

Özgün araştırma makalesi

Restoratif materyallerin yüzeylerinde *Candida albicans* adezyonu ve biyofilm oluşumunun *in vitro* değerlendirilmesi: bir ön çalışma

Nihal Beldüz Kara,^{1*} Ahu Kamburoğlu Reis,²
Yücel Yılmaz,³ İlnur Tosun²

¹Pedodonti Anabilim Dalı, Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ordu, ²Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi, Trabzon,

³Pedodonti Anabilim Dalı, Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Erzurum, Türkiye

ÖZET

AMAÇ: Patojenik fungal biyofilm oluşumunda, ilk ve önemli aşama herhangi bir oral dokuya veya restoratif dental materyale mantar hücrelerinin adezyonudur. Bu çalışma, *Candida albicans*'ın 11 farklı tür pedodontik dental restoratif materyale adezyon yatkınlığının karşılaştırılmasını amaçlamıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM: Her bir dental restoratif materyalin 1x7 mm boyutlarında disk örnekleri üretici firmaların önerileri doğrultusunda hazırlanmıştır. Kontrol grubu olarak amalgam örnekleri kullanılmıştır. Örnekler, agar plaklarda ekili *C. albicans* (SC 5314) kültürü üzerine yerleştirilerek, örneklerin etrafında inhibisyon olup olmadığı değerlendirilmiştir. Biyofilm oluşumunu değerlendirmek için XTT {2,3-bis (2-methoxy-4-nitro-5-sulfophenyl)-5 [(phenylamino) carbonyl]-2H-tetrazolium hydroxide} kolorimetrik teknik kullanılmıştır. Ayrıca, örnekler taramalı elektron mikroskopunda incelenmiştir.

BULGULAR: Hiçbir örneğin etrafında inhibisyon zonu gözlenmedi ve mantar gelişim miktarı azalmadı. En yüksek XTT değeri amalgamda bulunurken, cam ionomer siman (Ionofil Molar) en düşük biyofilm oluşumunu gösterdi. SEM incelemesinde, tüm örneklerde biyofilm oluşumu gözlemlendi. Bağlanan *C. albicans* miktarı rezin modifiye cam ionomer siman (Ionolux AC) ve cam ionomer siman (Fuji IX GP) örneklerin yüzeyinde önemli derecede daha düşük görüldü. Bağlanan *C. albicans* miktarı sırasıyla iki kompozit (Twinky Star, Dyract Extra) ve kompozit (Grandio SO) örneklerinde daha yüksek görüldü.

SONUÇ: Bu sonuçlar, özellikle, nötropeni, kanser ve zayıflamış immün sisteme sahip hastalarda, dental restoratif materyallere *C. albicans* adezyonunun azaltılmasında cam ionomer simanları ön plana çıkarmaktadır.

Makale gönderiliş tarihi: 10 Ocak 2013; Yayına kabul tarihi: 07 Mayıs 2013
*İletişim: Nihal Beldüz Kara, Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Pedodonti Anabilim Dalı, Ordu, Türkiye; e-posta: nihalpedo@yahoo.com

ANAHTAR KELİMELEER: Adezyon; biyofilm; *Candida albicans*; mantar

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN: Beldüz Kara N, Kamburoğlu Reis A, Yılmaz Y, Tosun İ. Restoratif materyallerin yüzeylerinde *Candida albicans* adezyonu ve biyofilm oluşumunun *in vitro* değerlendirilmesi: bir ön çalışma. *Acta Odontol Turc* 2013;30(3):123-7.

[Abstract in English is at the end of the manuscript]

GİRİŞ

Mantar enfeksiyonlarına sebep olan 150 çeşit mantar türü olduğu bilinmektedir.¹ Oral florada yer alan mantar türleri yüzeysel ve derin enfeksiyonlar yapabilen fırsatçı patojen mantarlar olup, en önemlilerinden birisinin *Candida albicans* olduğu tespit edilmiştir.² *C. albicans*, sağlıklı bireylerin ağız ortamında bulunan mikroorganizmaların %25'ini oluşturmaktadır.^{2,3} Ağız içinde en fazla görülen mantar enfeksiyonları moniliyaz veya akut pseudomembranlı candidiasisin pamukçuk denen ağız boşluğundaki enfeksiyonunun etkeni de *C. albicans*'tır.³ *C. albicans*'ın diğer mantar türleri içerisinde ağız mukozası ve plastik yüzeylere en iyi tutunan mikroorganizma olduğu kabul edilmektedir.^{2,4} *Candida* enfeksiyonlarının görülme sıklığı son yıllarda artmaktadır.⁵ Bu durum özellikle immün sistemin baskılandığı durumların, radyoterapi gören hastaların, beslenme yetersizliklerinin (B12 vitamini ve folik asit eksikliği), diyabet ve HIV pozitif olan bireylerin artmasına bağlanabilir.⁶ Bununla birlikte immün sistemi etkileyen sistemik sorunlar dışında, kalp, göz, diş protezi gibi veya kateter gibi uzun süre suni materyal ve sigara gibi tahriş edici kimyasallar ile temas eden dokularda da oluşan lokal bir immün yetmezlik durumunda da *Candida* enfeksiyonu görülebilmektedir.⁷ Cam, metal ve rezinin tüm çeşitlerine mantarın etkili şekilde bağlandığı bilinmesine rağmen⁸, diş hekimliğinde kullanılan materyallere *C. albicans*'ın adezyonu ile ilgili çalışmalar protez kaide ve astar maddeleri üzerine odaklanmıştır.⁹⁻¹¹ Protez materyallerinin yanı sıra, restoratif materyaller de *C. albicans*'ın enfeksiyon oluşturmada direkt rezervuar görevi görür. Kompozit materyaller üzerine mantar adezyonunu araştıran az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan yalnızca

bir çalışma farklı kompozit rezin materyallerin *Candida* adezyon duyarlılığını karşılaştırmıştır.¹²

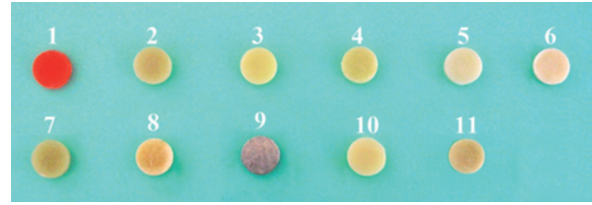
Oral kandidiyaz bakımından risk altında olan çocuk hastalarda kullanılan diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallere *C. albicans*'ın yapışmasının önlenmesi veya az olması önemlidir. Bu çalışmada, *C. albicans*'ın pedodontide kullanılan 11 restoratif materyale (iki kompozit, iki cam iyonomer siman, üç rezin modifiye cam iyonomer siman, bir giomer ve bir amalgam) adezyon yatınlığının karşılaştırılması amaçlandı.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda 11 adet restoratif materyal kullanıldı (Tablo 1).

Örneklerin hazırlanması

Materyal örnekleri 7 mm çap, 1 mm kalınlıktaki silindirik şekilli teflon kalıplar içerisine yerleştirildi. Örnekler, düz bir yüzey elde edilebilmesi için şeffaf band ve iki cam tabaka arasında sıkıştırıldı. Işıklı polimerizasyon gereken materyaller için, hazırlanan örnekler yüzeye dik ve en yakın mesafeden LED ışık cihazı (T-LED, Anthos, Imola, İtalya) kullanılarak üretici firmaların önerileri doğrultusunda polimerize edildi. Yapılacak olan her test için kontrol amacı ile tüm gruplardan ikişer örnek hazırlandı (Resim 1).



Resim 1. Restoratif materyallerin disk-şeklinde örnekleri

Kültür oluşturma

C. albicans (SC 5314) Sabouraud dextrose agar (Difco, Detroit, MI, ABD) besiyerinde üretildikten sonra 50 mM dekstroz içeren yeast nitrogen base besiyerinde (YNB; Sigma, St Louis, MO, ABD) 37°C'de 20-24 saat inkübe edildi. İnkübasyon sonrası spektrofotometrede 520 nm'de 10^7 hücre/ml olacak şekilde hücre konsantrasyonu ayarlandı.

İnhibisyon testi

Hazırlanan disk-şeklinde örnekler Sabouraud dekstroz agar plaklarda 24 saat boyunca 37 °C'de *C. albicans* kültürüne maruz bırakılarak, etraflarında inhibisyon zonu oluşup oluşmadığı değerlendirildi.

Biyofilm oluşumu

Biyofilm oluşumu, Chandra ve arkadaşlarının¹³ önerileri doğrultusunda 24 kuyucuklu plaklar kullanılarak ger-

Tablo 1. Çalışmada kullanılan restoratif materyaller

Restoratif materyal	Tip	İçerik
Twinky Star (Voco GmbH, Cuxhaven, Almanya)	Poliasit modifiye kompozit rezin (Kompomer)	Ba-Al-Str-fluorosilikat cam, silikon dioksit, BisGMA, UDMA, karboksilik asit modifiye edilmiş metakrilat, kamforkinon, BHT
Dyract Extra (Dentsply Detrey GmbH, Konstanz, Almanya)	Poliasit modifiye kompozit rezin (Kompomer)	UDMA, TCB rezin, TEGDMA, Trimetakrilat rezin, kamforkinon, Etil-4-dimetilaminobenzoat, BHT, Str-alüminyum-sodyum-flor-fosfor-silikat cam, stronsiyum florit, demir oksit ve titanyum pigmentleri
Grandio SO Flow (Voco GmbH, Cuxhaven, Almanya)	Akışkan universal nano-hibrid kompozit	HEDMA, BisGMA
Ionolux AC (Voco GmbH, Cuxhaven, Almanya)	Rezin modifiye cam iyonomer siman	Poliakrilik asit çözeltisi, 2-hidroksietil metakrilat, Gliserindimetakrilat, Uretandimetakrilat, tartarik asit, aktivatörler
GC Fuji II LC Capsule (GC Europe N.V. Leuven, Belçika)	Rezin modifiye cam iyonomer siman	Aluminosilikat cam
GC Fuji IX GP Capsule (GC Europe N.V. Leuven, Belçika)	Cam iyonomer siman	Aluminosilikat cam, poliakrilik asit tozu
Grandio SO (Voco GmbH, Cuxhaven, Almanya)	Universal nano-hibrid kompozit	BisGMA, BisEMA, TEGDMA, kamforkinon, BHT
Photac-Fil Quick Aplicap (3M ESPE, Seefeld, Almanya)	Rezin modifiye cam iyonomer siman	Na-Ca-Al-La fluorosilikat cam, poliakrilik asit, maleik asit, HEMA
ANA 2000 Capsule (Nordiska Dental, Angelholm, İsveç)	Amalgam	Ag 43.1%, Sn 30.8%, Cu 26.1%
Beautifil II (Shofu Inc., Kyoto, Japonya)	Giomer	Multi-fonksiyonel doldurucu ve S-PRG doldurucu esaslı fluoroboroaluminosilikat cam, BisGMA, TEGDMA rezin
Ionofil Molar (Voco GmbH, Cuxhaven, Almanya)	Cam iyonomer siman	Poliakrilik asit, tartarik asit, Al-fluorosilikat cam

çekleştirildi. Biyofilm oluşumu gerçekleştirilmeden önce test edilecek disk-şeklindeki örnekler sağlıklı bireylerden alınan steril tükürük ile muamele edildi. Diskler kuyucuklara yerleştirilip üzerlerine 10^7 mantar hücresi ilave edildi. Plaklar 72 saat 37°C 'de inkübasyona bırakıldı. Biyofilm oluşumu ve miktarını belirlemek için XTT (2,3-bis (2-methoxy-4-nitro-5-sulfophenyl)-5-[(phenylamino) carbonyl]-2H-tetrazolium hydroxide) boyama yöntemi kullanıldı. Kuyucuklar önce PBS ile yıkandı ve planktonik hücreler uzaklaştırıldı. Her bir kuyucuğa 50 μl XTT (1mg/ml) ve 4 μl menadione (10mM) ilave edilerek plak karanlık ortamda 37°C 'de 5 saat inkübe edildi. Son ürün olan formazan bileşiğinin yoğunluğu (OD) 492 nm'de mikropalak okuyucuda ölçüldü. Biyofilmin kantitasyonu: zayıf ($0.03 \leq \text{OD} < 0.08$), orta ($0.08 \leq \text{OD} < 0.16$) ve yüksek ($\text{OD} \geq 0.16$) olarak yapıldı.¹⁴ Ayrıca oluşan biyofilmler taramalı elektron mikroskopuyla (SEM) görüntüledi.

BULGULAR

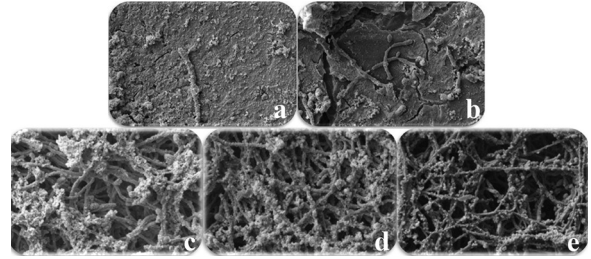
Hiçbir örneğin etrafında inhibisyon zonu gözlenmediği gibi *C. albicans* çoğalma miktarında azalma saptanmadı (Resim 2). SEM incelemesinde, tüm örneklerde olgun biyofilm oluşumu gözlemlendi. SEM görüntüleme materyallerle biyofilm oluşumu açısından morfolojik olarak ayırt edilebilen farkların olmadığı gözlemlendi. Bütün örneklerde olgunlaşmış biyofilm oluşumu (ekstrapolimerik materyal içine gömülü maya hücre ve hifaları) tespit edildi. Biyofilm oluşumunun derecesi metabolik aktivitenin ölçülmesi esasına göre yapıldı. *C. albicans*'ın cam iyonomer siman (Fuji IX GP) ve rezin modifiye cam iyonomer siman (Ionolux AC) örneklerinin yüzeyinde zayıf biyofilm oluşturduğu gözlemlendi (Resim 3). *C. albicans*'ın adezyon miktarı kompomer (Twinky Star, Dyract Extra) ve kompozit (Grandio SO) örneklerde daha yüksek görüldü (Resim 3). En yüksek XTT OD değeri amalgamda bulunurken, cam iyonomer siman (Ionofil Molar Kapsül) en düşük olarak tespit edildi (Tablo 2).

TARTIŞMA

Bu çalışmada, *C. albicans*'ın 11 farklı restoratif materyale (iki kompomer, iki kompozit, iki cam iyonomer



Resim 2. Restoratif materyallerinin *C. albicans* türü üzerine antifungal etkisinin agar plaklarda incelenmesi



Resim 3. Restoratif materyaller üzerindeki *C. albicans* biyofilm tabakalarının SEM görüntüleri (x3000 Büyütme) a) Ionolux AC, b) Fuji IX GP, c) Twinky Star, d) Dyract Extra, e) Grandio SO

siman, üç rezin modifiye cam iyonomer siman, bir giomer ve bir amalgam) adezyon yatkinliğinin karşılaştırılması amaçlandı.

Mantar enfeksiyonlarına sebep olan ve canlı-cansız yüzeylere farklı yapışma potansiyellerine sahip olan birçok tür mantar olmasına rağmen, ağız içinde oluşan mantar enfeksiyonlarının önde geleni *C. albicans*'tır.³ Bu yüzden çalışmamızda da farklı mantar türlerine yönelmeden en spesifik tür olan *C. albicans* kültürü kullanılmıştır. *C. albicans*'ın adezyon özelliklerini araştırmaya yönelik çalışmaların yoğunluğu protezde kullanılan malzemeler üzerine odaklanmıştır.^{9,11,15} Klinik restoratif ve çocuk diş hekimliğinde yoğun bir şekilde kullanılmalarına ve mantar enfeksiyonları için potansiyel bir kaynak olmaları bilinmesine rağmen, restoratif dolgu materyalleri ile ilgili çok az çalışma vardır.^{11,12,16,17}

İdeal dental malzemelerin yapışmaya dirençli veya yapışmayı engelleme özelliklerine sahip olması gerekliliği diş hekimliği pratiği açısından önemlidir. Mikrobiyal adezyonu ilgilendiren çalışmaların klinik başarısı için, öncelikle diş hekimliği kliniğinde yoğun bir şekilde kullanılan uygun materyaller çalışmaya dahil edilmelidir. Bu malzemelerin yüzeyine olabilecek *C. albicans* adezyonu mantar enfeksiyonları riski taşıyan çocuklarda klinik tabloların şiddetini artırabilmektedir. Bu yüzden, bu çalışma çocuk diş hekimliğinde sıklıkla kullanılan 11 farklı restoratif materyaline *C. albicans* adezyonunu araştıran önemli bir çalışmadır.

Candida biyofilm oluşumu ve gelişim modeli ilk önce basit durağan biyomateryal-spesifik disk modeli ile çalışılmıştır. Daha sonraki çalışmalarda elektron mikroskopundan (SEM) veya lazer tarayıcı mikroskoptan yararlanılmıştır.¹⁸ Bu yöntemlerle elde edilen sonuçlar sayesinde *C. albicans* biyofilm oluşumu ve karakteristikleri hakkında önemli bilgiler elde edilmiştir. Daha sonraki çalışmalarda biyofilm yoğunluk artışının kolorimetrik olarak tespit edilebildiği gözlemlenmiştir.¹⁹ Bu yöntem özellikle *C. albicans*'ın biyolojik materyaller dışındaki plastikler ve akrilik malzemelere olan yapışmasını incelemede kullanılmıştır. XTT metabolik indirgeme ölçüm yöntemi adı verilen bu yöntem uygulaması en kolay ve

Tablo 2. *C. albicans* hücrelerinin değişik restoratif materyallere olan adezyonunun XTT yöntemi ile ölçülen değerleri

Restoratif materyal	XTT	
	OD Değeri (Derecesi)	
Twinky Star	0.0751 (zayıf)	
Dyract Extra	0.1097 (orta)	
Grandio SO Flow	0.0993 (orta)	
Ionolux AC	0.0962 (orta)	
GC Fuji II LC Capsule	0.1317 (orta)	
GC Fuji IX GP Capsule	0.0868 (orta)	
Grandio SO	0.0947 (orta)	
Photac-Fil Quick Aplicap	0.0859 (orta)	
ANA 2000 Capsule	0.1668 (yüksek)	
Beaufil II	0.0845 (orta)	
Ionofil Molar	0.0655 (zayıf)	

en doğru sonuçları veren yöntemdir. Bu model sayesinde biyofilm tabakasının çok daha kolay izole edilebilmesi avantajlarını sağlamıştır.²⁰ Çalışma kapsamında antifungal inceleme için inhibisyon testi biyofilm oluşumunu incelemek için ise bu tekniklerden SEM ve XTT yöntemleri kullanılmıştır.

Inhibisyon testine göre, çalışmamıza dahil edilen hiçbir restoratif materyal antifungal özellik sergilemedi. Bu durum yapılan çalışmalar ile uyumludur.^{11,21,22} SEM sonuçlarına göre, *C. albicans* kültürleri farklı restoratif materyallere direkt yapıştı. Bununla birlikte, farklı restoratif materyaller farklı oranlarda biyofilm oluşturma eğilimi gösterdiler. Bu durum yapılan çalışmalar ile uyumludur.^{16,23,24}

Mikroorganizmaların restoratif materyallere yapışma miktarını etkileyen birçok materyal özelliği bulunmaktadır. Yüzey pürüzlülüğü, yüzey hidrofobitesi, elektrostatik kuvvetler, materyalin içeriği, dolguların boyutu ve biçimi, tükürük proteinlerinin ve diğer mikroorganizmaların varlığı, mantar hücrelerinin canlılığı gibi faktörler sayılmaktadır.^{10,25,26} Özellikle, yüzey pürüzlülüğü mikrobiyal adezyonda çok önemli bir yer almakla birlikte, *C. albicans*'ın da pürüzlü yüzeylere parlak yüzeylerden daha çok yapışma eğilimi gösterdiği bulunmuştur.²⁷ Birçok çalışmada yüzey pürüzlülüğünün derecesine göre mikrobiyal yapışma miktarı karşılaştırılmıştır. Fakat çalışmamızda bu kritere bakılmayıp, yüzey pürüzlülüğü tüm test materyallerinin cila diskleri ve polisaj lastikleri ile parlatılması ile ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

Çalışmamızda *C. albicans*'ın biyofilm oluşturma miktarı rezin modifiye cam iyonomer siman (Ionolux AC) ve cam iyonomer siman (Fuji IX GP Kapsül) örneklerin yüzeyinde önemli derecede daha düşük, kompomer (Twinky Star, Dyract Extra) ve kompozit (Grandio SO) örneklerde daha yüksek görüldü. Bu bulgular, *C. albicans* adezyonunda materyallerin kompozisyonlarının, içeriklerinin ve kimyasal yapılarının etkili olduğu hipote-

zini desteklemektedir.²⁸⁻³⁰ *C. albicans* adezyonu ile ilgili olarak ortamdaki pH oranının adezyonu inhibe ettiği yönünde düşünceler mevcuttur. Bu durum materyallerin flor salınımına bağlı olabilir. Bilindiği gibi flor bileşikleri antimikrobiyal etkilerle ilişkilidir.^{31,32} Fakat çalışmamızda flor salınımı ölçülmediğinden bu sonucu flora bağlamak doğru olmaz.

SONUÇ

Özellikle, nötropeni, kanser ve zayıflamış immün sisteme sahip hastalarda, dental restoratif materyallere *C. albicans*'ın adezyonunun azaltılmasında cam iyonomer simanlar ön plana çıkarılabilir.

TEŞEKKÜR VE ANMA

Bu makale 04–07 Ekim 2012 tarihinde Antalya'da düzenlenen 19. Türk Pedodonti Derneği Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Çıkar çatışması: Yazarlar bu çalışmayla ilgili herhangi bir çıkar çatışmalarının bulunmadığını bildirmişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Mısırlıgil A, Ayhan N, Yumul Ç, Haggüdeney Y. Protez stomatitli bireylerin lezyonlarından izole edilen *Candida* türleri. *Bulletin of Microbiology* 1982;3:165-8.
2. Odds FC. *Candida and candidosis*. 2nd edn. London: W.B. Saunders Company/Bailliere Tindall;1988.
3. Blankenship JR, Mitchell AP. How to build a biofilm: a fungal perspective. *Curr Opin Microbiol* 2006;9:588-94.
4. Yanıkoğlu N, Aktaş E, Yeşil Duymuş Z, Denizoğlu S, Ayyıldız A. Yumuşak kaide materyallerine *Candida albicans*'ın yapışmasının incelenmesi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak. Derg* 2003;13:16-20.
5. Belazi M, Velegraki A, Fleva A, Gidarakou I, Papanau L, Baka D, et al. Candidal overgrowth in diabetic patients: potential predisposing factors. *Mycoses* 2005;48:192-6.
6. Bottero A, Lauritano D, Spaari F, Zambellini Artini M, Salvato A. Atrophy of the oro-pharyngeal mucosa caused by vitamin B12 and folic acid deficiency. Etiopathologic aspects and clinicotherapeutic problems. *Minerva Stomatol* 1997;46:359-74.
7. Aydın M. *Candida* cinsi mantarlar (*C. Albicans*). Cengiz T, Mısırlıgil A, Aydın M, editörler. *Tıp ve Genel Diş Hekimliğinde Genel ve Özel Mikrobiyoloji*. Ankara: Güneş Yayınevi; 2004. p.1109-18.
8. Park SE, Periathamby AR, Loza JC. Effect of surfacecharged poly(methyl methacrylate) on the adhesion of *Candida albicans*. *J Prosthodont* 2003;12:249-54.
9. Pereira T, Cury AA, Cenci MS, Rodrigues-Garcia RC. In vitro *Candida* colonization on acrylic resins and denture liners: influence of surface free energy, roughness, saliva, and adhering bacteria. *Int J Prosthodont* 2007;20:308-10.
10. Radford DR, Challacombe SJ, Walter JD. Denture plaque and adherence of *Candida albicans* to denture-base materials in vivo and in vitro. *Crit Rev Oral Biol Med* 1999;10: 99-116.
11. Waltimo T, Tanner J, Vallittu P, Haapasalo M. Adherence of *Candida albicans* to the surface of polymethylmethacrylate-E glass fiber composite used in dentures. *Int J Prosthodont* 1999;12:83-6.
12. Bürgers R, Schneider-Brachert W, Rosentritt M, Handel G, Hahnel S. *Candida albicans* adhesion to composite resin materials. *Clin Oral Investig* 2009;13:293-9.
13. Chandra J, Mukherjee PK, Ghannoum MA. In vitro growth and analysis of *Candida* biofilms. *Nat Protoc* 2008;3:1909-24.

14. Tavanti A, Hensgens LA, Ghelardi E, Campa M, Senesi S. Genotyping of *Candida orthopsilosis* clinical isolates by amplification fragment length polymorphism reveals genetic diversity among independent isolates and strain maintenance within patients. *J Clin Microbiol* 2007;45:1455-62.
15. Segal E, Lehrman O, Dayan D. Adherence in vitro of various *Candida* species to acrylic surfaces. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1988;66:670-3.
16. Maza JL, Elguezabal N, Prado C, Ellacuría J, Soler I, Pontón J. *Candida albicans* adherence to resin-composite restorative dental material: influence of whole human saliva. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;94:589-92.
17. Elguezabal N, Maza JL, Pontón J. Inhibition of adherence of *Candida albicans* and *Candida dubliniensis* to a resin composite restorative dental material by salivary secretory IgA and monoclonal antibodies. *Oral Dis* 2004;10:81-6.
18. Baillie GS, Douglas LJ. *Candida* biofilms and their susceptibility to antifungal agents. *Methods Enzymol* 1999;310:644-56.
19. Sen BH, Safavi KE, Spangberg LS. Growth patterns of *Candida albicans* in relation to radicular dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997;84:68-73.
20. Atay A. Ağız dokularına *Candida* yapışması. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2007;17:46-50.
21. Nikawa H, Yamamoto T, Hayashi S, Nikawa Y, Hamada T. Growth and/or acid production of *Candida albicans* on soft lining materials in vitro. *J Oral Rehabil* 1994;21:585-94.
22. Waters MG, Williams DW, Jagger RG, Lewis MA. Adherence of *Candida albicans* to experimental denture soft lining materials. *J Prosthet Dent* 1997;77:306-12.
23. Klotz SA, Drutz DJ, Zajic JE. Factors governing adherence of *Candida* species to plastic surfaces. *Infect Immun* 1985;50:97-101.
24. Tronchin G, Bouchara JP, Robert R, Senet JM. Adherence of *Candida albicans* germ tubes to plastic: ultrastructural and molecular studies of fibrillar adhesins. *Infect Immun* 1988;56:1987-93.
25. Nikawa H, Hamada T, Yamamoto T, Kumagai H. Effects of salivary or serum pellicles on the *C. albicans* growth and biofilm formation on soft lining materials in vitro. *J Oral Rehabil* 1997;24:594-604.
26. McCourtie J, Douglas J. Relationship between cell surface composition of *Candida albicans* and adherence to acrylic after growth on different carbon sources. *Infection and Immunity* 1981;32:1234-41.
27. Yamauchi M, Yamamoto K, Wakabayashi M, Kawano J. In vitro adherence of microorganisms to denture base resin with different surface texture. *Dent Mater J* 1990;9:19-24.
28. Serrano-Granger C, Cerero-Lapiedra R, Campo-Trapero J, Del Rio-Highsmith J. In vitro study of the adherence of *Candida albicans* to acrylic resins: relationship to surface energy. *Int J Prosthodont* 2005;18:392-8.
29. Buegers R, Rosentritt M, Handel G. Bacterial adhesion of *Streptococcus mutans* to provisional fixed prosthodontic material. *J Prosthet Dent* 2007;98:461-9.
30. Schweikl H, Schmalz G, Weinmann W. Mutagenic activity of structurally related oxiranes and siloranes in *Salmonella typhimurium*. *Mutat Res* 2002;521:19-27.

31. Kawai K, Takaoka T. Inhibition of bacterial and glucan adherence to various light-cured fluoride-releasing restorative materials. *J Dent* 2001;29:119-22.

32. Rawls HR, Zimmerman BF. Fluoride-exchanging resins for caries protection. *Caries Res* 1983;17:32-43.

***In vitro* study of *Candida albicans* adhesion and biofilm formation on various dental restorative material surfaces: a pilot study**

ABSTRACT

OBJECTIVE: *Candida* adhesion to any oral substrata is the first and the essential stage in the formation of a fungal biofilm. This study aimed to compare the adherence of *Candida albicans* cells to 11 restorative materials.

MATERIALS AND METHOD: Disc-shaped specimens of each material were prepared according to the manufacturers' instructions. Amalgam specimens were used as control. The specimens were placed in contact with *C. albicans* cultures on agar plates and inhibition zones around the specimens were evaluated. In order to evaluate biofilm formation, XTT {2,3-bis (2-methoxy-4-nitro-5-sulfophenyl)-5-[(phenylamino) carbonyl]-2H-tetrazolium hydroxide} technique and scanning electron microscopy (SEM) were used.

RESULTS: No inhibition zone was observed around the specimens. According to XTT assays, the glass ionomer cement (Ionofil molar) revealed the least biofilm formation whereas the amalgam (ANA 2000) revealed the highest XTT value. In the SEM examination, the amount of *C. albicans* growth was shown significantly less on the resin modified glass ionomer (Ionolux AC) and glass ionomer cement (Fuji IX GP) specimens. The two compomers (Twinky Star, Dyract Extra) and the composite (Grandio SO) specimens exhibited greater number of *C. albicans* cells adhering to the surfaces.

CONCLUSION: The results of the study point to use of glass ionomer cements if reduced *C. albicans* adhesion to dental restorative materials is aimed; this may be particularly important in patients with neutropenia, cancer or compromised immune system.

KEYWORDS: Adhesion; biofilm; *Candida albicans*; fungus