at low speed with the help of a steel round bur micromotor to reach the caries lesion regardless of the size of the lesion. Dentin caries in the teeth were removed by the operator according to tactile (obtaining a hard surface in dentin according to whether a blunt probe is not snapped on the floor of the cavity or the absence of a pull-back feeling) and visual (no color distortion /change) criteria until a "no caries" result was given as Kidd et al.¹¹ stated.

Caries removal with ceramic bur

After enamel removal, dentin caries in the teeth were removed by the operator until a "no caries" score was given according to tactile criteria (obtaining a hard surface in the dentin according to the absence of a non-sharp probe) and visual criteria (lack of any discoloration/change).

Caries removal with polymer bur

After removing enamel as indicated in the previous method, dentin caries in the teeth were removed in circular movements towards the periphery, starting from the center following the manufacturer's instructions. The caries removal process was terminated when the bur blades did not wear and remove the tissue. The presence of carious tissue / hard tissue at the base of the cavity was checked with a blunt probe.

Caries removal with the help of the transillumination method

In this method, after removing the enamel as mentioned, the reflector light was turned off and the cavity was illuminated by fluorescence light (Siroinspect device, 405 nm, Sirona the Dental Company, Switzerland). The cavity was examined with the help of a filter that passes light over a wavelength of 500 nm. The textures in the orange/red fluorescence parts were removed with the help of a steel round bur. The caries removal continued until only green areas were observed in the cavity. Brown/black areas emitting green fluorescence were left with affected dentin/caries free.

Removal of caries by chemomechanical method

Before the Brix 3000 gel application, the enamel tissue was removed with a high-speed aerator. After moistening the caries area by the manufacturer's instructions, BRIX-3000 gel was placed in the cavity with a blunt-tipped handpiece and left for 2 minutes. This procedure was performed repeatedly until the caries tissue was completely removed.

For each caries removal method, to achieve standardization, a bur was changed in each example. For each caries removal method, samples were checked again by two independent observers, except for the operator, whether there was a caries at the base of the cavity. Dentin tissue was examined for color and hardness. It was decided that areas of dark yellow or light brown color and where the end of the probe penetrated the cavity were caries dentin tissue, and these areas were removed. Dark hard areas where the end of the probe did not penetrate the dentin tissue were left in the cavity. Two observers were calibrated for ICDAS II criteria and radiographic evaluation. For the calibration of ICDAS II criteria, the 90-minute e-learning program available on the organization's website was used.

Preparation of Samples

Under the water-cooled low-speed fine-cutting device (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, USA), samples were cut in the bucco-lingual direction. Half of the 20 samples in each group obtained by dividing the 10 teeth in each group embedded in the acrylic resin were separated for microhardness measurements and the other half for micro tensile measurements. Samples were polished with silicon carbide grit papers (Grit flex, Italy) 800, 1000, 1200, 1500, and 2000 and diamond paste (Diamond polish, Ultradent, USA) with a particle size of 1 μm . Microhardness measurement was performed using the microhardness device (Vickers-Fm800 (Tokyo/Japan). (Four measurements were taken from each sample).

Micro tensile Bonding Strength Test

After the occlusal enamel tissue of the samples was removed with the aid of a cutting device (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, USA) the universal bonding agent Clearfil Universal Bond (Kuraray, Noritake Dental Inc. Japan) was applied to the entire dentin surface according to the manufacturer's instructions light cured for 10 seconds. Composite resin (Universal Restorative 200, 3M ESPE, USA) was placed on the surface of the dentin in 2 layers with a thickness of 3-4 mm, and each layer was polymerized for 20 seconds. The teeth were sliced 1 mm thick and rod-shaped samples with an average cross-sectional area of 30 pieces of $1\pm 0.2 \text{ mm}^2$ were obtained in each group. The tensile force was applied to the samples by using the universal testing device (Instron 8874; Instron Corp. Canton, Mass, 1 mm/min) until they broke.

SEM Evaluation

Two samples from each group were used for SEM measurement. Prepared samples were immediately placed in a 2.5% glutaraldehyde solution (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) with a pH of 7.4 buffered with 0.1 M sodium cacodylate (Sigma-Aldrich, USA) to provide fixation and stored at 4°C for at least 12 hours. After fixation, samples were washed 3 times with 0.2 M sodium cacodylate buffer with a pH of 7.4 for 20 minutes and then with distilled water for 1 minute. It was then dehydrated in increased concentrations of ethanol solution (Merck KGaA, Darmstadt, Germany). For this, it was kept in 25%, 50% and 75% ethanol for 20 minutes, in 95% ethanol for 30 minutes and in 100% ethanol for 60 minutes. Samples were polished with silicon carbide grit papers (Grit flex, Italy) 800, 1000, 1200, 1500, and 2000 and diamond paste (Diamond polish, Ultradent, USA) with a particle size of 1 μm .

Samples were examined in the SEM device (Zeiss-GeminiSEM, Germany) with a voltage of 10 kV, x1000 and x4000 magnification.

Statistical Analysis

According to the Kolmogorov-Smirnov test, all of the samples showed normal distribution. Comparison of microhardness values of samples obtained using different caries removal methods one-way

ANOVA and Duncan test were used to determine differences between groups.

A comparison of the values obtained in MPa as a result of the microtensile bonding strength test of the samples belonging to the groups was performed using a one-way ANOVA test. The Duncan test was used as the Post hoc test.

RESULTS

Microhardness values measured in the control group (0 μm) were statistically significantly lower compared to microhardness values at 25 μm ($P < .05$). Microhardness values at 25 μm were significantly lower than microhardness values at 50 μm and 75 μm , and significantly higher than microhardness values at 0 μm ($P < .05$).

According to microhardness test values at 0 μm , 25 μm , 50 μm , and 75 μm were statistically significantly different in the steel round bur, ceramic round bur, polymer round bur, BRIX-3000 and Siroinspect groups ($P < .05$). (Table 2)

Table 2. Microhardness (VHN) and standard deviation values for different caries removal methods

Groups	Microtensile bonding strength values (MPa)
Control (Group 1)	34.31 \pm 6.67 ^A
Steel round bur (Group2)	23.59 \pm 4.37 ^{BC}
Ceramic round bur (Group3)	23.13 \pm 5.27 ^C
Polymer round bur (Group 4)	20.05 \pm 4.74 ^D
BRIX-3000 (Group 5)	26.07 \pm 5.26 ^B
Siroinspect (Group 6)	24.69 \pm 4.74 ^{BC}

Different letters indicate a statistically significant difference

The bottom of the cavity (0 μm) microhardness values after the control group, second highest microhardness values (38,00 \pm 4,83) were obtained from the Siroinspect group. These values were significantly higher than steel burs, ceramic burs, polymer burs, and Brix 3000 groups ($P < .05$). There was no significant difference between the steel bur and ceramic bur groups ($P > .05$). The polymer bur and Brix 3000 groups were found to be significantly higher compared to the microhardness values ($P < .05$).

In measurements at 25 μm , after the control group, the second highest microhardness values (51,18 \pm 2,65) were observed in the Siroinspect group and were found to be significantly higher than the steel bur, ceramic bur, polymer bur, BRIX-3000 groups ($P < .05$). It was found that the microhardness values of the steel bur group were significantly higher compared to the ceramic bur, polymer bur, and BRIX-3000 groups ($P < .05$). Ceramic bur was found to be significantly higher than polymer bur group ($P < .05$).

In measurements at 50 μm , after the control group, the second highest microhardness values (57.88 \pm 1.86) were observed in the Siroinspect group and were also significantly higher compared to the steel bur, ceramic bur, polymer bur, BRIX-3000 groups ($P < .05$). It was found that the microhardness values of the steel bur group were significantly higher compared to the ceramic bur, polymer bur, and BRIX-3000 groups ($P < .05$). Microhardness values in the ceramic bur group were significantly higher than those in the polymer bur and Brix 3000 groups. ($P < .05$)

In 75 μm measurements, after the control group, the second highest microhardness values (62.22 \pm 1.69) were observed in the Siroinspect group and were also significantly higher compared to the steel bur, ceramic bur, polymer bur, BRIX-3000 groups ($P < .05$). While there is no significant difference between the steel bur and ceramic bur groups

($P > .05$), polymer bur and BRIX-3000 groups were found to be significantly higher compared to microhardness values ($P < .05$).

Micro tensile Bonding Strength Test Findings

According to the results obtained, significant differences between groups were found ($p < .05$). Control group microtensile values were found to be significantly higher than all other groups. In the BRIX-3000 group, significantly higher values were obtained compared to the ceramic round and polymer round bur groups ($P < .05$). It was found that the microtensile values of the ceramic round bur group were significantly higher than the microtensile values of the polymer round bur group ($P < .05$). It was also found that the steel round bur and Siroinspect groups were significantly higher than the polymer round bur group ($P < .05$). (Table 3)

Table 3. Microtensile bond strength values associated with caries removing methods

	0 μm	25 μm	50 μm	75 μm	p
Control (Group 1)	54.91 \pm 3.61 ^{c,a}	59.93 \pm 4.57 ^{b,a}	6.63 \pm 4.23 ^{a,a}	66.47 \pm 2.48 ^{a,a}	<0.001
Steel round bur (Group 2)	33.40 \pm 2.42 ^{b,c}	39.87 \pm 3.44 ^{c,c}	45.94 \pm 1.99 ^{b,c}	54.21 \pm 3.08 ^{a,c}	<0.001
Ceramic round bur (Group 3)	33.23 \pm 2.28 ^{b,c}	36.1 \pm 1.48 ^{c,d}	42.85 \pm 2.04 ^{b,d}	54.56 \pm 3.60 ^{a,c}	<0.001
Polymer round bur (Group 4)	27.14 \pm 4.95 ^{d,d}	32.45 \pm 0.49 ^{c,e}	38.69 \pm 1.00 ^{b,e}	43.75 \pm 2.07 ^{a,d}	<0.001
BRIX-3000 (Group 5)	28.60 \pm 4.72 ^{b,d}	33.54 \pm 4.47 ^{c,d,e}	40.20 \pm 3.72 ^{b,e}	54.41 \pm 3.48 ^{a,d}	<0.001
Siroinspect (Group 6)	38.00 \pm 4.83 ^{b,b}	51.18 \pm 2.65 ^{c,b}	57.88 \pm 1.86 ^{b,b}	62.22 \pm 1.69 ^{a,b}	<0.001
p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	

Different lowercase letters indicate a statistically significant difference in columns, and different uppercase letters indicate a statistically significant difference in rows ($P < .05$).

DISCUSSION

The ideal caries removal technique should selectively remove irreversibly destroyed tissue, leaving a potentially remineralizing tissue at the base of the cavity. Although traditional caries removal techniques can irreversibly remove degraded tissue selectively, some intact / affected tissue must be removed to reach the lesion body instrumentally.¹² At the same time, new alternative methods are being developed because the traditional method causes fear, pain, anxiety, and lack of comfort.^{13,14}

In vitro studies investigating the effectiveness of caries removal methods, microhardness measurement is performed to examine the hardness of the dentin tissue remaining in the cavity.¹⁵⁻¹⁷ The decrease in hardness values is directly proportional to the mineral loss. The hardness values of dentin affected by the carious process are reduced compared to healthy dentin tissue.^{18,19} In this study, a significant difference was found between the microhardness values at all measurement levels in all groups in which caries removal methods were applied ($P < .05$). Boob et al.²⁰ obtained significantly higher microhardness values in the excavator group compared to the chemomechanical group in their study where they used the traditional method (excavator) and the chemomechanical method (Papacarie and Carisolv) to remove decayed tissue. Papacarie and Carisolv reported that there was no significant difference between the groups they used. In our study, the microhardness values of the group from which we removed caries with the traditional method were found to be significantly higher than the chemomechanical group at all measurement levels. ($P < .05$)

In their study where they measured microhardness at different levels by removing caries tissue with traditional methods (steel round) and chemomechanical methods (Carisolv, Papacarie), Hamama et al.²¹ obtained the lowest microhardness values at the level of 25 μm / chemomechanical method group.

Several previous studies are more reliable in caries detection than FACE traditional visual-tactile examination, the application of a caries detector, or the use of chemo-mechanical methods.²²⁻²⁵ In this study, the highest values were observed in the Siroinspect group after the control group at all measurement levels in teeth with microhardness test. In addition, we determined the lowest microhardness values in polymer round bur and BRIX-3000 groups in the measurements at the base of the cavity. The microhardness measurements made in the remaining dentin, are parallel to the studies in the literature.^{21,26,27} The microhardness values of the intact dentin group were found to be significantly higher than the other groups at all measurement levels. ($P < .05$)

BRIX-3000 acts selectively on infected dentin and not on healthy dentin. Dentin tissue remaining in the cavity after caries removal with BRIX-3000 is called caries-affected dentin. Since the mineral content of the remaining part is lower than healthy dentine, lower microhardness values are obtained.^{18,19} In the present study, we think that the significantly lower microhardness values of the polymer round burs and BRIX-3000 groups at all measurement levels compared to the other groups may be due to these reasons.

The microtensile bond strength values showed a significant difference between the groups in which different caries removal methods were applied ($P < .05$). Aggarwal et al.²⁸ reported in their study that they used two self-etch and one total-etch adhesive system after removing decay using a steel round bur and chemomechanical method and that the results of the microtensile bond strength test did not make a significant difference.

Tripathi et al.²⁹ compared the microtensile bond strength values after caries removal by conventional and chemomechanical methods and obtained higher values in the chemomechanical group compared to the traditional group. In our study, although we found a significant difference ($P < .05$) between the group in which caries was removed by the chemomechanical method and the polymer round burs and ceramic round burs from traditional methods, we could not detect a difference between the chemomechanical method and the steel round burs group. ($P > .05$)

In their study, Neves et al.³⁰ used tungsten carbide bur, Cerabur, Cariex, tungsten carbide bur + caries detector, Carisolv, SFC-VIII, and Er-YAG methods, and they found the highest bonding values in the Carisolv group and the lowest bond strength values in the Carisolv group. They also found it in the Er-YAG laser group. They reported that there was no significant difference between the intact dentine and Carisolv group microtensile bond strength values. According to the results of our study, the second-highest bond strength values were obtained in the chemomechanical method group, and when compared with the control group, a significant difference was detected. ($P < .05$)

The rough dentine surface obtained after caries removal by the chemomechanical method can be considered as the reason for the potential increase in the bonding success of restorative materials due to the presence of micro irregularities that increase the surface area for bonding.³¹ The fact that we found the highest microtensile bond strength values in the BRIX-3000 group after the control group may be due to this reason.

Correa et al.³² in permanent central teeth, conventional (steel round) and chemomechanical in their studies, in which they measured at certain intervals from 50 μm down to 1500 μm from the cavity floor after removing the decaying using methods (Papacarie, Carisolv), they could not detect a difference between the microhardness values at all measurement levels up to 500 μm level of the steel rod milling cutter and Papacarie groups ($P > .05$); in the Carisolv group, they found the 50 μm level significantly lower than the 500 μm level. ($P < .05$) Reported that the micro-hardness values of all groups significantly decreased in measurements at the level of 1000 and 1500 μm .

Meller et al.³³ reported that after caries removal with a polymer round bur, a more dense smear layer was formed on the remaining dentin surface compared to the dentin surface, which was removed with carbide bur, and that they detected residual caries. Dammaschke et al.³⁴ and Prabhakar et al.³⁵ also reported in their in vitro study that they detected a higher rate of residual caries after caries removal with a polymer round mill than steel round milling. The polymer round bur selectively removes caries-infected dentin while leaving caries-affected dentin. Changes may occur in the collagen tissue and mineral density of dentin affected by caries. The present study suggests that achieving lower bond strength values in the polymer round burs group compared to other conventional caries removal methods may be due to these reasons.

A recent study stated that fluorescent aid techniques are a fast, noninvasive method that requires no previous training. These are not affected by other factors, such as plaque and saliva.³⁶

The limitations of our study; as a result of the literature review we conducted on sites such as PubMed, Web of Science Core, LISTA (NLM), and Google Scholar, the results obtained could not be compared due to the very low number of studies performed with the Siroinspect device and BRIX-3000. In addition, since it is not possible to apply the 5 different caries removal methods, tests, and surface analyses we used in our study on a single sample, the changes caused by the structural differences of the teeth were ignored.

CONCLUSION

After the control group, the highest bond strength values were determined in the Siroinspect, steel bur, and BRIX-3000 groups. According to the results of the microhardness test, the highest values were obtained in the Siroinspect group after the control group.

According to the results obtained from our study, the Siroinspect device in the category of FACE method can be a reliable alternative to traditional caries removal methods.

Etik Komite Onayı: Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı Etik Kurulu tarafından onaylandı. (11.01.2018/12).

Hasta Onamı: Hasta üzerinde çalışma yapılmadığından onam formu alınmamıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir- N.Ö.; Tasarım – N.Ö.; Denetim – N.Ö.; Kaynaklar-Veri Toplama ve/veya İşleme –S.N.D.; Analiz ve/veya Yorum – S.N.D.; Literatür Taraması – N.Ö.; Yazan – S.N.D.; Eleştirel İnceleme – N.Ö.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Bu çalışma üniversite bilimsel araştırma projeleri (TDH-2018-6586) tarafından desteklenmiştir.

Ethics Committee Approval: This study was approved by the Atatürk University Faculty of Dentistry Deanery Ethics Committee. (11.01.2018/12)

Informed Consent: A consent form was not obtained because no study was conducted on the patient)

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept - N.Ö.; Design – N.Ö.; Auditing – N.Ö.; Resources-Data Collection and/or Processing –S.N.D.; Analysis and/or Comment – S.N.D.; Literature Review – N.Ö.; Written by – S.N.D.; Critical Review – N.Ö.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: This work was supported by university scientific research projects (TDH-2018-6586).

REFERENCES

1. Stookey GK, González-Cabezas C. Emerging methods of caries diagnosis. *J Dent Educ.* 2001;65:1001-1006. doi:10.1002/j.0022-0337.2001.65.10.tb03441.x
2. Banting DW. The diagnosis of root caries. *J Dent Educ.* 2001;65:991-996. doi: 10.1111/j.1741-2358.1990.tb00267.x
3. Nikiforuk G. 10 The Caries Process—Morphological and Chemical Events. Understanding dental caries, Karger Publishers, 1985: doi:261-289. 10.1159/000409659
4. Banerjee A, Kidd EA, Watson TF. In vitro evaluation of five alternative methods of carious dentine excavation. *Caries Res.* 2000;34:144-150 doi: 10.1159/000016582.
5. Rafique S, Fiske J, Banerjee A. Clinical trial of an air-abrasion/chemomechanical operative procedure for the restorative treatment of dental patients. *Caries Res.* 2003;37:360-364. doi: 10.1159/000072168.
6. Eberhard J, Zahl A, Dommisch H, Winter J, Acil Y, Jepsen S. Heat shock induces the synthesis of the inflammatory mediator leukotriene B4 in human pulp cells. *Int Endod J.* 2005;38:882-888. doi: 10.1111/j.1365-2591.2005.01032.x.
7. de Oliveira MT, de Freitas PM, de Paula Eduardo C, Ambrosio GM, Giannini M. Influence of Diamond Sono-Abrasion, Air-Abrasion and Er: YAG Laser Irradiation on Bonding of Different Adhesive Systems to Dentin. *Eur J Dent.* 2007;1:158-166. doi: 10.1055/S-0039-1698332.
8. Mahdi M, Haidar A. Evaluation of the Efficacy of Caries Removal Using Papain Gel (Brix 3000) and Smart Preparation Bur(in vivo Comparative Study). *J Pharm Sci & Res.* 2019;11(2):444-449. <https://www.jpsr.pharmainfo.in/Documents/Volumes/vol11issue02/jpsr11021933.pdf>
9. Lennon ÁM, Attin T, Martens S, Buchalla W. Fluorescence-aided caries excavation (FACE), caries detector, and conventional caries excavation in primary teeth. *Pediatric Dent.* 2009, 31: 316-319.
10. Tassery H, Levallois B, Terrer E, Manton D, Otsuki M, Koubi S, Gugnani N, Panayotov I, Jacquot B, Cuisinier F. Use of new minimum intervention dentistry technologies in caries management. *Australian Dent J.* 2013; 58: 40-59.
11. Kidd E, Ricketts D, Beighton D. Criteria for caries removal at the enamel-dentine junction: a clinical and microbiological study. *British Dental J.* 1996; 180: 287.
12. Neves AdA, Coutinho E, De Munck J, Van Meerbeek B. Caries-removal effectiveness and minimal-invasiveness potential of caries-excitation techniques: a micro-CT investigation. *J Dent.* 2011; 39: 154-162.
13. Flückiger L, Waltimo T, Stich H, Lussi A. Comparison of chemomechanical caries removal using Carisolv™ or conventional hand excavation in deciduous teeth in vitro. *J Dent.* 2005; 33: 87-90.
14. Nadanovsky P, Carneino FC, Souza DE, Mello F. Removal of caries using only hand instruments. A comparison of mechanical and chemo-mechanical methods. *Caries Res.* 2001; 35(5):384-9
15. Reyes-Gasga J, Alcantara-Rodriguez C, Gonzalez-Trejo A, Madrigal-Colin A. Child, adult and aged human tooth enamel characterized by electron microscopy. *Acta Microscopica.* 1997; 6: 24-38.
16. Marshall Jr GW. Dentin: Dentin: microstructure and characterization. *Quintessence Int.* 1993 Sep;24(9):606-17
17. Fosse G, Saele PK, Eide R. Numerical density and distributional pattern of dentin tubules. *Acta Odontol Scan.* 1992; 50: 201-210.
18. Hosoya Y, Marshall S, Watanabe L, Marshall G. Microhardness of carious deciduous dentin. *Oper Dent.* 2000; 25: 81-89.

19. Marshall Jr GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent.* 1997;25: 441-458.
20. Boob AR, Manjula M, Reddy ER, Srilaxmi N, Rani T. Evaluation of the efficiency and effectiveness of three minimally invasive methods of caries removal: an in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2014; 7: 11.
21. Hamama H, Yiu C, Burrow MF, King N. Chemical, morphological and microhardness changes of dentine after chemomechanical caries removal. *Aust Dent J.* 2013; 58: 283-292.
22. Lennon AM, Buchalla W, Switalski L, Stookey GK (2002) Residualcaries detection using visible fluorescence. *Caries Res.* 2002; 36(5):315-319
23. Lennon AM. Fluorescence-aided caries excavation (FACE) compared to conventional method. *Oper Dent.*2003;28:341–345
24. Lennon AM, Buchalla W, Rassner B, Becker K, Attin T (2006) Efficiency of four caries excavation methods compared. *Oper Dent.*2006; 31:551–555 29.
25. Lennon AM, Attin T, Buchalla W (2007) Quantity of remaining bacteria and cavity size after excavation with FACE, caries detector dye and conventional excavation in vitro. *Oper Dent.* 2007;32:236–241
26. Marshall G, Habelitz S, Gallagher R, Balooch M, Balooch G, Marshall S. Nanomechanical properties of hydrated carious human dentin. *J Dent R.* 2001; 80: 1768-1771.
27. Erhardt MCG, Toledano M, Osorio R, Pimenta LA. Histomorphologic characterization and bond strength evaluation of caries-affected dentin/resin interfaces: effects of long-term water exposure. *Dent Mater.* 2008;24: 786-798.
28. Aggarwal V, Singla M, Yadav S, Yadav H. The effect of caries excavation methods on the bond strength of etch-and-rinse and self-etch adhesives to caries affected dentine. *Aust Dent J.* 2013; 58: 454-460.
29. Tripathi RS, Pathak K. Optimization studies on development and evaluation of papain-based in situ gelling system for chemomechanical caries removal. *Pharm Dev Technol.* 2015; 20: 801-811.
30. Neves AdA, Coutinho E, Cardoso MV, De Munck J, Van Meerbeek B. Micro-tensile bond strength and interfacial characterization of an adhesive bonded to dentin prepared by contemporary caries-excitation techniques. *Dental Mater.* 2011; 27: 552-562.
31. Hamama H, Yiu C, Burrow MF, King N. Chemical, morphological and microhardness changes of dentine after chemomechanical caries removal. *Aust Dent J.* 2013; 58: 283-292.
32. Pires Corrêa FN, Oliveira Rocha Rd, Rodrigues Filho LE, Muench A, Delgado Rodrigues CRM. Chemical versus conventional caries removal techniques in primary teeth: a microhardness study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry,* 2007, 31: 187-192.
33. Meller C, Welk A, Zeligowski T, Splieth C. Comparison of dentin caries excavation with polymer and conventional tungsten carbide burs. *Quint Int.* 2007;38(7):565-9.
34. Dammaschke T, Rodenberg T, Schäfer E, Ott K. Efficiency of the polymer bur SmartPrep compared with conventional tungsten carbide bur in dentin caries excavation. *Oper Dent.*2006, 31: 256-260.
35. Prabhakar A, Kiran NK. Clinical evaluation of polyamide polymer burs for selective carious dentin removal. *J Contemp Dent Pract.* 2009; 10: 26-34.
36. Leontiev W, Magni E, Dettwiler C, Meller C, Weiger R, Connert T. *Clinical Oral Invest.* 2021 25:5189–5196. DOI: 10.1007/s00784-021-03826-7.

Evaluation of the Protective Effect of Silver Diamine Fluoride Against Secondary Caries Development in Composite Resin Restorations Comparatively with Sodium Fluoride and Titanium Tetrafluoride by Micro Computed Tomography

Melike AYDOS EKİZ¹



¹ Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Gazi University, Ankara, Türkiye

Hülya ERTEN²



² Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Dokuz Eylül University, İzmir, Türkiye

Gülçin AKÇA³



³ Department of Medical Microbiology, Faculty of Dentistry, Gazi University, Ankara, Türkiye

Mert OCAK⁴



⁴ Department of Anatomy, Vocational School of Health, Ankara University, Ankara, Türkiye

Kompozit Rezin Restorasyonlarda Gümüş Diamin Florürün Sekonder Çürük Gelişimine Karşı Koruyucu Etkisinin Sodyum Florür ve Titanyum Tetraflorür ile Karşılaştırmalı Olarak Mikro Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi



Geliş Tarihi/Received 08.05.2023
Kabul Tarihi/Accepted 24.10.2023
Yayın Tarihi/Publication Date 28.07.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

Melike AYDOS EKİZ

E-mail: ayd_mlk@hotmail.com

Cite this article: Aydos Ekiz M, Erten H, Akça G, Ocak M. Evaluation of the Protective Effect of Silver Diamine Fluoride Against Secondary Caries Development in Composite Resin Restorations Comparatively with Sodium Fluoride and Titanium Tetrafluoride by Micro Computed Tomography. *Curr Res Dent Sci.* 2024; 34(3): 204-209.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to evaluate the effectiveness of 38% silver diamine fluoride (SDF) in preventing secondary caries formation by comparing it with other fluoride-containing remineralization agents such as sodium fluoride and titanium tetrafluoride in vitro.

Material and Methods: Cavities of 4x2x2 mm were prepared on the mesial, distal, buccal and lingual surfaces of the extracted 12 intact human third molars. 38% silver diamine fluoride solution was applied to the first group, 2% NaF solution to the 2nd group, 2% TiF₄ solution to the 3rd group and deionized water to the 4th group. After the solutions were applied, the cavities were restored with composite resin. Then, all samples were aged by thermal cycle method and sterilized by autoclave. The volume of the lesions formed by keeping the samples in 5% sucrose solution containing *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus acidophilus* for 28 days was evaluated by micro computed tomography method. Data analysis of the study was performed using SPSS 21.0 V (IBM, Chicago, USA) statistical package program. Group results were compared using one-way analysis of variance (ANOVA) test ($p>0.05$).

Results: Although the secondary caries lesion volume was found to be lower in the silver diamine fluoride applied group compared to the other groups, there was no statistically significant difference between the groups.

Conclusion: These results show that the effectiveness of silver diamine fluoride to prevent secondary caries formation in composite resin restorations should be investigated with longer-term studies.

Keywords: Silver diamine fluoride; Secondary caries; Micro-computed tomography; Sodium fluoride; Titanium tetrafluoride

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı %38'lik gümüş diamin florürün (SDF) sekonder çürük oluşumunu önleme etkinliğinin sodyum florür ve titanyum tetraflorür gibi flor içeren diğer remineralizasyon ajanları ile in vitro ortamda karşılaştırılarak değerlendirilmesidir.

Yöntem: Çekilmiş 12 adet sağlam insan 3. molar dişlerinin mezial, distal, bukkal, lingual yüzeylerine 4x2x2 mm boyutlarında kaviteler hazırlandı. İlk gruba %38'lik gümüş diamin florür solüsyonu, 2. gruba %2'lik NaF solüsyonu, 3. gruba %2'lik TiF₄ solüsyonu ve 4. gruba deiyonize su uygulandı. Solüsyonlar uygulandıktan sonra kaviteler kompozit rezin ile restore edildi. Daha sonra bütün örnekler termal siklus yöntemi ile yaşlandırılıp otoklav ile sterilize edildi. Örneklerin 28 gün boyunca *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus acidophilus* içeren %5'lik sükröz solüsyonunda bekletilmesiyle oluşturulan lezyonların hacmi mikro bilgisayarlı tomografi yöntemi ile değerlendirildi. Çalışmaya ait verilerin analizleri SPSS 21.0 V (IBM, Chicago, ABD) istatistik paket programı kullanılarak yapıldı. Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) testi kullanılarak grup sonuçları karşılaştırıldı ($P>0.05$).

Bulgular: Gümüş diamin florür uygulanan grupta sekonder çürük lezyon hacmi diğer gruplara göre daha az bulunsa da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.

Sonuç: Bu sonuçlar, gümüş diamin florürün kompozit rezin restorasyonlarda sekonder çürük oluşumunu önleyici etkinliğinin daha uzun süreli çalışmalarla araştırılması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Gümüş diamin florür; Sekonder çürük; Mikro bilgisayarlı tomografi; Sodyum florür; Titanyum tetraflorür

INTRODUCTION

In recent years, due to increase of importance given to aesthetic appearance, composite resins are frequently used as dental restorative materials by patients and physicians. In resin materials, as with all polymers, a shrinkage occurs due to the conversion of monomers into the polymer chain. This reduction in volume is caused by the convergence of the monomer leads to polymerization stresses within the composite resin and on the tooth-restoration bonding surface.¹ If the tensile strength due to polymerization is greater than the bond strength, the bond between the composite resin and the dentin interface will fail. As a result, problems such as formation of microcavities, edge leakage, postoperative sensitivity, discoloration and formation of secondary caries may arise. In addition, microbial dental plaque deposition occurs more than amalgam restorations in composite resin restorations.² Apart from these, many factors such as adhesive systems and light sources may affect the success of composite resin restorations and indirectly cause secondary caries formation. New caries around old restorations is one of the most important reasons for replacing restorations.³ When replacing old restorations, intact tooth tissues can be damaged. For this reason, it is of great importance to take preventive measures before secondary caries occurs.

Today, many preventive and protective methods against dental caries have been developed and continue to be developed. Secondary caries can be prevented by reducing the amount of bacteria between the tooth and the restorative material. For this, materials with antibacterial activity and potential to provide remineralization in dental tissues can be used.⁴ Fluorides, one of the most widely used remineralization agents against dental caries, can be used alone or in combination with other agents. Solutions of compounds such as sodium fluoride (NaF), titanium tetrafluoride (TiF₄) and silver diamine fluoride (SDF) at appropriate concentrations can be used topically to stop the progression of caries lesions and prevent caries formation.⁵

Silver diamine fluoride has been used as a therapeutic agent since 1970s to prevent dental caries and to stop initial caries.⁶ Several studies have shown that the most effective concentration of SDF that prevents caries formation is 38% SDF solution.⁷ There are few studies investigating the effect of silver diamine fluoride in preventing the development of secondary caries in composite resin restorations.

Micro-computed tomography (micro-CT) method, which allows 3D reconstruction, has recently been used to examine polymerization shrinkage, gap formation and microleakage.⁸ In this study, secondary caries lesion volumes were evaluated by micro-computed tomography method.

The aim of this study was to evaluate the preventive effect of secondary caries formation of SDF in comparison with sodium fluoride and titanium tetrafluoride. The null hypothesis was there is no difference between the protective effect of silver diamine fluoride and other test materials against secondary caries formation.

MATERIAL AND METHOD

The ethical committee approval required for our research was obtained from Gazi Faculty of Medicine Research Ethics Committee

(24074710-35 Issue: 23.10.2017). Written consent was not obtained because previously extracted teeth were used in our study.

Materials selection and specimen preparation

In this study, 12 extracted human third molars without any caries, restoration, structural defects or damage were used. Extracted teeth were stored in 0.1% thymol solution until study time. The teeth were placed in cylindrical molds containing cold acrylic, leaving the crown areas out. Then, cavities of the same dimensions (4x2x2 mm) were prepared under water cooling on 4 different surfaces (mesial, distal, buccal, lingual) of the teeth.

In this study, samples were prepared for 4 groups on the same tooth in order to minimize the different results that may occur due to the structural differences of the dental tissues. 48 cavities were prepared on 12 teeth for 4 groups (n=12). The experimental groups the materials thereof and application protocols are shown in Table 1.

Table 1. Materials and application protocols of experimental groups.

GROUP	MATERIAL	MANUFACTURER	PROTOCOL OF USE
SDF	38% SDF	FAGamin®, Tedequim S.R.L., Cordoba, ARGENTINE	After the product has been applied for 3 minutes rinsed with water for 30 seconds and air dried
NaF	2% NaF	Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA	After the product has been applied for 60 seconds dried with moisture absorbent papers
TiF ₄	2% TiF ₄	Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA	After the product has been applied for 60 seconds rinsed with water for 30 seconds
CG	Deionized water	Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA	After applying deionized water air dried

After the solutions were applied to all groups, 2-step self-etch adhesive system (Clearfil SE Bond 2, Kuraray, Tokyo, Japan) was applied to the cavities following the manufacturer's instructions. The cavities were then restored with composite resin (Filtek Z550, 3M ESPE, Seefeld, Germany). All restorations were polished using aluminium oxide coated discs (Sof-Lex; 3M ESPE, St. Paul, MN, USA). After that, all samples were subjected to thermal cycling 500 times in distilled water baths at 55 ± 5 °C and 10 ± 5 °C. Then, all teeth were sterilized with autoclave before the cariogenic bacterial challenge. The flow chart of the study is shown in Figure 1.

Cariogenic bacterial challenge

The microorganisms used for the cariogenic challenge were *S. mutans* American Type Culture Collection 25175 and *L. acidophilus* American Type Culture Collection 4356. *S. mutans* strains were grown on tryptic soy agar medium and *L. acidophilus* strains were incubated on MRS agar medium until colony formation was visible (37 °C, microaerofily). The bacterial suspension was prepared according to McFarland 0,5 (1.5x10⁸ colony-forming units / ml). After the teeth were placed in the sample cups, 2 ml artificial saliva was added to form the pellicle and incubated for 1 hour at 37 °C. At the end of the period, artificial saliva was removed and bacteria suspensions were placed on the samples. Then, 5 ml of brain-heart infusion broth (BHI broth, Merc, Germany)

solution with 5% sucrose was added and the incubated at 37 °C . The teeth were maintained in this bacterial solution for 28 days; the medium was refreshed every 48 hours. During the incubation period, Gram stain test of the used medium was performed to check for contaminants.

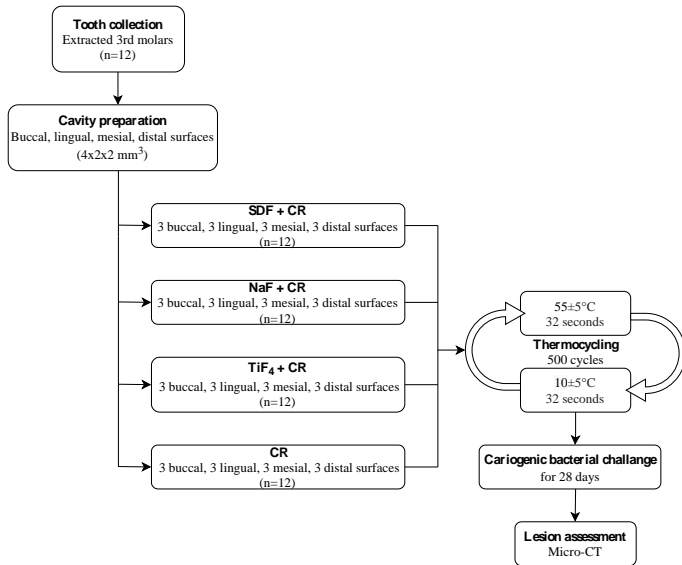


Figure 1. Flow chart of the study.

Evaluation of lesions by micro-computed tomography (micro-CT)

The volumes of secondary caries lesions were evaluated by Micro-CT method. The teeth were scanned using micro-CT (SkyScan 1275, Kontich, Belgium) to assess volumes of carious lesions (Figure 2). The X-ray source was operated at a voltage of 80 kV and a current of 125 µA. A total of 1800 cross-sectional images of approximately 9 microns were taken using a 1 mm aluminum filter. The teeth were rotated by 0.20° each time and scanned 360°. Each scan lasted approximately for 35 minutes. Sectional images of the samples were converted from TIFF (Tagged Image File Format) format to BMP (Bit Map Picture) format. The sections were reconstructed by eliminating image impurities and radiological artifacts in the software NRecon (Version 1.7.4.2. SkyScan, Kontich, Belgium) and the image was made available for mathematical analysis. A high-capacity workstation (Dell Precision Tower 7910, Dell Company, Austin, Texas, USA) was used for the analysis of the images. Positional errors of all three planes of space were corrected by using SkyScan Dataviewer (version 1.5.6.2 64 bit, SkyScan, Kontich, Belgium) program of the processed images. The unnecessary regions were removed and the image sizes were reduced, thus enabling faster analysis. The new data series was uploaded to CTAn 18.4.0 (SkyScan, Kontich, Belgium) to limit the active examination area. First, the lesion site was separated from the surrounding intact tissues and air space using the regional disintegration function of the program.

As the second stage, the appropriate interval (thresholding) was determined according to the lesion density on the black and white image page (Figure 3). Volume calculations for the lesions were performed using the standard task list for each sample.

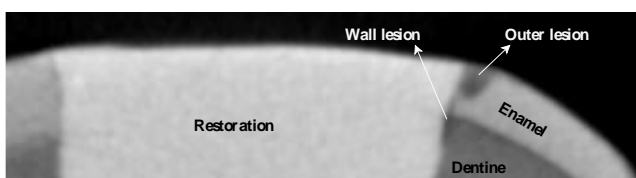


Figure 2. Micro-computed tomography image of the restoration margin after challenge with cariogenic bacteria.

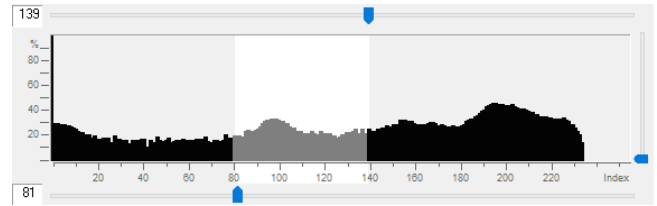


Figure 3. Determination of the appropriate range for lesion density on the black and white image page.

Statistical analysis

Statistical analysis was performed using SPSS 21.0 V (IBM, Chicago, USA) statistical package program. After analysis of the normality of data distribution using the Shapiro-Wilk normality test, the results were analyzed by a one-way analysis of variance (ANOVA). The level of statistical significance was accepted as $p < 0,05$.

RESULTS

The mean volume values, standard deviation values, minimum and maximum values of secondary caries lesions around the restoration of the study groups are shown in the Table 2. The mean lesion volume values for SDF, NaF, TiF₄ and control groups were calculated as 0.261 mm³, 0.333 mm³, 0.309 mm³ and 0.409 mm³, respectively. When the volume of secondary caries lesion formed around the restoration was evaluated, the SDF group showed the lowest value. The SDF group was followed by TiF₄, NaF and control groups (Figure 4). However, no statistically significant difference was found between the groups according to the results of one-way analysis of variance (ANOVA) ($P > .05$).

Table 2. Mean lesion volumes, standard deviation, minimum and maximum values of test groups

Group	Mean of lesion volumes (mm ³)	Minimum	Maximum	Standard Deviation
SDF	0,261 ^a	0,067	0,700	0,160
NaF	0,333 ^a	0,088	0,617	0,180
TiF ₄	0,309 ^a	0,119	0,613	0,153
CG	0,409 ^a	0,060	0,890	0,287

■ Distinct superscript letters indicate statistical significance ($P < .05$).

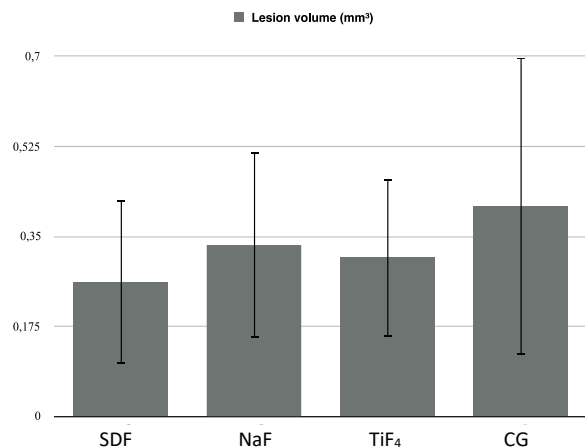


Figure 4. Graphical display of secondary carious lesion volume mean and standard deviations of the groups.

DISCUSSION

In current study, the effectiveness of SDF solution and NaF₂ and TiF₄ solutions in preventing secondary caries formation was evaluated. The null hypothesis was accepted because there was no statistically significant difference between the other solutions tested with SDF in terms of preventing secondary caries formation.

Previous studies rather focused on the effects of silver diamine fluoride on remineralizing initial caries lesions and preventing primary caries lesions. In addition, while there are many other studies with glass ionomer restorative material evaluating the protective effect of silver diamine fluoride on secondary caries lesions, there is only one study using composite resin. In addition, there is no study comparing the effects of silver diamine fluoride, sodium fluoride and titanium tetra fluoride to prevent secondary caries formation.

A recent study has reported that silver diamine fluoride (SDF), a current caries preventive agent, possesses antibacterial properties, hinders the formation of biofilm, halts the progression of cavities, and facilitates remineralization.⁹ SDF, which has been used as a therapeutic agent since the 1970s, received approval from the United States Food and Drug Administration (FDA) in 2014 and was launched in 2015.¹⁰ Silver diamine fluoride can be used in various concentrations such as 10%, 12%, 30%, and 38%. It is recommended to use 38% SDF solution to prevent caries and to stop existing carious lesions.¹¹ That's why we preferred the 38% concentration of SDF for this study.

Fluorides are widely recognized as a key factor responsible for the dramatic decrease in global prevalence of dental caries.¹² They primarily achieve caries control through their topical effects. The application of high-concentration fluoride products topically creates protective layers resembling CaF₂ precipitates on dental hard tissues.¹³ Topical fluoride treatments promote inhibition of demineralization and an increase in remineralization in dental hard tissues. It has been reported that restorations with fluoride application to cavity walls before the placement of restorative materials experience less microleakage compared to restorations without such fluoride treatment.¹⁴ In a study, it was reported that sodium fluoride was more successful in remineralizing early enamel caries compared to stannous fluoride and amine fluorides.¹⁵ The most commonly used fluoride solution since the 1940s has been the 2% sodium fluoride (NaF) solution.¹⁶

Due to the low pH of TiF₄ solution, the penetration depth of fluoride ions is greater.¹⁷ It has been reported that TiF₄ solution applied to dentin surfaces exhibits antibacterial effects against *S. mutans* and *L. casei*.¹⁸ In a study investigating the optimal concentration of TiF₄ solution for remineralizing early dentin caries, the concentration of 2% TiF₄ solution was found to be more successful compared to 1%, 3%, and 4% TiF₄ solutions.¹⁹ Therefore, we preferred the concentration of 2% TiF₄. Basting et al. showed that the layer formed by applying TiF₄ to dentin was resistant to acids and remained intact even after 30 minutes of exposure to citric acid.²⁰ It has been reported that incorporation of TiF₄ into the hybrid layer prolongs the life of the hybrid layer and prevents the formation of secondary carious lesions.^{18,21}

In this study, each of the remineralization solutions was applied using different protocols. When applying silver diamine fluoride SDF solution, two different methods were employed. In several studies, after waiting for sufficient time in SDF application, excess solution was rinsed away.³⁵ There are also different studies in which no washing process was performed after SDF application.²³ In our study, the 38% SDF solution was applied to cavity surfaces in accordance with the manufacturer's instructions. Specifically, 2-3 drops of the product were applied to the cavity surfaces using a microbrush. After waiting for 2 minutes, an active application was performed with the brush for 1 minute. Subsequently, the samples were washed and dried. The 2% NaF solution was applied to tooth surfaces in a manner similar to previous studies. It was left on

the surfaces for 60 seconds and then dried using sterile absorbent paper points.²⁴ The TiF₄ solution, following a procedure similar to prior studies, was actively applied to cavity surfaces using a microbrush for 60 seconds, followed by washing and drying.²⁵ The application of TiF₄ solutions to dentin surfaces before acid etching or application of acidic monomers is recommended.²¹ Therefore, in this study, the dentin surfaces were treated with the TiF₄ solution first, followed by the application of the adhesive system.

The histopathological structures of caries-like lesions created in vitro are similar to caries lesions that occur in vivo.²⁶ Chemical and bacterial models can be used to create carious lesions in dental tissues in vitro. Chemical model is an easy and cheap system but it does not contain bacteria and it cannot mimic the mouth environment adequately. In contrast, the ecosystem that causes microbial dental plaque and caries development in bacterial model can be imitated in vitro.²⁷ In this study, a bacterial system containing *S. mutans* and *L. acidophilus* was preferred for the creation of in vitro secondary caries lesions. Bacterial challenge was carried out using two types of cariogenic bacteria strains. The microbiological experiments of the study continued for 28 days. Caries lesions were formed on coronal restorations by mimicking clinical conditions in vitro.

Restorations are constantly exposed to temperature and pH changes within the oral cavity. Due to the disparity in thermal expansion coefficients between dental tissues and restorative materials, thermal stresses can lead to the formation of micro-gaps at the tooth-restoration interface over time, consequently resulting in microleakage. Therefore, in order to simulate oral conditions, thermal and mechanical load cycles can be applied to samples. It has been shown that after 500 thermal cycles, there is a significant increase in microleakage at the enamel and dentin margins.²⁸ For these reasons, restorations from all groups in our secondary caries experiment underwent 500 thermal cycles in water baths at 5°C and 55°C before the microbiological test.

Both in vivo and in vitro methods are used in the diagnosis of secondary caries. The gold standard for in vitro caries detection is the histological evaluation of tooth sections taken from the relevant region.²⁹ However, the reliability of this method is reduced due to potential damage to the examined tissue during sample sectioning for histological examination. Furthermore, various factors in histological methods, such as the type of microscope used, the number of sections taken, section thickness, the direction of sectioning, and the type of stain used for detection, can influence the results.³⁰ Micro-CT imaging allows visualization of numerous sections without damaging dental tissues. Consequently, it has emerged as an alternative to histological methods in in vitro caries detection. In this study, the lesions created in vitro were evaluated using the micro-CT method. Micro-CT allows examination of samples from all groups on the same tooth without damaging dental structure. In addition, the ability to perform three-dimensional analysis of micro-CT images enabled the volumetric evaluation of the secondary caries lesions created. In this way, samples belonging to all groups can be prepared and evaluated on the same tooth.

In contrast to this study, Mei *et al.* (2016), evaluating the effectiveness of SDF in preventing secondary caries, showed that the application of SDF significantly increased the resistance of glass ionomer and composite resin restorations against secondary caries compared to the control group.³¹ However, unlike our study, washing was not performed after applying SDF solution. In addition, although secondary caries lesions were evaluated with the micro-CT method in this study, the images were evaluated in 2-dimensions.

There are studies reporting that silver diamine fluoride reduces the bond strength of composite resin restorations to dentin^{32,33}. It can be thought that this situation reduces the protective effectiveness of silver diamine fluoride against the formation of secondary caries due to increased microleakage.

Ishiguro *et al.* investigated the bacterial acid production, which causes caries formation at the tooth-bacteria interface, after applying 38 % SDF and 2% NaF solutions in aged and unaged samples.³⁴ While they found that both solutions were more successful in inhibiting bacterial acid production than the control group, they also indicated that 38% SDF solution is more successful than the 2% NaF solution. In aged specimens, there was no statistically significant difference in the inhibition of bacterial acid production between the 38% SDF, 2% NaF and control groups. In this study, it can be expressed that there was no difference between the control, NaF and SDF groups in terms of secondary carious lesion volumes due to the deterioration of the tooth-restoration connection and the decrease in the effectiveness of the solutions during the aging process.

In another study investigating the inhibitory effect of 2.5% TiF₄ solution on the formation of secondary caries, it was shown that less demineralization occurred in the TiF₄ treated group compared to the non-applied groups.³⁵ In this study, the volume of secondary caries lesion formed in the TiF₄ group was less than that of the control group. However, there is no statistically significant difference. It could be thought that this situation may resulted from the difference in the concentrations of the solutions used.

CONCLUSION

Within the limitations of this in vitro study, silver diamine fluoride, sodium fluoride, and titanium tetrafluoride were not found to be successful in preventing secondary caries formation in composite resin restorations. Our study has some limitations as it was performed under in-vitro conditions. We believe that new studies are necessary to better understand the effectiveness of silver diamine fluoride compound in preventing secondary caries in composite resin restorations.

We think that some changes should be made in the solution content in order to increase the bond strength of silver diamine fluoride to dentin in the future. Thus, the effectiveness of preventing secondary caries formation can be increased by reducing microleakage caused by the reduction of the bond strength of composite resins to dentin.

Etik Komite Onayı: Araştırmamız için gerekli etik kurul onayı Gazi Tıp Fakültesi Araştırma Etik Kurulu'ndan (24074710-35 Sayı: 23.10.2017) alınmıştır.

Hasta Onamı: Çalışmamızda daha önce çekilmiş dişler kullanıldığı için yazılı onam alınmamıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir-M.A.E., H.E.; Tasarım-M.A.E., H.E., G.A.; Denetleme-M.A.E., H.E., G.A.; Kaynaklar-M.A.E.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi- M.A.H.; Analiz ve/veya Yorum-M.A.E., G.A., M.O.; Literatür Taraması-M.A.E., H.E.; Yazıyı Yazan-M.A.E.; Eleştirel İnceleme-M.A.E.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Bu in vitro çalışma Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından '03/2018-05' proje koduyla desteklenmiştir.

Ethics Committee Approval: The ethical committee approval required for our research was obtained from Gazi Faculty of Medicine Research Ethics Committee (24074710-35 Issue: 23.10.2017).

Informed Consent: Written consent was not obtained because previously extracted teeth were used in our study.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept - M.A.E., H.E.; Design-M.A.E., H.E., G.A.; Supervision-M.A.E., H.E., G.A.; Sources-M.A.E.; Data Collection and/or Processing- M.A.E.; Analysis and/or Interpretation-M.A.E., G.A., M.O.; Literature Review-M.A.E., H.E.; Written by-M.A.E.; Critical Review-M.A.E.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: This in vitro study was supported by Gazi University Scientific Research Projects Commission with the project code '03 / 2018-05'

REFERENCES

- Bang HC, Lim BS, Yoon TH, Lee YK, Kim CW. Effect of plasma arc curing on polymerization shrinkage of orthodontic adhesive resins. *J Oral Rehabil.* 2004;31(8):803-810.
- Friedl KH, Hiller KA, Schmalz G. Placement and replacement of composite restorations in Germany. *Oper Dent.* 1995; 20(1):34-38.
- Jokstad A. Secondary caries and microleakage. *Dent Mater.* 2016; 32(1):11-25.
- Wiegand A, Buchalla W, Attin T. Review on fluoride-releasing restorative materials—fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dent Mater.* 2007;23(3):343-362.
- Groeneveld A, Van Eck AAMJ, Dirks OB. Fluoride in caries prevention: is the effect pre-or post-eruptive?. *J Dent Res.* 1990; 69(2_suppl):751-755.
- Yamaga R. Diamine silver fluoride and its clinical application. *J Osaka Univ Dent Sch.* 1972;12:1-20.
- Fung MHT, Duangthip D, Wong MCM, Lo ECM, Chu CH. Randomized clinical trial of 12% and 38% silver diamine fluoride treatment. *J Dent Res.* 2018;97(2):171-178.
- Carrera CA, Lan C, Escobar-Sanabria D, Li Y, Rudney J, Aparicio C, et al. The use of micro-CT with image segmentation to quantify leakage in dental restorations. *Dent Mater.* 2015;31(4):382-390.
- Nantane R, Santiwong B, Trairatvorakul C, Hamba H, Tagami J. Silver diamine fluoride and glass ionomer differentially remineralize early caries lesions, in situ. *Clin Oral Investig.* 2016;20(6):1151-1157.
- Horst, JA., Ellenikiotis, H., Milgrom, PM, & UCSF Silver Caries Arrest Committee. (2016). UCSF protocol for caries arrest using silver diamine fluoride: rationale, indications, and consent. *J Calif Dent Assoc.* 44(1):17-28
- Gao SS, Zhao IS, Hiraishi N, Duangthip D, Mei ML, Lo ECM, Chu CH. Clinical trials of silver diamine fluoride in arresting caries among children: a systematic review. *JDR Clin Trans Res.* 2016;1(3):201-210.
- Buzalaf, MAR, Pessan, JP, Honório, HM, Ten Cate JM. Mechanisms of action of fluoride for caries control. *Fluoride Oral Environ.* 2011; 22:97-114
- Vogel GL. Oral fluoride reservoirs and the prevention of dental caries. *Fluoride Oral Environ.* 2011;22:146-157.
- Barkmeier WW, Kelsey WP, Cooley RL, Berry TD. The effect of topical fluoride on microleakage. *Gen Dent.* 1983;31(6):452-456.
- Lippert F, Newby EE, Lynch RJ, Chauhan VK, Schemehorn BR. Laboratory assessment of the anticaries potential of a new dentifrice. *J Clin Dent.* 2009;20(2):45-9.

16. Brambilla E. Fluoride - is it capable of fighting old and new dental diseases? An overview of existing fluoride compounds and their clinical applications. *Caries Res.* 2001;35(Suppl 1): 6-9.
17. Wiegand A, Buchalla W, Attin T. Review on fluoride-releasing restorative materials—fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dent Mater.* 2007; 23(3):343-362.
18. Bridi, EC, do Amaral FLB, França FMG, Turssi CP, Basting RT. Influence of dentin pretreatment with 2.5% titanium tetrafluoride on inhibiting caries at the tooth-restoration interface in situ. *Arch Oral Biol.* 2018;86:51-57.
19. Wang P, Gao J, Wang D, Snead ML, Li J, Ruan J. Optimizing concentration of titanium tetrafluoride solution for human dentine remineralization. *Arch Oral Biol.* 2017;83: 7-12.
20. Basting RT, Leme AA, Bridi EC, Amaral FLBD, França FMG, Turssi CP, Bedran-Russo, AK. Nanomechanical properties, SEM, and EDS microanalysis of dentin treated with 2.5% titanium tetrafluoride, before and after an erosive challenge. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2015;103(4):783-789.
21. Dündar M, Özcan M, Çömlekoğlu ME, Şen BH. Nanoleakage inhibition within hybrid layer using new protective chemicals and their effect on adhesion. *J Dent Res.* 2011;90(1):93-98.
22. Quock RL, Barros JA, Yang SW, Patel SA. Effect of silver diamine fluoride on microtensile bond strength to dentin. *Oper Dent.* 2012;37(6):610-616.
23. Lutgen P, Chan D, Sadr A. Effects of silver diamine fluoride on bond strength of adhesives to sound dentin. *Dent Mater J.* 2018;37(6):1003-1009.
24. Neri JR, de Santiago Nojosa J, Yamauti M, Mendonça JS, Santiago SL. Pretreatment with sodium fluoride maintains dentin bond strength of a two-step self-etch adhesive after thermal stressing. *J Adhes Dent.* 2017;19(6):517-523.
25. Sharafeddin F, Koohpeima F, Razazan N. The Effect of Titanium Tetrafluoride and Sodium Hypochlorite on the Shear Bond Strength of Methacrylate and Silorane Based Composite Resins: an In-Vitro Study. *J Dent.* 2017;18(2):82-87.
26. Dionysopoulos P, Kotsanos N, Papadogiannis Y, Konstantinidis A. Secondary Caries around F-containing Restoratives. *Oper Dent.* 1998;23:81-86.
27. Lobo MM, Gonçalves RB, Ambrosano GMB, Pimenta LAF. Chemical or microbiological models of secondary caries development around different dental restorative materials. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2005;74(2):725-731.
28. Wahab FK, Shaini FJ, Morgano SM. The effect of thermocycling on microleakage of several commercially available composite Class V restorations in vitro. *J Prosthet Dent.* 2003;90(2):168-174.
29. Ekstrand KR, Ricketts DNJ, Kidd EAM. Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth on the occlusal surface: an in vitro examination. *Caries Res.* 1997;31(3):224-231.
30. Lussi A, Hellwig E. Performance of a new laser fluorescence device for the detection of occlusal caries in vitro. *J Dent.* 2006;34(7):467-471.
31. Mei ML, Zhao IS, Ito L, Lo EC, M, Chu CH. Prevention of secondary caries by silver diamine fluoride. *Int Dent J.* 2016;66(2):71-77.
32. Kucukyilmaz E, Savas, S, Akcay M, Bolukbasi B. Effect of silver diamine fluoride and ammonium hexafluorosilicate applications with and without Er: YAG laser irradiation on the microtensile bond strength in sound and caries-affected dentin. *Lasers Surg Med.* 2016; 48(1):62-69.
33. Koizumi H, Hamama HH, Burrow MF. Effect of a silver diamine fluoride and potassium iodide-based desensitizing and cavity cleaning agent on bond strength to dentine. *Int J Adhes Adhes.* 2016;68:54-61.
34. Ishiguro T, Mayanagi G, Azumi M, et al. Sodium fluoride and silver diamine fluoride-coated tooth surfaces inhibit bacterial acid production at the bacteria/tooth interface. *J Dent.* 2019;84:30-35.
35. Bridi EC, Amaral BFL, França GFM, Turssi PC, Florio FM, Basting RT. In Vitro Effects of 2.5% Titanium Tetrafluoride on Streptococcus Mutans and Lactobacillus Casei in Dentin Followed by Self-Etching Adhesive Systems. *J Prosthodont Restor Dent.* 2015; 23: 179-186.

Farklı Yöntemlerle Üretilen Metal Destekli Porselen Restorasyonlarda Laboratuvar Aşamaları Sonrası Renk Farklılıklarının Karşılaştırılması

Comparison of Color Differences After Laboratory Stages in Metal-Reinforced Porcelain Restorations Produced with Different Methods

Cumhur KORKMAZ¹



¹ Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye



öz

Amaç: Bu çalışmanın amacı, farklı altyapı üretim tekniklerinin kullanıldığı kobalt-krom (Co-Cr) alaşımlı metal destekli porselen restorasyonların, laboratuvar aşamaları sonrası oluşan renk farklılıklarının değerlendirilmesidir.

Yöntem: 45 adet kare şekilli Co-Cr alaşımı (10x10x1mm) örnek, döküm, milleme ve lazer sinterleme teknikleri ile üretildi (n=15). Tüm örnekler standart opak (0,1 mm), dentin porselen (1 mm) uygulandı ve glazelendi. Opak uygulama öncesi, opak uygulama sonrası ve porselen uygulama sonrası spektrofotometre ile renk ölçümleri yapıldı. L*, a*, b* değerleri elde edildi. Renk farklılıkları CIEDE2000 formülü ile hesaplandı.

Bulgular: Opak uygulama öncesi renk farklılık değerleri (ΔE_{00}), döküm ve milleme gruplarında algılanabilir eşik değerinin altında (<0.8), lazer sinterleme grubunda ise klinik olarak kabul edilebilir değerde bulunmuştur (<1.8). Opak uygulama sonrası renk farklılık değerleri, tüm gruplarda algılanabilir eşik değerinin altında (<0.8), porselen uygulama sonrasında renk farklılık değerleri; lazer sinterleme grubunda, kabul edilebilir sınırdan (<1.8), döküm ve milleme gruplarında ise kabul edilebilir sınırın üzerinde tespit edilmiştir.

Sonuç: Metal destekli porselen restorasyonlarda farklı altyapı üretim teknikleri, laboratuvar aşamaları sonrası renk farklılığına neden olmaktadır.

Anahtar kelimeler: Metal seramik restorasyonlar, Kobalt krom, Spektrofotometre, Diş protez tasarımı

ABSTRACT

Objective: This study aimed to evaluate the color differences that occur after laboratory stages of cobalt-chromium (Co-Cr) alloy porcelain-fused-to-metal restorations using different framework production techniques.

Methods: 45 square shaped Co-Cr alloys (10x10x1mm) specimens were produced by casting, milling and laser sintering techniques (n=15). Standard opaque (0.1 mm) and dentin porcelain (1 mm) was applied to all specimens and glazed. Color measurements were made a spectrophotometer before the opaque application, after the opaque application and after the porcelain application. L*, a*, b* values were obtained. Color differences were calculated using the formula CIEDE2000.

Results: Color difference values (ΔE_{00}) before the opaque application were below the perceptible threshold value (<0.8) in the casting and milling groups, and were clinically acceptable (<1.8) in the laser sintering group. Color difference values after opaque application were below the perceptible threshold value (<0.8) in all groups, color difference values after porcelain application; it was found to be within the acceptable limit (<1.8) in the laser sintering group, and above the acceptable limit in the casting and milling groups.

Conclusion: Different framework production techniques in porcelain-fused-to-metal restorations cause color differences after laboratory stages.

Key Words: Metal ceramic restorations, Cobalt chromium, Spectrophotometry, Dental prosthesis design

Geliş Tarihi/Received 28.05.2023
Kabul Tarihi/Accepted 26.12.2023
Yayın Tarihi/Publication Date 28.07.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:
Cumhur KORKMAZ
E-mail: cumhur.korkmaz@sbu.edu.tr
Cite this article: Korkmaz C. Comparison of Color Differences After Laboratory Stages in Metal-Reinforced Porcelain Restorations Produced with Different Methods *Curr Res Dent Sci.* 2024; 34(3): 210-215.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

GİRİŞ

Sabit protetik diş hekimliğinde metal destekli porselen restorasyonlar, uzun yıllardır güvenli bir şekilde kullanılmaktadır. Biyouyumlu materyaller olarak bilinen porselenlerin, mekanik özelliklerinin zayıflığı ve kırılma yapısında olmaları sebebiyle klinik kullanımlarında, metal altyapılarla desteklenmeleri gerekmektedir.¹ Altyapı materyali olarak çoğunlukla soy olmayan metal alaşımlarından olan kobalt-krom (Co-Cr) veya nikel-krom (Ni-Cr) tercih edilmektedir.² Nikel metalinin alerjik reaksiyon oluşturma kapasitesi nedeniyle, korozyona karşı dirençli yapıları, maliyetlerinin düşüklüğü ve elastik modüllerinin yüksek olması, metal destekli porselen restorasyonlarında Co-Cr alaşımlarının daha çok tercih edilmelerini sağlamıştır.²

Metal alaşımların altyapı üretiminde yaygın olarak geleneksel döküm yöntemi kullanılmaktadır.³ Bu yöntemin uzun zaman alması ve başarısının, teknisyenin yeteneğine bağlı olması, yöntemin dezavantajlarını oluşturmaktadır. Diş hekimliği teknolojisine gelişimine paralel olarak Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing (CAD/CAM) ve lazer sinterleme yöntemleri gibi farklı metal altyapı üretim teknikleri tanımlanmış ve uygulanmaya başlanmıştır.^{4,5} CAD/CAM sistemleri, optik tarayıcılar ile ağız içi veya modelden elde edilen verilerin, bilgisayar yazılımları ile üç boyutlu tasarımlara dönüştürülmesi ve üretimini kapsayan bir dizi işlemler bütünüdür. Bu sistemlerle metal, seramik veya rezin materyallerinden kazıma işlemleri yüksek doğrulukla yapılabilmekte, bu da üretilen altyapıların başarısını arttırmaktadır.⁴ Lazer sinterleme tekniği ise, metal tozlarının, 3 boyutlu yazılım ile belirlenen noktalara lazer ışınlarının yönlendirilmesi neticesinde bir araya getirilmesi esasına dayanan eklemeli üretim metodudur.⁶ Dijital teknolojinin gelişimi, CAD/CAM ve lazer sinterleme ile metal altyapı üretim yöntemlerinin ön plana çıkmasını sağlamıştır.

Metal destekli porselen restorasyonların özellikle anterior bölgede kullanımları, ışık geçirgenliğinin ve translusensliğinin azalması, ışık yansımalarının artışına bağlı olarak estetik problemlere neden olmaktadır.⁷ Metal altyapılı porselen restorasyonlarda doğal dişin yapısını ve rengini taklit etmek oldukça zordur.⁸⁻¹⁰ Bunun en büyük nedeni, doğal diş ile restorasyon arasındaki yapısal farklılıklardır.⁸ Metal alt yapının rengini maskeleyebilmek için restorasyona opak seramik uygulanır. Opak tabaka üzerine uygulanacak porselenin rengi ve kalınlığı da restorasyonun estetiğini etkileyen faktörlerdir.^{9,11}

Diş hekimliği pratiğinde renk seçimi, çıplak göz ile yapılabildiği gibi, kolorimetre veya spektrofotometre gibi dijital cihazlarla da belirlenebilmektedir.¹² Dijital olarak yapılan renk ölçümlerinde çoğunlukla CIE L*a*b renk sistemi tercih edilse de en güncel sistem CIEDE2000'dir.¹³

CIELAB renk sisteminde her bir renk, renk uzayında 3 koordinatla tanımlanır.¹⁴⁻¹⁹ L* değeri açıklığı, a* değeri kırmızılık (pozitif) ve yeşillik (negatif) oranını, b* değeri sarılık (pozitif) ve mavilik (negatif) oranını temsil etmektedir.¹⁷ Renk farkının algılanabilir veya kabul edilebilir olup olmadığını anlamak için renk algılanabilirliği ve renk kabul edilebilirlik eşik değerleri karşılaştırılır. Paravina ve ark.²⁰ CIEDE2000 %50 algılanabilirlik eşiği ve %50 kabul edilebilirlik eşiğinin sırasıyla 0.8 ve 1.8 olduğunu bildirmişlerdir.

Literatürde, farklı altyapı materyallerinin, protetik restorasyonların final rengi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalar mevcuttur.²¹⁻²³ Ancak metal destekli porselen restorasyonlarda kullanılan farklı altyapı üretim tekniklerinin, laboratuvar işlemleri sonrası renk farklılıkları üzerine olan etkilerinin, güncel bir metot olan CIEDE 2000 formülü ile değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı, farklı tekniklerle üretilen kobalt-krom (Co-Cr) alaşımlı metal destekli porselen restorasyonların, laboratuvar aşamaları sonrası oluşan renk farklılıklarının değerlendirilmesidir. Çalışmanın sıfır hipotezi, altyapı üretim tekniğindeki farklılığın, metal destekli porselen restorasyonların

farklı laboratuvar basamakları arasında renk farklılığına neden olmayacağıdır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılmak üzere, her bir gruptan 15 adet 10x10x1mm ölçülerinde toplam 45 adet örnek, 3 farklı yöntemle (döküm, CAD/CAM milled, lazer sinterleme) hazırlandı (Tablo 1).

Tablo 1. Co-Cr altyapıların üretim teknikleri ve materyallerin özellikleri

Üretim tekniği	Marka	Üretici firma	İçeriği (%)
Döküm	Remanium 2000+	Dentaurum GmbH Co&KG, Ispringen, Almanya	Co 63, Cr 23, Mo 7, W 5, Si 1.5 Mn<1 N<1
Milleme	Remanium star MD II blank	Dentaurum GmbH Co&KG, Ispringen, Almanya	Co 60.5, Cr 28, W 9, Si 1.5 N<1 Fe<1 Nb<1 Mn<1
Lazer sinterleme	Remanium® star CL	Dentaurum GmbH Co&KG, Ispringen, Almanya	Co 60.5, Cr 28, W 9, Si 1.5 Mn<1 N<1 Nb<1 Fe<1

Geleneksel döküm yönteminin kullanıldığı Co-Cr örnekler, (Remanium 2000+, Dentaurum GmbH Co&KG, Ispringen, Almanya) indüksiyon döküm makinesinde, (Fornax GEU, Bego, Bremen, Almanya) kayıp mum tekniği ile üretildi. Döküm yolları hazırlanan örnekler manşete alındı ve fosfat bağlı revetman kullanıldı. (Bellavest SH, Bego, Bremen, Almanya) Mumun elimine edilmesi için üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda ön ısıtma fırınında 250°C de 25 dakika olacak şekilde fırınlama yapıldı. (Miditherm MP, Bego, Bremen, Almanya) Ardından revetman bloklar, santrifüj cihazına (The Fornax BEGO GmbH & Co.KG, Almanya) yerleştirilerek döküm işlemi tamamlandı.

CAD/CAM sistemi ile milled yönteminin kullanıldığı örneklerin üretimi, Co-Cr alaşımı olan bloktan (Remanium star MD II blank, Dentaurum GmbH Co&KG, Ispringen, Almanya), su soğutması altında yapıldı.

Lazer sinterleme ile üretilen örnekler, 3 boyutlu dizayn yapılarak, Co-Cr metal alaşım tozlarının (Remanium® star CL, Dentaurum GmbH Co&KG, Ispringen, Almanya) lazer sinter cihazında (M2 Cusing, ConceptLaser GmbH, Lichtenfels, Almanya) lazer ışınları ile eritilip, tabakalar halinde katmanların birleşimiyle elde edilmiştir.

Örneklerin 10x10x1mm ölçülerinde olup olmadığının kontrolü için dijital kumpas (Digital Caliper, World Precision Instruments, Sarasota, FL, A.B.D.) kullanıldı. Uygun olmayan örnekler çalışmaya dâhil edilmedi ve yenileri üretildi. Tüm örnekler, 250 µm alüminyum oksit partikülleriyle, 2 bar basınç altında kumlanmış ve 10 dakika süresince etanol solüsyonunda bekletilmiştir. Örneklerin porselen yüzeylerine, porselen bağlayıcı ajan (3C-Bond, Alphasent, NV Antwerpen, Belçika) ve 0,1 mm opak porseleni (VITA VMK Opaque A1, GC Initial MC Paste Opaque OA2, Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) uygulandı ve fırınladı (Programat P80, Ivoclar-Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) (450-970°C). Ardından uygulanacak olan porselen kalınlığının standardizasyonu için, 10x10x1 mm ebatlarında delikleri olan metal bir düzenek hazırlanarak örnekler üzerine 1 mm porselen (Vita VMK Master, VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) yığılma işlemi yapıldı ve fırınladı (450-955°C). Örneklerin kalınlıkları, dijital kumpas (Digital Caliper, World Precision Instruments, Sarasota, FL, ABD) yardımıyla ölçüldü ve glaze uygulanarak laboratuvar işlemleri tamamlandı. Opak porselen, dentin porseleni ve glaze aşamalarında, üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda fırınlama işlemleri uygulandı. Örneklerin renk ölçümleri, D65 ksenon filtreli dağınık aydınlatma ve 8 derecelik görüntüleme geometrisine sahip bir spektrofotometre ile gerçekleştirildi. (Datacolor spektrofotometre,

Spectra Flash SF600 Plus, Datacolor AG, Lawrenceville, NJ, ABD). Her örnek için 3 ölçüm yapıldı ve bu ölçümlerin ortalaması alınarak L^* , a^* , b^* değerleri elde edildi. Her grubun ölçümü sonrasında cihaz yeniden kalibre edildi ve ölçümlere devam edildi. Ölçümler her bir örnek için, opak porselen uygulama öncesi, opak porselen uygulama sonrası ve dentin porselen+glaze uygulamaları sonrasında yapıldı ve değerler kaydedildi. Farklı tekniklerle üretilen grupların, farklı laboratuvar basamakları arasındaki renk farklılık (ΔE_{00}) değerleri, aşağıdaki CIEDE 2000 formülü kullanılarak hesaplandı:²⁴⁻²⁵

$$\Delta E_{00} = [(\Delta L'/K_L S_L)^2 + (\Delta C'/K_C S_C)^2 + (\Delta H'/K_H S_H)^2 + R_T(\Delta C'/K_C S_C)(\Delta H'/K_H S_H)]^{1/2}$$

Bu formüle $\Delta L'$, $\Delta C'$ ve $\Delta H'$, açıklık, kroma ve renk tonu farklılıklarını ifade etmektedir. K_L , K_C ve K_H parametrik faktörlerdir. Bu faktörler çalışmada, aydınlatma ve görüntüleme koşullarını düzeltmek için kullanıldı ve CIE tarafından tanımlanan referans koşullar altında 1.0 olarak ayarlandı. Açıklık, renk tonu ve kroma bileşenleri için ağırlıklandırma fonksiyonları sırasıyla S_L , S_C ve S_H sembolleri olarak gösterilmektedir. R_T (dönme terimi), mavi bölgedeki ton ve kroma performansını iyileştirmek için kullanılmaktadır.²⁶

ΔE_{00} değerleri, örneklerin renk değişikliklerinin, gözlemci tarafından algılanıp algılanamayacağını veya kabul edilebilir olup olmadığını belirlemek için kullanılmaktadır. Bu çalışmada ΔE_{00} algılanabilirlik eşik değeri 0.8, kabul edilebilirlik eşik değeri ise 1,8 olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin üzeri seviyelerin, iki renk arasındaki farklılığın algılanabilir ve klinik olarak kabul edilemez olduğunu gösterdiği değerlendirilmiştir.²⁰

İstatistiksel analiz

Verilerin analizinde IBM SPSS version 20 programı kullanılmıştır. Tanımlayıcı veriler ortalama, standart sapma, medyan, minimum, maksimum olarak verilmiştir. Farklılıklar Mann Whitney U test ile karşılaştırılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $P < .05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Her bir örnek grubunun (döküm, milleme ve lazer sinterleme), opak uygulama öncesi, opak uygulama sonrası ve porselen uygulama sonrası L^* , a^* , b^* değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 2'de gösterilmiştir.

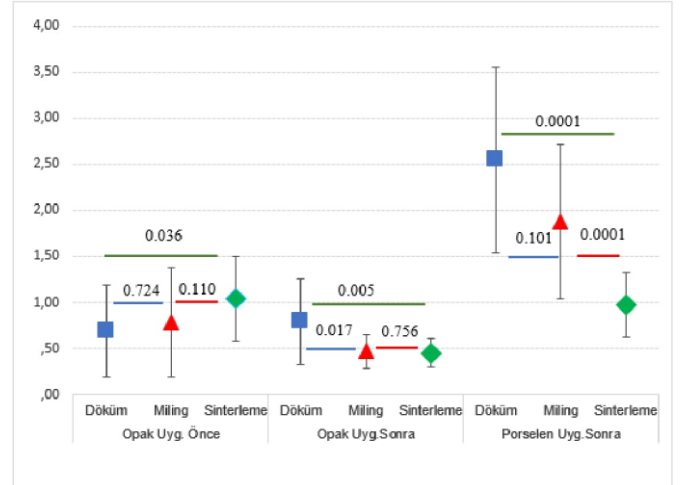
Elde edilen sonuçlara göre; L^* değerleri açısından gruplar arası yapılan karşılaştırmada; opak uygulama öncesi istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken ($P > .05$), opak uygulama sonrası ve porselen uygulamaları sonrası gruplar arasında fark, istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($P < .05$). Opak uygulama öncesi ikili grupların karşılaştırılmasında anlamlı farklılık bulunmazken ($P > .05$), opak uygulama sonrası döküm&lazer sinterleme ve döküm&milleme grupları arasında; porselen uygulama sonrası döküm&lazer sinterleme ve lazer sinterleme&milleme grupları arasında, istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($P < .05$).

a^* değerleri açısından gruplar arası yapılan karşılaştırmada; opak uygulama öncesi istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken ($P > .05$), opak uygulama sonrası ve porselen uygulamaları sonrası gruplar arasında fark, istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($P < .05$). Opak uygulama sonrası ve porselen uygulama sonrası ikili grupların karşılaştırılmasında; döküm&milleme ve lazer sinterleme&milleme grupları arasındaki farklılıklar anlamlı bulunmuştur ($P < .05$).

Opak uygulama öncesi, opak uygulama sonrası ve porselen uygulama sonrası, b^* değerleri açısından gruplar arası yapılan karşılaştırmada, farklılığın, istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulundu ($P < .05$). İkili grupların karşılaştırılmasında; opak uygulama öncesi döküm&lazer sinterleme ve lazer sinterleme&milleme grupları arasında; opak uygulama sonrası ve porselen uygulama sonrasında ise

döküm&milleme ve lazer sinterleme&milleme grupları arasındaki farklılıklar, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P < .05$).

Döküm, milleme ve lazer sinterleme yöntemleri ile elde edilen örnek gruplarının, aynı laboratuvar basamaklarındaki renk farklılıklarının (ΔE_{00}) değerlendirilmesi Tablo 3 ve Şekil 1'de gösterilmiştir. Grupların birbirleriyle yapılan karşılaştırılmasında, opak uygulama öncesi en yüksek renk farklılık değeri lazer sinterleme grubunda tespit edilmişken ($1,04 \pm 0,46$), opak uygulama sonrası ($0,79 \pm 0,47$) ve porselen uygulama sonrası ($2,55 \pm 1,01$) en yüksek renk farklılık değeri döküm grubunda bulunmuştur. Opak uygulama öncesi, döküm&lazer sinterleme grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiş olup ($P < .05$), döküm&milleme ve milleme&lazer sinterleme grupları arasında anlamlı farklılık tespit edilememiştir ($P > .05$). Opak uygulama sonrası, döküm&milleme ve döküm&lazer sinterleme grupları arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlıdır ($P < .05$). Milleme&lazer sinterleme grupları arasındaki fark ise, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P > .05$). Porselen uygulama sonrası, döküm&lazer sinterleme ve milleme&lazer sinterleme grupları arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($P < .05$). Döküm&milleme grupları arasında ise anlamlı fark tespit edilememiştir ($P > .05$).



Şekil 1. Grupların aynı laboratuvar basamaklarındaki renk farklılıklarının istatistiksel değerlendirilmesi

Opak uygulama öncesi renk farklılık değerleri (ΔE_{00}), döküm ve milleme gruplarında algılanabilir eşik değerinin altında ($< 0,8$), lazer sinterleme grubunda ise kabul edilebilir sınırlar içinde bulunmuştur ($< 1,8$). Opak uygulama sonrası renk farklılık değerleri (ΔE_{00}), tüm gruplarda algılanabilir eşik değerinin altında bulunmuştur ($< 0,8$). Porselen uygulama sonrasında renk farklılık değerleri (ΔE_{00}), lazer sinterleme grubunda, kabul edilebilir sınırlar içinde bulunmuş ($< 1,8$), döküm ve milleme gruplarında ise kabul edilebilir sınırın üzerinde tespit edilmiştir.

TARTIŞMA

Bu çalışmanın verilerine göre; farklı altyapı üretim teknikleri ile üretilen örnek grupları arasında opak uygulama öncesi, opak uygulama sonrası ve porselen uygulama sonrasında renk farklılığı değerleri, istatistiksel olarak anlamlı bulunduğundan ($P < .05$), çalışmanın sıfır hipotezi reddedilmiştir.

Tablo 2. Gruplara ait L*, a*, b* değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler

L*	Döküm ¹		Lazer Sinterleme ²		Milleme ³		p	p (1&2)	p (1&3)	p (2&3)
	Ort±Ss	Min.-Maks.	Ort±Ss	Min-Maks	Ort±Ss	Min-Maks				
Opak uygulama öncesi ^a	76.07±1.16	74.04-78.86	75.72±1.56	73.31-77.36	76.53±1.38	74.22-79.83	0.280	1.000	1.000	0.342
Opak uygulama sonrası ^b	81.62±0.92	79.86-82.67	83.31±0.53	82.49-83.99	82.96±0.48	82.09-83.46	0.001	0.001	0.001	0.484
Porselen uygulama sonrası ^c	56.84±3	52.98-61.26	53.57±0.92	52.36-54.88	56.68±2.2	53.26-60.4	0.001	0.000	0.162	0.000
a*	Döküm ¹		Lazer Sinterleme ²		Milleme ³		p	p (1&2)	p (1&3)	p (2&3)
	Ort±Ss	Min-Maks	Ort±Ss	Min-Maks	Ort±Ss	Min-Maks				
Opak uygulama öncesi ^a	0.68±0.06	0.55-0.77	0.7±0.11	0.54-0.97	0.67±0.05	0.59-0.77	0.572	1.000	1.000	0.945
Opak uygulama sonrası ^b	0.63±0.27	0.08-1.12	0.92±0.15	0.61-1.17	0.62±0.19	0.29-1.02	0.001	1.000	0.001	0.001
Porselen uygulama sonrası ^c	-0.19±0.1	-0.34-0.06	-0.09±0.07	-0.23-0.03	-0.19±0.1	-0.34-0.07	0.004	1.000	0.009	0.016
b*	Döküm ¹		Lazer Sinterleme ²		Milleme ³		p	P (1&2)	P (1&3)	P (2&3)
	Ort±Ss	Min.-Maks.	Ort±Ss	Min-Maks	Ort±Ss	Min-Maks				
Opak uygulama öncesi ^a	4.25±0.27	3.56-4.65	4.05±0.3	3.25-4.58	4.67±0.23	4.3-4.95	0.001	0.000	0.162	0.000
Opak uygulama sonrası ^b	15.3±1.04	12.9-16.93	16.59±0.5	15.5-17.21	15.71±0.55	14.81-16.38	0.001	0.404	0.000	0.007
Porselen uygulama sonrası ^c	5.85±0.68	4.57-7.6	6.84±0.74	4.76-7.79	5.99±0.69	4.58-7.02	0.001	1.000	0.001	0.006

Ort: Ortalama, Ss: Standart sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum

Tablo 3. Grupların aynı laboratuvar basamaklarında renk farklılıklarının değerlendirilmesi

		Opak Uygulama Öncesi	Opak Uygulama Sonrası	Porselen Uygulama Sonrası
Döküm	Ort±Ss (Medyan)	0,69±0,5 (M:0)	0,79±0,47 (M:1)	2,55±1,01 (M:3)
	Min-Maks	0,21-2	0,28-1,82	0,94-3,94
Milleme	Ort±Ss (Medyan)	0,79±0,59 (M:1)	0,47±0,18 (M:0)	1,87±0,84 (M:2)
	Min-Maks	0,18-2,34	0,22-0,76	0,31-3,34
Lazer Sinterleme	Ort±Ss (Medyan)	1,04±0,46 (M:1)	0,45±0,15 (M:0)	0,97±0,35 (M:1,09)
	Min-Maks	0,36-1,78	0,21-0,7	0,26-1,67
Döküm v Milleme		0,724	0,016	0,101
Döküm v Lazer Sinterleme		0,036	0,005	0,0001
Milleme v Lazer Sinterleme		0,11	0,756	0,0001

Ort: Ortalama, Ss: Standart sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum

Porselenlerin biyouyumluluk ve estetik özelliklerini, metal altyapıların mekanik direnç ve dayanıklılık özellikleri ile birleştiren metal destekli porselen restorasyonlar, uzun yıllardır diş hekimliği pratiğinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Bu üstün mekanik özelliklerine karşın, metal altyapının ışık geçirgenliği ve translüensiyasının az olması, estetik problemlere neden olmaktadır.⁷ Literatürde, kullanılan metal altyapının ve üzerine uygulanan opak porselen sonrası renk değişikliğini inceleyen çalışmalar yapılmış olsa da^{11,27,28}, farklı altyapı teknikleri ile üretilmiş metal destekli porselenlerin, farklı laboratuvar basamakları arasındaki renk değişikliklerinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada; döküm, milleme ve lazer sinterleme ile üretilen metal destekli porselen restorasyonların, opak porselen uygulama öncesi, opak uygulama sonrası ve porselen uygulama sonrası renk değişiklikleri karşılaştırılmıştır.

Metal destekli porselen restorasyonlar, uzun yıllardır kayıp-mum tekniğinin kullanıldığı döküm metodu ile üretilmektedir. Dökümün hassasiyeti ve kalitesi, farklı başarısızlıkların oluşabileceği çeşitli laboratuvar basamaklarına bağlıdır. Bu sebeple, altyapı üretiminde alternatif teknikler uygulanmaya başlamıştır.²⁹ Dijital teknolojinin gelişimiyle, CAD/CAM ve lazer sinterleme teknikleri tanıtarak diş hekimliği pratiğinde kullanılmaya başlanmıştır.^{4,5,30} Bu çalışmada da, geleneksel döküm tekniği ve güncel altyapı üretim teknikleri olan milleme ve lazer sinterleme üretim teknikleri kullanılmıştır.

Brewer ve ark.²⁷, 3 farklı metal alaşımının, metal-seramik restorasyonların laboratuvar aşamaları sonrasındaki renk değişimlerini, spektrofotometrik analiz kullanarak değerlendirdikleri çalışmalarında, her 3 alaşımında da opak porselen uygulama sonrası çok az renk değişimi meydana geldiğini, dentin porseleni uygulaması sonrası ise önemli renk değişimlerinin meydana geldiğini, bu değişimin nedenin, alaşımlarının farklı olmasından kaynaklı olduğunu savunmuşlardır. Bizim yaptığımız çalışmada, opak uygulama öncesi en yüksek renk farklılık değeri lazer sinterleme grubunda tespit edilmişken, opak ve porselen uygulamaları sonrası en yüksek renk farklılık değeri döküm grubunda bulunmuştur. Farklılığın nedeninin, altyapı üretim tekniklerinin farklı olmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Gözle yapılan renk seçiminin; ortamın ışığına, kullanılan materyalin özelliklerine ve bireyin kişisel değerlendirmesine bağlı olarak farklılıklar gösterebildiği belirtilmiştir.¹⁹ Oluşabilecek farklılıkları azaltmak ve sonuçların güvenilirliğini arttırmak için renk ölçümlerinde, dijital ölçüm cihazları kullanılabilir. Bu amaca yönelik en gelişmiş renk ölçüm cihazlarından biri spektrofotometredir.¹⁹ Bu çalışmada da renk ölçümleri için spektrofotometre kullanılmıştır (Datacolor spektrofotometre, Spectra Flash SF600 Plus, Datacolor AG, Lawrenceville, NJ, ABD).

CIE renk sisteminde L* değeri açıklığı/koyuluğu ifade etmektedir.¹⁷ Açık renkli cisimlerin L* değeri yüksek, koyu renkli cisimlerin ise düşüktür.¹⁴ Bu çalışmada, porselen uygulama sonrası lazer sinterleme

grubu örneklerin parlaklığı, döküm ve milleme ile üretilen örneklerden daha az bulunmuştur. Pozitif a* değerleri, cismin kırmızımsı olduğunu, negatif değerler ise yeşilimsi olduğunu ifade etmektedir.¹⁴ Opak uygulama sonrası ve porselen uygulama sonrası, lazer sinterleme ile üretilen örnekler, döküm ve milleme ile üretilen örneklerden daha yeşilimsi bulunmuştur. Pozitif b* değerleri, cismin sarımsı olduğunu, negatif değerler ise cismin mavimsi olduğunu ifade etmektedir.¹⁴ Çalışmada, opak uygulama öncesi döküm ve milleme grubu örneklerin, lazer sinterleme grubu örnekler göre daha sarımsı, opak uygulama sonrası ve porselen uygulama sonrası lazer sinterleme grubu örneklerin, döküm ve milleme ile üretilen örneklerden daha sarımsı olduğu tespit edilmiştir.

Diş hekimliğinde, renk farklılıklarının değerlendirildiği çalışmaların çoğunda, CIE L*a*b* renk sistemi kullanılmasına ve yeterli olmasına rağmen, daha düşük renk farklılıklarının tespit edilmesinde, algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik eşik değerlerini daha doğru ifade edebilmek için CIEDE2000 renk sistemi tanımlanmış ve formülize edilmiştir.²⁴ Bu çalışmada da, renk farklılıklarının değerlendirilmesi için en güncel sistem olan CIEDE2000 formülü kullanılmıştır.

Ruyter ve ark.³¹ kompozit veneer örneklerle yaptıkları çalışmalarında, numuneleri için CIE L*a*b renk sistemine göre, 3,3'ten küçük renk farklılıklarının kabul edilebilir olduğunu bildirmişlerdir. Johnston ve ark.³² doğal dişlerle kompozit veneerlerin ağız ortamındaki renk tespiti için karşılaştırdığı çalışmalarında, ortalama renk farkının 3,7 olduğunu kaydetmişlerdir. Ancak çalışmanın görsel değerlendirme kriterleri ile ölçülen renk farklılıkları arasında net bir sınır olmadığını da belirtmişlerdir. Bu nedenle, monokromatik örnekler için ideal görüntüleme koşullarında 1.0'lik bir ΔE değeri kabul edilebilir olsa da intraoral koşullar altında kabul edilebilirlik sınırı değişken olabilmektedir. Douglas ve ark.³³ regresyon analizine dayalı olarak ağız içi renk farkının tahmin edilebileceğini, diş hekimlerinin %50'sinin, kabul edilebilir renk farklılık değerinin 5,5, diş hekimlerinin %50'sinin algılanabilir renk farklılığının 2,6 olduğunu bildirmişlerdir. Paravina ve ark.²⁰ yaptıkları çalışmalarında, CIEDE2000 formülüne göre (ΔE₀₀) 50:50% algılanabilirlik eşik değerini 0,8, 50:50% kabul edilebilirlik eşik değeri ise 1,8 olarak ifade etmişlerdir. Bu çalışmada da algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik eşik değerleri sırasıyla, 0,8 ve 1,8 olarak kabul edilmiştir. Çalışmanın bulgularına göre; opak uygulama öncesi ΔE₀₀ değerleri, döküm ve milleme gruplarında algılanabilir eşik değerinin altında (<0,8), lazer sinterleme grubunda ise klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içinde bulunmuştur (<1,8). Opak uygulama sonrası ΔE₀₀ değerlerinin, tüm gruplarda algılanabilir eşik değerinin altında olduğu görülmüştür (<0,8). Porselen uygulama sonrasında ΔE₀₀ değerleri, lazer sinterleme grubunda, kabul edilebilir sınırlar içinde (<1,8), döküm ve milleme gruplarında ise kabul edilebilir sınırlar üzerinde tespit edilmiştir (>1,8).

Çalışmanın sınırlamaları arasında, tek çeşit porselen kullanımı sayılabilir. Farklı metal alaşımları ile üretilen metal destekli porselenlerin ve farklı porselen tiplerinin kullanıldığı protetik restorasyonlarda renk farklılıklarının olduğu, çalışmalarla ortaya konmuştur.³⁴ Ayrıca 0,5mm ile 2mm arasında değişen kalınlıklarda porselenin uygulandığı metal destekli porselen çalışmalarında, kalınlık artışının, daha düşük renk değişikliğine neden olduğu belirtilmiştir.³⁵ Gelecekte, farklı metotlarla üretilen metal altyapılı porselen restorasyonların, laboratuvar işlemleri sonrası renk farklılıklarının tespiti çalışmalarında, farklı marka ve farklı kalınlıklarda porselen kullanılmasının, klinik uygulamalara ışık tutması açısından faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmanın sınırları içinde varılan sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:
1. Co-Cr alaşımının kullanıldığı metal destekli porselen restoras-

yonlarda, altyapı üretim tekniğinin farklı olması, laboratuvar basamakları arasında renk farklılığına neden olmaktadır.

2. Porselen uygulama sonrası renk değişimi, lazer sinterleme grubunda klinik olarak kabul edilebilir eşik değerinin altında, milleme ve döküm gruplarında ise klinik olarak kabul edilebilir eşik değerinin üzerinde bulunmuştur.

3. L* değerleri incelendiğinde; opak uygulama öncesi ve porselen uygulama sonrası lazer sinterleme ile üretilen örneklerin parlaklığı, döküm ve milleme ile üretilen örneklerden daha düşük, opak uygulama sonrası daha fazla bulunmuştur.

4. a* değerleri açısından; lazer sinterleme grubunda, opak uygulama öncesi ve opak uygulama sonrası döküm ve milleme gruplarına göre daha kırmızımsı, porselen uygulama sonrası daha az yeşilimsi bulunmuştur.

5. b* değerleri açısından; opak uygulama öncesi lazer sinterleme grubu örneklerin, döküm ve milleme grubu örnekler göre daha az sarımsı, opak uygulama sonrası ve porselen uygulama sonrası ise daha sarımsı olduğu tespit edilmiştir.

Etik Komite Onayı: Çalışmada hayvan veya insan kaynaklı bir materyal kullanılmadığından etik komite onayı gerekli değildir.

Hasta Onamı: Çalışmada hayvan veya insan kaynaklı bir materyal kullanılmadığından aydınlatılmış onam formu ihtiyacı bulunmamaktadır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Ethics Committee Approval: Since no material of animal or human origin was used in the study, ethics committee approval is not required.

Informed Consent: Since no material of animal or human origin was used in the study, there is no need for an informed consent form.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support

KAYNAKLAR

- Zhang Y, Kelly JR. Dental ceramics for restoration and metal veneering. *Dent Clin*. 2017;61:797-819.
- Anusavice KJ, Wrought Alloys, Brantley WA. *Phillips' Science of Dental Materials*. 11th ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 2003. p.621-654.
- Roach M. Base metal alloys used for dental restorations and implants. *Dent Clin North Am*. 2007;51:603-627.
- Chavali R, Nejat AH, Lawson NC. Machinability of CAD/CAM materials. *J Prosthet Dent*. 2017;118:194-199.
- Uçar Y, Gürbüz, GA, Erken O. Diş hekimliğinde lazer sinterizasyon ve diğer tabakalı üretim yöntemleri. *Türkiye Klinikleri J Prosthodont-Special Topics*. 2015; 1(1): 13-22.
- Wu G, Zhou B, Bi Y, Zhao Y. Selective laser sintering technology for customized fabrication of facial prostheses. *J Prosthet Dent*. 2008;100:56-60.
- Kourtis SG, Tripodakis AP, Doukoudakis AA. Spectrophotometric evaluation of the optical influence of different metal alloys and porcelains in the metal-ceramic complex. *J Prosthet Dent* 2004;92:477-485.

8. Miller LL. Shade matching. *J Esthet Dent*. 1993;5:143-153.
9. Wee AG, Monaghan P, Johnston WM. Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. *J Prosthet Dent*. 2002; 87: 657-666.
10. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary Fixed Prosthodontics. 4th ed. St. Louis: Elsevier; 2006. p. 709-39, 740-773.
11. Vichi A, Corciolani G, Carrabba M, Munoz A, Louca C. Influence of Thickness of Opaque Porcelain and Alloy Color on the Final Color of Porcelain-Fused-to-Metal Restorations. *Materials (Basel)*. 2023;16(1): 457. Published 2023 Jan 3. doi:10.3390/ma16010457
12. Hassel AJ, Grossmann AC, Schmitter M, Balke Z, Buzello AM. Interexaminer reliability in clinical measurement of L*C*h* values of anterior teeth using a spectrophotometer. *Int J Prosthodont*. 2007; 20: 79– 84.
13. Genc G, Toz T. Ön dişlerin direkt restorasyonlarında uygulanan kompozit rezinlerin renk stabiliteleeri. *A Ü Diş Hek Fak Derg*. 2016; (14):7-19.
14. O'Brien WJ. *Dental materials and their selection*. 3rd ed. Chicago: Quintessence; 2002. p. 24-36, 225-38, 210-224.
15. Wang X, Ge J, Fay RM, Lu H, Gao C, Powers JM. Comparison of the color of ceramics as measured by different spectrophotometers and colorimeters. *Int J Prosthodont*. 2005;18:73-74.
16. Douglas RD, Brewer JD. Variability of porcelain color reproduction by commercial laboratories. *J Prosthet Dent*. 2003;90:339-346.
17. Berns RS. Billmeyer and Saltzman's principles of color technology. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons; 2000. p. 31-105.
18. van der Burgt TP, ten Bosch JJ, Borsboom PC, Kortsmid WJ. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent*. 1990;63:155- 162.
19. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelains. *J Dent Res*. 1989; 68: 1755-1759.
20. Paravina R.D, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, et al. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent*. 2015; 27 Suppl 1: S1-S9.
21. Abualsaud H, Zandparsa R, Hirayama H, Sadig W, Aboushelib M, Salameh Z. Color management of the cervical region using different framework materials. *J Esthet Restor Dent*. 2011 Dec;23(6):371-378. doi: 10.1111/j.1708-8240.2010.00387.x. Epub 2011 May 9. PMID: 22142295.
22. Yilmaz B, Alp G, Johnston WM. Effect of framework material on the color of implant-supported complete-arch fixed dental prostheses. *J Prosthet Dent*. 2019; 122(1):69-75. doi: 10.1016/j.prosdent.2018.11.005. Epub 2019 Mar 22. PMID: 30910280.
23. Paniz G, Kim Y, Abualsaud H, Hirayama H. Influence of framework design on the cervical color of metal ceramic crowns. *J Prosthet Dent*. 2011 Nov;106(5):310-318. doi: 10.1016/S0022-3913(11)60136-4. PMID: 22024181.
24. Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent*. 2010; 38: 57-64.
25. Luo MR, Cui G, Rigg B. The development of the CIE 2000 color-difference formula: CIEDE2000. *Color Res Appl*. 2001; 26: 340–350.
26. CIE Technical Report: Colorimetry. CIE pub no 15.3. Vienna, Austria: CIE Central Bureau; 2004.
27. Brewer JD, Akers CK, Garlapo DA, Sorensen SE. Spectrometric analysis of the influence of metal substrates on the color of metal-ceramic restorations. *J Dent Res*. 1985;64:74-77.
28. Crispin BJ, Seghi RR, Globe H. Effects of different metal ceramic alloys on the color of opaque and dentin porcelain. *J Prosthet Dent* 1991; 65:351-356.
29. Kellerhoff RK, Fischer J. In vitro fracture strength and thermal shock resistance of metal-ceramic crowns with cast and machined AuTi frameworks. *J Prosthet Dent*. 2007; 97(4): 209-215.
30. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/ CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J* 2009; 28: 44-56.
31. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater*. 1987;3:246-251.
32. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989;68:819-822.
33. Douglas RD, Steinhauer TJ, Wee AG. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *J Prosthet Dent*. 2007;97:200-208.
34. Janardanan K, Pillai S T, Karunakaran H. The influence of metal substrates and porcelains on the shade of metal-ceramic complex: A spectrophotometric study. *Indian J Dent Res*. 2012; 23 (6): 838-838.
35. Tuncel İ, Turp I, Düç B. Selçuker AH, Aslantaş A, Bekman E. Metal-seramik restorasyonlarda fırınlama sayısı ve seramik kalınlığının renk değişimine etkisi. *Selcuk Dent J*. 2017; 4: 123-127 (Doi: 10.15311/selcukdentj.312779).

Protetik Diş Tedavisi Uygulamalarında Adezyonun Önemi

The Importance of Adhesion in Prosthodontic Treatment Applications

Büşra TOSUN¹



¹Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Bolu, Türkiye

Nuran YANIKOĞLU¹



¹ Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye



Öz

Diş hekimliğinde kullanılan materyaller gün geçtikçe değişmekte ve çeşitlilik kazanmaktadır. Bu gelişmelere rağmen klinikte görülen başarısızlıkların büyük kısmı siman bağlantısındaki problemlerden kaynaklanmaktadır. Günümüzde yüksek sıkışma ve gerilme dayanıklılığına sahip rezin simanlar bu olumlu özelliklerinden ötürü retansiyon gereksinimi olan ve estetik beklentinin fazla olduğu vakalarda sıklıkla tercih edilmektedir.

Farklı materyaller arasındaki bağlanma "adezyon" olarak tanımlanmaktadır. Yüzey geriliminin artmasıyla, yüzey enerjisi artar, yüzey enerjisinin artmasıyla da adezyon kuvveti artar. Simantasyon işleminde kullanılan rezin simanlar, restorasyonun uzun süre başarı gösterebilmesi için diş ve restoratif materyalin her ikisine de kuvvetli bir şekilde bağlanmalıdır.

Materyallerin diş ile olan bağlantısını güçlü hale getirmek için yüzeyin ıslanabilirliği, kimyasal bağlanma ve mikromekanik kilitlenme oluşturmak önemlidir. Uygulanacak bir takım yüzey modifikasyon yöntemleriyle de bağlantıyı artırmak mümkündür. Yüzey işlemleri, materyallerin genel özelliklerini değiştirmeden, yüzey özelliklerini etkileyerek, biyolojik ve mekanik özelliklerinin güçlendirilmesi işlemidir. Materyallerin olumlu özellikleri, bu işlemler esnasında korunmaktadır. Bu amaçla simantasyon işlemi öncesi, restorasyonlara bir takım yüzey işlemleri uygulanarak adezyon kuvveti artırılmaya çalışılmaktadır.

Bu derlemenin amacı protetik diş tedavisi uygulamalarında büyük önem arz eden adezyon kavramları, adeziv sistemler ve rezin içerikli simanlar hakkında detaylı bilgi sunmaktır.

Anahtar kelimeler: Adezyon, rezin siman, yüzey işlemleri.

ABSTRACT

The materials used in dentistry are changing day by day and gaining variety. Despite these developments, most of the clinical failures are due to problems in the cement connection. Nowadays, resin cements with high compression and tensile strength are frequently preferred in cases that require retention and aesthetic expectations due to these positive properties.

The bonding between different materials is defined as "adhesion". With increasing surface tension, surface energy increases, and with increasing surface energy, adhesion strength increases. The resin cements used in the cementation process must be strongly bonded to both the tooth and the restorative material in order for the restoration to be successful for a long time.

It is important to create a strong surface wettability, chemical bonding and micromechanical interlocking to strengthen the bonding of materials with teeth. It is possible to increase the connection with some surface modification methods to be applied. Surface treatments are the process of strengthening the biological and mechanical properties of the materials without changing the general properties, affecting the surface properties. The positive properties of the materials are preserved during these processes. For this purpose, before the cementation process, some surface treatments are applied to the restorations to increase the adhesion strength.

The aim of this review is to provide detailed information about adhesion concepts, adhesive systems and resin containing cements, which are of great importance in prosthetic dental treatment.

Keywords: Adhesion, resin cement, surface treatments

GİRİŞ

1. Adezyon

Farklı moleküller arasındaki çekim kuvveti 'adezyon' olarak adlandırılmakla beraber, bu kuvvet aynı moleküller arasında ise 'kohezyon' adı verilir. Adezyonu oluşturan maddeye 'adeziv', adezivin uygulandığı yapıya ise 'aderent' denir.

İyi bir adezyon için adeziv ve aderent arasındaki temasın tam olması gerekmektedir. Diş hekimliğinde gözlediğimiz adezyon 'dental adezyon' olarak isimlendirilirken bir başka ifadeyle 'bonding' olarak da adlandırılabilir.¹

Geliş Tarihi/Received 15.02.2021
Kabul Tarihi/Accepted 01.06.2021
Yayın Tarihi/Publication Date 28.07.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

Büşra TOSUN

E-mail: dtbusra86@hotmail.com

Cite this article: Tosun B, Yanikoğlu N.

The Importance of Adhesion in

Prosthodontic Treatment Applications.

Curr Res Dent Sci. 2024;34(3):216-223.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

Kimyasal, fiziksel ve mekanik olmak üzere 3 tür adezyon bulunmaktadır. Kimyasal adezyonda adezyonu oluşturan yapılar arasında zayıf ve sınırlı bir bağlanma söz konusudur. Fiziksel adezyon, Van Der Waals kuvvetleri sonucu oluşan çok zayıf bir bağlanma çeşididir. Farklı yapıya sahip düz yüzeyler arasında meydana gelir. Mekanik adezyonda ise düzensiz yüzeyleri oluşturan girinti ve çıkıntılar bulunmakla beraber daha kuvvetli bir bağlanma mevcuttur. Bu girinti ve çıkıntıların yerleşimleri ve biçimleri bağlanma gücü üzerinde etkilidir. Öncelikle diş hekimliğinde mekanik bağlanma oluşur, kimyasal bağlanmanın bağlantı üzerindeki etkisi ise kısıtlıdır.^{1,2}

Oluşan bağlantı mekanizması 2 kısımda değerlendirilebilir;

1. Siman-diş dokusu arasındaki bağlantı

Bu grup kendi arasında; mine adezyonu ve dentin adezyonu olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır.

2. Restorasyon-siman arasındaki bağlantı

1.1 Mine Adezyonu

Ağırlıkça %96-98 oranında inorganik, %1-3 oranında organik kısımdan oluşan mine dokusu %1-5 oranında da su ve diğer maddelerden oluşmaktadır. Organik içerikte; kollogenden oluşan bu yapının inorganik kısmını ise daha çok hidroksiapatit kristalleri oluşturmaktadır. Mine dokusu yapısal olarak milyonlarca mine prizması, prizma kını içermekte olup; bunların arasında ise interprizmatik matrix bulunmaktadır. Mine prizmaları mine-dentin birleşiminden başlayarak dik bir şekilde dişin dış yüzeyine uzanır.³

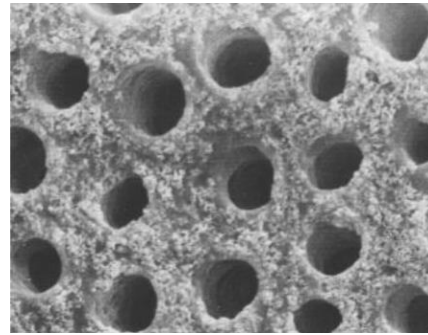
Asit uygulama işlemi sonrası, minede bulunan prizmalar çözünmekte olup hidroksiapatit kristalleri arasında çok küçük boyutta poröziteler oluşmaktadır. Böylelikle mine dokusunun ıslanabilirliği ve yüzey enerjisi artar. Sonuçta da mine dokusunun bağlanma yüzeyi artmış olur. Bu yüzeylere adeziv sistemler uygulandığında, oluşan mikropöröz yapılar dolularak rezin taglar oluşur. Bu uzantılar mikromekanik bağlanmadan sorumlu olan uzantılardır. Polimerizasyon işleminin ardından ise 20-30 MPa kadar bağlantı kuvveti oluşarak tam bir mekanik kilitlenme sağlanmış olur.^{4,5}

1.2 Dentin Adezyonu

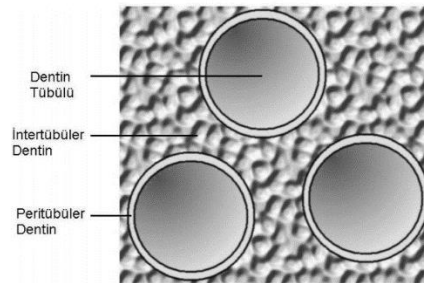
%70-75 oranında inorganik, %15-20 oranında ise organik yapıdan oluşan dentin dokusunu, %5-15 oranında da su ve diğer maddeler oluşturmaktadır. Organik yapıyı büyük oranda kollogen oluştururken inorganik yapıda ise daha çok hidroksiapatit kristalleri bulunmaktadır. Mine kadar mineralize bir doku olmamakla birlikte sement dokusundan daha mineralize bir dokudur.⁶

Çok sayıda dentin tübülü, tübüllerin içerisinde protoplazmik uzantılar ve dentin lenfi içermektedir (Şekil 1). Bu bakımdan mine dokusuna kıyasla daha nemli ve organik içeriği daha fazla olan bir dokudur. Tübüllerin etrafında peritübüler dentin, arasında ise intertübüler dentin bulunmaktadır (Şekil 2). Adeziv sistemlerin intertübüler dentine bağlanması daha kuvvetli olmaktadır. Tübüllerin sayısı ve çapı, pulpaya yaklaştıkça artar. Intertübüler dentin oranı, dentinin derin kısımlarında daha azdır. Dolayısıyla dentin dokusunun derinlerine doğru bağlanma kuvveti azalır.^{4,5}

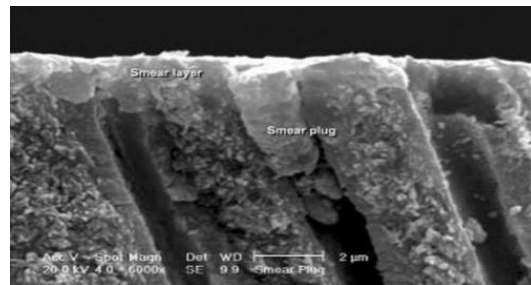
Preparasyon sonrası dentin yüzeyini kaplayan tükürük, kan, bakteri ve smear tabakası bağlantıyı olumsuz yönde etkilemektedir. Bu bakımdan bağlantının artırılması için dentin yüzeyinin bu artıklardan temizlenmesi ve smear tabakasının uzaklaştırılması gerekmektedir. Smear tabakası; vital veya nekrotik pulpa, dentin artıkları ile mikroorganizma içeren rotary veya manuel enstrümanlar ile yapılan preparasyon sonrası meydana gelen, dentin yüzeyinde biriken debristir^{9,10} (Şekil 3). Bu tabakanın hacmi, yoğunluğu ve alttaki yapı ile olan bağlanma oranı preparasyon şekline bağlı olarak değişmektedir.¹¹ Kalınlığı 0.5-2 mikrometre arasında değişen smear tabakasının, dentin geçirgenliğini %86 oranında azalttığı yapılan bir çalışmada belirtilmiştir.¹²



Şekil 1. Elektron mikroskobu altında dentin tübülleri⁷



Şekil 2. Peritübüler ve intertübüler dentin⁸



Şekil 3. Smear tabakası ile kaplanmış dentin yüzeyinin SEM görünümü¹³

Mine dokusuna kıyasla dentin dokusunda adezyon sağlamak daha zordur. Bunun nedenleri şöyle sıralanabilir;

❖ Kollogen oranının dentine oranla daha fazla olması dentinin elastik özelliğinin daha fazla olmasını sağlar.

❖ Mine dokusu kadar homojen olmayıp, mineralizasyon değeri farklı bölgelerde farklı değerlere sahiptir. (Dentin tübüllerinin sayısı ve çaplarının dentinin farklı bölgelerinde değişiklik göstermesi sebebiyle)

❖ Pulpa dokusunun sıvı basıncı dolayısıyla dentinin derin kısımlarında rezin infiltrasyonu daha zor olmaktadır.

❖ Smear tabakası dentin tübüllerinin ağzını tıkamakta ve dentin geçirgenliğini azaltmaktadır.

❖ Dentin dokusundaki hidroksiapatit oranı, mine dokusuna kıyasla oldukça az orandadır.¹⁴

1.3 Seramik Materyale Adezyon (Restorasyon-Siman Arasındaki Bağlantı)

Yüzeyler arasında oluşan bağlantı kuvveti, marjinal adaptasyonu artırarak mikrosızıntıyı önlemekte ve böylelikle restorasyonun kırılmaya karşı gösterdiği direnci de olumlu yönde etkilemektedir.¹⁵

Son zamanlarda rezin simanların kullanılmaya başlanması ile uzun dönemde restorasyon ve diş arasındaki kuvvetli bağlanma sağlanmış olup, mevcut çalışmalar rezin simanın bu yapılarla olan bağlantısını artırmaya yöneliktir.

1.3.1 Simantasyon Öncesi Uygulanan Yüze İşlemleri

Yüze işlemleri, materyallerin genel özelliklerini değiştirmeden, yüze özelliklerini etkileyerek, biyolojik ve mekanik özelliklerinin güçlendirilmesi işlemidir. Materyallerin olumlu özellikleri, bu işlemler esnasında korunmaktadır.¹⁶

Rezin ve protetik materyal arasındaki bağlantı kuvvetini artırmak için mikromekanik kilitlenme oluşturmak ve kimyasal bağlantı sağlamak gerekmektedir.¹⁵ Bu amaçla simantasyon işlemi öncesi, restorasyonlara bir takım yüze işlemleri uygulanarak bu iki yapı arasındaki adezyon kuvveti artırılmaya çalışılmaktadır.

❖ Dönen Aletler ile Aşındırma

Bu yüze işlemi mekanik bağlantı sağlamakla birlikte bu yöntemde; diskler, elmas frezler, alüminyum oksit içerikli zımparalar kullanılmaktadır. Elmas frezlerle yapılan aşındırma işlemi sonrası alınan SEM görüntülerinde, kazıma izleri oluşmasına rağmen gözeneklerin meydana gelmediği gözlenmiştir, öte yandan bu yöntem keskin yüzeylerin meydana gelmesine ve materyalde fazla madde kaybına neden olmaktadır.¹⁷

Frezle aşındırma yönteminin bir diğer dezavantajı ise; seramikte dayanıklılık kaybına yol açtığından, kontrolsüz uygulandığında materyalde çatlak oluşumuna sebep olabilmektedir.

❖ Asitle Pürüzlendirme

Asit uygulaması; seramiğin yapısındaki cam matrix ve kristalin çözünmesini sağlayarak, restorasyon yüzeyinde poröziteler oluşturmaktadır. Böylelikle materyalin yüze enerjisi artar ve mikromekanik kilitlenme sağlanır.¹⁸ Polieter eter keton (PEEK) ve polieter keton keton (PEKK) gibi polimerlere asit uygulanması ise; yüzeysel katmandaki fonksiyonel işlev gören karbon-oksijen gruplarını artırarak, adeziv materyalin bağlanacağı grupları ortaya çıkarmaktadır.^{19,20}

Güçlü oksitleme özelliğine sahip olan Piranha solüsyonu, PEEK materyalinin yüze pürüzlendirmesinde kullanılan, hidrojen peroksit (H₂O₂) ve sülfürik asit (H₂SO₄) birleşiminden oluşan bir çözeltilidir. Bunun yanısıra sülfürik asit tek başına da uygulanabilen, materyalin karbonil ve eter grupları üzerinde etki gösteren kuvvetli bir asittir.²¹

Seramik yüzeyine uygulanan asit, diş dokusuna uygulanan asitten farklıdır. Genellikle asitle pürüzlendirmede tercih edilen hidrofolik asit (HF); seramik materyal yüzeyinde mikropöziteler oluşturarak, yüze alanını artırmakta sonuç olarak mekanik kilitlenmeye katkıda bulunmaktadır.²² Hidroflorik aside kıyasla daha az güçlü olan %35-40 oranında fosforik asit, seramik veya kompozit yüzeylerin pürüzlendirilmesinde kullanılan bir diğer asittir. Asidüle fosfat florür ise; yine seramik yüzeylerin pürüzlendirilmesinde kullanılan güvenilir bir asit olmakla birlikte seramik yüzeyinde homojen ve düzgün bir alan oluşturmaktadır.²³

❖ Alüminyum oksit ile Kumlama

'Air abrazyon yöntemi' olarak da adlandırılan bu yüze işlemi, protetik materyallerde sıklıkla kullanılan bir pürüzlendirme yöntemidir. Alüminyum oksit tozları, materyal yüzeyindeki kontamine alanları uzaklaştırıp, bağlanma için gerekli yüze alanını artırarak rezin materyallerin tutuculuğunu artırır.²⁴ Bu amaçla kullanılan tozlar, 25-250 mikrometre aralığında partikül boyutlarına sahiptir.²⁵ Hasta başında veya laboratuvarında uygulanan bu yöntemde temel kural, kullanılacak partiküllerin, restorasyon materyalinden daha sert olması gerektiğidir.

❖ Tribokimyasal Silika Kaplama

Yüzeyleri temizlemek, retantif bir yüze oluşturmak ve hepsinden önemlisi silanlanabilirlik özelliklerini arttırmak amacıyla, protetik materyal yüzeylerini silanize etmek için silika kaplama gibi çeşitli yöntemler kullanılır.

Tribokimyasal silika kaplama; partiküllerin yüzeylerini silika ile kaplayan, özel olarak yüzeyi modifiye edilmiş bir alüminyum kum püskürtme şeklinde hasta başında kullanılabilen bir yöntemdir. Bu teknikte kullanılan tribokimyasal silika kum, alüminyum kumunun silan ile modifiye edilmiş şeklindedir. Basınç etkisiyle, silika 15 mikrometre

derinliğinde seramik yüzeyine gömülmüş olur. Bu durum yüzeylerde silika tabakası meydana getirerek, silika ile işlem görmüş olan seramik materyalinin, silan ile kimyasal bağ kurabilmesine yardımcı olur. Asitle pürüzlendirme işlemine dayanıklılık gösteren materyallerde de kullanımı tavsiye edilmektedir.²⁶

Sıklıkla kullanılan sistemler 'Rocatec' ve 'Cojet' sistemleridir. Rocatec sistemi laboratuvarında kullanılmakta olup 2 aşamada uygulanan bir sistemdir.²⁷ Air abrazyon ve silan aşamalarını içeren Rocatec sisteminde, silanize edilmiş 110 mikrometrelik alüminyum oksit kumu kullanılır. İlk olarak 'Rocatec- Pre' olarak adlandırılan aşamada; yüze temizliğini sağlamak amacıyla 2.5 bar basınç ile 110 mikrometre alüminyum oksit kumu uygulanır. Sonrasında ise yine aynı basınçta 110 mikrometre boyutunda silisyum oksit kumu yüzeye püskürtülür. Bu aşama ise 'Rocatec- Plus' olarak adlandırılır.

Cojet sistemi ise klinikte kolaylıkla uygulayabileceğimiz, silan ile modifiye edilmiş 30 mikrometre boyutunda alüminyum oksit kumunun materyal yüzeyine uygulandığı bir sistemdir. %97'den fazla alüminyum oksit, %3'ten az silika içermektedir. Restorasyonların intraoral olarak tamir edilmesi gerektiği durumlarda, mekanik olarak pürüzlülük sağlanması amacıyla tercih edilebilen bir yöntemdir. Bu yöntemde silika kaplı alüminyum oksit partikülleri 2-3 bar basınç altında yüzeye dik olacak pozisyonda 15 saniye boyunca uygulanmaktadır. Silikatizasyon aşamasından sonra silan uygulaması ile hem fiziksel hem de kimyasal bağlantı sağlanmış olur.²⁸

❖ Lazer ile Pürüzlendirme

Çürüğün temizlenmesinde, hassasiyetlerin giderilmesinde, beyazlatma tedavisinde, pit ve fissürlerin kapatılmasında kullanılabilen lazerler; diş hekimliğinde geniş kullanım alanına sahiptir.²⁹ Çok sayıda lazer çeşidi olmakla birlikte sıklıkla yumuşak doku lazeri olarak CO₂ lazer kullanılırken, sert ve yumuşak dokuların her ikisinde daha çok Nd:YAG ve Er:YAG lazer tercih edilir.³⁰ Uygulama süresi, atım tipi, frekansı, enerji seviyesi ve dalga boyu gibi değişkenler, lazerlerin yüzeyde meydana getirdiği etki derinliğini değiştirmektedirler.³¹

Temel çalışma yöntemi, atomların enerjilerini emerek daha yüksek enerji seviyesine taşımak olan lazerlerin, bu enerji aktarımında meydana gelen fotonları; aynı enerji seviyesine ulaşarak hareketlerini aynı yöne doğru gerçekleştirirler.³² Restoratif materyal tarafından absorbe edilen lazer ışının enerjisi, yüzeyde bir ısı indüksiyonu oluşturarak mikromekanik bağlantı sağlar.³³

❖ Plazma Spreyi Uygulaması

Uyarılmış atomlardan, moleküllerden ve reaktif parçalardan oluşan iyonize bir gaz olan plazma, yüzeylerin temizlenmesinde ve pürüzlendirilmesinde kullanılmasının yanı sıra tıbbi cihazların sterilizasyonunda da kullanılabilir.³⁴ İçeriklerinde bulunan kimyasal aktif parçacıklar dolayısıyla materyallerin yüze enerjisini artırır ve yüze kimyasını en uygun hale getirir.³⁵

Diş hekimliği alanında; cam fiberlerin, fiber içerikli kompozitlerin geliştirilmesinde kullanılan plazma, aynı zamanda seramiklerin bağlantı dayanımını geliştirmede de tercih edilebilmektedir.³⁵

❖ Silan Bağlayıcı Ajanların Uygulanması

1940'lardan beri kullanılan silan ajanları, yüze ıslanabilirliğini artırması sonucu, uygulanacak simanın yüzeye kolaylıkla akmasını ve mikromekanik tutuculuğun artmasını sağlarlar.³⁶ Asitle pürüzlendirilmiş bir yüzeye silan ajanı uygulandığında kimyasal bağ meydana gelir. Silan primerleri silan ajanı, kuvvetli olmayan bir asit ile fazla miktarda çözücü içermektedir.³⁷

Silan bağlayıcı ajanlarını; hidrolize olmamış tek şişe, hidrolize olmuş tek şişe ile 2 veya 3 ayrı şişe içeren silan primerleri olmak üzere 3 grupta sınıflandırabiliriz. Tek şişe olanların raf ömrü kısa olmakla birlikte çözücülerinin hızlı buharlaşması, bu ajanların etki gücünün azalmasına sebep olmaktadır.¹⁵ Organik moleküller sınıfında bulunan silanlar, bir ya da birden fazla sayıda silikon atomuna sahip olup, fonksiyonlarına göre ise 'primer' veya 'bağlama ajanı' olarak gruplandırılabilir.³⁸

❖ Adeziv Uygulaması (Primer/Bond)

Silan kaplama ajanları ile elde edilen bağlantıyı daha ideal hale getirmek için multifonksiyonel primer'lar üretilmiştir.³⁹ Bu primer'lar, silan haricinde asidik monomer ile dentin bağlayıcı ajan içermektedirler. İçeriğinde bulunan asidik monomer sayesinde seramik materyal yüzeyindeki metal oksitler ile bağlantı oluşturulabilmekteyken, bağlayıcı ajan sayesinde de rezin siman ile olan bağlantının artırılabilceği düşünülmektedir.

Çok sayıda bileşenden oluşan primer sistemleri 'surface conditioning' maddeler olarak da isimlendirilmekte olup içeriğinde adeziv veya fonksiyonel monomer bulundurmaktadır. Yüzey işlemlerine ilave olarak ek adeziv kullanılması sonucu, bağlanma değerlerinde artış gözlenmiştir. Farklı yüzeylerin birbiri ile bağlanabilmesi amacıyla kullanılan primerler indirek restorasyonların adezyonunda oldukça önemli bir yere sahiptir.⁴⁰

Genel olarak metilmetakrilat içeren (MMA) adeziv sistemler, yaşlandırma işlemlerinden sonra bile çekme bağlanma dayanımı üzerinde yüksek oranda dayanıklılık özelliği gösterir. PEEK ve PEKK gibi CAD/CAM polimerlerine MMA içeren adeziv uygulaması, yüzeyde çözünmeye sebep olmakta ve kompozit içeriğinde mevcut olan metil grubuyla bağ kurarak etki göstermektedir.^{41,42}

2. Adeziv Sistemler

Adeziv sistemler; mine, dentin, amalgam, metal ve porselene olan bağlantıyı artırmak için geliştirilmeye çalışılmaktadır. Adeziv sistemlerin bu önemli özellikleri, hekime bu malzemeleri çeşitli diş tedavileri ve uygulama prosedürleri için kullanma seçeneği sunar.⁴³ Ayrıca, yapıştırılmış restorasyonların adeziv olmayan, geleneksel yöntemlere göre birçok avantajı vardır. Adeziv teknik, restoratif materyal ile diş ara yüzündeki mikro sızıntıyı azaltarak postoperatif duyarlılığı, marjinal renklenmeyi ve bunun sonucunda da tekrarlayan çürükleri azaltır. Hem diş yapısında hem de restoratif materyallerde meydana gelen fonksiyonel stres, bu sistemler ile daha geniş bir alana yayılabilir. Böylelikle zayıflamış diş yapısını koruyarak, bu yapının daha güçlü bir hale gelmesini sağlar.⁴⁴

Adeziv restoratif teknikler aynı zamanda estetik restoratif diş hekimliği seçeneklerini genişletmiş, bozulmuş veya debonding gösteren restorasyonların, minimum diş yapısı kaybıyla onarılmasına veya değiştirilmesine olanak tanımıştır.⁴⁵

Dental materyaller ve dental doku arasında uygun bağlanma mukavemetini sağlamak için diş hekimliğinde üç adezyon yöntemi kullanılmıştır;

✓ İlk yöntem smear tabakasını modifiye eder ve bunu bonding sürecine dahil eder.

✓ İkinci yöntem smear katmanını tamamen kaldırırken,
✓ Üçüncü yöntem smear katmanını uzaklaştırmak yerine bu tabakayı çözer.⁴³

Bu nedenle, birçok adeziv sistem diş dokusu üzerinde asit uygulanmasını gerektirirken, diğer sistemlerde önceden dentin yüzeyinde bir aşındırma gerektirmeyen self-etch primer'lar bulunur.

Kuvvetli bir adezyon oluşturmada yüzeyin temizliği çok önemli bir faktördür. Preparasyon sonrası yüzeyi kaplayan smear tabakası, adherent yüzey enerjisini düşürerek ıslanabilirliği azaltır. Dolayısıyla adezivin adherent yüzeyine akmasını ve yüzeyi ıslatmasını engeller. Diş üzerinde mevcut olan plak, diş taşı, tükürük, smear tabakası ile hava spreyiyle kurutmada havada bulunan yağ ve nem gibi faktörler, yüzey enerjisini azaltarak adezyonu olumsuz yönden etkilemektedir. Dolayısıyla siman ve dentin dokusu arasında daha iyi bir bağlantı oluşturmak amacıyla dentin bonding sistemler (adeziv sistemler) geliştirilmiştir.

Adeziv sistemler; klinik uygulama aşamalarına göre etch&rinse ve self-etch adeziv sistemler olmak üzere 2'ye ayrılırlar.⁴⁶

2.1 Etch&rinse Adeziv Sistemler

- Smear tabakasını ortadan kaldıran sistemlerdir.
- %30-40 oranında uygulanan fosforik asit, dentini demineralize ederek hidroksiapatit yapının ortaya çıkmasını sağlar.⁴⁷

- Hibrit tabaka, hidroksiapatitin demineralizasyonu ile meydana gelen, kollojen ve kolljen fibriller tarafından desteklenen rezin yapının birleşimiyle oluşan bir tabakadır. Dentin aşırı kurutulduğu takdirde bu kollojen ağ, kollabe olur ve bağlantıyı olumsuz yönde etkiler.⁴⁸ Bunu engellemek için dentin hafif nemli bırakılmalıdır.

- Bu sistemin son basamağı olan adeziv bonding ajanı; üreten dimetakrilat (UDMA), bisfenol glisidil metakrilat (bis-GMA) gibi hidrofobik monomerler ile HEMA gibi ıslatıcı yapılardan meydana gelir. Adeziv rezin, hibrit tabakayı stabilize ederek, dentin kanallarında rezin tagların meydana gelmesini sağlar.^{3,4,49}

➤ 3 aşamalı sistemler

- Asit + Primer + Adeziv
- 4. Jenerasyon bonding ajanıdır.

➤ 2 aşamalı sistemler

- Asit + Primer- Adeziv
- 5. Jenerasyon bonding ajanıdır.

2.2 Self-etch Adeziv Sistemler

- Smear tabakasını çözen veya modifiye eden sistemlerdir.
- Dentin demineralizasyonu ve monomer infiltrasyonu aynı zamanda gerçekleşmektedir.

- Ayrı bir asitle pürüzlendirme aşaması olmadığından uygulaması kolay bir sistem olup kavitenin yıkama ve kurutulması esnasında kan ve tükürük kontaminasyonu riskinin önüne geçilmiştir.

- Smear tabakasını tamamen ortadan kaldırmadığından Etch&rinse sistemlere kıyasla daha az dentin tübülü ortaya çıkmaktadır. Post operatif hassasiyet de buna bağlı olarak daha az görülmektedir.⁵⁰

➤ İki aşamalı sistemler

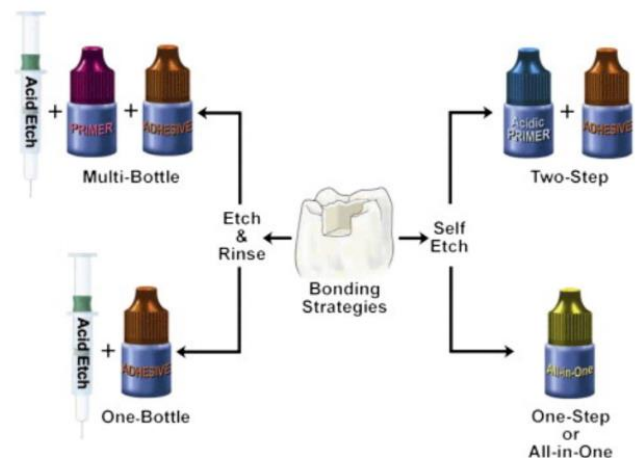
- Asit- Primer + Adeziv
- 6. Jenerasyon bonding ajanıdır.

➤ Tek aşamalı sistemler (all in one)

- Asit- Primer- Adeziv
- 7. Jenerasyon bonding ajanıdır.

- Etch&rinse ve self-etch adeziv sistemlerin özeti Şekil 4'te özetlenmiştir.

•



Şekil 4. Adeziv Sistemlerin Özeti⁵¹

3. Diş Hekimliğinde Kullanılan Simanlar

Dental simanlar, prepare edilmiş diş ile restorasyon arasında bağlantı veya adezyon sağlayan materyallerdir. Simantasyon ajanının birincil gerekliliği, restorasyonu belirsiz bir süre için yerinde tutması ve restorasyon ile diş arasında sızdırmazlık sağlamasıdır.⁵² Tarihsel olarak bir restorasyonun, prepare edilen dişe mekanik olarak bağlantısını sağlamada yapıştırma ajanları kullanılmaktadır.

Dental simanlar, toz ve sıvının karıştırılmasıyla oluşur ve genellikle sertleştirilerek kırılma hale gelen materyallerdir. Rezin veya asit içeriklidirler. Asit içerikli olanlarda toz; bazik bir metal oksit veya silika iken, likit ise asidiktir. Asit-baz reaksiyonu, simantasyon matrisi olarak işlev gören bir metal tuzu oluşumuyla meydana gelir.

Dental simanlar; kron simantasyon ajanları, pulpa koruyucu ajanlar veya kavite astar malzemesi olarak kullanım dahil olmak üzere çeşitli dental ve ortodontik uygulamalarda kullanılırlar. Amerikan Diş Hekimleri Birliği'ne göre simanların tümü, belirli bir kalınlığa ve uygun akışkanlığa sahip olmalıdır.⁵³

İdeal bir siman aşağıdaki kriterleri sağlamalıdır;

- ✓ Diş ve çevre dokulara zarar vermemeli,
- ✓ Restorasyonu yerleştirmek için yeterli çalışma süresi sağlamalı,
- ✓ Restorasyonun doğru pozisyonunda oturmasına izin verecek kadar akışkan özellikte olmalı,
- ✓ Fonksiyonel kuvvetlere direnebilecek kadar, güçlü sert bir yapısal katman oluşturmali,
- ✓ Mekanik açıdan diş ve restoratif materyale yüksek bağlanma sergilemeli,
- ✓ Makaslama, çekme ve sıkıştırma kuvvetlerine karşı direnç göstermeli,
- ✓ Çözünmemeli ve sızdırmamalı,
- ✓ Radyopak olmalı,
- ✓ Estetik olmalı,
- ✓ Artık siman kalıntıları kolaylıkla uzaklaştırılabilir ve
- ✓ Maliyeti düşük olmalıdır.^{54,55}

3.1 Rezin İçerikli Simanlar

Ağırlıkça %50-70 oranında cam ve silika içeren rezin simanlar asitle pürüzlendirilmiş diş dokusuna daha çok mikromekanik olmak üzere aynı zamanda kimyasal olarak da bağlanırlar.⁵⁶ Son yirmi yılda, diş hekimliğinde estetiğe olan talebin artması, indirekt rezin kompozitlerden seramik materyallerinin çeşitli türlerine kadar, metal içermeyen restorasyonlarda önemli gelişmelerle sonuçlandı. Yine de bu estetik restoratif materyallerin klinik performansı büyük ölçüde simantasyon prosedürüne dayanmaktadır.

Metal içermeyen bir restorasyon için, yapıştırma ajanının istenen özellikleri arasında; doğal diş yapısına benzer optik özellikler, final restorasyonu güçlendirmek için geliştirilmiş mekanik özellikler ve birden çok substrata bağlanma yeteneği bulunmaktadır.

Çinko fosfat ve cam iyonomer gibi geleneksel yapıştırma simanları bu beklentileri karşılamaz. Metal içermeyen indirekt restorasyonların piyasaya sürülmesiyle, alternatif yapıştırma materyallerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur. Piyasaya sunulan ilk rezin esaslı veya geleneksel rezin simanların, mine ve dentine olan bağlantısını artırmak için dental adezivlerin kullanılması gerekmiştir.

Birkaç çalışma, geleneksel rezin simanların kullanımının, diğer yapıştırıcı simanlar ile karşılaştırıldığında metal içermeyen indirekt restorasyonların mekanik özelliklerini iyileştirebileceğini ortaya koymuştur⁵⁷ ve bu uzun vadeli klinik başarı ile doğrudan ilişkilidir.⁵⁸ Bununla birlikte, asidik ve hidrofobik özelliklere sahip adeziv sistemleri ile kendi kendine ve dual cure rezin simanlar arasındaki uyumsuzluk sorunları, yeni rezin simanların geliştirilmesinin erken aşamasında rapor edilmiştir.^{59,60}

Bağlantı dayanımları geleneksel simanlara göre oldukça fazla olan rezin simanlarda, mikrosızıntı da geleneksel simanlardan daha az oranda görülür. İlk olarak Rochette tarafından 1973'te kullanımı tavsiye

edilmiştir. Diş dokusuna yüksek adezyon gösteren bu simanlar, ağız sıvılarında çoğunlukla çözünmezler. Porselen materyaline kimyasal olarak bağlandıklarından, porselen restorasyonların simantasyonunda tercih edilebilecek en iyi siman türüdür. İnley, onley, indirekt kompozit restorasyonlar, metal destekli olmayan seramik restorasyonlar ile laminate veneerlerde güvenle tercih edilebilir.^{61,62}

Rezin simanlar; organik faz, inorganik faz ve bunları birleştiren ara faz olmak üzere üç ana fazdan meydana gelirler.

➤ Organik faz; yüksek vizkoziteli Bis-GMA veya UDMA gibi monomerler ile TEGDMA gibi düşük vizkoziteli monomerin birleşiminden oluşur. UDMA; renklenmeye karşı direnç kazandırmak ve adezyonu geliştirmek amacıyla bu yapıya ilave edilir. Organik faz içerisine kamforokinon gibi kimyasal başlatıcılar ile materyalin kendiliğinden polimerize olmasını engellemek amacıyla 4-metakorfenol gibi inhibitörler dahil edilir.

➤ İnorganik faz; değişen şekil ve büyüklüklerde kuartz, koloidal silika, stronsiyum, borosilikat cam, yitrium ve lityum alüminyum silikat gibi yapılar, polimer matrixin mekanik özelliklerini geliştirmek ve polimerizasyon bütülmesini en aza indirgeyebilmek amacıyla ilave edilir.

➤ Ara faz; metakriloksi propiltrimetoksi silan olarak bilinen bu faz, diğer 2 fazı birbirine bağlayan vinil silan türevidir. Organik matrix ile kovalent bağ meydana getirirken, doldurucuların su ve hidroksil gruplarıyla ester bağlar kurarlar.⁶³

Yapılarında inorganik doldurucu ve bağlantı ajanları bulunan rezin simanlar, aynı zamanda hızlandırıcılar, reaksiyon başlatıcılar, eriticiler ve dentin dokusuna bağlanmasını sağlayan fonksiyonel monomerler içerirler.⁶⁴ Sıklıkla kullanılan monomerler Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, EDMA, MMA ve MDP'dir.

3.1.1 Rezin Simanların Sınıflandırılması

Rezin simanlar; polimerizasyon yöntemlerine ve adeziv sistem içeriklerine göre sınıflandırılabilir. Adeziv sistem içeriklerine göre; asitlenen ve yıkanan rezin simanlar (total etch), kendinden asitli rezin simanlar (self etch) ve kendinden adezivli (self adeziv) rezin simanlar olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadırlar. Polimerizasyon yöntemlerine göre ise; kimyasal olarak polimerize olan, ışık ile polimerize olan ve hem kimyasal olarak hem de ışıkla polimerize olan dual cure rezin simanlar olarak sınıflandırılmaktadır.⁶⁵

Adeziv Sistem İçeriklerine Göre Rezin Simanlar

❖ Total Etch Rezin Simanlar

Total etch uygulamasında, diş dokusuna fosforik asit uygulanırken, restorasyon iç yüzeyine ise primer ve adeziv uygulanır. Uygulanan fosforik asit konsantrasyonu ise %30-40 oranındadır. Bu gruptaki rezin simanlar hem ışıkla polimerize olan hem de dual cure rezin simanlardır.⁶⁶

2 veya 3 aşamada uygulanırlar. 2 aşamalı olanlarda asit uygulaması ayrıca gerçekleştirilirken, primer ve bond birarada bulunmaktadır. 3 aşamalı olanlarda ise asit, primer ve bond aşamaları ayrı ayrı uygulanır. Yapılan bir çalışmada 3 basamaklı olan rezin simanların, 2 basamaklı olanlara kıyasla dentine daha iyi penetre olabildiği ve bağlantı değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.⁶⁷

Asit uygulaması, yüzeydeki hidroksiapatit kristallerini ve smear tabakasını ortadan kaldırmaktadır. Asit işleminin ardından yapılan kurutma esnasında dentinin aşırı ya da yetersiz kurutulmasına bağlı olarak işlem sonrası duyarlılık gözlenebilmesi ve teknik olarak hassasiyet gerektirmesi, bu siman grubunun dezavantajlarındanıdır.⁶⁸

❖ Self Etch Rezin Simanlar

Asit uygulaması ayrı bir aşama olarak bulunmayıp, asit içeren primer'a sahip bir sistemdir. Primer uygulaması sonrası bond uygulamasının bulunduğu 2 basamaklı adeziv sistemlerdir. İşlem sonrası hassasiyetin az olması, total etch rezin simanlardan daha az uygulama basamağı içermesi bu rezin siman grubunun avantajlarındanıdır.⁶⁹ Fakat bağlantı değerleri açısından bakıldığında asitlenen ve yıkanan sistemlerden daha düşük bağlanma değerleri sergilemektedir.⁶⁸

❖ Self Adeziv Rezin Simanlar

Hem ışık ile polimerize olan hem de dual cure olan bu simanlar, tek aşamalı sistemlerdir. Herhangi bir asitleme ve yıkama işlemi olmadığından dentin dokusundan smear tabakası uzaklaştırılmadan bağlantı sağlarlar.⁶⁶ Siman içeriğindeki monomerin ihtiva ettiği asidik gruplar, smear tabakasını çözerek simanın dentin tübüllerini doldurmasını sağlar. Diş yüzeyine herhangi bir bağlayıcı ajan uygulaması gerek-

tirmeyen simanlardır. Teknik hassasiyet gerektirmeden uygulanması, uygulama yönteminin daha basit olması, uygulama basamaklarını azaltması dolayısıyla kolay ve kısa sürede uygulanabilmesi bu sistemlerin avantajlarıdır.⁷⁰

Polimerizasyon Yöntemlerine Göre Rezin Simanlar

❖ Kimyasal Olarak Poimerize Olan Rezin Simanlar (Otopolimerizan-self cure)

Sıklıkla bir baz ve katalizörden oluşur. Bu tarz sistemler çift pat sistem olarak adlandırılırken, toz ve likit şeklinde üretilen sistemler de mevcuttur. Polimerizasyon, peroksit başlatıcılar ve amin hızlandırıcılar bir araya geldiğinde gerçekleşir. Bu yapıların oda ısısında reaksiyonları ile serbest radikaller oluşur. Toz-likit sistemlerinde ise tozu silika, borosilikat yapı ile başlatıcılar oluştururken, likidi ise metilmetakrilat ile Bis-GMA monomerleri oluşturur.⁷¹

Sertleşme zamanının uzun olması, baz ve katalizörün karıştırıldığı esnada siman içinde hava kabarcığı oluşma ihtimalinin bulunması ve simantasyon sonrası restorasyonun kullanım süresince artan renkleme eğilimleri, bu simanların olumsuz özellikleri arasındadır.⁷² Işığın ulaşmasının mümkün olmadığı, tam metal veya metal destekli restorasyonlar ile kalınlığı 2.5 mm'den fazla olan tam seramik restorasyonlarda kullanımı uygundur.^{2,73}

❖ Işık ile Poimerize Olan Rezin Simanlar (Light cure)

Tek pattan oluşan sistemler olup polimerizasyon ışık ile gerçekleşir. Polimerizasyonda 420-450 nanometre dalga boyuna sahip mavi ışık kullanılır. Kamforokinon polimerizasyonu başlatıcı yapı olup alifatik aminler ise reaksiyonu hızlandıran ajanlardır. Polimerizasyonunun tamamlanması için 24 saat geçmesi gerekmektedir.⁷⁴

Çalışma sürelerinin uzun olması, simantasyon esnasında artık simanın kolaylıkla uzaklaştırılabilmesi, sertleşme süresinin kısa olması, peroksit başlatıcı veya aromatik amin içermediği için renklerinin daha stabil olması ve uygulanması esnasında hava kabarcığı meydana gelme ihtimalinin daha az olması, bu simanların avantajları arasındadır.^{55,75}

Polimerizasyon ışık ile gerçekleştiğinden ışık kaynağı yeterli süre yeterli mesafeden uygulanmadığında veya ışık kaynağının gücü azaldığında tam bir polimerizasyon elde edilememekte ve bu da simanın kimyasal, mekanik ve fiziksel özelliklerinde başarısızlığa sebep olabilmektedir.⁷⁶

❖ Dual Cure Rezin Simanlar

Işıklı sertleşen simanlar ile kimyasal olarak sertleşen simanların özelliklerini birleştiren bu simanlar, çift pat sistemine sahiptirler. Komponentlerin birinde kamforokinon, diğerinde ise benzoil peroksit bulunmaktadır. Endikasyon olarak ışığın ulaşmadığı veya yetersiz olduğu durumlarda tercih edilir.⁷¹ Patlar karıştırıldıktan sonra ışık uygulanana kadar peroksit ve aromatik tersiyer aminlerle sertleşme işlemi kontrol altına alınabilir.⁵⁵

Yaklaşık 24 saat sonra kimyasal polimerizasyon tamamlanmış olur. Işık ile polimerizasyon gerçekleştirilmediği durumda simanın mekanik özelliklerinde zayıflama tespit edilmiştir.¹⁵ Kimyasal olarak polimerize olan rezin simanlar ile karşılaştırıldığında bu gruptaki simanların daha az oranda renk değişimine sebep olduğu görülmüştür. Bu durumun nedeni amin hızlandırıcı oranının bu siman grubunda, kimyasal olarak sertleşen siman grubuna göre daha az oranda bulunmasıdır. Işıklı sertleşen simanlarda ise bu renklenme, dual cure rezin simanlara göre daha da az görülmektedir.⁷⁷

SONUÇ

Sabit protetik tedavi uygulamalarında restorasyon ve diş arasındaki bağlantının kuvvetli olması çok önemli bir faktördür. Simantasyon prosedürü kritik önem arz etmekle beraber öncesinde materyallere bir takım yüzey işlemleri uygulanarak da bağlantıyı artırmak mümkündür. Yüzey işlemlerinin yanı sıra simantasyon materyalinin de bağlantı üzerinde oldukça fazla önemi vardır. Bu bağlamda rezin simanlarda geleneksel simanlara kıyasla restorasyon ile diş arasında daha az oranda

mikrosızıntı gözlenmekle birlikte renk uyumu, düşük çözünürlük ve yüksek dayanıklılık gibi birtakım üstün özelliklere sahiptir.

Hakem Değerlendirmesi: Bu makalenin değerlendirilmesi dışarıdan editör ataması ile gerçekleştirilmiştir.

Yazar Katkıları: Fikir – B.T., N.Y.; Tasarım – B.T., N.Y.; Denetleme – B.T., N.Y.; Kaynaklar – B.T., N.Y.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – B.T., N.Y.; Analiz ve/veya Yorum – B.T., N.Y.; Literatür Taraması – B.T., N.Y.; Makaleyi Yazan – B.T., N.Y.; Eleştirel İnceleme – B.T., N.Y.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: The evaluation of this article was carried out by an external editor.

Author Contributions: Concept – B.T., N.Y.; Design – B.T., N.Y.; Supervision – B.T., N.Y.; Resources – B.T., N.Y.; Data Collection and/or Processing – B.T., N.Y.; Analysis and/or Interpretation – B.T., N.Y.; Literature Search – B.T., N.Y.; Writing Manuscript – B.T., N.Y.; Critical Review – B.T., N.Y.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKLAR

1. Sakaguchi RL, Powers JM. Craig's restorative dental materials-e-book: Elsevier Health Sciences; 2012.
2. O'Brien WJ. Dental materials and their selection, 2002. Quintessence 2002.
3. Roberson T, Heymann H, Swift E. Sturdevant's Art and science of operative dentistry mosbyInc. St. Louis, Missouri 2002;4:244-246.
4. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, et al. Buonocore Memorial Lecture. Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. *Oper Dent*. 2003;28(3):215.
5. Miyazaki M, Tsujimoto A, Tsubota K, et al. Important compositional characteristics in the clinical use of adhesive systems. *J Oral Sci*. 2014;56(1):1-9.
6. Manisalı Y, Koray F. Ağız-diş embriyolojisi ve histolojisi. İstanbul: Yenilik Basımevi 1982:73-98.
7. Bozok Y. Amorf kalsiyum fosfat içerikli verniğin dentin hassasiyeti üzerine etkinliğinin değerlendirilmesi. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Periodontoloji Ana Bilim Dalı, Ankara: 2010.
8. Dik Ç. Sulfaktanlı Edta solüsyonlarının genç ve yaşlı dentinin adeziv özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Edodonti Ana Bilim Dalı, Uzmanlık Tezi*, 2017.
9. Yang S-E, Bae K-S. Scanning electron microscopy study of the adhesion of *Prevotella nigrescens* to the dentin of prepared root canals. *J Endod*. 2002;28(6):433-437.
10. Olley R, Sehmi H. The rise of dentine hypersensitivity and tooth wear in an ageing population. *Br Dent J*. 2017;223(4):293-297.
11. Oliveira SS, Pugach MK, Hilton JF, et al. The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs. a total-etch system. *Dent Mater*. 2003;19(8):758-767.
12. Summitt JB. *Fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach*. Quintessence Publishing Company; 2006.
13. Ren L, Li M, Pan Y, Meng X. Influence of polishing methods on the bonding effectiveness and durability of different resin cements to dentin. *BioMed Res Int*. 2018;2018.
14. Swift EJ, Perdigão J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int*. 1995;26:95-95.

15. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent*. 2003;89(3):268-274.
16. Ouyang L, Zhao Y, Jin G, et al. Influence of sulfur content on bone formation and antibacterial ability of sulfonated PEEK. *Biomaterials*. 2016;83:115-126.
17. Dérand P, Dérand T. Bond strength of luting cements to zirconium oxide ceramics. *Int J Prosthodont*. 2000;13(2).
18. Bruce J, Hewlett R, Jo Y, Hobo H, Sumiya HD. *Contemporary esthetic dentistry practice fundamentals*. Tokyo: Quintessence 1994:60-99.
19. Kim B-K, Bae HE-K, Shim J-S, Lee K-W. The influence of ceramic surface treatments on the tensile bond strength of composite resin to all-ceramic coping materials. *J Prosthet Dent* 2005;94(4):357-362.
20. Hallmann L, Mehl A, Sereno N, Hämmerle CH. The improvement of adhesive properties of PEEK through different pre-treatments. *Appl Surface Sci*. 2012;258(18):7213-7218.
21. Schmidlin PR, Stawarczyk B, Wieland M, et al. Effect of different surface pre-treatments and luting materials on shear bond strength to PEEK. *Dent Mater*. 2010;26(6):553-559.
22. Della Bona A, Shen C, Anusavice KJ. Work of adhesion of resin on treated lithia disilicate-based ceramic. *Dent Mater*. 2004;20(4):338-344.
23. Bona AD, Anusavice KJ. Microstructure, composition, and etching topography of dental ceramics. *Int J Prosthodont* 2002;15(2).
24. Özcan M, Niedermeier W. Clinical study on the reasons for and location of failures of metal-ceramic restorations and survival of repairs. *Int J Prosthodont*. 2002;15(3).
25. Hummel M, Kern M. Durability of the resin bond strength to the alumina ceramic Procera. *Dent Mater*. 2004;20(5):498-508.
26. Della-Bona A. Characterizing ceramics and the interfacial adhesion to resin: II-the relationship of surface treatment, bond strength, interfacial toughness and fractography. *J Applied Oral Sci*. 2005;13(2):101-109.
27. Özcan M, Vallittu PK. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dent Mater*. 2003;19(8):725-731.
28. Oh W-s, Shen C. Effect of surface topography on the bond strength of a composite to three different types of ceramic. *J Prosthet Dent*. 2003;90(3):241-246.
29. Asadzadeh N, Ghorbanian F, Ahray F, et al. Bond strength of resin cement and glass ionomer to Nd: YAG laser-treated zirconia ceramics. *J Prosthodont*. 2019;28(4):e881-e885.
30. Khan AA, Al Kheraif A, Jamaluddin S, Elsharawy M, Divakar DD. Recent trends in surface treatment methods for bonding composite cement to zirconia: a review. *J Adhes Dent* 2017;19(1):7-19.
31. Coluzzi DJ. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dent Clin North Am*. 2004;48(4):751-770, v.
32. Prause A. Dis hekimliği ve laser sistemleri. *Dişhekimliğinde Klinik Derg*. 2000;13:44-47.
33. Ural Ç, Kalyoncuoğlu E, Balkaya V. The effect of different power outputs of carbon dioxide laser on bonding between zirconia ceramic surface and resin cement. *Acta Odontol Scand*. 2012;70(6):541-546.
34. Chen M, Zhang Y, Yao X, et al. Effect of a non-thermal, atmospheric-pressure, plasma brush on conversion of model self-etch adhesive formulations compared to conventional photo-polymerization. *Dent mater*. 2012;28(12):1232-1239.
35. Han GJ, Kim JH, Cho BH, Oh KH, Jeong JJ. Promotion of resin bonding to dental zirconia ceramic using plasma deposition of tetramethylsilane and benzene. *Eur J Oral Sci*. 2017;125(1):81-87.
36. Tzanakakis E-GC, Tzoutzas IG, Koidis PT. Is there a potential for durable adhesion to zirconia restorations? A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2016;115(1):9-19.
37. Manso AP, Silva NR, Bonfante EA, et al. Cements and adhesives for all-ceramic restorations. *Dent Clin*. 2011;55(2):311-332.
38. Alex G. CE 1-Preparing Porcelain Surfaces for Optimal Bonding. *Compendium*. 2008;29(6):324.
39. Pereira CNdB. Influência do padrão de evaporação do silano sobre a resistência de união entre uma cerâmica à base de dissilicato de lítio e um cimento resinoso quimicamente ativado: avaliação in vitro através de um ensaio mecânico de microtração. Luiz Thadeu de Abreu Poletto, Universidade Federal de Minas Gerais. 2006.
40. Awad MM, Alqahtani H, Al-Mudahi A, et al. Adhesive bonding to computer-aided design/computer-aided manufacturing esthetic dental materials: an overview. *J Contemp Dent Practic*. 2017;18(7):622-626.
41. Liebermann A, Wimmer T, Schmidlin PR, et al. Physicomechanical characterization of polyetheretherketone and current esthetic dental CAD/CAM polymers after aging in different storage media. *J Prosthet Dent*. 2016;115(3):321-328. e2.
42. Uhrenbacher J, Schmidlin PR, Keul C, et al. The effect of surface modification on the retention strength of polyetheretherketone crowns adhesively bonded to dentin abutments. *J Prosthet Dent*. 2014;112(6):1489-1497.
43. Van Meerbeek B, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J dentistry* 1998;26(1):1-20.
44. Douglas WH. Clinical status of dentine bonding agents. *J Dent*. 1989;17(5):209-215.
45. Duke ES. Adhesion and its application with restorative materials. *Dent Clin North Am*. 1993;37(3):329-340.
46. Sofan E, Sofan A, Palaia G, et al. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol*. 2017;8(1):1.
47. da Rosa WLdO, Piva E, da Silva AF. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2015;43(7):765-776.
48. Pashley DH, Tay FR, Breschi L, et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater*. 2011;27(1):1-16.
49. Li F, Liu X-Y, Zhang L, Kang J-J, Chen J-H. Ethanol-wet bonding technique may enhance the bonding performance of contemporary etch-and-rinse dental adhesives. *J Adh Dent*. 2012;14(2):113.
50. Masarwa N, Mohamed A, Abou-Rabii I, Zaghlan RA, Steier L. Longevity of self-etch dentin bonding adhesives compared to etch-and-rinse dentin bonding adhesives: a systematic review. *J Evid Based Dent Pract*. 2016;16(2):96-106.
51. <https://pocketdentistry.com/new-developments-in-dental-adhesion/>
52. Hill EE. Dental cements for definitive luting: a review and practical clinical considerations. *Dent Clin North Am*. 2007;51(3):643-658.
53. Freedman GA. *Contemporary esthetic dentistry*/[edited by] George Freedman: St. Louis, Mo.: Elsevier/Mosby; 2012.
54. Lad PP, Kamath M, Tarale K, Kusugal PB. Practical clinical considerations of luting cements: A review. *J Int Oral Health*. 2014;6(1):116.
55. Pegoraro TA, da Silva NR, Carvalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. *Dent Clin North Am*. 2007;51(2):453-471.
56. Dikicier S. Diş Hekimliğinde Adezyon Ve Adeziv Rezin Simanlarda Güncel Yaklaşımlar. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg*. 2016;26(4):152-158.
57. Addison O, Marquis P, Fleming G. Quantifying the strength of a resin-coated dental ceramic. *J Dent Res*. 2008;87(6):542-547.
58. Peumans M, Voet M, De Munck J, et al. Four-year clinical evaluation of a self-adhesive luting agent for ceramic inlays. *Clin Oral Invest*. 2013;17(3):739-750.

59. Suh BI, Feng L, Pashley DH, Tay FR. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers. *J Adhesiv Dent*. 2003;5(4).
60. Cheong C, King N, Pashley DH, et al. Incompatibility of self-etch adhesives with chemical/dual-cured composites: two-step vs one-step systems. *Oper Dent*. 2003;28(6):747-755.
61. Craig R, Powers J. *Restorative dental materials*. Mosby, St. Louis, Missouri, USA 2002:672-675.
62. Moon HJ, Lee YK, Lim BS, Kim CW. Effects of various light curing methods on the leachability of uncured substances and hardness of a composite resin. *J Oral Rehabil*. 2004;31(3):258-264.
63. Matinlinna JP, Lassila LV, Özcan M, Yli-Urpo A, Vallittu PK. An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry. *Int J Prosthodont*. 2004;17(2):155-164.
64. Manicone PF, Iommetti PR, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. *J Dent*. 2007;35(11):819-826.
65. Burgess JO, Ghuman T, Cakir D, Swift J, Edward J. Self-adhesive resin cements. *J esth rest dent*. 2010;22(6):412-419.
66. Ferracane JL, Stansbury J, Burke FJT. Self-adhesive resin cements—chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil*. 2011;38(4):295-314.
67. Carville R, Quinn F. The selection of adhesive systems for resin-based luting agents. *J Irish Dent Assoc*. 2008;54(5).
68. Salza U, Zimmermann J, Salzer T. Self-curing, self-etching adhesive cement systems. *J Adhes Dent*. 2005;7(1).
69. Sensat ML, Brackett WW, Meinberg TA, Beatty MW. Clinical evaluation of two adhesive composite cements for the suppression of dentinal cold sensitivity. *J Prosthet Dent*. 2002;88(1):50-53.
70. De Munck Jd, Van Landuyt K, Peumans M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*. 2005;84(2):118-132.
71. Zaimoğlu A, Can G. Sabit protezler. Ankara, AÜ Basımevi 2004:231-235.
72. Albers HF. Tooth-colored restoratives: principles and techniques: PMPH-USA; 2002.
73. KJ A. Phillip's science of dental materials. 11th. Maryland Heights, MO, USA: Saunders: Elsevier Inc 2003.
74. Gürdal P, Akdeniz BG, Hakan Sen B. The effects of mouthrinses on microhardness and colour stability of aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil*. 2002;29(9):895-901.
75. Kim TH, Jivraj SA, Donovan TE. Selection of luting agents: part 2. methods 2006;13:15-17.
76. Jung H, Friedl K-H, Hiller K-A, Haller A, Schmalz G. Curing efficiency of different polymerization methods through ceramic restorations. *Clin Oral Investig*. 2001;5(3):156-161.
77. Berrong JM, Weed RM, Schwartz IS. Color stability of selected dual-cure composite resin cements. *J Prosthodont*. 1993;2(1):24-27.

Bulk Fill Kompozit Rezın Restoratif Materyaller

Bulk Fill Composite Resin Restorative Materials

Merve NEZİR¹



¹ Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Restoratif Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Ankara,
Türkiye.

Suat ÖZCAN¹



¹ Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Restoratif Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Ankara,
Türkiye.



Öz

Kompozit rezinler günümüzde anterior dişlerin restorasyonlarında uygulandığı gibi posterior dişlerin restorasyonlarında da gittikçe artan bir kullanım alanına sahiptir. Cıva içeren restoratif materyallerin hastalarda tedirginliğe sebep olması ve estetik restorasyonlara artan ilgi kompozit rezin restorasyonlara olan talebin artmasına neden olmaktadır. Geleneksel kompozit rezinlerin tabakalı olarak yerleştirilme gerekliliği hem tedavi süresini uzatmakta hem de teknik hassasiyetin gerekliliğini artırmaktadır. Bu gibi dezavantajların önüne geçebilmek amacıyla 4-5 mm kalınlıkta tek bir tabakayla yerleştirmeye imkân sağlayan bulk fill kompozit rezinler piyasaya sürülmüştür. Bulk fill kompozit rezinlere ışık uygulanması sırasında ışığın daha derin kısımlara nüfuz edebilmesi materyalin ışık geçirgenliğinin artırılmasıyla sağlandığından estetik açıdan problem oluşturmaktadır. Materyal yapısında bazı güncellemeler yapılarak bu problemin önüne geçilmeye çalışılmaktadır. Bulk fill kompozit rezinler viskozitelerine göre; yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezinler ve akışkan bulk fill kompozit rezinler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Akışkan bulk fill kompozit rezinlerin düşük mekanik özellikleri sebebiyle geleneksel bir kompozit rezinle örtüleme yapılması önerilmektedir. Bu derlemenin amacı restoratif diş hekimliğinde kullanılan bulk fill kompozit rezinler ile ilgili güncel literatür bilgilerinin sunulmasıdır.

Anahtar kelimeler: Bulk fill; Kompozit; Polimerizasyon.

ABSTRACT

Composite resins are increasingly used in restorations of posterior teeth as well as in restorations of anterior teeth. The fact that mercury-containing restorative materials cause anxiety in patients and the increasing interest in aesthetic restorations cause an increase in the demand for composite resin restorations. The requirement for layered placement of conventional composite resins both prolongs the treatment time and increases the requirement for technical precision. In order to avoid such disadvantages, bulk fill composite resins that allow placement with a single layer of 4-5 mm thickness have been introduced to the market. During the application of light to bulk fill composite resins, the penetration of light into deeper parts is provided by increasing the translucency of the material but it's an important aesthetic problem. This problem is tried to be prevented by making some updates in the material structure. Bulk fill composite resins are divided in two according to their viscosity as high viscosity bulk fill composite resins and flowable bulk fill composite resins. Due to the low mechanical properties of flowable bulk fill composite resins, it is recommended to cover with a conventional composite resin. The aim of this review is to present the current literature information about bulk fill composite resins used in restorative dentistry.

Keywords: Bulk fill; Composite; Polymerization

GİRİŞ

Kompozit rezin materyaller, posterior dişlerin restore edilmesi amacıyla giderek daha fazla kullanılmaya başlanmıştır. Estetik, diş renginde ve cıva içermeyen restorasyonlara yönelik artan talep, kompozit rezinlerin kullanımının artmasına neden olmuştur. 2013 yılında gerçekleşen Minamata Kongresi ile dental amalgamın aşamalı olarak kaldırılması çağrısında bulunulması ve diş hekimliği fakültelerinin kompozit rezin tekniklerini giderek daha fazla eğitim programlarına dahil etmesine paralel olarak posterior dişlerin restorasyonu için kompozit rezin kullanımı da giderek daha fazla artmaktadır.¹

Bulk fill kompozit rezinlerin klinik kullanımı; rezin bazlı kompozit materyaller arasında son dönemlerde oldukça artış göstermiştir. Materyalin tek bir tabaka şeklinde 4-5 mm kalınlıkta yerleştirmeye izin vermesi sayesinde teknik hassasiyet ve hasta başında geçen süre azaltılmaya çalışılmaktadır. Materyaller viskozitelerine göre yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezin ve akışkan bulk fill kompozit rezin olarak sınıflandırılmaktadırlar.

Bu derlemenin amacı; günümüzde piyasada bulunan bulk fill kompozit rezin restoratif materyallerin bileşimlerine ilişkin özellikleri, sınıflandırılması, endikasyon-kontrendikasyonları, avantaj-dezavantajları,

Geliş Tarihi/Received 29.03.2021
Kabul Tarihi/Accepted 19.08.2021
Yayın Tarihi/Publication 28.07.2024
Date

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

Merve NEZİR

E-mail: mervenezir@gazi.edu.tr

Cite this article: Nezir M, Özcan S. Bulk Fill Composite Resin Restorative Materials. *Curr Res Dent Sci.* 2024; 34(3): 224-229.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

materyal yapısında yapılan güncellemeler ve bu materyaller ile yapılan klinik ve laboratuvar çalışmaları hakkında bir literatür incelemesi sunmaktadır.

Tanım

Kompozit rezinlerin kaviteye daha fazla kalınlıkta ve daha büyük kütlelerde uygulanabilmesini sağlayabilmek amacıyla son yıllarda bulk fill kompozit rezinler geliştirilmiştir. Yeni nesil bulk fill kompozit rezinler gelişmiş translusent yapılarından dolayı geleneksel kompozit rezinlerden daha yüksek polimerizasyon derecesine sahiptir, böylelikle kaviteye daha büyük kütleler hâlinde yerleştirilebilmektedirler. Ayrıca bulk fill kompozit rezinler geleneksel kompozit rezinlere göre daha düşük viskoziteye sahiptir ve akışkan kompozit rezinlere göre daha düşük polimerizasyon bütümlüğü göstermektedirler.²

Tek bir tabaka olarak 4-5 mm kalınlığında yerleştirildiğinde, kontrollü polimerizasyon bütümlüğü ve kabul edilebilir monomer dönüşüm derecesi sergileyen bulk fill kompozit rezinler, firmalar tarafından geniş bir ürün yelpazesıyla klinisyenlerin tercihine sunulmuştur. Ortak noktaları firmalar tarafından iddia edilen polimerizasyon derinliklerinin 4-5 mm olması olan bu kompozit rezinler; bunun dışında viskozitelerinden kullanım alanlarına, foto başlatıcı sistemlerinden monomer kimyalarına kadar birçok farklılık göstermektedirler.³

Viskozitelerine göre; akışkan (flowable) ve yüksek viskoziteli (non-flowable) olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar. Akışkan bulk fill kompozit rezinler kapaklama (son tabakanın geleneksel kompozit rezin ile bitirilmesi) denilen restoratif prosedürü gerektirmektedir. Üretici firmalar akışkan bulk fill kompozit rezinlerin düşük yüzey sertliği ve yüksek su emilimi göstermelerinden dolayı 2 mm kalınlığında akışkan olmayan geleneksel bir kompozit rezin ile örtülmesini tavsiye etmektedir. Piyasada bulunan tüm bulk fill kompozit rezinler tek başına restorasyon materyali olarak kullanıma uygun değildir.³

Bulk Fill Kompozit Rezinlerin Bileşimine İlişkin Özellikler

Bulk fill kompozit rezinlerin kimyasal yapıları temel olarak geleneksel kompozit rezinlere benzerlik göstermektedir. Kompozit rezinler inorganik faz (doldurucu fazı), organik faz (polimer matriksi) ve bağlayıcı faz (ara faz) olarak isimlendirilen üç fazdan oluşmaktadır. Bu kompozit rezinler geleneksel kompozit rezinler ile benzer doldurucu içeriseler de bazı bulk fill kompozit rezin üreticileri polimer matriksi içerisindeki Bis-GMA (Bisfenol A diglisidil metakrilat)'yı kullanmaktan vazgeçmişler ve diğer dimetakrilatlardan oluşan bir organik matriks tercih etmeye başlamışlardır. Bu durum rezin matriksi içerisindeki UDMA (Üretan Dimetakrilat), TEGDMA (Trietilen Glikol Dimetakrilat) ve EBPDMA (Etoksile bisfenol A dimetakrilat)'nın Bis-GMA'ya göre daha az viskoz olmasını ve daha esnek bir polimer yapı oluşturmasını sağlamaktadır. Ayrıca Bis-GMA; EBPDMA'ya göre daha fazla hidrofilik özellik göstermesi nedeni ile su emerek bozulma riski taşır. Bu nedenle bulk fill kompozit rezinlerde EBPDMA'nın kullanılması renk değişikliği riskini azaltmaktadır.²

Monomer kimyası üzerine yapılan çalışmalar, yapı içerisinde dilüe edici monomer kullanılması gereksinimini ortadan kaldıran veya azaltan, ortalama viskoziteye sahip yeni dimetakrilatlar tanımlamak üzerinde yoğunlaşmış, Bis-GMA'nın düşük viskoziteli yapısal analogu alter- natif olarak kullanılmış ve UDMA ortaya çıkmıştır. Bulk fill kompozit rezinler üretilirken Bis-GMA/TEGDMA karışımına alternatif modifiye monomerik karışımlar kullanılmış ve bazı ürünlerde organik yapıdan Bis-GMA monomeri tamamen çıkarılmıştır. İddia edilen uygulama derinliğinde azalması beklenen monomer dönüşüm derecelerini telafi etmek için Bis-GMA bazlı kompozit rezinlerden farklı olarak, daha yüksek molekül ağırlıklı monomerler kullanılmıştır. Bulk fill kompozit rezinlerin ilk üyesi olan Surefil SDR flow (Smart Dentin Replacement, Shrinkage Decreased Resin, Densply, New York City, ABD)'da üretan bazlı metakrilat rezin içerisinde polimerizasyon modülatörü kullanılarak dönüşüm derecesi azalmadan jelasyon noktasını geciktirilerek polimerizasyon bütümlüğünün azaltılması amaçlanmıştır.³

SDR (Densply, New York City, ABD) ve Venüs Bulk Fill (Heraeus Kulzer, Hanau, Almanya) kompozit rezinlerde, Bis-GMA tamamen

UDMA, TEGDMA ve EBPDMA gibi daha esnek polimerler oluşturan, daha az viskoz dimetakrilatlarla değiştirilmiştir. Yüksek UDMA içerikli bu matriks tipi düşük viskozite sergilemekte, Bis-GMA ve TEGDMA'ya kıyasla yüksek su emilimi göstermektedir. Bu durumu kompanse etmek için yapı içerisine EBPDMA gibi Bis-GMA'dan daha hidrofobik monomerler katılmaktadır. Kavitenin merkezinin akışkan bulk fill kompozit rezinle doldurulması ve üzerine akışkan olmayan geleneksel kompozit rezinle kapaklama yapılmasının sebebi, yüzey özelliklerini geliştirmek ve söz konusu su emilimini minimize etmektir.³

Bulk Fill Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Genel olarak bulk fill kompozit rezinler viskozitelerine göre 2 grupta sınıflandırılabilirler:

– *Akışkan (Flowable-Base-Kaide) Bulk Fill Kompozit Rezinler:* Genellikle düşük viskoziteye sahiptirler ve kavite derinliklerine ulaşımın zor olduğu kavitelere, restoratif materyali yerleştirmede ve adapte etmede küçük delikli enjektörler kullanılmasına olanak sağlamaktadırlar. Genellikle, bu kompozit rezinler düşük doldurucu oranına sahip olduklarından düşük aşınma direncine sahiptirler. Bundan dolayı geleneksel kompozit rezinlerle kapaklama yapılması önerilmektedir. Kaide olarak kullanılan bu restoratif materyaller akışkan bulk fill kompozit rezinler olarak da adlandırılmaktadırlar.

– *Yüksek Viskoziteli (Non-flowable-Full Body-Tam Gövdeli) Bulk Fill Kompozit Rezinler:* Herhangi bir kapaklama gerektirmeden tek kütle halinde kaviteye yerleştirilebilen kompozit rezinlerdir. Bu materyaller genellikle daha yüksek doldurucu oranına sahiptirler. Bu durum viskozitelerini artırmaktadır. Bu yüzden macun benzeri bir yapıya sahiptirler ve yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezinler olarak adlandırılırlar. Yüksek doldurucu oranına sahip olduklarından yüzey aşınma dirençleri yüksektir ve yüzeyleri serttir. Bu grupta bir istisna, Sonicfill (Kerr, Kaliforniya, ABD) olup, sonik titreşim sayesinde kompozit rezinin viskozitesini azaltarak kaviteye uygulanmasını sağlayan hava tahrikli bir el aletiyle birlikte kullanılmaktadır.⁴

Bulk fill kompozit rezinler polimerizasyon şekillerine göre ışıkla polimerize olan veya dual polimerize olan şekilde sınıflandırılabilirler. Geleneksel kompozit rezinlere (maksimum 2 mm) göre daha derin tabakalamayla (3 mm +) yerleştirilmek üzere tasarlanmışlardır. Düşük viskoziteli, ışıkla polimerize olan akışkan materyaller, düşük aşınma direnci ve yüzey sertliği özellikleri nedeniyle restorasyonu kapatmak için her zaman geleneksel kompozit rezin tabakası gerektirdiklerinden, kaide bulk fill kompozit rezinler olarak adlandırılmaktadır.¹

Kaide bulk fill kompozit rezinler genellikle düşük viskoziteye sahiptirler, bu da bir sıringadan küçük bir nozül yoluyla yerleştirmeyi mümkün kılar, böylelikle ulaşımın zor olduğu kavitelere yerleştirme ve adaptasyon kolaylaşmaktadır. Genel olarak, bu kompozit rezinler daha düşük doldurucu içeriğine sahiptir, bu da yüzeyi aşınmaya daha az dirençli hale getirir; bu nedenle, geleneksel bir kompozit rezin ile kapaklama gereklidir. Bu kaide malzemeler aynı zamanda akışkan bulk fill kompozit rezinler olarak da adlandırılmaktadır. Tek kütle halinde tüm kaviteye yerleştirilebilen bulk fill kompozit rezinler tek gerçek bulk fill tipi olarak kabul edilebilir, çünkü tüm restorasyon herhangi bir kapaklama gerektirmeden aynı anda yerleştirilebilmektedir. Bu malzemeler genellikle daha yüksek doldurucu içeriğine sahiptir ve bu da onları oldukça viskoz hale getirir; bu nedenle, bu malzemeler genellikle yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezinler olarak adlandırılmaktadır. Daha yüksek doldurucu içeriği, yüzeyin aşınmaya daha dirençli olmasını sağlamakta ve viskoz kıvamından dolayı yüzey şekillendirilebilmektedir.⁵

Genel olarak, düşük viskoziteli bulk fill kompozit rezinler, yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezinlere kıyasla monomer dönüşüm derecesi açısından daha iyi performans göstermektedir. Bulk fill kompozitlerde kavite derinliklerine ışığın ulaşımının sağlanması için materyalin translusensiyeli özelliği artırılmıştır. Bu durum materyalin doldurucu içeriğinin azaltılması ile sağlandığından geleneksel kompozit rezinlere

kiyasla bulk fill kompozit rezinlerin mekanik özelliklerinin zayıflayabileceği belirtilmiştir.⁶

Endikasyonları – Kontrendikasyonları

Bulk fill kompozit rezinlerin uygulama esnasında geleneksel kompozitlere kıyasla daha az teknik hassasiyet gerektirirler. Böylelikle daha kısa sürede diş renginde restorasyonlar yapılabilir. Posterior dişlerdeki geniş kavite restorasyonunda kullanılması diş üzerinde daha az polimerizasyon stresi oluşturmaktadır. Düşük viskoziteli bulk fill kompozit rezinler geleneksel kompozit rezinlerin altına stres kırıcı kavite taban maddesi olarak etkin bir şekilde kullanılabilir. Tedavi süresinin kısa tutulduğu çocuklarda ve endişeli hastalarda da önemli avantajlar sağlamaktadır.²

Bulk fill kompozit rezinlerin, artmış polimerizasyon derinlikleri geleneksel kompozit rezinlerden oldukça farklılık gösterir; bu durum materyalin ışık geçirgenliğinin artması ile sağlanmaktadır. Akışkan "kaide" bulk fill kompozit rezinler, özellikle daha az erişilebilir kavite alanlarında daha yüksek akışkanlık göstermeleri sayesinde daha yüksek bir adaptasyon potansiyeline sahiptir ve 4 mm'den daha derin ve dar kavite için en uygun materyal olarak görülmektedir.⁵

Avantajları – Dezavantajları

Kompozit rezin materyaller, gelişmiş estetik özellikleri de dahil olmak üzere dental amalgama göre bir dizi avantaja sahiptir. Koruyucu bir kavite preparasyonuna izin vermekte ve uyumlu bir bağlayıcı sistem ile dişe uygulanmaktadır. Güncel araştırmalar hem sınıf I hem de sınıf II kavite restorasyonunda kompozit rezinlerin kullanımını amalgam restorasyonlara nazaran daha fazla önermektedir. Ancak kompozit restorasyonlarda dişin uygun şekilde izole edilmesi gerekir. Kompozit rezinin tabakalama tekniği ile uygulanmasının materyalin etkin bir şekilde polimerize edilmesini sağlayan ışığın yeterli penetrasyonunu sağladığı ve diş üzerindeki polimerizasyon büzülme streslerini azalttığı düşünülmektedir. Bununla birlikte, bu teknik zaman alabilme ve restorasyon tabakaları arasında boşluklarının ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Etkili bir şekilde gerçekleştirilmezse, ışığın ulaşmadığı veya kısmen ulaştığı kompozit rezin alanları, tabanda veya her tabakanın arasında kalabilmektedir. Bu durum restorasyonun dayanıklılığında azalmaya yol açabilmekte, restorasyonun yeterli sızdırmazlığını engelleyebilmekte veya postoperatif hassasiyet ve restorasyonun erken dönemde başarısız olmasına neden olabilmektedir. Kompozit rezinlerin amalgam uygulamasına nazaran daha uzun sürede tamamlanması ve amalgam ile karşılaştırıldığında işlem sonrası duyarlılığın daha yüksek olması amalgamın aşamalı olarak kullanımının kaldırılmasının önündeki başlıca potansiyel engellerdir.

Bulk fill kompozit rezinler, restorasyonun estetik veya fiziksel özelliklerini iyileştirmek için geleneksel kompozit rezinle kapatılabilir; hatta bazı materyallerle yapılan restorasyonlarda bu esas olarak tavsiye edilmektedir.¹ Akışkan bulk fill kompozit rezinlerin, geleneksel akışkan kompozit rezinlere göre daha düşük kırılma dayanımına ve aşınma direncine sahip olduğu değerlendirilmiştir.⁷ Bu nedenle, üreticiler, kaide bulk fill kompozit rezinlerin geleneksel bir kompozit rezin ile kapatılmasını önermektedir.¹

Son yıllarda üreticiler, bazı dezavantajların üstesinden gelmek ve restorasyonların tek kütle şeklinde yerleştirilmesine imkân sağlamak amacıyla materyallerde bazı değişiklikler yapmışlardır. Bu değişiklikler;

- Daha düşük doldurucu içeriğine sahip akışkan materyallerin kullanılması;
- Derinlemesine ışık iletimini iyileştirmek için doldurucu türünde değişiklikler yapılması;
- Daha verimli reaksiyon başlatıcıların kullanılması;
- Polimerizasyon sırasında stresin azalmasına izin vermek için monomer sistemde değişiklikler yapılması olarak sayılabilir.⁸

Göz ardı edilemeyecek önemli bir dezavantajda bulk fill kompozit rezin restorasyonlarda olduğu gibi, daha büyük bir kompozit rezin kütesinin aynı anda polimerize olmasıyla ortaya çıkan ısı sorunudur.⁸ Bazı çalışmalar^{9,10} bulk fill kompozit rezinlerde sıcaklık artışının geleneksel kompozit rezinin kullanıldığı kontrol gruplarına kıyasla daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Bulk fill kompozit rezinlerde materyalin polimerizasyon derinliği ışık geçirgenliğinin artırılmasıyla sağlanmaya çalışılmaktadır. Artmış ışık geçirgenliği özellikle ön bölgede yapılacak restorasyonlarda estetik sorunlara neden olabileceği için bulk fill restorasyonlar sadece arka grup dişlerin restorasyonunda kullanılabilir. Ancak hekime kolaylık sağlamak ve zaman kazandırmaktadır. Ayrıca tabakalama tekniğinin zorluğu ve işlem süresini uzatması gibi dezavantajları bulk fill kompozit rezinler sayesinde ortadan kaldırılabilir. Yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezinler akışkan bulk fill kompozit rezinlere göre yüksek mekanik özellik göstermeleri, kapaklama işlemine gerek duyulmaması, uygulama kolaylığı ve kısa uygulama süreleri sayesinde önemli avantajlara sahip restoratif materyaldir.⁴

Birbirinden farklı içerikleri ve polimerizasyon kinetikleri olan bu kompozit rezinler; uç özellikler gösteren markalar ayrı tutulursa iyi bir marjinal adaptasyon, azalmış polimerizasyon büzülme stresi, azalmış tüberkül sapması, düşük elastik modülü, daha güçlü reaksiyon başlatıcı sistemler, düşük polimerizasyon hızı ve yüksek translusensi göstermektedirler. Bir bulk fill kompozit rezin aynı anda; düşük doldurucu oranına sahipken düşük polimerizasyon stresi değerleri göstermesi; düşük elastik modülüne sahipken iyi mekanik özellikler sergilemesi; polimerizasyon derinliğini artmışken daha fazla ışığı geçirebilmesi ve derin tabakada polimerize olabilmesi firmalar tarafından, kimyaları değiştirilerek sağlanmaya çalışılmaktadır. Ancak uygun kompozit rezin karışımı bulunana kadar üretici firmalar çeşitli özelliklerden fedakarlık etmek durumunda kalmışlardır.³ Prince ve arkadaşları¹¹ yaptıkları çalışmada bulk fill kompozit rezinlerin geleneksel kompozit rezinlere göre düşük mekanik özellikler gösterdiğini belirtmişlerdir.

Bulk fill kompozit rezinlerin geleneksel kompozit rezinlere alternatif olup olmayacağı hakkında farklı görüşler bulunmaktadır. Dentine (12-20 GPa [Giga Paskal]) daha yakın değerler sergileyen hibrit kompozit rezin (15.5 GPa) yerine, düşük elastik modülüne sahip olan bulk fill kompozit rezinler (yüksek viskoziteli olanlar ~8 GPa, akışkan olanlar ~4 GPa) kullanılarak dişteki kayıp dokunun tamamının veya tamamına yakınının restore edilmesi sorgulanmaktadır. Bu materyallerin stresin azalacağı kadar düşük ancak oklüzal kuvvetleri karşılayabileceği kadar yüksek elastik modülüne sahip olması zor olduğundan ve yapılan çalışmalarda, bir mikro veya nano hibrit kompozit rezinden ziyade akışkan kompozit rezinlerle karşılaştırılabilecek özellikler sergilediklerinden, bu materyal sınıfının, yüksek oklüzal kuvvetlere maruz kalan alanlarda kullanımı sorgulanmaktadır. Ancak, unutulmamalıdır ki akışkan bulk fill kompozit rezinleri üreten firmalar bu sorunları (düşük sertlik, yüksek su emilimi) kapaklama prosedürüyle ortadan kaldırmayı önermektedir. Ayrıca tüm bu sorgulanabilir karakteristik özelliklere rağmen, bu kompozit rezinlerin kullanımını teşvik eden çok sayıda çalışma mevcuttur.³

Bulk fill kompozit rezinlerin en büyük avantajı 4-6 mm kalınlıkta, bulk (tek tabaka) halinde yerleştirilebilmeleri sayesinde klinik çalışma süresinin kısılması ve düşük polimerizasyon büzülmesi göstermeleridir. Diğer avantajları da kompozit rezin tabakasının adaptasyonunun daha iyi sağlanmasıyla tabakalar arasında boşluk oluşmaması, hekime uygulama kolaylığı sağlanması, yeterli radyoopasitesi olması, çigneme kuvvetlerine karşı aşınma direncinin iyi olması, renk uyumunun ve yüzey özelliklerinin klinik olarak kabul edilebilir olmasıdır.²

Materyal Özellikleri

Biyouyumluluk

İdeal bir bulk fill kompozit rezin düşük polimerizasyon büzülmesine, yüksek polimerizasyon derecesine, yeterli mekanik özelliklere sahip

olmalı ve biyouyumlu olmalıdır.¹² Bir materyalin biyouyumlu olabilmesi için hücrelerde herhangi bir sitotoksisteye neden olmaması gerekmektedir.

Materyalin sitotoksistesinde ve hücrelerde meydana getirdiği oksidatif hasarda; materyalin yapısı, monomer tipi, monomer oranı, doldurucu içeriği gibi faktörlerin etkili olduğu gözlenmiştir.¹³ Kompozit rezin materyallerin dezavantajları arasında yer alan yetersiz polimerizasyon; materyalin mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkileyeceği gibi uygulama sonrasında oral kavitede temas ettiği yumuşak dokularda ve pulpada sitotoksisteye neden olabilecek serbest rezin monomerlerin salınmasına da yol açabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı restoratif materyallerde biyouyumluluk ön planda tutulması gereken bir faktördür.¹⁴

Bulk fill kompozit rezinlerin kullanım özelliklerinden olan uygulama kalınlığının artmasıyla tehlikeye giren ışık penetrasyonunun gündeme getirdiği konulardan biri azalmış polimer dönüşümü sonucu meydana gelen artık monomer salınımı ve toksisite problemidir. Polimerize olmamış artık monomerlerin yanı sıra organik rezin matrisi içindeki foto başlatıcıyla diğer katkı maddeleri ve inorganik dolduruculardan metal iyonlarının salınımı nedeniyle sitotoksiste oluşabilmektedir.¹⁵

Polimerizasyon Derinliği (DOC)

Belirli bir malzeme için elde edilen gerçek sertleşme derinliği, gölge ve yarı saydamlığa göre değişebilmektedir; daha fazla opaklığa sahip daha koyu tonlar, daha açık ve yarı saydam tonlara kıyasla daha sığ bir polimerizasyon derinliğine sahiptir. Piyasadaki bulk fill kompozit rezin materyallerin çoğu, bazıları dual polimerize olmasına rağmen, sadece görünür ışıkla polimerize olmaktadır. Üreticiler bazı yöntemlerle polimerizasyon derinliğini artırmaya çalışmışlardır. Bu yöntemler;

- Doldurucu içeriğinin azaltılması
- Doldurucu partikül boyutunun artırılması
- Ek foto başlatıcıların kullanılması olarak sayılabilir.¹

Kompozit rezinin doldurucu içeriğinin azaltılması ve doldurucu partikül boyutunun artırılması, rezin-doldurucu arayüzündeki ışık saçılma miktarını azaltmakta ve foto başlatıcıyı etkinleştirebilen emilen ışık miktarını artırmaktadır. Tetric EvoCeram Bulk fill (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn)'de birkaç farklı foto başlatıcı kullanılarak polimerizasyon derinliği artırılmaya çalışılmıştır. Üreticiler bunun sebebinin kamforokinon veya lusirin gibi standart foto başlatıcılara kıyasla daha büyük tabakalarla polimerize edilmesine izin veren ivoserin adlı oldukça reaktif bir foto başlatıcının eklenmesi olduğunu iddia etmektedirler. Ancak bu değişikliklere rağmen, ışıkla polimerize olan bulk fill kompozit rezin materyallerin çoğu hala 4-5 mm'lik tabakalar halinde kullanılmakla sınırlı kalmaktadır.¹

Bir çalışma, ışık cihazının ucundan kompozit rezin restorasyon yüzeyine olan mesafeyi artırmanın, her 1 mm için ışık yoğunluğunu %10 oranında azalttığını belirtmiştir.¹⁶

Yapılan bir *in-vitro* çalışma, mevcut kaide bulk fill kompozit rezinlerin bazılarının, üretici firma tarafından iddia edilene göre önemli ölçüde daha düşük polimerizasyon derinliklerine sahip olduğunu tespit etmiştir.¹⁷ Bununla birlikte, güncel çalışmaların pek çoğu, üretici firmaların, optimum polimerizasyon koşulları ile kompozit rezinin artan derinliklerde yeterli bir monomer değişim oranına ulaşabileceği iddiasını desteklemektedir.¹⁸⁻²⁰

Dual polimerize olan kompozit rezin materyallerin ortaya çıkışı, restorasyonların istenen özelliklerini korurken, polimerizasyon derinliği konusundaki endişeleri ortadan kaldırdığı için heyecan verici bir yeniliktir. Genel olarak bulk fill kompozit rezinlerin geleneksel kompozit rezinlere benzer hacimsel büzülmeye sahip olduğu gösterilmiştir. Bu bulgu bu malzemeleri kullanmanın genel bir faydası olmadığı kanısını ortaya çıkarabilmektedir.¹ Bununla birlikte, büzülme gerilimine özel olarak bakıldığında, *in-vitro* çalışmalar, bulk fill kompozit rezinlerin geleneksel kompozit rezinlere göre daha az büzülme stresi sergilediğini göstermektedir.²⁰

Genel olarak, kaide bulk fill kompozit rezinleri, tek kütle halinde uygulanan bulk fill kompozit rezinlerden daha yüksek bir polimerizasyon derinliğine ulaşıyor gibi görünmektedir. Literatürde bulk fill kompozit rezinler için bildirilen polimerizasyon derinliği; 0.2 ila 9.45 mm arasında değişmektedir. Yapılan çalışmalarda polimerizasyon derinliğinde kalıp malzemesinin şeffaflığının belirleyici olduğu bulunmuştur: ara şeffaflığa sahip kalıplar (teflon veya dış) polimerizasyon derinliğini şeffaf olmayan (metal ve silikon) kalıplara kıyasla önemli ölçüde (yaklaşık 1.1 mm) artırmıştır. Bununla birlikte, oldukça yarı saydam kalıpların (polimetilmetakrilat [PMMA] kalıp) kullanılması veya kalıp kullanılmaması hem düşük hem de orta yarı saydam kalıplarla karşılaştırıldığında önemli farklılıklara neden olmamıştır. Bulk fill kompozit rezinler, artan polimerizasyon derinlikleri açısından geleneksel kompozit rezinlerden farklılık gösterir. Bu durum esas olarak materyalin yarı saydam özelliğindeki artış ile açıklanmaktadır.⁵

Bulk fill kompozit rezinlerde spesifik polimerizasyon modülatörleri kullanılarak, materyalin yarı saydamlığı iyileştirilerek veya daha güçlü başlatıcı sistemler kullanılarak yeterli bir polimerizasyon derinliği elde edilebilmektedir.⁶

Marjinal adaptasyon ve büzülme stresi

Marjinal boşluk oluşumu ve adaptasyon açısından değerlendirildiğinde literatürde bulunan sonuçlar çelişkilidir. Bazı çalışmalar geleneksel kompozit rezin ile bulk fill kompozit rezin arasında istatistiksel bir fark olmadığını belirtirken²¹, bazıları ise geleneksel tabakalamaya kıyasla bulk fill kompozit rezin materyal kullanımıyla marjinal uyumda bir iyileşme olduğunu öne sürmektedir.²² Daha ileri bir çalışma, daha yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezinlerin daha fazla marjinal boşluk oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir.²³ Yüksek viskoziteli materyallerde meydana gelen bu sorunun üstesinden gelmenin bir yöntemi, materyali yerleştirmeden önce ısıtmak ve / veya boşluğun tabanını kapatmak için düşük viskoziteli bir kompozit rezin kullanmaktır. Dual polimerize olan bulk fill kompozit rezinlerin de polimerizasyon sonrası kabul edilebilir marjinal adaptasyon gösterdiği belirtilmiştir.²⁴ Genel olarak, literatürdeki bilgiler bu yeni materyallerin marjinal adaptasyonunun güven verici olduğunu bildirmektedir.¹

Büzülme stresi kavitenin konfigürasyonu, boyutu ve uyumu gibi dişle ilgili çeşitli değişkenlerden etkilenmektedir. Büzülme stresini etkileyen en önemli özellikler, kompozit rezinlerin hacimsel büzülmesi ve elastik modülüdür. Bununla birlikte, bu özellikler genellikle birbirleriyle ters orantılıdır ve büyük ölçüde doldurucu içeriğine bağlıdır. Daha yüksek doldurucu içerikleri nedeniyle, yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezinler, düşük viskoziteli bulk fill kompozit rezinlere göre daha az hacimsel büzülme gösterir ancak daha yüksek elastik modülüne sahiptirler.⁵

Güncel Bulk Fill Kompozit Reziner

Sonik Aktivasyonlu Bulk Fill Kompozit Reziner (Sonic Fill):

Kerr, yüksek viskoziteli bir bulk fill kompozit rezin olan Sonic Fill 2 (Kerr, Kaliforniya, ABD)'yi üretmiştir ve materyal sonik titreşim kullanımıyla uygulama esnasında düşük viskoziteli hale getirilmiştir. Üreticiler, bu materyalin; yerleştirme sırasında viskoziteyi azaltmak için özel olarak geliştirilmiş bir el aleti tarafından üretilen sonik enerji ile uygulanan yüksek oranda doldurulmuş bir kompozit rezin içerdiğini iddia etmektedir. Sonik titreşimlerle sağlanan akışkan özellik, malzemenin kavite duvarlarına daha iyi bir şekilde adapte olmasını sağlayabilmektedir.¹

Sonic Fill 2 (Kerr, Kaliforniya, ABD) sistemi, Tetric Evo Ceram bulk fill (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) (% 79-81 wt [dolgu hacmi]) ve SDR (Densply, New York City, ABD) (% 68 wt) ile karşılaştırıldığında daha yüksek eğilme ve basma dayanımı değerlerine sahip nispeten yüksek bir doldurucu içeriğine (% 83,5 wt) sahiptir.² Sonic Fill dışındaki tüm bulk fill kompozit rezinler artırılmış bir yarı saydamlık göstermektedir.⁵

Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Reziner:

Son zamanlarda, yüksek AR (uzunluk çap oranı) içeren bir bulk fill kompozit rezin E-cam fiberleri (1–2 mm uzunluk, 17 µm çap) piyasaya

sürülmüştür (EverX Posterior, GC, Tokyo, Japonya). Materyalin rezin matrisi Bis-GMA, TEGDMA ve PMMA'dan oluşan bir polimer ağ içermektedir.²⁶

Yapı içerisinde bulunan fiberler yüzey pürüzlülüğünü olumsuz etkilediğinden kaide restorasyon materyali olarak kullanılmakta ve üzerinin geleneksel bir kompozit rezin tabakası ile örtülmesi zorunlu hale gelmektedir. Genel olarak materyalin kırılma dayanımı, geleneksel kompozit rezinlerden farklı görünmemektedir. Bu malzeme ile restore edilen dişlerin yorulma dayanımı da geleneksel kompozit rezinden farklı değildir.²⁶

Bulk Fill Kompozit Rezinlerle Yapılan Bazı Klinik Çalışmalar

Dijken ve arkadaşının yaptığı bir çalışmada²⁷; posterior restorasyonlarda akışkan bulk fill kompozit rezin tekniği değerlendirilmiştir ve 6 yıllık bir takip süresi boyunca geleneksel 2 mm kompozit rezin tabakalama tekniği ile tek tek karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda her iki grupta da sınıf II ve sınıf I restorasyonlar için yıllık başarısızlık oranı (AFR) sırasıyla %1,4 ve %0 bulunmuştur. Başarısızlığın ana nedeninin kompozit rezinin kırılması olduğu rapor edilmiştir.

Yazıcı ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada²⁸; sınıf II restorasyonlarda nanofill kompozit rezinin klinik performansı ile bir bulk fill kompozit rezinin klinik performansı karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda retansiyon açısından kompozit rezinler arasında farklılık olmadığı değerlendirilmiştir. Bununla birlikte test edilen bulk fill kompozit rezinin marjinal renk değişikliği ve marjinal adaptasyon açısından daha iyi klinik performans gösterdiği rapor edilmiştir.

Çolak ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada²⁹; posterior dişlerin sınıf II kaviteğinde bir yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezinin 12 aylık klinik performansı değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezinlerin 2 mm tabakalama tekniğiyle nano hibrit kompozit rezinler kadar iyi performans gösterdiği ve bu nedenle geleneksel nano hibrit kompozit rezinlere alternatif olabileceği değerlendirilmiştir.

Atabek ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada³⁰; daimi posterior çürüklü dişler için iki restoratif tekniğin ve materyalin 2 yıllık klinik performansı karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda sonik rezin yerleştirme sistemi, klinik başarı açısından aşamalı olarak yerleştirilmiş geleneksel kompozit rezine benzer sonuçlar göstermiştir. Tek bir tabakalamayla 5 mm'ye kadar restorasyonu uygulamanın avantajları ve viskozitenin ayarlanabilirliği göz önüne alındığında, bulk fill kompozit rezin restorasyonlar, posterior sınıf I kompozit rezin restorasyonlara iyi bir alternatif olarak görünmektedir. Bu çalışma, bulk fill teknolojisi ile üretilen yeni bir dental materyalin tabakalı olarak yerleştirilmiş kompozit rezine benzer klinik başarı sergilediğini göstermektedir.

Costa ve arkadaşlarının yaptığı bir diğer klinik çalışmada³¹; iki farklı adeziv teknik (self etch ve etch and rinse) ile adezivlenen posterior kompozit rezin restorasyonlarda yerleştirme tekniğinin (tabakalama ve bulk fill) postoperatif duyarlılığa etkileri karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda spontan postoperatif duyarlılığın riski ve yoğunluğunun adeziv stratejisinden veya restorasyon tekniğinden etkilenmediği rapor edilmiştir.

Balkaya ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada³²; sınıf II restorasyonlarda yüksek viskoziteli güçlendirilmiş cam iyonomer restoratif materyal, bulk fill kompozit rezin ve bir mikro hibrit kompozit rezinin klinik performansı değerlendirilmiştir. Sonuç olarak bulk fill kompozit rezinlerin ve geleneksel kompozit rezinlerin sınıf II kaviteelerde yüksek viskoziteli güçlendirilmiş cam iyonomerlere göre daha başarılı klinik performans gösterdiği rapor edilmiştir.

Bulk Fill Kompozit Rezinlerle Yapılan Bazı Laboratuvar Çalışmaları

Raina ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada³³; self adeziv akışkan bir kompozit rezinin (Dyad Flow, Kerr, Kaliforniya, ABD) ve bir akışkan bulk fill kompozit rezinin (Smart Dentin Replasman- SDR, Densply, New York City, ABD)'nin MTA Plus (Prevest Denpro, Jammu, Hindistan), Dycal

(Densply, New York City, ABD), Biodentine (Septodont, Saint Maur des Faussés, Fransa) ve TheraCal (Bisco Inc, Schamburg, ABD) gibi çeşitli pulpa kapaklama malzemelerine makaslama bağlanma dayanımları (SBS) karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar materyallerin makaslama bağlanma dayanımları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğunu ($p=0.040$) ve en yüksek SBS değerinin akışkan bulk fill kompozit rezin ile TheraCal arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Cengiz ve arkadaşları³⁴; trikalsiyum silikat bazlı materyallerin farklı restoratif materyallere mikro makaslama bağlanma dayanımını değerlendirmişler, değerlendirilen tüm restoratif materyallerde TheraCal LC'nin, Biodentine'e kıyasla önemli ölçüde daha yüksek mikromakaslama bağlanma dayanımı (μ SBS) değerleri gösterdiğini belirtmişlerdir.

Özgül ve arkadaşlarının yaptığı bir *in-vitro* çalışmada³⁵; farklı ışık cihazlarının, farklı adezyon stratejileri (self etch veya selektif etch) kullanılarak uygulanan bulk fill kompozit rezinlerin mikrosızıntısı üzerindeki etkileri incelenmiş ve çalışmanın sonucunda selektif etch yönteminin, kullanılan ışık cihazından bağımsız olarak bulk fill kompozit rezinler ile kullanıldığında daha iyi bir adezyon sağladığı rapor edilmiştir.

Nakano ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada³⁶; self adeziv, bulk fill ve geleneksel akışkan kompozit rezinlerin polimerizasyon stresi (PS) ve boşluk oluşumu karşılaştırılmıştır. Bulk fill kompozit rezinler, kontrol grubundaki akışkan kompozit rezinlere göre benzer veya önemli ölçüde daha düşük ara yüz boşlukları ve PS göstermiştir. Çalışmanın sonucunda self adeziv kompozit rezinlerin, geleneksel akışkan ve bulk fill kompozit rezin materyallerden önemli ölçüde daha yüksek boşluk yüzdesi ve PS gösterdiği belirtilmiştir.

Kamalak ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada³⁷; üç farklı akışkan bulk fill kompozit rezinin yüzey porözitesi değerlendirilmiş ve yeni jenerasyon bulk fill kompozit rezinler dahil tüm gruplarda yüzey porözitesi tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda yüzey porözitesinin restoratif dental materyallerin mekanik ve fiziksel özelliklerini etkileyen önemli bir parametre olduğu ve yüzey porözitesine sahip materyallerde uzun vadede klinik başarıyı sağlamanın mümkün olamayabileceği belirtilmiştir.

SONUÇ

Bulk fill kompozit rezinler; uygulama kalınlığının geleneksel kompozit rezinlerden fazla olması, buna bağlı olarak tedavi süresinin kısalması ve teknik hassasiyetin daha az olması gibi önemli avantajları dolayısıyla restoratif diş hekimliğinde önemli bir yere sahip olmaya başlamıştır. Bununla birlikte uygulama kalınlığının artırılmasını sağlamak için gerekli olan artmış ışık penetrasyonu, materyal yapısı daha translusent hale getirilerek sağlanmaktadır. Bu özellik estetik problemler nedeni ile materyalin ön bölgede kullanımına engel olmaktadır. Bununla beraber materyal yapısını güçlendirmek ve klinikte uygulanabilirliğini artırmak için güncellemeler yapılmaktadır. Restoratif diş hekimliğinde umut vadeden bu materyallerin tüm özelliklerinin değerlendirilmesi için daha ileri klinik çalışmalara ve laboratuvar çalışmalarına ihtiyaç vardır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – M.N., S.Ö.; Tasarım – M.N., S.Ö.; Denetleme – M.N., S.Ö.; Kaynaklar – M.N., S.Ö.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – M.N., S.Ö.; Analiz ve/veya Yorum – M.N., S.Ö.; Literatür Taraması – M.N., S.Ö.; Makaleyi Yazan – M.N., S.Ö.; Eleştirel İnceleme – M.N., S.Ö.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – M.N., S.Ö.; Design – M.N., S.Ö.; Supervision – M.N., S.Ö.; Resources – M.N., S.Ö.; Data Collection

and/or Processing – M.N., S.Ö.; Analysis and/or Interpretation – M.N., S.Ö.; Literature Search – M.N., S.Ö.; Writing Manuscript – M.N., S.Ö.; Critical Review – M.N., S.Ö.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKLAR

- Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *Br Dent J.* 2017;222:337-344.
- Aydın N, Karaoğlanoğlu S, Aybala Oktay E, Toksoy Topçu F. Diş hekimliğinde bulk fill kompozit rezinler. *Selcuk Dent J.* 2019;6:229-238.
- Saygılı Boğatur G. Güncel Rezin Kompozit Sistemler: Bulk fill kompozitler. *AÜ Diş Hek Fak Derg.* 2018(özel sayı).
- Karacan AO, Özyurt P. Bulk-Fill kompozit rezinler *AÜ Diş Hek Fak Derg.* 2018(özel sayı).
- Ende AV, Munck JD, Lise DP, Meerbeek BV. Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature. *J Adhes Dent.* 2017;19:95-109.
- Reis AF, Vestphal M, Amaral RCD, Rodrigues JA, Roulet JF, Roscoe MG. Efficiency of polymerization of bulk-fill composite resins: a systematic review. *Braz Oral Res.* 2017;31:e59.
- Engelhardt F, Hahnel S, Preis V, Rosentritt M. Comparison of flowable bulk-fill and flowable resin-based composites: an in vitro analysis. *Clin Oral Invest.* 2016;20:2123-30.
- Pfeifer CS. Polymer-based direct filling materials. *Dent Clin North Am.* 2017;61:733-750.
- Guo Y, Landis FA, Wang Z, Bai D, Jiang L, Chiang MYM. Polymerization stress evolution of a bulk-fill flowable composite under different compliances. *Dent Mater.* 2016;32:578-586.
- Kim RYJ, Son SA, Hwang JY, Lee IB, Seo DG. Comparison of photopolymerization temperature increases in internal and external positions of composite and tooth cavities in real time: Incremental fillings of microhybrid composite vs. bulk filling of bulk fill composite. *J Dent.* 2015;43:1093-1098.
- Prince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, LeLoup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent.* 2014;42:993-1000.
- Toh WS, Yap AUJ, Lim SY. In vitro biocompatibility of contemporary bulk-fill composites. *Oper Dent.* 2015;40:644-652.
- Ok E, Taghizadehghalehjoughi A, Kamalak H. Kompozit materyallerin gingival fibroblast hücrelerindeki oksidan ve antioksidan değerlerine etkisinin incelenmesi. *Yeditepe J Dent.* 2020;16:237-243.
- Taghizadehghalehjoughi A, Ok E, Kamalak H. Kompozit materyallerin gingival fibroblast hücreleri üzerindeki sitotoksik etkisinin incelenmesi. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci.* 2019;25:310-318.
- Misilli T, Cabadağ ÖG, Gönüloğlu N. Bulk fill kompozit rezinlere güncel bakış. *Selcuk Dent J.* 2021;8:220-228.
- Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis JJW, Davis HC. Factors affecting cure at depths within light-activated resin composites. *Am J Dent.* 1993;6:91-95.
- Garcia D, Yaman P, Dennison J, Neiva GF. Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk-fill flowable composite resins. *Oper Dent.* 2014;39:441-448.
- Bucuta S, Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clin Oral Invest.* 2014;18:1991-2000.
- Alrahlah A, Silikas N, Watts DC. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dent Mater.* 2014;30:149-54.
- El-Damanhoury HM, Platt JA. Polymerisation shrinkage stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites. *Oper Dent.* 2014;39:374-382.
- Furness A, Tadros MY, Looney SW, Rueggeberg FA. Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *J Dent.* 2014;42:439-449.
- Orlowski M, Tarczydo B, Chalas RB Renata C. Evaluation of marginal integrity of four bulk-fill dental composite materials: In vitro study. *Sci World J.* 2015;2015:1-7.
- Agarwal RS, Hiremath H, Agarwal J, Garg A. Evaluation of cervical marginal and internal adaptation using newer bulk fill Composites: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2015;18:56-61.
- Bahillo J, Bortolotto T, Roig M, Krejci I. Bulk filling of class II cavities with a dual-cure composite: Effect of curing mode and enamel etching on marginal adaptation. *J Clin Exp Dent.* 2014;6:502-508.
- Didem A, Yalcin G. Comparative mechanical properties of bulk-fill resins. *Open J Comp Mat.* 2014;4:117-121.
- Maas MS, Alania Y, Natale LC, Rodrigues MC, Watts DC, Braga RR. Trends in restorative composites research: what is in the future? *Braz Oral Res.* 2017;31:e55.
- Dijken JWV, Pallesen U. Bulk-filled posterior resin restorations based on stress-decreasing resin technology: a randomized, controlled 6-year evaluation. *Eur J Oral Sci.* 2017;125:303-9.
- Yazıcı AR, Antonson SA, Kütük ZB, Ergin E. Thirty-six-month clinical comparison of bulk fill and nanofill composite restorations. *Oper Dent.* 2017;42:478-485.
- Colak H, Tokay U, Uzgur R, Hamidi MM, Ercan E. A prospective, randomized, double-blind clinical trial of one nano-hybrid and one high-viscosity bulk-fill composite restorative systems in Class II cavities: 12 months results. *Niger J Clin Pract.* 2017;20:822-831.
- Atabek D, Aktaş N, Sakaryalı D, Bani M. Two-year clinical performance of sonic-resin placement system in posterior restorations. *Quintessence Int.* 2017;48:743-751.
- Costa T, Rezende M, Sakamoto A, Bittencourt B, Dalzochio P, Loguercio AD, Reis A. Influence of adhesive type and placement technique on postoperative sensitivity in posterior composite restorations. *Oper Dent.* 2017;42:143-154.
- Balkaya H, Arslan S, Pala K. A randomized, prospective clinical study evaluating effectiveness of a bulk-fill composite resin, a conventional composite resin and a reinforced glass ionomer in Class II cavities: one-year results. *J Appl Oral Sci.* 2019;27:e20180678.
- Raina A, Sawhny A, Paul S, Nandamuri S. Comparative evaluation of the bond strength of self-adhering and bulk-fill flowable composites to MTA Plus, Dycal, Biodentine, and TheraCal: an in vitro study. *Restor Dent Endod.* 2020;45:e10.
- Cengiz E, Ulusoy N. Microshear bond strength of tri-calcium silicate-based cements to different restorative materials. *J Adhes Dent.* 2016;18:231-237.
- Özgül BM, Bostancı GB, Tiralı RE, Çehrelı SB. Effect of curing units and adhesion strategies on microleakage of bulk-fill composites: an in vitro study. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2019;29:74-79
- Nakano EL, Souza ASCD, Boaro LCC, Catalani LH, Braga RR, Gonçalves F. Polymerization stress and gap formation of self-adhesive, bulk-fill and flowable composite resins. *Oper Dent.* 2020;45:308-316.
- Kamalak H, Altın S, Aksu Canbay C. Diş hekimliğinde sıklıkla kullanılan bulk fill akıcı kompozit materyallerinin yüzey pözitesinin değerlendirilmesi. *FÜ Sağlık Bil Tıp Derg.* 2017;31:121-126.

Kemomekanik Çürük Uzaklaştırma Yöntemleri

Chemomechanical Caries Removal Methods

Ayfer Burcu AY TAR¹



¹ Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Ankara,
Türkiye.

Ayşegül ÖLMEZ¹



¹ Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Ankara,
Türkiye.



ÖZ

Kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemi; minimal invaziv diş hekimliği felsefesine dayandırılarak geliştirilen, enfekte dentinin kemomekanik ajanla kimyasal olarak yumuşatıldığı ve yumuşayan dentinin ekskavatörle nazikçe uzaklaştırıldığı, invaziv olmayan bir teknik olarak tanımlanmaktadır. Bu yöntem, kısmen bozulmuş kollajenin daha fazla bozulmasına neden olur ve sadece enfekte olmuş dentin tabakalarını uzaklaştırır. Hangi dentinin uzaklaştırılacağını ve hangi dentinin bırakılacağını göstermesi bu yöntemin en önemli özelliğidir. Bu yöntem özellikle çocuklar ve dental anksiyetesi olan hastalar arasında yüksek kabul görmektedir. Kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanları; sodyum hipoklorit (NaOCl) bazlı ve enzimatik bazlı olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Sodyum Hipoklorit (NaOCl) bazlı olanlar; GK-101, GK-101E (Caridex) ve Carisolv'dür. Enzimatik bazlı olanlar; Papacarie, Apacaries jel, Carie-Care, Biosolv ve Brix-3000'dir. Bu derlemenin amacı kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemlerini ve çalışma mekanizmalarını anlatmaktır.

Anahtar Kelimeler: Kemomekanik çürük uzaklaştırma; minimal invaziv diş hekimliğinin.

ABSTRACT

Chemomechanical caries removal, developed on the basis of a minimally invasive dentistry philosophy. It is described as a non-invasive technique in which infected dentin is chemically softened with a chemomechanical agent and the softened dentin is gently removed by an excavator. This method causes collapse of degraded collagen and only removes infected dentin layers. The most important feature of this method is it shows which dentine to be removed and which dentine will be left. This method is particularly well accepted among children and patients with dental anxiety. Chemomechanical caries removal agents are divided into two groups as sodium hypochlorite (NaOCl) based and enzymatic based. Sodium Hypochlorite (NaOCl) based ones: GK-101, GK-101E (Caridex) and Carisolv. Enzymatic based ones: Papacarie, Apacaries gel, Carie-Care, Biosolv and Brix-3000. The purpose of this review is to explain chemomechanical caries removal methods and their working mechanisms.

Key Words: Chemomechanical caries removal; minimal intervention dentistry

KEMOMEKANİK ÇÜRÜK UZAKLAŞTIRMA YÖNTEMLERİ

Diş çürüğü, mikroorganizmaların ürettiği asit ile etkilenme sonucunda oluşan mineral kaybıdır. Diş sert dokusu, bir döngü içerisinde remineralizasyon ve demineralizasyon süreçlerine uğramaktadır. Bu dengenin demineralizasyon lehine bozulduğu durumlarda çürük meydana gelmektedir.¹ Diş çürüğünün dünya genelinde çocuklar arasında en çok görülen kronik hastalıklardan biri olduğu belirtilmiştir.² En yaygın diş hastalıklarından biri olan diş çürükleri, sadece diş dokularının lokalize çözünmesine ve tahrip olmasına neden olmakla kalmaz, aynı zamanda tedavi edilmediğinde dişin pulpal ve periapikal dokularında enfeksiyona yol açabilir.³

Diş çürüğünün tedavisi klasik olarak, yumuşak demineralize dentinin uzaklaştırılmasını ve kalıcı restorasyonun yerleştirilmesini içermektedir. Bu çürük doku, bakterilerle büyük miktarda enfekte olmuştur ve çürük sürecinin durdurulması amacıyla bu dokunun uzaklaştırılması gerekmektedir. Ancak, çürük dokunun nasıl uzaklaştırılacağı konusunda farklı görüşler mevcuttur.⁴ Çürük uzaklaştırma yöntemleri şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Mekanik, rotary: Döner el aletleri, frezler (seramik ve polimer),
- Mekanik, non-rotary: Ekskavatörler, air abrazyon, air polishing, ultrasonikler, sono abrazyon, atravmatik restoratif tedavi (ART),
- Kemomekanik: Sodyum hipoklorit bazlı, enzimatik bazlı,
- Foto-ablasyon: Lazerler.⁵

Geliş Tarihi/Received 09.09.2021
Kabul Tarihi/Accepted 05.07.2022
Yayın Tarihi/Publication Date 28.07.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

Ayfer Burcu AY TAR

E-mail: burcuaytar@gmail.com

Cite this article: Aytar AB, Ölmez A.
Chemomechanical Caries Removal
Methods. *Curr Res Dent Sci.* 2024;34(3):
230-237.



Content of this journal is licensed under a Creative
Commons Attribution-NonCommercial-
NoDerivatives 4.0 International License

Geleneksel çürük uzaklaştırma yönteminde, çürük lezyona erişim sağlamak için yüksek hızlı el aletleri kullanılırken, çürük lezyonu uzaklaştırmak için düşük hızlı el aletleri kullanılmaktadır.^{3,5} Geleneksel yöntem, pulpa dokusunda olumsuz biyolojik reaksiyonlara neden olabilir, enfekte ve sağlam diş dokularını seçici olmayan bir şekilde çıkarabilir.⁶ Bu yöntem, birçok hasta tarafından özellikle de çocuklarda hoş olmayan ve ağrılı olarak tanımlanmaktadır ve ağrıyı kontrol etmek için sıklıkla lokal anesteziye ihtiyaç duyulmaktadır.^{3,5} Ağrı ve rahatsızlıktan potansiyel olarak sorumlu olan birkaç faktör vardır. Bunlar; duyarlılık, dişte basınç hissi, kemiğe iletilen titreşim, el aletlerinin gürültüsü ve yüksek sıcaklık oluşumudur.⁷ Geleneksel yöntem, hastalarda anksiyete ve korkuya neden olabilir. Anksiyete ve korkunun çocuklarda diş tedavisini kabul etmenin önündeki engeller olduğu bilinmektedir.⁶

Minimal invaziv yaklaşım diş çürüklerinin tedavisinde; çürükleri mikroskobik düzeyde saptama, tanımlama, durdurma ve tedavi etmeyi içermektedir.⁸ Etkilenmiş dentini korurken, sadece enfekte olmuş dentinin uzaklaştırılmasını içeren biyolojik prensiplere dayanmaktadır.⁹ Enfekte diş dokusunun uzaklaştırılması için seramik ve polimer frezler, lazer, air abrazyon, sono abrazyon veya kemomekanik ajanların kullanımı gibi yöntemler minimal invaziv çürük uzaklaştırma yöntemlerini oluşturmaktadır. Bu yöntemlerin ortak özelliği, çürük ile enfekte olmuş dokunun seçici bir şekilde uzaklaştırılması ve çürükten etkilenen dokunun korunmasıdır.¹⁰

Kemomekanik yöntemle çürük uzaklaştırma düşüncesi, 1970'li yıllarda endodontist Goldman tarafından ortaya atılmıştır. Kök kanallarından organik materyalleri uzaklaştırmada kullanılan sodyum hipoklorit (NaOCl) çürük dentini çözme yeteneğine sahip olduğunun görülmesi üzerine kimyasal çürük uzaklaştırma fikri doğmuştur.¹¹ Kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemi, en konservatif çürük uzaklaştırma yöntemlerinden biri olarak kabul edilmektedir.¹² Kemomekanik yöntemin diğer sistemlere göre avantajları; karmaşık ve maliyetli enstrümanlar gerektirmemesi, dokulara daha düşük travma oluşturması, lokal anestezi ihtiyacının olmaması ve pulpanın etkilenme riskinin az olması olarak sıralanabilir.⁶

Kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemi; enfekte dentinin kemomekanik ajanla kimyasal olarak yumuşatıldığı ve yumuşayan dentinin ekskavatörle nazikçe uzaklaştırıldığı, invaziv olmayan bir teknik olarak tanımlanmaktadır.^{1,5} Bakteriyel enzimler ve asit ile etkilenme sonucunda dişin mineral içeriği azalmakta olup, kollajen fibriller arasındaki bağlantılar bozulmakta ve sonuç olarak çürük oluşmaktadır.^{1,5} Kullanılan kimyasal solüsyonun kollajenin yapısında bulunan üçlü heliksteki polipeptit zincirlerini ve çapraz bağları çözebilmesi, böylece yapısı kısmen bozulmuş olan kollajenin ayrılması beklenmektedir.¹³ Esas amaç; sadece enfekte dentinin uzaklaştırılması, etkilenmiş dentinin bırakılması ve etkilenmiş dentin tabakasının remineralize olmasına izin verilmesidir.¹³ Bu işlem sayesinde aynı zamanda pulpa irritasyonundan kaçınılarak sağlıklı diş dokusu korunmaktadır.¹⁴

Çürük dentinin kemomekanik olarak uzaklaştırılması özellikle çocuk diş hekimliğinde endişeli veya koopere olmayan hastalar için umut vericidir.⁸ Diş hekimi fobisi olan çocuk ve erişkin hastalar ile kusma refleksi olanlar, bu yöntemle daha konforlu bir tedavi hizmeti almaktadır.¹⁴ Bu yöntem, lokal anestezi uygulamasının kontrendike olduğu hastalara uygulanabilir, çünkü hastaların % 82-92'sinde lokal anestezi uygulaması gerekli değildir.⁸

Kemomekanik çürük uzaklaştırma yönteminde, adeziv restoratif materyaller için ideal olduğu bildirilen smear tabakasından arındırılmış, düzensiz ve pürüzlü dentin yüzeyi sağlanmaktadır. Bu yöntemle hazırlanan kavitelerin restorasyonunda amalgam benzeri kaviteye mekanik olarak tutunan materyaller yerine, kompozit veya cam iyonomer siman gibi adeziv materyaller kullanılmaktadır.¹⁴

Kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanları sodyum hipoklorit (NaOCl) bazlı ve enzimatik bazlı olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır:

Sodyum Hipoklorit (NaOCl) bazlı ajanlar; GK-101, GK-101E (Caridex), Carisolv.

Enzimatik bazlı olanlar; Papacarie, Apacaries jel, Carie-Care, Biosolv, Brix-3000.¹⁵

Kemomekanik yöntemin süt dişleri ve daimi dişler üzerine etkinliğinin araştırıldığı çalışmalarda, süt dişlerindeki çürüklerde genellikle kavitenin açık olmasından dolayı uygulama sırasında daha az hacimde solüsyon kullanıldığı, kaviteye erişimin daha kolay olduğu ve çürüğün daha etkili şekilde uzaklaştırıldığı bildirilmiştir.¹⁴ İlk çalışmalar, NaOCl bazlı kemomekanik çürük uzaklaştırma yönteminin zaman alıcı bir süreç olduğunu ve etkinliğinin sorgulanabilir olduğunu göstermiştir. Ancak bu yöntem yeni nesil kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanlarının tanıtılmasıyla daha da geliştirilmiştir.¹²

Sodyum Hipoklorit (NaOCl) Bazlı Ajanlar

Diş çürüğünde organik yapının büyük bir bölümünün, kollajen ve kollajenin en önemli aminoasiti olan hidroksiprolinden oluştuğu bildirilmiştir. Bu yapının kimyasal yolla çözülebileceği düşüncesi ve geleneksel çürük uzaklaştırma yöntemine alternatif yöntem arayışları sonucunda, nonspesifik bir proteolitik ajan olan NaOCl çürük uzaklaştırma ajanı olarak kullanılmıştır.¹⁶ Ancak, NaOCl sadece çürük dentini uzaklaştırmakla kalmayıp, sağlıklı dentin dokusuna da zarar vermektedir.¹⁰ Bu problemin üstesinden gelmek için sonraki versiyonlarda NaOCl'e amino asitler eklenmiştir.^{9,10}

NaOCl bazlı kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanları, çürük dentin içerisindeki kısmen bozulmuş olan kollajenin hidrojen bağlarını klorlayan ve bozan,^{9,10} böylece çıkarılmasını kolaylaştıran NaOCl türevleri içerir.¹⁰ Çürük doku, uygulama sonrasında el aletleri kullanılarak uzaklaştırılır.⁹

Hamama ve ark.¹⁵ yaptıkları çalışmada, geleneksel yöntem ile NaOCl bazlı ve enzimatik bazlı kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemlerinin uygulanmasını takiben çürük dentinde meydana gelen kimyasal, morfolojik ve mikrosertlik değişikliklerini karşılaştırmışlardır. Geleneksel yöntem ve enzimatik bazlı yöntemin, NaOCl bazlı yöntemle göre çürük uzaklaştırma süresinin daha kısa olduğu; mikrosertlik değerlerinin geleneksel yöntemde kemomekanik yöntemlere göre daha yüksek bulunduğu; enzimatik bazlı yöntem sonrasında dentinin smear tabakası içermediği, ancak diğer yöntemlerin uygulanması sonrasında dentinde smear tabakasının var olduğu ve bu tabakanın dentin tübüllerini tıkadığı bildirilmiştir.¹⁵

Hamama ve ark.¹² yaptıkları metaanalizde, NaOCl bazlı ve enzimatik bazlı kemomekanik yöntemler ile geleneksel yöntemin süreleri arasındaki farklılıkları ölçmeyi amaçlamışlardır. Sonuç olarak; NaOCl bazlı kemomekanik yöntemin, diğerler yöntemlere kıyasla daha fazla zaman aldığı bulmuşlardır.¹²

GK-101

İlk olarak, %5'lik NaOCl kullanılmıştır fakat %5'lik NaOCl'in toksik olması ve çevredeki sağlam diş sert dokularına zararlı etkilerinin bulunması nedeniyle yeni bir ajan geliştirilmiştir.¹¹ Goldman ve Kronman,¹¹ aşındırıcılığı azaltmak için NaOCl'i Sorensen tamponuna (glisin, sodyum klorür ve sodyum hidroksit içeren) dahil etmişlerdir.^{11,14} Daha sonra meydana gelen reaksiyon ürününün, glisinin klorlenmiş formu olan N-monokloroglisin (NMG) olduğu ve pH'sının 11 olduğu bildirilmiştir.¹⁴ İlk kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanı olarak piyasaya sürülen bu ürün GK-101 olarak bilinmektedir.^{9,11}

GK-101, %0.05 N-monokloroglisin (NMG) ve NaOCl'den oluşur ve bu iki çözeltinin karıştırılmasıyla hazırlanır.¹⁰ Saflaştırılmış kollajen, NMG ile reaksiyona sokulmuştur ve NMG'nin kollajeni klorlayarak N-kloroprotein birleşimleri oluşturduğu,¹⁴ hidroksiprolini (kollajeni stabilize eden) pirol-2-karboksilik asite (gevşek ve kolayca çıkarılabilen) dönüştürdüğü, bu reaksiyonlar sayesinde dentinin organik yapısını bozarak etki ettiği bulunmuştur.⁹ Oluşan bu reaksiyon sonucunda, yalnızca çürük dentinin

enfekte tabakasının uzaklaştırılması sağlanmıştır. Sağlıklı diş dokusu ise etkilenmemiştir. Bu kimyasal ajanın pulpa üzerinde etkisi çok az olmakta ya da hiç etkilenmeye neden olmamaktadır.¹⁴

GK-101'in geliştirildiği dönemlerde, adeziv materyallerin kullanımının yaygın olmaması ve diş hekimlerinin Black prensiplerine göre kavite açma zorunluluğu, bu ajan ile birlikte geleneksel preperasyon yöntemlerinin de kullanılmasını gerektirdiğinden materyalin çürük uzaklaştırmadaki kullanımı sınırlı kalmıştır.¹¹

Kurosaki ve ark.¹⁷ GK-101'in köpeklerin pulpa dokusu üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir; bununla birlikte, GK-101'in çürük lezyonun tamamının çıkarılmasında etkili olmadığı sonucuna varmışlardır. Bu bulgular GK-101'in GK-101E formülünde gelişmelere yol açmıştır.¹⁷

Caridex (GK-101E)

GK-101'in etki süresinin uzunluğunun dezavantaj olarak görülmesi üzerine, bu sorunun üstesinden gelebilmek için glisine aminobütirik asit eklenmiş ve böylece daha etkili bir sistem elde edilmiştir.^{9,14} Bu oluşan yeni ürün N-monokloramin bütirik asittir (NMAB) ve adı GK-101E olarak belirlenmiştir.¹⁴

GK-101E, GK-101'in etil türevidir. Denatüre olmuş kollajen fibriller üzerindeki NMAB etki mekanizması, çürük lezyonda kısmen bozulmuş olan kollajenin klorlanması ve hidroksilprolinin pirol-2-karboksilik aside dönüştürülmesini içeren NMG'dekine benzerdir. Klorlama reaksiyonuna ek olarak, denatüre kollajen fibrillerinin ayrılması, glisin kalıntılarının oksidasyonu sonucu meydana gelmektedir.^{9,10}

GK101E, Caridex olarak pazarlanmıştır ve 1984'te Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) onayı almıştır.¹⁰ Caridex sistemi iki şişe hâlinde piyasaya sürülmüştür. Birincisi NaOCl ve ikincisi glisin, aminobütirik asit, sodyum klorür ve sodyum hidroksit içerir.^{8,9,14} Her iki çözelti, reaktifin kullanımdan hemen önce karıştırılarak, bir saat boyunca kararlı olan pH'sı yaklaşık 11'e eşit stabil bir solüsyon elde edilir.^{8,14} Çözelti, kollajeni klorlayarak çürük dentinin gevşemesine yardımcı olur ve özel olarak tasarlanmış aplikatörlerle uzaklaştırılmasını kolaylaştırır.¹⁸

Caridex sistemi, çürük uzaklaştırma etkinliği, biyoyoumluluk ve pulpal güvenliği açısından değerlendirilmiştir. Bazı çalışmalar, Caridex kullanımının çürük lezyonların bol hacimli izotonik salin çözeltisi ile irrigasyonuna kıyasla çürük uzaklaştırma sürecini geliştirmede olduğunu bildirmiştir.^{7,10} Biyoyoumluluk çalışmalarında, Caridex'in pulpa üzerinde yan etkisi olmadığı, ancak hastalar tarafından tadının kötü algılanması, prosedürün uzun sürmesi (10-15 dakika),^{9,14} uygulama sırasında fazla miktarda solüsyon (200-500 mL) kullanılması, raf ömrünün kısa olması gibi olumsuz özelliklerinin olduğu bildirilmiştir.^{1,8,14} Caridex sisteminin en önemli dezavantajlarından biri de karmaşık dağıtım ekipmanıdır.^{8,10} Gereken karmaşık ekipman ve diğer olumsuz faktörler, klinik uygulama için rutin bir araç olarak kullanımının yok olmasına yol açmıştır.¹⁸ Daha sonra jel bazlı Carisolv adı verilen bir sistem geliştirilmiştir.⁷

Carisolv

Caridex sistemi ile ilgili problemler, Carisolv sistemi ile giderilmiştir.¹⁸ Carisolv, Caridex gibi kimyasal bir yapıya sahip olmasına rağmen, jel formu nedeniyle ısıtma ve özel bir dağıtım sistemi gerektirmez.^{9,10} Jel formunda olduğu için, gerekli hacim 1 ml'den azdır, uygulanması çok daha kolaydır ve çürük lezyonla daha iyi teması bulunmaktadır.⁹

Carisolv jeli, iki şırıngadan oluşmaktadır.¹⁰ Biri %0.5 NaOCl çözeltisi ve diğeri sodyum hidroksit, sodyum klorür ve üç doğal amino asit içeren (glutamik asit, lösin ve lizin) kırmızı viskoz bir jel içermektedir.^{7,9,10} Amino asitlerin çürük lezyonun farklı kısımlarıyla reaksiyona girdiği gösterilmiştir.¹⁰ Lizin, lösin ve glutamik asit, viskozite için karboksimetilselüloz ile birlikte kullanılmıştır.^{1,7,10} Jel içerisinde yer alan karboksimetilselüloz, viskoziteyi artırarak maddenin jel kıvamında olmasını sağlamaktadır ve böylece çürük lezyon ile daha iyi teması sağlamaya yardımcı olmaktadır.¹ Yüksek viskozite, gerekli bölgeye jelin doğru bir şekilde ve kolaylıkla uygulanmasını sağlarken, malzemenin de az miktarda kullanılmasına

katkıda bulunmaktadır.¹⁴ Ayrıca kullanımda kolayca görünür hale getirmek için eritrosin boyası ile birlikte kullanılmıştır.^{1,7,9} NaOCl ise organik bileşenleri uzaklaştırabilen proteolitik bir ajandır. Kuvvetli kimyasal etkisine bağlı olarak NaOCl nekrotik olmayan dokuları da parçalayabilmektedir. Ancak NaOCl'e aminoasitler eklenerek yüksek pH'ye sahip mono-di kloraminler oluşturulabileceği ve bu sayede oluşan kloraminlerin NaOCl'in yan etkisini azaltarak etkinin özellikle denatüre proteinlere ve kollajene yöneltilebileceği belirtilmiştir.¹

İki çözelti kullanımdan önce oda sıcaklığında eşit parçalar halinde iyice karıştırılır.⁷ Jel formunda aminoasit ile NaOCl likit içeriği karıştırıldığında,⁷ üç amino asit farklı yüklenir, bu da çürük dentin içindeki proteinlerin farklı bölgelerine elektrostatik çekim sağlar⁸ ve pH'si yaklaşık 11 olan amino asitler üzerindeki pozitif ve negatif yüklü grupların klorlu hale geldiği kloramin formu meydana gelir.⁷ Bu üç kloraminin her biri elektrostatik olarak bu parçalardan birini çekerek, NaOCl'nin yan etkilerini en aza indirirken,⁸ aynı zamanda klorinasyon etkisiyle hidrojen bağlarının bozulmasıyla sekonder veya kuarterner yapıdaki kollajen etkilenmektedir.¹⁴ Bunun sonucunda çürük dentin matriksindeki kollajen çapraz bağlantısının daha da bozulduğu varsayılmaktadır⁷ ve bu işlemlerin kimyasal sonucu, çürük lezyonun demineralize kısmında bulunan bozulmuş kollajenin parçalanmasıdır.⁸ Bu durum sağlıklı dokuya zarar vermemektedir, çünkü aminoasitler aktif klorinler için yön belirleme cihazı gibi davranmaktadır.¹⁴

Karıştırıldıktan sonra etkinliği 20 dakika sürmektedir. Jel karışımı çürük üzerine 30 saniye uygulanmalıdır ve Carisolv'un özel olarak tasarlanmış, travmatik olmayan el aletleri ile çürük nazıke uzaklaştırılmalıdır. Aynı prosedür jel temiz ve berrak olarak uzaklaştırılana kadar tekrarlanmalıdır.¹⁴ Çürük dentinin uzaklaştırılma şekli nedeniyle, kavite smear tabakasını serbest bırakarak kompozit rezin restorasyon malzemeleri ile kullanılan dentin bağlayıcı ajanlar için optimum bir yüzey sağlamaktadır.¹⁸

Li ve ark.³ Carisolv'un etkinliğini değerlendirmek için yaptıkları metaanalizde Carisolv kullanımını; tam çürük uzaklaştırma oranı (CCR), tedavi süresi ve lokal anestezi kullanımı açısından döner aletler ile karşılaştırmışlardır. CCR'de, Carisolv grubu ve döner alet grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Carisolv grubunda, lokal anestezi kullanımı daha az iken, tedavi süresi önemli ölçüde daha uzun bulunmuştur. Bu metaanaliz, Carisolv'un, daha uzun tedavi süresine sahip olmasına rağmen lokal anestezi kullanımını azaltabileceğini göstermiştir.³

Ali ve ark.¹⁹ derin çürükleri ve geri dönüşümlü pulpitis semptomları olan hastalarda yaptıkları randomize kontrollü klinik çalışmada, döner aletler ve kemomekanik Carisolv jel ile çürük uzaklaştırma işleminin pulpa sağ kalımı açısından sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Dişlerin pulpa duyarlılığı ve periapikal sağlığı 12 ay sonra, termal ve elektrikli pulpa testi kullanılarak belirlenmiş ve periapikal film ve CBCT kullanılarak periapikal lezyon varlığı yokluğu şeklinde değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, Carisolv jelin, döner aletlere kıyasla pulpa sağ kalım oranını arttırdığı bulunmuştur.¹⁹

Keenan ve Congiusta²⁰ yaptıkları metaanalizde, Carisolv'un çürük uzaklaştırılma etkinliğini, tedavi süresini ve lokal anestezi ihtiyacını değerlendirmişlerdir. Carisolv'un çürük uzaklaştırılma etkinliği açısından üstün bir performans sergilediği, tedavi süresinin daha uzun sürdüğü ve çocukların sadece %4'ünde lokal anestezi ihtiyacı gerektirdiği sonucuna varılmıştır.²⁰

Enzimatik Bazlı Ajanlar

Papain gibi proteolitik ajanlar, daha önce bakteriyel etkiye (enfekte dentin) maruz kalmış kısmen demineralize ve değiştirilmiş dentin matrisini daha da bozmak için kullanılabilir.⁷ Çürük dentinin kısmen bozulmuş olan kollajeni, kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanları ile klorlanmaktadır. Klorlanma sonucunda hidrojen bağları parçalanmakta, kollajenin sekonder ve kuarterner yapısı etkilenmektedir. Bunun sonucunda çürük dokunun uzaklaştırılması kolaylaşmaktadır.¹⁴

Papacarie ve Carie-care'in, Carica papaya ağacının ve pepsin enziminin doğal özütlerinin etkisiyle çürüklerin uzaklaştırılmasında etkili olduğu bildirilmiştir.⁹ Tamponlanmış bir çözeltide pepsin enzimi kullanılarak Biosolv (SFC-V ve SFC-VIII) adı verilen deneysel bir ürün geliştirilmiştir.⁹

Kumar ve ark.²¹ yaptıkları çalışmada süt azı dişlerinde kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemini; çürüklerin uzaklaştırılması için geçen süre, etkinlik ve hasta kabulü açısından klinik ortamda polimer frezlerle ve sahada travmatik restoratif tedavi (ART) ile karşılaştırmışlardır. Kemomekanik çürük uzaklaştırma yönteminin, daha verimli olduğu, daha az zaman aldığı bulunmuş ve hastalar tarafından daha fazla kabul gördüğü bildirilmiştir.²¹

Papacarie

Bussodori ve ark.¹⁴ tarafından 2003 yılında Brezilya'da, kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanı olarak tanıtılmıştır. Papacarie; Brezilya'da Ulusal Sağlık Gözetimi Kurumu *Agência Nacional De Vigilância Sanitária* (ANVISA) tarafından patentli, tescilli ve onaylı ulusal bir üründür.¹⁴ Bu ajan; papain enzimi, kloramin, toluidin mavisi, çeşitli tuzlar, koruyucu, stabilizatör, kıvam artırıcı ve deiyonize su içermektedir.^{8,22}

Ana etki, dentinal matrikste proteoglikanların bozulmasına neden olan bir proteolitik enzim olan papain enziminin varlığına bağlıdır.⁹ Papain; Brezilya, Hindistan, Güney Amerika ve Havai gibi tropikal bölgelerde yetiştirilen Carica Papaya ağacının meyve, yaprak ve kauçuğunun özünden elde edilmektedir.^{14,22} Bu enzim bakterisidal, bakteriyostatik ve antiinflamatuvar aktiviteye sahip olan bir endoproteindir.^{1,14} ve antibakteriyel etkisiyle hem gram-negatif hem de gram-pozitif organizmaların çoğalmasını engellemektedir.¹⁴ Papain, çürük etkisiyle kısmen tahrip olan kollajen moleküllerini parçalayıp ölü hücreleri sindirebilmekte ve çürük süreci boyunca oluşan fibrin örtüsünü elimine etmektedir. Papain, kollajen molekülleri kısmen degrade olmuş olan ve normalde sağlıklı dokularda sindirim görevini inhibe eden alfa 1-antitripsin enziminin eksikliğinden dolayı, özellikle enfekte ve ölü dokuları parçalamaktadır.^{1,6} Sağlıklı dokulara zarar vermemektedir, sadece plazma proteaz inhibitörü olan alfa 1-antitripsin enziminin yoksun olan çürük doku üzerine etki etmektedir.¹

Kloraminler doğrudan azot atomuna bağlı olan en az bir klor atomu içeren aminlerdir²² ve kloraminlerin bakterisid ve dezenfeksiyon özellikleri vardır.¹⁴ Kloraminler, kimyasal olarak çürük dentini yumuşatmak için kullanılırlar¹⁴ ve denatüre dokuların uzaklaştırılmasını artırır.⁹ Kloraminin çürük dentinin etkilenen bileşenleri ile bu seçici etkileşiminin, kollajen bazlı dokularda protein sindirimini engelleyen alfa-1-antitripsin antiproteaz olmamasından kaynaklandığı öne sürülmüştür.⁷

Toluidin mavisi antimikrobiyal bir ajandır. Papacarie'yi oluşturan papain ve kloramin ile toluidin mavisi sinerjistik etki oluşturmakta ve çürüğün uzaklaştırılması kolaylaşmaktadır.⁵

İlk olarak çürük kavitesi Papacarie jel ile doldurulmakta ve etki etmesi için 40-60 saniye beklenmektedir. Jelin koyu renk olması, çürük dokunun bozulma sürecinde olduğunu göstermektedir.⁵ Klinik uygulama sırasında, yüzeyde baloncukların görülmesi ve jelin bulanık görüntüsü degradasyondan hemen sonra oksijen serbestleşmesi ile açıklanmaktadır. Bu görüntü çürük uzaklaştırma işlemine başlanması gerektiğinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir.¹⁴ Yumuşayan çürük dentin, ekskavatörle uzaklaştırılmaktadır. Jelin rengi değişmeyinceye kadar uygulamanın tekrarlanması önerilmektedir. Uygulamalar arasında kaviteyi yıkmak gerekmemektedir.^{5,8}

Tarama elektron mikroskobu (SEM) ile yapılan çalışmalar sonucunda, Papacarie'nin smear tabakasını uzaklaştırdığı ve dentin tübüllerinin net bir şekilde izlenmesini sağladığı bildirilmiştir.¹⁴ Smear tabakasının yokluğu papain jelin proteolitik yapısı ile açıklanmaktadır. Smear tabakasının yokluğunda adeziv rezinin, intertübüler dentin ve açık dentin tübülleri içine infiltrasyonunu kolaylaştırarak bağlanmayı artıracığı bildirilmiştir.¹⁴ Ayrıca, kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemlerinin kullanımını sonucu oluşan pürüzlü dentin yüzeyi bağlanma için yüzey alanını artırmaktadır ve restoratif materyallerin adezyonuna katkı sağlamaktadır.¹⁴

Bu teknikte, ağrıya neden olmadan nazikçe ekskavasyon yapabilmesi nedeniyle ile lokal anestezi gerekmemektedir.²² Bununla birlikte, mevcut sonuçlar biyoyoumluluğu, çürüklerin uzaklaştırılması, antimikrobiyal etki ve hastalar tarafından kabulü açısından umut vericidir.⁸

Goyal ve ark.²³ yaptıkları randomize kontrollü çalışmada, çocuklarda okluzal veya servikal geniş çürükler üzerinde Papacarie'nin etkinliğini değerlendirmiş ve geleneksel yöntem ile tedavi süresi, çocuğun ağrı algısı, anksiyete düzeyi değişimi, mikrobiyal flora ve çocuğun tedavi tercihi açısından karşılaştırmışlardır. Böylece Papacarie'nin çocuk diş hekimliği alanındaki uygulama ve kapsamını değerlendirmek amaçlanmıştır. Papacarie yönteminde tedavi süresi geleneksel yöntemle göre daha uzun bulunmuş, ancak ağrı ve anksiyetede azalma gözlenmiştir. Geleneksel yöntem ile tedavi sırasında ise anksiyetede artış olduğu tespit edilmiştir. İşlem sonrası bakteri sayımları iki yöntemde de önemli ölçüde azalmış ve daha fazla hasta geleneksel tedavi yöntemine kıyasla Papacarie'yi tercih etmiştir.²³

Schwendicke²⁴ yaptığı metaanalizde, süt azı dişlerinde Papacarie ile geleneksel yöntemi çürük doku uzaklaştırdıktan sonra kalan bakteri sayısı, tedavi süresi ve ağrı bakımından karşılaştırmıştır. Sonuçlar; Papacarie'de geleneksel yöntemle kıyasla çürük dokunun uzaklaştırılmasının ardından kalan bakteri sayısının daha az olduğunu, daha az ağrıya neden olduğunu ve tedavi süresinin daha uzun olduğunu göstermiştir.²⁴

Alhumaid²⁵ yaptığı in vitro çalışmada, süt dişlerinde Papacarie ile geleneksel yöntemin çürük uzaklaştırma etkinliğini ve verimliliğini karşılaştırmayı amaçlamıştır. Verimliliği ölçmek için tedavi süresi hesaplanmış ve etkinliği ölçmek için SEM altında inceleme yapılmıştır. Sonuç olarak, Papacarie'nin geleneksel çürük uzaklaştırma yöntemi kadar bakterilerin uzaklaştırılmasında etkili olduğu bulunmuş, ancak çürük uzaklaştırılması için geçen süre daha uzun olduğu için daha az verimli olduğu bildirilmiştir.²⁵

Nair ve ark.²⁶ yaptıkları in vitro çalışmada, üç kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanı Carisolv, Papacarie ve Carie-care ile çürükler uzaklaştırdıktan sonra kompozit ile restore edilen dişlerin mikrogerilim bağlanma kuvvetlerine dayanımını değerlendirmişler, ayrıca EDX analizi kullanarak dentin kimyasal bileşimi üzerindeki etkisini analiz etmişler ve geleneksel yöntem ile karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda üç kemomekanik ajan ile kontrol grubunun mikrogerilim bağlanma kuvvetlerine dayanımı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Dentinin kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) içeriğini gösteren EDX analizi sonucunda Ca / P oranında bir fark yoktur, bu da çalışmada test edilen kemomekanik ajanların hiçbirinin dentin yüzeyinde herhangi bir kimyasal değişiklik meydana getirmediğini göstermektedir.²⁶

Kotb ve ark.²⁷ yaptıkları çalışmada, Papacarie ile çürük uzaklaştırdıktan sonra dentinin topografik özelliklerini SEM kullanarak incelemişler ve geleneksel yöntem ile kıyaslamışlardır. İncelemeler sonucunda, Papacarie kullanıldığında; dentin yüzeyinin sert, poröz (gözenekli) ve globuler bir görünüme sahip olduğu, smear tabakasının kısmen veya tamamen uzaklaştırıldığı, açık dentin tübüllerinin bulunduğu tespit edilmiştir. Geleneksel yöntemde ise dentin tübüllerini tıkayan smear tabakası ile kaplanmış pürüzsüz ve amorf bir dentin yüzey morfolojisi gözlenmiştir.²⁷

Apacaries jel

Apacaries jel, biyoyoumlu bir materyaldir ve antibakteriyel karaktere sahiptir.²⁸ Mangosten özütlerinden elde edilen polifenol ve papain jeli karışımıdır. Bu jel, süt dişlerinde çürük uzaklaştırma işlemlerinin daha yumuşak şekilde yapılabilmesini sağlamaktadır.¹

Papain, çürüklerin etkisi ile kısmen tahrip olan kollajen moleküllerini parçalayarak etki eder ve bu enzim ölü hücreleri sindirebilen ve çürük sürecinin oluşturduğu fibrin tabakasını ortadan kaldıran bir endoproteindir.²⁹ Sadece proteaz inhibitörü alfa 1-antitripsin içermeyen çürük doku üzerinde etki eder, sağlıklı dokulara zarar vermez. Sağlıklı doku alfa 1-antitripsin içerdiği için proteolitik etkisi sağlıklı dokuda inhibe edilir.³⁰

Spesifik polifenollerin *Streptococcus Mutans*'a karşı etkisini araştıran birkaç in vitro çalışma bulunmaktadır. *Streptococcus Mutans*'lar glukoziltransferaz (GTF) enzimini kullanarak sükrözdan hücre dışı glukanları sentezlerler. Glukanlar dış yüzeyinde karyojenik streptokokların ve diğer oral mikroorganizmaların birikmesini teşvik ederler, biyofilmlerin oluşumu ve yapısal bütünlüğü için kritik öneme sahiptirler.³¹ Bazı çalışmalar, polifenollerin varlığında GTF enzimine bağlı glukan sentezinin inhibe olduğunu bildirmektedir. Polifenollerin *Streptococcus Mutans*'ların glukan bağlanma bölgelerini inhibe ederek bunu yaptıkları belirtilmiştir.^{29,32}

Bununla birlikte, biyofilmler içinde tükürüğün sınırlı erişimi nedeniyle etkili nötralizasyon meydana gelemez; plak matriksindeki düşük pH değerleri, diş minesinin demineralizasyonuna ve *Streptococcus Mutans* gibi asidürik organizmaların seçimine katkıda bulunur.³¹ Adenozin trifosfat (F-ATPaz) enzimi, protonları hücreden dışarı taşımakta ve asidifikasyonun metabolik süreçler üzerindeki negatif etkisini hafifletmektedir. Bu sebeple, ekstraselüler çevrenin pH'sını düşürmektedir.³³ Bazı çalışmalar *Streptococcus Mutans* tarafından asit üretiminin inhibisyonunu rapor etmektedir ve bu sonucu da polifenollerdeki proton translokasyonu yapan bakteriyel enzim F-ATPaz'ın aktivitesine bağlamışlardır.^{29,31}

Matsumoto ve diğerleri 2003'te yaptıkları çalışmada, Oolong çayının içerisinde bulunan polifenolün *Streptococcus Mutans* ile enfekte olmuş sıçanlarda diş çürüğüne karşı etkinliğini değerlendirmişlerdir. Sonuçta oolong çayının içerisinde bulunan polifenolün güçlü bir anti-GTF aktivitesine sahip olduğu ve *Streptococcus Mutans*'larla enfekte olmuş sıçanlarda deneysel diş çürüğünü inhibe ettiği gösterilmiştir.³²

Duarte ve ark.³¹ yaptıkları çalışmada, zengin bir polifenol kaynağı olan kızılcık meyvesinin *Streptococcus Mutans* biyofilmi gelişimi ve asidojenitesi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sonuçta kızılcıktaki polifenollerin *Streptococcus Mutans* hücrelerinin asit üretimini inhibe ettiği bildirilmiştir. Bu durum polifenollerin F-ATPaz aktivitesine bağlı bulunmuştur.³¹

Apacaries jel çürük lezyona 40 saniye boyunca uygulanır ve daha sonra çürük doku el aletleri kullanılarak nazikçe uzaklaştırılır. Sadece enfekte olmuş dokuyu temizler ve sağlıklı dokuyu korur. Lokal anestezide gerek yoktur, daha az ağrılı, gürültüsüz, titreşimsizdir ve aynı zamanda hasta kabulü iyidir.²⁸

Juntavee ve ark.²⁹ yaptıkları çalışmada, Apacaries jelinin in vitro olarak *Streptococcus mutans* üzerindeki antibakteriyel etkilerini değerlendirmişlerdir. Apacaries jelinin *Streptococcus mutans* suşunu etkili bir şekilde inhibe edebildiği görülmüştür. Mangosten özütü ve papain karışımı jelin kullanılması, bu jellerin ayrı ayrı kullanılmasından daha büyük bir inhibisyon bölgesi ile sonuçlanmıştır. Bu da papain ve mangostenin *Streptococcus Mutans* üzerindeki etkisinin sinerjistik olduğunu göstermektedir.²⁹

Juntavee ve ark.³⁴ yaptıkları çalışmada, süt dişlerinde çürük uzaklaştırma yöntemlerinin cam iyonomer restorasyonların mikrosızıntıları üzerindeki in vitro etkisini değerlendirmişlerdir. Kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemi (Apacaries), Er:YAG lazer ve atravmatik restoratif tedavi (ART) kullanılmıştır. Sonuçlar; Apacaries jel kullanımı sonrası uygulanan cam iyonomer restorasyonun ortalama mikrosızıntı seviyesinin en düşük, Er:YAG lazer ile en yüksek olduğunu göstermiştir.³⁴

Carie-care

Carie-Care, esansiyel terapötik yağlarla kombinasyon halinde, bazik amino asitler bakımından zengin bir endoprotein olan papaya ekstraktına dayanır.³⁵ İçeriği Papacarie ile benzer şekilde; papain enziminden, kloramininden, toluidin mavisinden ve karanfil yağından meydana gelmektedir.¹⁴ Aynı zamanda terapötik uçucu yağlar, sodyum klorür, renklendirici ajan, sodyum metil paraben ve steril su da içermektedir.⁷

Ana etken madde olarak bir endoprotein olan papain vardır.⁷ Bir papaya özütü olan papain, antibakteriyel ve antiinflamatuvar özelliklere sahiptir³⁰ ve bitişik sağlıklı dokular üzerinde herhangi bir istenmeyen etki olmadan çürük dokunun kısmi olarak bozulmuş kollajenini yumuşatacak proteolitik etkiye sahiptir.³⁵ Sadece proteaz inhibitörü alfa 1-antitripsin içermeyen çürük doku üzerinde etki eder, sağlıklı dokulara zarar vermez. Sağlıklı doku alfa 1-antitripsin içerdiği için proteolitik etkisi sağlıklı dokuda inhibe edilir.³⁰

Kloraminler iyileşme sürecine katkıda bulunur, doku onarım süresini kısaltır ve kısmen bozulmuş olan kollajenin klorlanması yoluyla çürük dentini çözme potansiyeline sahiptir. Bu, kollajen yapısının bozulmasına neden olur, hidrojen bağlarını çözer ve çürük dokunun uzaklaştırılmasına yardımcı olur.³⁰

Toluidin mavisini antimikrobiyal bir ajandır. Papain ve kloramin ile toluidin mavisini sinerjistik etki oluşturmakta ve çürüğün uzaklaştırılması kolaylaşmaktadır.⁵

Karanfil yağı doğal bir analjezik ve antiseptiktir.^{9,36} ve işlem sırasında ağrıyı azalttığı bildirilmiştir.¹⁴ Sodyum metilparaben koruyucu olarak kullanılır.³⁶ Karanfil yağı ve sodyum metil paraben ek olarak, preparat ayrıca bitki kaynaklarından elde edilen uçucu yağların spesifik yüzdelerini içerir, bunlar yine antiinflamatuvar ve hafif anestezik etkiye sahiptir. Preparat ayrıca jelle tam tutarlılık sağlamak için doğru yüzde olarak belirgin jelleştirici madde içerir.³⁰

Carie-Care, altı aydan fazla 4°C'de saklanabilen tekli preparat şeklindedir.⁷ Karışım depolanamaz ve tekrar kullanılamaz.³⁰ Papacarie dahil önceki preparatların hiçbirini, antiinflamatuvar ajan olarak işlev gören esansiyel yağları içermeyenler. Carie-care, sodyum hipoklorit veya başka bir güçlü klorlayıcı ajan içermeyen, aynı zamanda antiinflamatuvar aktivite ve aroma gibi avantajlar sağlar.³⁰

Bu jelin en önemli avantajı özel aletler gerektirmeyen kolay uygulamasıdır.⁷ Carie Care tek kullanımlık aplikatör ucu ile doğrudan çürük dişe uygulanır; jel kısa zamanda etkilenen bölgedeki rengi değiştirir. 1 dakika sonra jel, çözünmüş çürük dokuyla birlikte keskin bir ekskavatör ile uzaklaştırılır.^{7,30}

Aswathi ve ark.³⁷ yaptıkları çalışmada, polimer frez ve kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanı Carie-Care'in klinik ve mikrobiyolojik olarak etkinliklerini değerlendirmişler ve karşılaştırmışlardır. Polimer frez grubunda ve Carie-Care grubunda tedaviden sonra ortalama mikrobiyal sayımda istatistiksel olarak anlamlı bir azalma bulunmuş ve bu azalma, polimer frez grubunda Carie-Care grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.³⁷

Thakur ve ark.³⁵ yaptıkları çalışmada, Papacarie Duo ve Carie-Care kullanılarak çürüklerin uzaklaştırılmasını takiben dentin yüzeylerini elektron mikroskobu ile tarayarak analiz etmişlerdir. Her iki ajan patent dentin tübüleri ile minimal smear tabakası gösterse de, Carie-Care etkilenen çürüğün saydam bölgesini temsil eden peritubuler ve intertubuler dentin çapraz bantlarının varlığını göstermiştir. Carie-Care ile tedavi edilen yüzeyde rezidüel dentin için daha iyi bir yüzey morfolojisi gözlenmiştir ve bu nedenle adeziv restoratif materyale daha iyi bir bağlanma sağladığı bildirilmiştir.³⁵

Sontakke ve ark.³⁰ yaptıkları randomize kontrollü çalışmada, Carie-care'in geleneksel yöntemle göre avantajlarını klinik olarak gözlemlemeyi amaçlamışlardır. Kemomekanik yöntem Carie-care geleneksel yöntemle göre zaman alıcı bulunmuş, ancak ağrıyı azaltması ve maliyetinin daha uygun olması nedeniyle daha avantajlı olduğu bildirilmiştir.³⁰

Biosolv

Biosolv, deney aşamasında olan enzimatik bazlı kemomekanik çürük temizleme ajanıdır.^{1,15} Biosolv jelin içeriğinde fosforik asit ve sodyum bifosfat ile tamponlanmış pepsin enzimi bulunmaktadır.^{9,14,38}

Fosforik asitin çürük ile enfekte olmuş dentin inorganik bileşenlerini çözebildiği ve pepsinin çürük biyokütlenin organik kısımlarına erişim sağladığı bilinmektedir. Pepsin çürükle enfekte olmuş dentin

dokusundaki yapısı bozulmuş olan kollajen fibrilleri seçici olarak yıkıma uğratmaktadır.^{9,10} Böylece, yumuşamış olan dentin dokusu özel olarak tasarlanmış olan plastik aletler ile sağlam diş sert dokularına zarar vermeden kolayca uzaklaştırılabilir.⁹

Biosolv jelin pH'si 3'tür. Bu asidik içeriği nedeni ile çürük uzaklaştırma sonrasında daha yumuşak ve pürüzlü bir dentin yüzeyi ortaya çıkmaktadır.¹⁴

Biosolv ile ilgili bilgi oldukça azdır^{10,17} ve üretici firmanın aktardıkları ile sınırlıdır.^{1,10} Bir çalışmada, Biosolv'un çürükle enfekte olmuş dentin dokusunu Carisolv'den daha etkin bir şekilde uzaklaştırdığı iddia edilmektedir.¹⁰ BioSolv'ün işlevinin ve etkisinin daha iyi anlaşılabilmesi için daha ileri çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.^{1,10}

Neves ve ark.³⁹ yaptıkları çalışmada, farklı çürük uzaklaştırma yöntemleri sonrası rezidüel dentin mineral yoğunluğunu mikro-CT ile belirlemeyi ve karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmada tungsten karbit frezler, seramik frezler, sono abrazyon, Biosolv ve Carisolv kullanılmıştır. Sonuç olarak, Biosolv'un en agresif çürük uzaklaştırma ajanı olduğu ve materyalin çürük dentin dokusu ile birlikte sağlam dentin dokusunu da uzaklaştırdığı bulunmuştur. Bunun nedeninin Biosolv'un asidik yapısı olduğu belirtilmiştir.³⁹

Clementino-Luedemann ve ark.⁴⁰ yaptıkları çalışmada, Biosolv'un çürük uzaklaştırma etkinliğini değerlendirmişler ve elde edilen sonuçları Carisolv ile karşılaştırmışlardır. Biosolv ve Carisolv'un benzer miktarlarda çürük dentin uzaklaştırdıkları, ancak sonuçta farklı yüzey morfolojilerine sahip oldukları bulunmuştur. Carisolv uygulanması sonrası daha pürüzlü bir yüzeyle sonuçlanmış, Biosolv uygulanması sonrası ise açık dentin tübülleri ve az miktarda bakteriyeye sahip organize bir dentin kollajen ağı gözlenmiştir.⁴⁰

Banerjee ve ark.⁴¹ yaptıkları çalışmada, Carisolv, Biosolv (SFC-V) ve travmatik restoratif tedavi (ART) ile tedavi sonrası kalan dentin miktarını değerlendirmişlerdir. Biosolv'un diğer iki yöntemle kıyasla daha fazla etkilenmiş dentin bıraktığı gözlenmiştir. Bu durum, dentinin Biosolv'u hızlı bir şekilde tamponlamasına ve bu nedenle de yapısındaki pepsinin denatüre olmuş dentini uzaklaştıramamasına bağlı bulunmuştur.⁴¹

Neves ve ark.⁴² yaptıkları çalışmada, farklı çürük uzaklaştırma yöntemlerinin etkinliklerini ve seçiciliklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada, Er:YAG lazer, tungsten karbit frezler, seramik frezler (CeraBurs), sono abrazyon, Biosolv ve Carisolv kullanılmıştır. Biosolv ve Carisolv selektif çürük uzaklaştırma açısından en başarılı yöntemler olarak bulunmuştur. Biosolv çürüklerin uzaklaştırılmasında bir metal ekskavatör ile birlikte kullanıldığında, daha etkili ve seçici sonuçlar vermiştir.⁴²

Brix-3000

Arjantin'de Carica Papaya ağacının meyveleri ve kauçuk yapraklarının özünden elde edilen proteolitik bir enzim olan papain enzimi esaslı, Brix-3000 adında yeni bir kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanı bulunmuştur.^{43,44} Brix-3000, Enkapsülasyon Tampon Emülsiyonu (EBE) teknolojisini kullanarak biyolojik olarak kapsüllenmiş %10 konsantrasyonda papain içeren bir ajandır.⁴³

Bu ürünün diğer papain bazlı kemomekanik çürük uzaklaştırma ajanlarından farkı, kullanılan papain miktarı (% 10'luk bir konsantrasyonda 3.000 U/mg) ve EBE teknolojisi ile biyokapsüllemidir.⁴⁴ Bu teknoloji proteolitik enzimleri hareketsiz kılan, bu enzimlere stabilite kazandıran ve sadece bozulmuş kollajen üzerinde proteoliz yapılırken serbest bırakarak enzimlerin aktivitesini %50-60 oranında arttıran bir tekniktir.⁴³ Bu Brix-3000'e; çürük dokusundaki kollajen fibrilleri uzaklaştırmak için daha yüksek proteoliz etkinliği, aktif sıvının oral sıvılar tarafından daha az çözünmesi, olumsuz koşullarda bile depolamaya daha fazla direnç gösterme, soğuk zincir kuruması gerektirmemesi, doku üzerindeki antiseptik etkisinde artış ile daha fazla antibakteriyel ve antifungal güç gibi özellikler sağlanmaktadır.⁴⁵ Kemomekanik bir ajan olan Brix-3000 seçici bir etkiye sahiptir.⁴³ Papain, antibakteriyel, bakteriyostatik ve antienflamatuar aktiviteye sahip, skatrisyel süreci hızlandıran bir endoproteindir. Bu enzim, normal dokularda proteolitik etkiyi önleyen

bir antiproteaz olan alfa 1-antitripsin olmadığı için sadece hasarlı dokularda etki eder. Hasarlı dokularda çürüklerin etkisi ile kısmen bozulmuş olan kollajen moleküllerini parçalayarak hareket eder¹⁰ ve enfekte dentindeki bozulmuş kollajen fibrilleri uzaklaştırır.¹³

Brix-3000; ağız, cilt veya gözlere toksik olmadığını kanıtlayan dermatolojik sertifikalara sahiptir ve sağlıklı doku ile temas ettiğinde herhangi bir reaksiyona neden olmaz.^{43,45} Ayrıca, bu ajan toksikolojik güvenlik özelliğini azaltan kloramin içermez.⁴⁶

Brix-3000 için üretici, ajanı iyi izolasyon altında iki dakika boyunca uygulamayı önermektedir.⁴⁷ Jelin çürük doku üzerine uygulanmasından sonra, dentin yüzeyinde yüksek bulanıklığa sahip oksijen kabarcığı oluşumu meydana gelmekte, bu da kollajen moleküllerinin parçalandığını ve enfekte dentinin uzaklaştırılabileceğini göstermektedir. Bu durum jelin uygulamasından 1-2 dakika sonra ortaya çıkar. Brix-3000 uygulanırken nemli ortamın sağlanması önerilmektedir. Enfekte olmuş doku bu süreden sonra ekskavatör ile uzaklaştırılmalıdır. Üreticiye göre, jel yumuşak doku kalmayana kadar gerektiği kadar tekrar uygulanabilir. Uygulamalar arasındaki boşluğun yıkanmasına veya kurutulmasına gerek yoktur.⁴³

İsmail ve ark.⁴⁴ yaptıkları çalışmada, Brix-3000 ile seramik frezleri çürük uzaklaştırma işlemi sırasında ve sonrasında anksiyete düzeyi açısından karşılaştırmışlardır. Tedavi sırasında anksiyete düzeyi Brix-3000'de seramik frezlerden daha düşük düzeyde bulunmuş, tedavi sonrasında ise anksiyete düzeyleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.⁴⁴

İsmail ve ark.⁴⁵ yaptıkları diğer bir çalışmada, Brix-3000'in etkinliğini değerlendirmişler ve çürük uzaklaştırdıktan sonraki toplam bakteri sayısı, ağrı reaksiyonu ve tedavi süresi açısından seramik frezlerle karşılaştırmışlardır. Her iki çürük uzaklaştırma yönteminde de toplam bakteri sayısında düşüş olduğu, ancak aralarında anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir. Brix-3000'de ağrı reaksiyonunun daha az olduğu ve tedavi süresinin seramik frezlerle kıyasla daha fazla olduğu bulunmuştur.⁴⁵

Alkhouli ve ark.⁴⁶ yaptıkları randomize kontrollü çalışmada, süt ağız dişlerinde Brix-3000 ve %2.25 NaOCl jelin tedavi süresi ve hasta kabulü açısından etkinliğini değerlendirmişler ve geleneksel yöntemle karşılaştırmışlardır. Geleneksel yöntem, çürüklerin uzaklaştırılması için Brix-3000 ve NaOCl jeline kıyasla daha az zaman gerektirmiş ve daha yüksek ağrı skorları gözlenmiştir. Ancak Brix-3000 ve NaOCl jeli arasında zaman ve ağrı skorları açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır.⁴⁶

SONUÇ

Diş çürüğü, gelişmekte olan ülkelerde önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir. Geleneksel çürük uzaklaştırma yöntemleri, çürüğü seçici olmayan bir şekilde uzaklaştırır ve sağlam diş dokularına zarar verir. Ayrıca döner aletlerin kullanımını içerdiğinden gürültü, titreşim, ısı, basınç, ağrı ve lokal anestezi ihtiyacı gibi dezavantajları da bulunur. Bu dezavantajlar çocukların anksiyete düzeylerini artırabilir ve diş tedavilerine uyumlarının azalmasına neden olabilir. Bu sorunların üstesinden gelmek için minimal invaziv yöntemler tercih edilmeye başlanmıştır.

Kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemi sadece enfekte olmuş demineralize dentinin uzaklaştırıldığı, etkilenen remineralize olma yeteneğine sahip dentinin ve sağlam diş dokusunun korunduğu minimal invaziv bir yöntemdir. Bu yöntem ağrıya neden olmadığı için özellikle çocuk diş hekimlerine, çocuk hastaları lokal anestezi uygulanmasızın tedavi etme seçeceği sunmaktadır. Ayrıca bu yöntem, döner aletlerin dezavantajlarını elimine eden bir tedavi şansı sunduğu için geleneksel çürük uzaklaştırma yöntemlerine alternatif olarak düşünülebilir. Tüm bu faydalar göz önüne alındığında kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemlerinin, çocuk diş hekimlerinin iyi davranış yönlendirmesiyle birlikte dental anksiyeteye sahip çocuk hastalar üzerinde etkili bir yöntem olabileceği göz ardı edilmemelidir. Kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemleri sodyum hipoklorit (NaOCl) bazlı ve enzimatik

bazlı olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Yapılan çalışmalar, NaOCl bazlı ajanlar ile yapılan tedavinin enzimatik bazlı ajanlar ile yapılan tedaviye kıyasla daha uzun sürdüğünü göstermiştir. Aynı zamanda enzimatik bazlı ajanlarda doğal içerikler kullanılması nedeniyle bu yöntemler diş hekimleri tarafından daha çok tercih edilmektedirler.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – A.B.A., A.Ö.; Tasarım – A.B.A., A.Ö.; Denetleme – A.B.A., A.Ö.; Kaynaklar – A.B.A.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – A.B.A., A.Ö.; Analiz ve/veya Yorum – A.B.A., A.Ö.; Literatür Taraması – A.B.A., A.Ö.; Makaleyi Yazan – A.B.A., A.Ö.; Eleştirel İnceleme – A.B.A., A.Ö.;

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – A.B.A., A.Ö.; Design – A.B.A., A.Ö.; Supervision – A.B.A., A.Ö.; Resources – A.B.A.; Data Collection and/or Processing – A.B.A., A.Ö.; Analysis and/or Interpretation – A.B.A., A.Ö.; Literature Search – Ö.G.; Writing Manuscript – A.B.A., A.Ö.; Critical Review – A.B.A., A.Ö.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKLAR

- Avunduk ATB, Bağlar S. Alternatif çürük uzaklaştırma yöntemleri. *Türkiye Klinikleri Diş Hek Bilim Derg.* 2019;25(3):360-370.
- Smaïl-Faugeron V, Glenn AM, Courson F, Durieux P, Muller-Bolla M, Chabouis HF. Pulp treatment for extensive decay in primary teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2018;5(5):1-32.
- Li R, Zhao Y, Ye L. How to make choice of the carious removal methods, Carisolv or traditional drilling? A meta-analysis. *J Oral Rehabil.* 2014;41(6):432-442.
- Ricketts D, Kidd E, Innes NP, Clarkson JE. Complete or ultraconservative removal of decayed tissue in unfilled teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2006;3(3):1-14.
- Mhatre S, Sinha S, Bijle MNA, Thanawala EA. Chemomechanical caries removal system: A brief review. *Int J Clin Dent Sci.* 2011;2(2):52-57.
- Kitsahawong K, Seminario AL, Pungchanchaikul P, Rattanacharonthum A, Pitiphat W. Chemomechanical versus drilling methods for caries removal: An in vitro study. *Brazil Oral Res.* 2015;29(1):1-8.
- Venkatraghavan K, Kush A, Lakshminarayana C, Diwakar L, Ravikumar P, Patil S, et al. Chemomechanical caries removal: A review & study of an indigenously developed agent (Carie-Care™ gel) in children. *J Int Oral Health.* 2013;5(4):84-90.
- Jingarwar M, Bajwa N, Pathak, A. Minimal intervention dentistry: A new frontier in clinical dentistry. *J Clin Diagnostic Res.* 2014;8(7):4-8.
- Hegde MN, Abhishek, M. Chemomechanical caries removal: A conservative and pain free approach. *Adv Res Gastroenterology Hepatolog.* 2017;5(3):69-71.
- Hamama H, Yiu C, Burrow, M. Current update of chemomechanical caries removal methods. *Aust Dent J.* 2014;59(4):446-456
- Goldman M, Kronman JH. A preliminary report on a chemomechanical means of removing caries. *J Am Dent Assoc.* 1976; 93(6): 1149-1153.
- Hamama H, Yiu C, Burrow M, King N. Systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials on chemomechanical caries removal. *Operativ Dent.* 2015;40(4):167-178.
- Ganesh M, Parikh D. Chemomechanical caries removal (CMCR) agents: Review and clinical application in primary teeth. *J Dent Oral Hygien.* 2011;3(3):34-45.
- Coşgun MT, Öz FT. Kemomekanik çürük temizleme yöntemindeki güncel gelişmeler. *Türkiye Klinikleri Diş Hek Bil Derg.* 2019;25(3):344-350.
- Hamama H, Yiu C, Burrow MF, King N. Chemical, morphological and microhardness changes of dentine after chemomechanical caries removal. *Aust Dent J.* 2013;58(3):283-292.
- Habib C, Kronman J, Goldman M. A chemical evaluation of collagen and hydroxyproline after treatment with GK-101 (N-chloroglycine). *Pharmacolog Therapeutic Dent.* 197;2(3):209-215.
- Kurosaki N, Sato Y, Iwaku M, Fusayama T. Effect of a carious dentin softener on the dentin and pulp. *J Prosthet Dent.* 1977;38(2):169-173.
- Ricketts DNJ, Pitts NB. *Novel operative treatment options.* In: Pitts NB, eds. *Detection, Assessment, Diagnosis and Monitoring of Caries.* 1st Ed. Basel, Switzerland: Karger; 2009. p.174-87.
- Ali A, Koller G, Foschi F, Andiappan M, Bruce K, Banerjee A, et al. Self-limiting versus conventional caries removal: A randomized clinical trial. *J Dent Res.* 2018;97(11):1207-13.
- Keenan AV, Congiusta MA. Efficacy of using Carisolv in the removal of decayed tooth structure in primary teeth. *Evidence-based Dent.* 2016;17(2):44-45.
- Kumar KS, Prasad MG, Sandeep RV, Reddy SP, Divya D, Pratyusha K. Chemomechanical caries removal method versus mechanical caries removal methods in clinical and community based setting: A comparative in vivo study. *Eur J Dent.* 2016;10(3):386-391.
- Bussadori SK, Castro LC, Galvão AC. Papain gel: A new chemomechanical caries removal agent. *J Clin Pediatr Dent.* 2006; 30(2):115-119.
- Goyal PA, Kumari R, Kannan V, Madhu S. Efficacy and tolerance of papain gel with conventional drilling method: A clinico-microbiological study. *J Clin Pediatr Dent.* 2015;39(2):109-112.
- Schwendicke F. Caries removal in primary teeth using Papacarie. *Evidence-based Dentistry.* 2018;19(3):74-5
- AlHumaid J. Efficacy and efficiency of papacarie versus conventional method in caries removal in primary teeth: An SEM study. *Saudi J Med Med Sci.* 2020;8(1):41-45.
- Nair S, Nadig RR, Pai VS, Gowda Y. Effect of a papain-based chemomechanical agent on structure of dentin and bond strength: An in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2018;11(3):161-166.
- Kotb R, Elkateb M, Ahmed A, Kawana K, El Meligy O. Dentin topographic features following chemomechanical caries removal in primary teeth. *J Clin Pediatric Dent.* 2016;40(6):472-479.
- Kush A, Thakur R, Patil SDS, Paul ST, Kakanur M. Evaluation of antimicrobial action of Carie Care™ and Papacarie Duo™ on Aggregatibacter actinomycetemcomitans a major periodontal pathogen using polymerase chain reaction. *Contemp Clin Dent.* 2015;6(4):534-8.
- Juntavee A, Peerapattana J, Ratanathongkam A, Nualkaew N, Chatchiwattana S, Treesuwan P. The antibacterial effects of Apacaries gel on Streptococcus mutans: An in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2014;7(2):77-81.
- Sontakke P, Jain P, Patil AD, Biswas G, Yadav P, Makkar DK, et al. A comparative study of the clinical efficiency of chemomechanical caries removal using Carie-Care gel for permanent teeth of children of age group of 12–15 years with that of conventional drilling method: A randomized controlled trial. *DentRes J.* 2019;16(1):42-46.

31. Duarte S, Gregoire S, Singh AP, Vorsa N, Schaich K, Bowen WH, et al. Inhibitory effects of cranberry polyphenols on formation and acidogenicity of *Streptococcus mutans* biofilms. *FEMS Microbiol Letters*. 2006;257(1):50-56.
32. Matsumoto M, Hamada S, Ooshima T. Molecular analysis of the inhibitory effects of oolong tea polyphenols on glucan-binding domain of recombinant glucosyltransferases from *Streptococcus mutans* MT8148. *FEMS Microbiol Letters*. 2003;228(1):73-80.
33. Xiao Y, Liu T, Zhan L, Zhou X. The effects of tea polyphenols on the adherence of cariogenic bacterium to the salivary acquired pellicle in vitro. *West China J Stomatol*. 2000;18(5):336-339.
34. Juntavee A, Juntavee N, Peerapattana J, Nualkaew N, Sutthisawat S. Comparison of marginal microleakage of glass ionomer restorations in primary molars prepared by chemo-mechanical caries removal (CMCR), erbium: yttrium aluminum-garnet (Er: YAG) laser and atraumatic restorative technique (ART). *Int J Clin Pediatr Dent*. 2013;6(2):75-79.
35. Thakur R, Patil SDS, Kush A, Madhu K. SEM analysis of residual dentin surface in primary teeth using different chemomechanical caries removal agents. *J Clin Pediatr Dent*. 2017;41(4):289-293.
36. Hegde AM, Preethi V, Shetty A, Shetty S. Clinical evaluation of chemomechanical caries removal using Carie-care system among school children. *Nitte University J Health Sci*. 2014;4(3):80-84.
37. Aswathi KK, Rani SP, Athimuthu A, Prasanna P, Patil P, Deepali K. Comparison of efficacy of caries removal using polymer bur and chemomechanical caries removal agent: A clinical and microbiological assessment-An in vivo study. *J Indian Soc Pedodont Prevent Dent*. 2017;35(1):6-13.
38. Hacıoğulları Dİ, Ulusoy N, Cengiz E. Derin dentin çürüklerinin tedavisinde alternatif yeni yöntemler. *Atatürk Üniv Dış Hek Fak Derg*. 2016; 16:120-136.
39. Neves AA, Coutinho E, De Munck J, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Does DIAGNOdent provide a reliable caries-removal endpoint? *J Dent*. 2011;39(5):351-360.
40. Clementino-Luedemann TN, Ilie ADN, Hickel R, Kunzelmann KH. Microcomputed tomographic evaluation of a new enzyme solution for caries removal in deciduous teeth. *Dent Mater J*. 2006;25(4):675-683.
41. Banerjee A, Kellow S, Mannoçi F, Cook R, Watson T. An in vitro evaluation of microtensile bond strengths of two adhesive bonding agents to residual dentine after caries removal using three excavation techniques. *J Dent*. 2010;38(6):480-489.
42. Neves AA, Coutinho E, De Munck J, Van Meerbeek B. Caries removal effectiveness and minimal invasiveness potential of caries excavation techniques: a micro-CT investigation. *J Dent*. 2011;39(2):154-62.
43. Felizardo KR, Alvarenga Barradas NP, Guedes GF, Ferreira FDCA, Lopes MB. Use of BRIX-3000 enzymatic gel in mechanical chemical removal of caries: Clinical case report. *J Health Sci*. 2018;20(2):87-93.
44. Ismail MM, Haidar AH. Impact of Brix 3000 and conventional restorative treatment on pain reaction during caries removal among group of children in Baghdad city. *J Baghdad Colleg Dent*. 2019;31(2):7-13.
45. Ismail MMM, Haidar AH. Evaluation of the efficacy of caries removal using Papain gel (Brix 3000) and smart preparation bur: In vivo comparative study. *J Pharmaceutic Sci Res*. 2019;11(2):444-449.
46. Alkhouli MM, Al Nesser SF, Bshara NG, AlMidani AN, Comisi JC. Comparing the efficacies of two chemomechanical caries removal agents (2.25% sodium hypochlorite gel and Brix-3000), in caries removal and patient cooperation: A randomized controlled clinical trial. *J Dent*. 2020;93(103280):1-5.

Treatment of Apical Periodontitis Induced BRONJ with Endodontic Treatment

Apikal Periodontitis Kaynaklı BRONJ'un Endodontik Tedavi ile Tedavisi

Bahadır SANCAR¹



¹ İnönü University Faculty of Dentistry,
Department of Oral and Maxillofacial Surgery,
Malatya, Türkiye

Levent AKINCI²



² İnönü University Faculty of Dentistry,
Endodontics, Malatya, Türkiye.

Gönen Aras TALAY¹



¹ İnönü University Faculty of Dentistry,
Department of Oral and Maxillofacial Surgery,
Malatya, Türkiye



ABSTRACT

Bisphosphonate related osteonecrosis of the jaw (BRONJ), which is one of the serious side effects of bisphosphonates, has an increasing clinical importance due to the widespread use of bisphosphonates in the treatment of many diseases such as osteoporosis, osteopenia, Paget's disease, osteogenesis imperfecta, and multiple myeloma. BRONJ can spontaneously develop in the jawbones. In addition, many factors such as tooth extraction, periodontal diseases, and local trauma can trigger BRONJ. In our case, it was detected that the lesion appearing like BRONJ in the left lower jaw of the 65 years old female patient with a history of oral bisphosphonate use developed due to apical periodontitis resulting from the tooth numbered 34. Root canal treatment was administered to the relevant tooth of the patient, the fistula tract was closed after this treatment, and as a result of the CBCT examination, it was observed that the enlargement in the necrotic bone area stopped. In addition, the patient's complaints about the relevant tooth disappeared. As a result, endodontic treatment is an effective treatment approach in the treatment of BRONJ developing due to apical periodontitis. In order to avoid the risk of BRONJ, a detailed oral examination should be performed before starting the bisphosphonate treatment, and necessary endodontic, restorative and periodontal treatments should be followed.

Key words: Apical Periodontitis; BRONJ; Endodontics; Osteoporosis.

ÖZ

Bifosfonatların ciddi yan etkilerinden biri olan bifosfonatla ilişkili çene kemiği osteonekrozu (BRONJ), osteoporoz, osteopeni, Paget hastalığı, Osteogenesis imperfekta, Multipl Myelom gibi birçok hastalığın tedavisinde, bifosfonatların yaygın kullanımı nedeniyle giderek artan klinik önem taşımaktadır. Çene kemiklerinde BRONJ spontan gelişebildiği gibi diş çekimi, periodontal hastalıklar, lokal travma gibi pek çok faktör BRONJ'u tetikleyebilmektedir. Bizim vakamızda oral bifosfonat kullanım hikayesi olan 65 yaşında kadın hastanın sol alt çenesinde BRONJ görüntüsü veren lezyonun #34 nolu diş kaynaklı irreversibl pulpitis sebebiyle gelişen apikal periodontitis kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Hastanın ilgili dişine kök kanal tedavisi uygulanmış, bu tedavi sonrası fistül yolu kapanmış ayrıca CBCT incelemesi sonucu nekroze kemik alanında genişlemenin durduğu görülmüştür. Ayrıca hastanın ilgili diştten şikayetleri ortadan kalkmıştır. Sonuç olarak apikal periodontitise bağlı gelişen BRONJ'un tedavisinde endodontik tedavi efektif bir tedavi yaklaşımıdır. BRONJ gelişme riskinden kaçınmak için bifosfonat tedavisine başlanmadan önce detaylı ağız içi muayene yapıp, gerekli görülen endodontik, restoratif ve periodontal tedaviler yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Apikal Periodontitis; BRONJ; Endodonti; Osteoporoz

INTRODUCTION

Bisphosphonates are used in the treatment of diseases such as osteoporosis, osteopenia, Paget's disease, Osteogenesis imperfecta as well as malignancies such as breast, prostate, lung cancer, and multiple myeloma with bone metastases.¹

Bisphosphonates are divided into 3 main groups according to the classification made in the early 1990s. The first generation consists of the group represented by etidronate with alkyl derivatives, while the second generation is composed of the group represented by aminobiphosphonates with terminal group such as alendronate, ibandronate, and pamidronate. The third generation consists of nitrogen-containing bisphosphonates such as zoledronic acid and risedronate.²

One of the most important side effects of bisphosphonates is the osteonecrosis of the mandible and maxilla. This pathology was named as Bisphosphonate-Related Osteonecrosis of the Jaw (BRONJ) according to the report published by Marx et al. in 2003.³ The diagnostic criteria of BRONJ are reported as the presence of an intraoral/extraoral fistula tract in the maxillofacial area that reaches the exposed bone or bone and exists for more than 8 weeks in individuals who use or used antiresorptive and antiangiogenic drugs and

Geliş Tarihi/Received 07.09.2021
Kabul Tarihi/Accepted 21.12.2022
Yayın Tarihi/Publication 28.07.2024
Date

Sorumlu Yazar/Corresponding author:
Gönen Aras TALAY

E-mail: arastalay1@gmail.com

Cite this article: Sancar B, Akinci L, Talay GA. Treatment of Apical Periodontitis Induced BRONJ with Endodontic Treatment. *Curr Res Dent Sci.* 2024;34(3): 238-241.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

who have not received radiotherapy from the jaw area or have a disease with metastasis to the jaws.⁴ Duration of the treatment and dose of bisphosphonates are important risk factors for osteonecrosis.⁵

In the literature, it has been reported that surgical interventions such as tooth extraction are an important factor in terms of inducing BRONJ.⁶ However, in more recent data, periodontal and periapical diseases have also been reported to cause BRONJ at an important rate in addition to tooth extraction.⁷

In clinical studies, a potential relationship between periodontitis and BRONJ has been revealed.⁸ In apical periodontitis, bacteria reach the deeper part of the alveolar bone through root canal systems. This suggests that apical periodontitis is an important etiological factor in the formation of BRONJ.

In the literature, there is not any osteonecrosis case developing due to apical periodontitis following the use of oral bisphosphonates as in our case. In this article, the endodontic treatment of an osteonecrosis case developing following apical periodontitis in the patient who used oral bisphosphonate

CASE PRESENTATION

A 67-year-old female patient presented to our Oral and Maxillofacial Surgery clinic for pain in the teeth under her fixed prosthesis and to treat her missing teeth with dental implant application. In the anamnesis obtained from the patient, it was learned that she had osteoporosis and hypertension. The patient received Verapamil HCl+Trandolapril (Tarka® 180/2 mg) treatment due to hypertension and 1 tablet oral Alendronic Acid (Fosavance® 70 mg) once a week for 4 months until one year ago due to osteoporosis.

In the clinical examination, after the metal-supported porcelain restorations of the patient were removed, a deep caries reaching the pulp and sensitivity to percussion were observed in teeth numbered #34 and #43. In addition, fistula tract was observed in the buccal mucosa adjacent to the mucogingival border of the teeth numbered #33 and #34 (Fig: 1A). The mucosa in the fistula area was sensitive to palpation. Radiographic examination revealed an enlargement in the periodontal space at the apical of the tooth #34 (Fig 2A). In addition, the patient had missing teeth in both jaw posterior areas.

Considering the medical condition of the patient, the indications for tooth extraction and implant treatment were avoided. In order to eliminate the risk of BRONJ and relieve the patient's pain symptoms, the patient was directed to the Endodontics department for the treatment of the relevant teeth.

In this department, the teeth #31, #32, #33, #41 and #42 gave a vital response, while the teeth #34 and #43 gave a devital response in the vitalometric evaluation of the patient's teeth. The teeth #34 and #43 of the patient were diagnosed with acute apical periodontitis, and an appointment was arranged for 3 months later. Informed consent was obtained from the patient. After the removal of the metal-supported porcelain restoration on the day of the appointment, non-surgical root canal treatment was initiated for these two teeth. The initial film was not obtained from the patient, and the diagnostic radiography performed 3 months ago was taken as a reference. After cleaning the carious dentin, the entry to the pulp chamber was provided, and the canal mouths were detected. The working length was determined with an apex finder device (VDW Gold, VDW, Munich, Germany) by using #15 type K-file (VDW, Anteos, Munich, Germany). Root canals were shaped with rotary file (OneCurve, MicroMega, Brascon, France). At the end of the shaping, #25 apical diameter and 0.06 canal taper were obtained. Irrigation was performed with 2.5% sodium hypochlorite (NaOCl) between each file. The final irrigation was completed with 2 mL of 2.5% NaOCl followed by 2 mL of 17% ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA), and 2 mL of normal saline. The root canals were filled with a resin-based root canal paste and a single gutta-percha having a taper of 25/06.

Endodontic treatment was completed in both teeth in one session on the same day.

Following the endodontic treatment, the patient's old restoration was cemented. Final periapical radiographs were obtained from both teeth after the root canal treatment was completed. The radiography revealed that the root canal treatment of the teeth #34 and #43 was performed in the optimal limits. However, in the apical of the tooth #34, radiolucent areas with unclear borders compatible with BRONJ were observed (Fig:2B). The lesion seen in the last radiography suggested that BRONJ appearance developed as a result of apical periodontitis within 3 months.

The patient was referred to our Oral and Maxillofacial Surgery clinic to evaluate this appearance. In the examination performed in our clinic, it was seen that the presence of fistula in the relevant tooth continued, and the patient was prescribed antibiotics (Augmentin® BID 1000 mg, Flagyl® 500mg) and chlorhexidine-containing mouthwash (Cloroben®), and routine control was recommended.

In the control examination 1 month later, Cone Beam Computed Tomography (CBCT) was performed, and the radiographic image compatible with BRONJ was confirmed (Fig:3A). Serum-Ctx (C-terminal telopeptide) measurement was demanded from the patient, and the Beta-Ctx result was obtained as 0.15 µg/L (reference range; postmenopausal 0-0.556). This value is within the reference range.

In the 2nd control examination performed 1 month later, the fistula tract was closed and replaced by keratinized gingiva (Fig:2A). The patient could not continue her controls due to the Covid-19 pandemic. However, in the 3rd examination performed 1 year later, it was found that there was no change in the lesion borders. The patient did not have any complaints regarding the relevant area.

As a result of the developing BRONJ, we recommended the patient to restore the missing teeth with a removable prosthesis compatible with the mucosa instead of implant application. Follow-up of the patient continues in our clinic.



Figure 1. (A) Fistula mouth seen between the teeth #33 and #34 (B) Fistula mouth recovering as a result of canal treatment between the teeth #33 and #34



Figure 2. (A) Diagnostic radiography obtained from the tooth #34 before the development of BRONJ (B) Radiolucent areas with unclear borders compatible with BRONJ

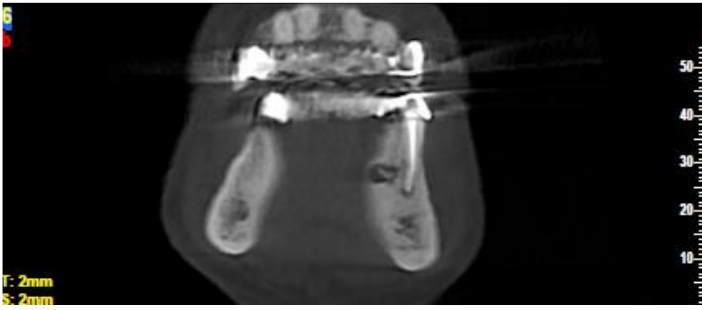


Figure 3. CBCT coronal section; radiolucent areas without border prominence compatible with BRONJ in the lingual of the tooth #34

DISCUSSION

Despite some potential complications, bisphosphonates are used to improve the quality of life of cancer patients and reduce the risk of femoral and vertebral fractures in osteoporosis patients(9)(10). The effect mechanism of bisphosphonates in osteoporosis patients can be summarized as “the reduction of bone resorption by affecting osteoclasts”. When administered in physiological doses, bisphosphonates readily bind to the bone matrix due to their high affinity for bone, and bisphosphonates are also potential inhibitors of osteoclastic activity. It affects bone metabolism by reducing both activity and the number of osteoclasts.¹¹

The lack of characteristic clinical findings of osteonecrosis in the jawbones developing due to bisphosphonates, especially the absence of clinically exposed necrotic bone, delay in diagnosis and prolongation of the disease duration may make treatment protocol more difficulty and lead to the failure of the treatment.¹²

Apical periodontitis is a group of inflammatory diseases. It is a continuation of endodontic infection and manifests as the host's defense response against microbial infection originating from the root canal system. This process is comprised of pulp necrosis caused by the invasion and colonization of the root canal system by bacteria through tooth decay, trauma or iatrogenic processes. The bacteria that colonize in the necrotic root canal trigger the damage to periradicular tissues and increase the inflammatory changes.¹³ Local inflammation at the interface of the infected radicular pulp and periodontal ligament is observed as an active battle between host defenses and microbial factors resulting in destruction of hard tissues and eventually apical periodontitis in various histopathology categories called periapical lesions¹⁴

BRONJ and osteoradionecrosis are the most important types of osteonecrosis seen in the jaws(15). In our case, since the patient did not receive radiotherapy before, the possibility of osteoradionecrosis was excluded. The diagnosis of BRONJ was established in our patient, who received oral bisphosphonate treatment, due to the irregular bone margins and the appearance of the fistula tract in the oral mucosa in the radiography of the present lesion. Since there was a risk of triggering BRONJ, biopsy was not performed in this patient, and this was a limitation of our study.

Applying root canal treatment instead of tooth extraction in patients using bisphosphonates is a more conservative approach in terms of reducing the risk of BRONJ.¹⁶

In the literature, there are BRONJ cases that developed as a result of root canal treatment(16)(17)(18). In these cases, the causes of BRONJ resulting from root canal treatment include soft tissue trauma caused by the rubber-dam clamp, improper irrigation procedure, perforation and ending of the canal treatment beyond the optimal margins.

In our case, it is understood that the lesion seen in the final periapical radiography obtained at the end of a single-session root canal treatment did not develop as a result of root canal treatment. Spread of the pulpal inflammation through the root canal to the apical within 3 months between the diagnosis and treatment confirms that BRONJ was caused by apical periodontitis. In addition, in the CBCT obtained after canal treatment, it was determined that the enlargement in the necrotic bone margins stopped

CONCLUSION

Protective and preventive interventions should be prioritized to avoid BRONJ in patients who has a potential of developing BRONJ. In order to reduce the risk of BRONJ, all invasive procedures including tooth extraction, periodontal, and endodontic treatment should be completed prior to bisphosphonate use, and protective applications such as oral hygiene training, fluoride administration, etc. should be performed. If BRONJ develops due to apical periodontitis, the first treatment alternative should be the endodontic treatment.

Hasta Onamı: Hastadan bilgilendirilmiş onam alındı

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – B.S., L.A., G.A.T.; Tasarım – B.S., L.A., G.A.T.; Denetleme – B.S., L.A., G.A.T.; Kaynaklar – B.S., L.A., G.A.T.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – B.S., L.A., G.A.T.; Analiz ve/veya Yorum – B.S., L.A., G.A.T.; Literatür Taraması – B.S., L.A., G.A.T.; Makaleyi Yazan – B.S., L.A., G.A.T.; Eleştirel İnceleme – B.S., L.A., G.A.T.;

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Informed Consent: Informed consent was obtained from the patient.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – B.S., L.A., G.A.T.; Design – B.S., L.A., G.A.T.; Supervision – B.S., L.A., G.A.T.; Resources B.S., L.A., G.A.T.; Data Collection and/or Processing – B.S., L.A., G.A.T.; Analysis and/or Interpretation – B.S., L.A., G.A.T.; Literature Search –Ö.G.; Writing Manuscript – B.S., L.A., G.A.T.; Critical Review – B.S., L.A., G.A.T.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

REFERENCES

1. Reyes C, Hitz M, Prieto-Alhambra D, Abrahamsen B. Risks and benefits of bisphosphonate therapies. *J Cell Biochem.* 2016;117(1):20–28.
2. Perez-Lopez FR. Postmenopausal osteoporosis and alendronate. *Maturitas.* 2004; 48, 179-192.
3. Marx RE. *Oral and Intravenous Bisphosphonates-Induced Osteonecrosis of the Jaws: History, etiology, prevention and treatment.* Hanover Park: Quintessence Books. 2006.
4. Sharma D, Ivanovski S, Slevin M, Hamlet S, Pop TS, Brinzaniuc K, et al. Bisphosphonate-related osteonecrosis of jaw (BRONJ): Diagnostic criteria and possible pathogenic mechanisms of an unexpected anti-angiogenic side effect. *Vasc Cell.* 2013;5(1):1–8.
5. Onur ÖD, Kurtuluş B, Çevik P. Bifosfonat kullanan hastalarda oral cerrahi uygulamalarda karşılaşılabilecek sorunlar ve tedavisi. *İstanbul Üniv Dış Hek Fak Derg.* 2009;113–22.

6. Doh RM, Park HJ, Rhee Y, Kim HS, Huh J, Park W. Teriparatide therapy for bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw associated with dental implants. *Implant Dent.* 2015; 24(2): 222-226.
7. Sunitha VR, Emmadi PA, Namasivayam R, Rajaraman VT. The periodontal - endodontic continuum: A, review. *J Conservative Dent.* 2008; 11(2): 54–62.
8. Filleul O, Crompton E, Saussez S. Bisphosphonate-induced, osteonecrosis of the jaw: a review of 2, 400 patient, cases. *J Cancer Res Clin Oncology.* 2010; 136 (8): 1117–1124.
9. Ruggiero SL, Dodson TB, Fantasia J, Goodday R, Aghaloo T, Mehrotra B, et al. American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons position paper on medication-related osteonecrosis of the jaw—2014 update. *J Oral Maxillofac Surg.* 2014;72(10):1938–1956.
10. Gallego L, Junquera L, Pelaz A, Díaz-Bobes C. Rubber dam clamp trauma during endodontic treatment: a risk factor of bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw? *J Oral Maxillofac Surg.* 2011; 69: e93-e95.
11. Migliorati CA, Casiglia J, Epstein J, Jacobsen PL, Siegel MA WS, An M. The care of patients with bisphosphonate-associated osteonecrosis; 110, 136 AA of OM position paper. *JADA.* 2005; 1: 1658-1668.
12. Aksoy MÇ, İahin ÖK, Koçer G, Baykul T. Bifosfonata bağlı çene kemiklerinde gelişen osteonekroz: Atipik klinik görüntü. *SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Derg.* 2015;6(1).
13. Siqueira Jr JF, Rôças IN. Bacterial pathogenesis and mediators in apical periodontitis. *Brazil Dent J.* 2007; 18(4) 267–280.
14. Nair PNR. Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. *Critic Rev Oral Biol Med.* 2004;15(6): 348–381.
15. Marx RE, Sawatari Y, Fortin M, Broumand V. Bisphosphonate-induced exposed bone (osteonecrosis/osteopetrosis) of the jaws: risk factors, recognition, prevention, and treatment. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005;63(11):1567–75.
16. Kaptan F, Kazandag MK, Iseri U. Treatment of bisphosphonate related osteonecrosis following root canal therapy at the 1-year follow-up: report of two cases. *Ther Clin Risk Manag.* 2013; 9: 477-482.
17. Dioguardi M, Troiano G, Caloro G, Cocco A. Endodontic Re-treatment of a Tooth with a Floor Perforation in a Patient in Treatment with Oral Bisphosphonate. *J Gen Practice.* 2016;4(252):2.
18. AlRahabi MK, Ghabbani HM. Clinical impact of bisphosphonates in root canal therapy. *Saudi Med J.* 2018;39(3):23

Erratum

An erratum has been prepared for the following articles in the 33rd volume and 2nd issue of Current Research in Dental Sciences in 2023.

- In the article titled "Özyurt E, Kurt A. Effect of Different Teas on Surface Roughness of Conventional and Bulk-Fill Composite Resins Beverage Effect on Composite Resins. Curr Res Dent Sci. 2023; 33(2): 84-89", a patient consent draft was added inadvertently, even though there was no participant.
- In the article titled "Keleş ZH, Ozan G. Effect of preheating on the microhardness and depth of cure of two composite resins with and without BIS-GMA. Curr Res Dent Sci. 2023; 33(2): 79-83", a patient consent draft was added inadvertently, even though there was no participant.
- In the article titled "Yamalı AY, Turhan Bal B. Properties and clinical applications of lithium disilicate ceramics. Curr Res Dent Sci. 2023; 33(2): 122-130" although the article titled is a compilation, a patient consent draft was mistakenly included.
- In the article titled "Eriş Derkuş F, Yılmaz UN. Demographic Analysis, Diagnosis, and Treatment Methods of Maxillofacial Trauma Cases in the Southeastern Anatolia Region of Turkey: Retrospective and Comparative Analysis. Curr Res Dent Sci. 2023; 33(2): 103-107", it was forgotten to write Dicle University in the sections left as XXX in the Methods section for the sake of article blindness.
- Since the study titled "Yıldız Keriş E. Comparison of Articular Eminence Steepness in Patients With Temporomandibular Joint Disc Disorders. Curr Res Dent Sci. 2023; 33(2): 117-121" was retrospective, patient consent could not be obtained and this information was forgotten to be added.
- In the article titled "Şener E, Baksı Şen G. 3D Modelling and virtual planning technologies in dentistry. Curr Res Dent Sci. 2023; 33(2): 131-134" although the article titled is a compilation, a patient consent draft was mistakenly included.

Düzeltilme

Current Research in Dental Sciences 2023'ün 33. cilt ve 2. sayısında yer alan aşağıdaki makaleler için bir düzeltme hazırlanmıştır.

- "Özyurt E, Kurt A. Farklı Çayların Geleneksel ve Bulk-Fill Rezin Kompozitlerin Yüzey Özelliklerine Etkisi. Curr Res Dent Sci. 2023; 33(2): 84-89." başlıklı makalede katılımcı olmamasına rağmen yanlışlıkla hasta onam taslağı eklenmiştir.
- "Keleş ZH, Ozan G. Ön ısıtma işleminin BIS-GMA'lı ve BIS-GMA'sız iki farklı kompozit reçinenin mikrosertliği ve polimerizasyon derinliği üzerine etkisi. Curr Res Dent Sci. 2023; 33(2): 79-83" başlıklı makalede katılımcı olmamasına rağmen yanlışlıkla hasta onam taslağı eklenmiştir.
- "Yamalı AY, Turhan Bal B. Lityum Disilikat Seramiklerin Özellikleri ve Klinik Uygulamaları. Curr Res Dent Sci. 2023; 33(2): 122- 130" başlıklı makale derleme olmasına rağmen yanlışlıkla hasta onam taslağı eklenmiştir.
- "Eriş Derkuş F, Yılmaz UN. Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki Maksillofasiyal Travma Olgularının Demografik Analizi, Tanı ve Tedavi Yöntemleri: Retrospektif ve Karşılaştırmalı Analiz. Curr Res Dent Sci. 2023; 33(2): 103-107" başlıklı yazıda, yazı körlüğü nedeniyle Yöntemler kısmında XXX olarak bırakılan kısımlara Dicle Üniversitesi yazılması unutulmuştur.
- "Yıldız Keriş E. Temporomandibular Eklem Disk Bozukluğu Olan Hastalarda Artiküler Eminens Dikliğinin Karşılaştırılması. Curr Res Dent Sci. 2023; 33(2): 117-121" başlıklı çalışma retrospektif olduğundan hasta onamı alınamadı ve bu bilginin eklenmesi unutuldu.
- "Şener E, Baksı Şen G. Diş hekimin ışığın de 3-Boyutlu Modelleme ve Sanal Planlama Teknoloji. Curr Res Dent Sci. 2023; 33(2): 131-134" başlıklı makale derleme olmasına rağmen yanlışlıkla hasta onam taslağı eklenmiştir.

Erratum

In the 33rd volume and 4th issue of Current Research in Dental Sciences 2023, "Songür E, Aksoy M, Özçelik B, Tulga Öz F. Disinfection effect of gaseous ozone on candida albicans and enterococcus faecalis: A randomized clinical trial in infected primary molars. Curr Res Dent Sci. 2023;33(4):219-225. DOI: 10.5152/CRDS.2023.22094" Clinical Trials number was accidentally forgotten and the Clinical Trials number was registered as "Clinical trials NCT06470126".

Düzeltilme

Current Research in Dental Sciences 2023'ün 33. cilt ve 4. sayısında yer alan "Songür E, Aksoy M, Özçelik B, Tulga Öz F. Disinfection effect of gaseous ozone on candida albicans and enterococcus faecalis: A randomised clinical trial in infected primary molars. Curr Res Dent Sci. 2023;33(4):219-225. DOI: 10.5152/CRDS.2023.22094" başlıklı makalede Clinical Trials numarası sehven unutulmuş olup, ClinicalTrials numarası "Clinical trials NCT06470126" olarak kayıtlıdır.