



CAD/CAM BLOKLARDAN ELDE EDİLEN RESTORASYONLARDA BİTİM İŞLEMLERİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE VE SİTOTOKSİSİTEYE ETKİSİ

THE EFFECT OF FINISHING PROCESSES ON SURFACE ROUGHNESS AND CYTOTOXICITY IN RESTORATIONS OBTAINED FROM CAD/CAM BLOCKS

Doç. Dr. Cem ŞAHİN*

Prof. Dr. Gülay UZUN**

Makale Kodu/Article code: 4337

Makale Gönderilme tarihi: 05.03.2020

Kabul Tarihi: 02.10.2020

DOI : 10.17567/ataunidfd.804220

Cem Şahin: ORCID ID: 0000 0002 1301 8328

Gülay Uzun: ORCID ID: 0000 0001 6391 9477

Öz

Amaç; Günümüzde teknolojik gelişmeler CAD/CAM sistemlerine ulaşımı kolaylaştırmakta ve kullanımı yaygınlaştırmaktadır. CAD/CAM sistemlerinde restoratif amaçlı olarak kullanılan blokların kompozisyonları, yüzey özellikleri ve yoğunluğu restorasyonun işlenmesi sonrası farklı yüzey özellikleri sergilemelerine neden olabilir.

Sitotoksiste, dokularla temas halindeki materyallerin yapısal bileşimi ve yüzey özellikleri nedeniyle hücrelerde kalıcı fonksiyonel bozukluğa veya yok oluşa yol açan bir dizi olaydır.

CAD/CAM sistemleri kullanılarak elde edilen restorasyonlarda yüzey incelemeleri ve sitotoksiste değerlendirmeleri henüz kısıtlıdır. Bu çalışmanın amacı 2 farklı CAD/CAM bloktan elde edilen 4 farklı bitim yüzeyin pürüzlülüğünü profilometre cihazı kullanılarak incelemek ve bu yüzeylerin fibroblast hücrelerinin sağ kalımına etkisini değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem; Feldspatik ve nanoseramik CAD/CAM bloklar, karbon separe ile kesilerek toplam 40 adet örnek elde edildi. Tüm örnekler sırasıyla 300 ve 600 grit partiküllü zımpara uygulanarak tesviye yapıldı. Elde edilen 10'arlı 4 alt gruba mekanik polisaj, glaze ve bond işlemleri uygulandı.

Sitotoksiste testleri için kullanılan fare fibroblast hücreleri kültüre edildi. Hücre sağ kalımlarının optik yoğunluğu, 630 nm dalga boyunda spektrofotometrik yöntemle ölçüldü.

Bulgular; En yüksek pürüzlülük değerleri nanoseramik bloklardan elde edilen bonding işlemi uygulanmamış örneklerde gözlemlendi ($1,073 \pm 0,014 \mu$). En az pürüzlülük değeri feldspatik bloklardan elde edilen, glaze uygulanan örneklerde gözlemlendi. En yüksek Optik yoğunluk değerleri feldspatik bloklardan elde edilen glaze işlemi uygulanmış örneklerde gözlemlendi ($0,821 \pm 0,054 \text{ mg/ml}$).

Sonuç; Limitasyonlarıyla birlikte bu çalışmanın sonuçları, her ne kadar estetik ve yeterli derecede dayanıklı da olsa nanoseramik materyallerin preparasyon sonrası yüksek pürüzlülük ve sitotoksiste değerleri ortaya çıkardığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar Detekli Tasarım, Hücresel Sitotoksiste, Seramikler

ABSTRACT

Aim; Technological developments facilitate CAD / CAM systems and make widespread usage. The composition, surface properties and density of the blocks used for restorative purposes in CAD/CAM systems may cause them to exhibit different surface properties after the milling process.

Cytotoxicity is a series of events that lead to permanent functional impairment or destruction in cells due to the structural composition and surface properties of materials in contact with tissues.

Surface investigations and cytotoxicity assessments are still limited fabricated with CAD/CAM systems. The aim of this study is to examine the roughness of 4 different surfaces obtained from 2 different CAD/CAM blocks using a profilometer device and to evaluate the effects of these surfaces on the survival of fibroblast cells.

Materials and Methods; Feldspathic and nanoceramic CAD/CAM blocks were cut with carbon disc to obtain a total of 40 samples. All samples were smoothed by applying 300 and 600 grit sandpaper, respectively. Mechanical polishing, glazing and bonding processes were applied to 4 subgroups. Mouse fibroblast cells were cultured for cytotoxicity tests. The optical density of cell survival was measured by spectrophotometric method at 630 nm wavelength.

Results; The highest roughness values were observed in non-bonded samples obtained from nanoceramic blocks ($1,073 \pm 0,014 \mu$). The least roughness value was observed in glaze samples obtained from feldspathic blocks. The highest optical density values were observed in glaze treated samples obtained from feldspathic blocks ($0.821 \pm 0.054 \text{ mg/ml}$).

Conclusion; Within the limitations of this study, despite the aesthetically pleasure and sufficient durability, nanoceramic materials produce high roughness and cytotoxicity values after milling process.

Keywords: Computer-Aided Design, Cell Cytotoxicity, Ceramics

*Hacettepe Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Ağız ve Diş Sağlığı Programı, Ankara

**Hacettepe Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Diş Protez Programı, Ankara

Kaynakça Bilgisi Şahin C, Uzun G. CAD/CAM Bloklardan elde edilen restorasyonlarda bitim işlemlerinin yüzey pürüzlülüğüne ve sitotoksisteye etkisi. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2020; 30: 633-8.

Citation Information: Şahin C, Uzun G. The Effect of finishing processes on surface roughness and cytotoxicity in restorations obtained from CAD/CAM blocks. J Dent Fac Atatürk Uni 2020; 30: 633-8.



GİRİŞ

Tam seramiklerin tek kron veya kısa köprülerde estetik olmaları nedeniyle sıklıkla tercih edildikleri bilinmektedir. Bu materyaller kullanılarak hem konvansiyonel teknikle hem de CAD/CAM tekniğiyle protetik restorasyonlar üretilebilmektedir. Günümüzde teknolojik gelişmeler CAD/CAM sistemlerine ulaşımı kolaylaştırmakta, kullanımı yaygınlaştırmakta ve tercih sırası CAD/CAM lehine değişmektedir.

CAD/CAM sistemlerinde restoratif amaçlı olarak pek çok materyal kullanılabilir. Bu materyallerden elde edilen bloklar hem estetiği hem de dayanıklılığı sağlayabilmek amacıyla üretildikleri için çeşitlilikleri de zaman içerisinde artmıştır. Bu blokların kompozisyonları, yüzey özellikleri ve yoğunluğu restorasyonun işlenmesi sonrası farklı yüzey özellikleri sergilemelerine neden olabilmektedir.

Bilindiği gibi yüzey pürüzlülüğü arttıkça mikroorganizmaların tutunabilme olasılıkları artarken doku uyumluluğu yani biyoyumluluk da azalma eğiliminde olur. Dişeti ve çevre dokulara temas eden bu yüzeylerin pörözitesi mikroorganizma ve doku etkileşimleri sonucu periodontal hastalıklardan sistemik hastalıklara kadar pek çok hastalığın tetikleyicisi olabilir^{1, 2}.

Hem araştırmacılar hem de materyal üreticileri yüzeyin pürüzsüzleştirilmesi ve biyoyumluluğun artırılması amacıyla final restorasyonların yüzey işleme görmesi gerektiği noktasında birleşmişlerdir^{3, 4}. Ancak en uygun işlemin hangisi olduğu konusunda araştırmalar devam etmektedir.

Sitotoksiste, dokularla temas halindeki materyallerin yapısal bileşimi ve yüzey özellikleri nedeniyle hücrelerde kalıcı fonksiyonel bozukluğa veya yok oluşa yol açan bir dizi olaydır⁵. Bazı araştırmacılar konvansiyonel yöntemlerle elde edilen seramik örnekler üzerinde yaptıkları çalışmalarda glazeli yüzeylerin polisajlı yüzeylerden daha pürüzsüz olduğunu ve daha az sitotoksik olabileceğini belirtmişlerdir^{6, 7}. Ancak aralarında fark olmadığını veya polisajın daha iyi bir yöntem olduğunu belirten araştırmacılar da mevcuttur⁸⁻¹¹.

CAD/CAM sistemleri kullanılarak elde edilen restorasyonlarda yüzey incelemeleri ve sitotoksiste değerlendirmeleri henüz kısıtlıdır. Bu çalışmanın amacı 2 farklı CAD/CAM bloktan elde edilen 4 farklı bitim yüzeyin pürüzlülüğünü profilometre cihazı kullanılarak incelemek ve bu yüzeylerin fibroblast hücrelerinin sağ kalımına etkisini değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Feldspatik (Cerec bloc, Sirona, Bensheim, Almanya) ve nanoseramik (LavaUltimate, 3M Espe, Seefeld, Almanya) CAD/CAM bloklar, karbon separe ile 0,5 mm kalınlığında dilimler şeklinde kesilerek toplam 40 adet örnek elde edildi. Tüm örneklerin yüzeylerine sırasıyla 300 ve 600 grit partiküllü zımpara uygulanarak tesviye yapıldı. Tüm örnekler 15 dakika boyunca içerisinde distile su bulunan ultrasonik temizleyicide (Ultrasonic Cleaner VGT-1740QTD, Guangzhou Sunlight Medical Equipment Co. Ltd., Guangdong, China) bekletildi. Sonrasında her bir bloktan elde edilen 20'şer örnek rasgele olarak kendi içinde 2 gruba ayrıldı. Her iki ana grupta da ilk 10'lu alt gruba mekanik polisaj yöntemi uyarınca porselen polisaj lastiği ve devamında keçe ile pomza uygulandı. Sonrasında bu örnekler tekrar ultrasonik temizleyicide 15 dakika bekletildi. Feldspatik bloklardan elde edilen ikinci 10'lu gruba üretici firma önerileri doğrultusunda glaze işlemi uygulanırken, nanoseramik bloktan elde edilen ikinci 10'lu gruba ise üreticinin önerileri doğrultusunda bonding uygulaması yapıldı.

Yüzeylerin pürüzlülükleri profilometre (Time TR100, Phynix GmbH & Co., Köln, Germany) cihazı kullanılarak yapıldı. Önceden kalibre edilen cihazla tüm örneklerin yüzeyinde merkeze yakın seçilen 5 cm yol boyunca ölçüm yapıldı. Bu mesafede elde edilen ortalama pürüzlülük değeri (Ra) mikrometre cinsinden kaydedildi.

Yüzey ölçümleri tamamlandıktan sonra örnekler önce 15 dakika boyunca ultrasonik temizleyicide bekletildi. Daha sonra tüm örnekler 135° C'de 30 dakika süreyle otoklavda bekletilerek steril edildi.

Sitotoksiste için kullanılan fare fibroblast hücreleri (McCoy hücreleri) çözüldükten sonra %10 sığır serumu, mililitre başına 100 µg streptomisin ve mililitre başına 50 µg gentamisin ile desteklenen besiyerinde (Sigma-Aldrich, M0643) kültüre edildi. Devamında %5 karbondioksit içeren nemlendirilmiş bir inkübatörde 37°C'de 24 saat boyunca inkübe edildi. Oluşan hücre tabakası %1'lik tripsin ile yüzeyden alındı. Alınan hücre ve seramik örnek her bir oyukta bir tane olacak şekilde 96 oyuklu plastik plakalara yerleştirildi. Hücrelerin sağ kalım ve üremeleri kontrol edildi. 3-(4,5-dimethylthiazol)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide (MTT) (Sigma, Aldrich M2128) ilavesinden sonra hücreler %5 karbondioksit içeren nemlendirilmiş bir inkübatörde 37° C'de 8 saat boyunca inkübe edildi. Örnek yüzeylerine tutunan hücreler 200 µl izopropanol ile ayrıştırıldı. Tam çözülme için plakalar 37° C'de 4



saat daha inkübe edildi. Devamında oyukların optik yoğunluğu (OD), 630 nm dalga boyunda spektrofotometrik yöntemle ölçüldü.

Elde edilen pürüzlülük verileri SPSS (SPSS v23.0; IBM Corp) programı kullanılarak analiz edildi. Veriler tüm gruplarda normal dağıldığı için ($p>0,05$), ancak homojen olmadığı için ($p=0,01<0,05$) Welch-ANOVA ile incelendi. Sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,01<0,05$). Daha sonra gruplar arası karşılaştırmaları için Tamhane-T2 post-hoc testi kullanıldı. Daha sonra optik yoğunluk verileri ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişki korelasyon testi ile incelendi. Tüm istatistiksel incelemelerde $p<0,05$ anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Tablo 1, elde edilen ortalama ve standart sapma pürüzlülük değerlerini göstermektedir. Şekil 1'de ise ortalama, minimum ve maksimum pürüzlülük değerleri ile iki çeyreklik arası değerler gözlemlenebilmektedir. Buna göre en yüksek pürüzlülük değerleri nanoseramik bloklardan elde edilen bonding işlemi uygulanmamış örneklerde gözlemlenmiştir ($1,073\pm 0,014 \mu$). Bu sonuç istatistiksel olarak diğer tüm örneklerden farklıdır ($p=0,01<0,05$). En az pürüzlülük değeri feldspatik bloklardan elde edilen, glaze uygulanan örneklerde gözlemlenmiştir ($0,864\pm 0,026 \mu$). Bu sonuç istatistiksel olarak glaze uygulanmamış feldspatik gruptan ($p=0,16<0,05$) ve bonding uygulanmış nano seramik gruptan ($p=0,051<0,05$) farklı değildir. Tablo 2, elde edilen ortalama ve standart sapma OD değerlerini göstermektedir. Şekil 2'de ise ortalama, minimum ve maksimum değerler ile iki çeyreklik arası değerler gözlemlenebilmektedir. Buna göre en yüksek OD değerleri feldspatik bloklardan elde edilen glaze işlemi uygulanmış örneklerde gözlemlenmiştir ($0,821\pm 0,054 \text{ mg/ml}$). Bu sonuç istatistiksel olarak diğer tüm örneklerden farklıdır ($p<0,05$). En az OD değeri yine feldspatik bloklardan elde edilen, glaze uygulanmamış örneklerde gözlemlenmiştir ($0,616\pm 0,039 \mu$). Bu sonuç istatistiksel olarak bond uygulanmış ($p=0,99<0,05$) veya uygulanmamış ($p=0,19<0,05$) nanoseramik bloklardan elde edilen örneklerden farklıdır.

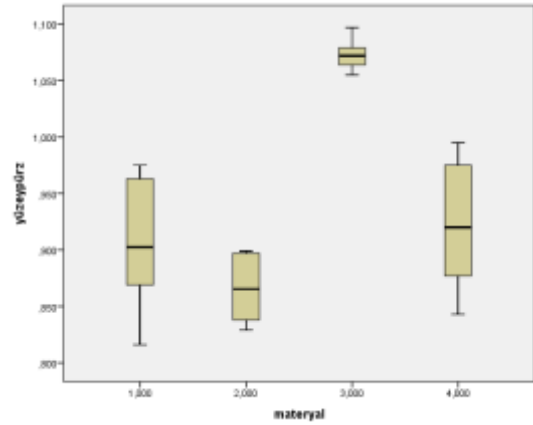
Yapılan korelasyon testinde optik yoğunluk ile yüzey pürüzlülüğü arasında anlamlı negatif ilişki bulunmuştur ($p=-0,49<0,05$). Buna göre pürüzlülük arttıkça sitotoksiste artmakta hücre sağ kalımı azalmaktadır.

Tablo 1. Pürüzlülük değerleri. (Aynı üst harfler; istatistiksel olarak fark yok)

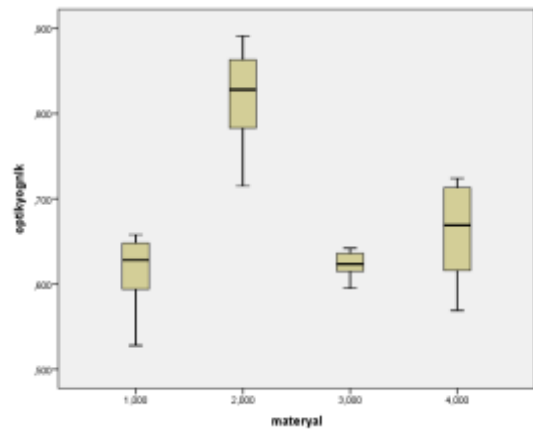
	Ortalama+standart sapma (μ)	Minimum (μ)	Maksimum (μ)
Feldspatik	0,911 \pm 0,053 ^a	0,816	0,975
Feldspatik+glaze	0,864 \pm 0,026 ^a	0,829	0,899
Nano seramik	1,073 \pm 0,014	1,055	1,097
Bond seramik+glaze	0,943 \pm 0,055 ^a	0,843	0,995

Tablo 2. Optik yoğunluk değerleri. Aynı üst harfler istatistiksel olarak fark yok.

	Ortalama+standart sapma (mg/ml)	Minimum (mg/ml)	Maksimum (mg/ml)
OD Feldspatik	0,616 \pm 0,039 ^x	0,528	0,658
OD Feldspatik+glaze	0,821 \pm 0,054	0,715	0,891
OD Nano seramik	0,624 \pm 0,014 ^x	0,595	0,642
OD Nano seramik+bond	0,664 \pm 0,051 ^x	0,569	0,724



Şekil 1. Ortalama, minimum ve maksimum pürüzlülük değerleri ile iki çeyreklik arası. Materyaller; 1: feldspatik, 2: feldspatik glaze 3: nano seramik 4: bond uygulanmış nano seramik



Şekil 2. Ortalama, minimum ve maksimum OD değerleri ile iki çeyreklik arası.

Materyal; 1: OD, feldspatik, 2: OD, feldspatik glaze 3: OD, nano seramik 4: OD, bond uygulanmış nanoceramik

TARTIŞMA

Elde edilen veriler ışığında en fazla pürüzlülük bond uygulanmamış nanoseramik blok materyalinden elde edilen örneklerde görülmektedir ($1,073 \pm 0,014 \mu$). Bunun sebeplerinden birisi nanoseramiklerin, diğer rezin yapıdaki restoratif ve adeziv materyaller gibi polimer matris ve dolduruculardan oluşan kompozit yapıda olmaları olabilir. Nanoseramikler içeriğinde polikristalin, cam partikülleri ve rezin bazlı doldurucular bulundurduğu için boşluklu ve aşırı girintili çıkıntılı bir yapıya sahiptirler^{12, 13}.

Çalışmamızda bond uygulanmamış nanoseramik grupta elde edilen OD değerleri ($0,624 \pm 0,014 \text{ mg/ml}$) de oldukça düşük bulunmuştur. Bu sonuç bond uygulanmış olan nanoseramik grubun OD verilerinden ($0,664 \pm 0,051 \text{ mg/ml}$) istatistiksel olarak farklı değildir ($p=0,21 > 0,05$). Bu sonuca göre nanoseramik örnek gruplarında mekanik işlemler sonrası yüzeye bond uygulayarak pürüzlülüğün azaltılmasının hücre sitotoksitesini belirgin olarak azaltmadığı gözlemlenmektedir. Bunun sebebi yüzeyde kullanılan bond materyalinin de rezin yapıda olması olabilir. Diğer taraftan bond işleminin pürüzlülük değerlerini istatistiksel belirgin olarak azalttığı da görülmektedir ($p=0,01 < 0,05$). Ayrıca yüzey pürüzlülüğünün azaltılmasının sitotoksik etkiyi, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da %5-%6 oranında azalttığı da göz ardı edilmemelidir.

Nanoseramiklerin içeriğinde oranı ağırlıkça %70-%80'lere ulaşan, boyutları 100 nm'den daha küçük nano boyutlarda seramik partiküller bulunur¹⁴. Bu partiküller zirkonyum polikristalinleri veya geleneksel seramik partikülleri olabilirler ve kompozit yapının ortaya çıkardığı boşlukları daha etkin doldurarak pürüzlülüğü en aza indirmek amacını taşırlar. Seramik parçacıklar biyouyumlu olarak bilinirler¹⁵ ve materyalin içeriğine eklenme sebeplerinden birisi de budur ancak yapının geri kalanı akrilik monomer veya polimerlerden ve bağlayıcı rezin bileşiklerden oluşur. Nanoseramiklerin yüzeyi bu farklı boyut ve sertliklerdeki doldurucuları sebebiyle polisaj sonrasında dahi beklenmedik pürüzlülük değerleri sergileyebilir. Araştırmacılar nanoseramiklerin yüzey özelliklerinin sadece seramik partiküllerden değil aynı zamanda rezin bileşiklerden de etkilendiğini belirtmektedirler¹⁶.

Heterojen yapıdaki nanoseramiklerin rezin içeriğinin tek etkisi yüzey özellikleri üzerinde değildir. Bu yapıların monomer içerikleri ve salınımları sebebiyle sitotoksik etki de gösterdiği çalışmalarla gösterilmiştir^{17, 18}. Çalışmamızda bu verilerle uyumlu olarak içeriğinde rezin bileşikler bulunduran nanoseramik

gruplarda sitotoksik etki, feldspatik gruplardan daha yüksek bulunmuştur.

Nanoseramik bloklar günümüzde daha yoğun sayılabilecek yapılarından dolayı genellikle CAD/CAM sistemlerinde işlenmesinden sonra tesviye veya polisaj işlemi gerektirmeyebilirler. Ancak limitasyonlarıyla birlikte bu çalışmada standardizasyonu sağlamak amacıyla kesimler karbon separe ile yapılmıştır ve karbon separe grenleri nanoseramik bloklar için kullanılan kesicilerinkinden daha büyük olabilir. Bu nedenle de tornalama ile oluşacak olandan daha pürüzlü bir yüzey ortaya çıkarılmış olabilir. Çalışmada standardize edilen tesviye işlemleri ile bu durum minimize edilmeye çalışılmıştır.

Feldspatik bloklar geleneksel toz-likit yöntemi ile hazırlanırlar. İçeriğinde %50-%70 oranlarında bulunan camsı fazlar bu materyali pürüzlü hale getirmesine rağmen biyouyumlu yapar. Çalışmamızda elde edilen yüksek pürüzlülük ve yüksek OD değerleri de bu bilgiler ile uyumludur. Glaze uygulanmamış feldspatik gruplarda OD değeri $0,616 \pm 0,039 \text{ mg/ml}$ olarak bulunmuştur. Bu değer bond uygulanmış veya uygulanmamış nanoseramik örneklerde elde edilenlerden istatistiksel olarak farklı değildir (sırasıyla; $p=0,19 > 0,05$, $p=0,99 > 0,05$). Glaze uygulanmış feldspatik örneklerde ise OD değeri $0,821 \pm 0,054 \text{ mg/ml}$ olarak bulunmuştur ve bu değer istatistiksel olarak diğer tüm gruplardan farklıdır ($p=0,01 < 0,05$). Bir başka deyişle nanoseramik gruplara bond yüzey işlemi OD değerlerini belirgin değiştirmezken feldspatik örneklerde glaze uygulama işlemi OD değerlerinde belirgin artışa sebep olmuştur ($p=0,01 < 0,05$). Feldspatik gruplarda örneklerle glaze uygulanması ile elde edilen bu yüksek değişimin sebebi ilk olarak glazesiz yüzeylerde örnek hazırlarken kullanılan karbon separeden kopan partiküllerin tutunması olabilir. Bu partiküller tam uzaklaştırılmadığında hem profilometre cihazında pürüzlülük değerlerini artırmış hem de sitotoksikite testleri sırasında hücre sağ kalımlarını olumsuz etkilemiş olabilir. Glaze işlemi sonrasında ise boşlukların iyi doldurulmuş olabileceği akla gelmektedir.

Diş hekimliğinde kullanılan materyallerin, ortalama yüzey pürüzlülüğü $0,2 \mu\text{m}$ 'den fazla olduğunda restorasyonlarda plak birikiminin arttığı dolayısıyla tekrarlayan çürüklere ve periodontal sorunlara neden olduğu bildirilmiştir¹⁹. Bu çalışmada yüzey pürüzlülüğü değerlerini ölçmek için profilometre kullanılmıştır. Bu cihaz ölçüm sırasında aritmetik ortalama (Ra) verecek şekilde kalibre edilmiştir. Bu ölçüm yöntemi yüzeyde bulunan ve hücre sağ kalımını olumsuz etkileyebilecek aşırı girintili çıkıntılı yüzeyleri ortalama ile hesapla-

maktadır. Gözlemlenemeyen bu yüzeyler ortalama Ra değerleriyle değerlendirme yapan araştırmacıyı yanlış yorumlara yönlendirebilir. Aynı yüzeylerde ölçümler geometrik ortalama (Rq) verileriyle de alınabilir. Bu veriler yüzey pürüzlülüğü oranlarında pik değerleri dikkate aldığı için daha yaklaşık yorumlar yapılabilmesini sağlayabilir.

Yüzey pörözitesinin değerlendirmesinde diğer bir seçenek Atomik Kuvvet Mikroskopu (AKM) olabilir. Bu cihazla yüzeyde sapmalara neden olan tüm girinti ve çıkıntılar yine pürüzlülük aritmetik ortalaması değerleriyle (Ra) ölçülebilir. Bunun yanında ince film kaplamalarının pürüzlülüğü, faz farklılıkları, iletkenlik farkları ve manyetik yön değişimleri de hassasiyetle incelenebilir. Ancak kullanım sırasında materyalde dehidratasyon, yüzey kaplama ve vakum gerektirdiği için daha az tercih edilir²⁰

Diş hekimliğinde kullanılan herhangi bir materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanısıra biyoyumluluğunun da bilinmesi gerekmektedir. Biyolojik uyumu olmayan materyaller lokal veya sistemik toksiteye veya alerjik reaksiyonlara neden olabilmektedir^{4, 21} biyoyumluluğun değerlendirilmesi için sitotoksitesite testleri uygulanır. Bu testlerde hücrelerin morfolojileri, gelişimleri, çeşitli enzim aktiviteleri, metabolizmaları (DNA, RNA ve protein sentezi), membran geçirgenlikleri, sağ kalımları ve proliferasyonu incelenebilir²¹⁻²³.

Sitotoksitesitenin incelenmesi için bazı araştırmacılar dental materyalle hücrelerin temasta olduğu "direkt hücre kontak testlerini" bazıları, ekstratın hücrelerle direk temasta olduğu "ekstrat testlerini" kullanırken bir bölümü de arada bir bariyerin olduğu "indirekt kontakt testlerini" kullanmıştır. Cao ve arkadaşları bunların arasında en hassas olanın ekstrat testi olduğunu belirtmişlerdir²⁴. Bizim çalışmamızda da örnekler hücrelerin inkübe edildikleri kuyucuklara bırakılmış, hücreler ve seramik materyaller ekstratla direkt temas ettirilmiştir. Bu şekilde materyalden sızan komponentlerin hücreler üzerindeki etkisi gözlemlenebilmiştir.

SONUÇ

Limitasyonlarıyla birlikte bu çalışmanın sonuçları, her ne kadar estetik ve yeterli derecede dayanıklı da olsa nanoseramik materyallerin preperasyon sonrası yüksek pürüzlülük ve sitotoksitesite değerleri ortaya çıkardığını göstermektedir.

Teknolojik gelişmelerle birlikte diş hekimliği pratiğine sunulan materyallerin yelpazesi hızla genişlemektedir. Ancak bu materyaller klinik bir beklentiye karşılarken diğer taraftan önemli bir gereksinimi

biyoyumluluğu yerine getiremiyor olabilir. Bu nedenle protetik tedavi yöntemi ve uygulanacak materyalin seçiminde optimum kriterler her zaman göz önünde bulundurulmalıdır.

NOT: Bu makale yazarlarından hiçbirinin makalede bahsi geçen konu veya malzemeyle ilgili herhangi bir ilişkisi, bağlantısı veya parasal çıkar durumu söz konusu değildir.

KAYNAKLAR

1. Rashid H. The effect of surface roughness on ceramics used in dentistry: A review of literature. Eur J Dent 2014;8:571-9.
2. Bui FQ, Almeida-da-Silva CLC, Huynh B, Trinh A, Liu J, Woodward J, et al. Association between periodontal pathogens and systemic disease. Biomed J 2019;42:27-35.
3. Stepanovska J, Matejka R, Rosina J, Bacakova L, Kolarova H. Treatments for enhancing the biocompatibility of titanium implants. Biomed Pap 2020;164:23-33.
4. McGinley EL, Coleman DC, Moran GP, Fleming GJP. Effects of surface finishing conditions on the biocompatibility of a nickel-chromium dental casting alloy. Dent Mater 2011;27:637-50.
5. Wang YX, Robertson JL, Spillman WB, Jr., Claus RO. Effects of the chemical structure and the surface properties of polymeric biomaterials on their biocompatibility. Pharm Res 2004;21:1362-73.
6. Klausner LH, Cartwright CB, Charbeneau GT. Polished versus autoglazed porcelain surfaces. J Prosthet Dent 1982;47:157-62.
7. Patterson CJ, McLundie AC, Stirrups DR, Taylor WG. Efficacy of a porcelain refinishing system in restoring surface finish after grinding with fine and extra-fine diamond burs. J Prosthet Dent 1992;68:402-6.
8. Rosenstiel SF, Baiker MA, Johnston WM. Comparison of glazed and polished dental porcelain. Int J Prosthodont 1989;2:524-9.
9. al-Wahadni A, Martin DM. Glazing and finishing dental porcelain: a literature review. J Can Dent Assoc 1998;64:580-3.
10. Al-Marzok MI, Al-Azzawi HJ. The effect of the surface roughness of porcelain on the adhesion of oral Streptococcus mutans. J Contemp Dent Pract 2009;10:17-24.



11. Sarac D, Sarac YS, Yuzbasioglu E, Bal S. The effects of porcelain polishing systems on the color and surface texture of feldspathic porcelain. *J Prosthet Dent* 2006;96:122-8.
12. Ferruzzi F, Ferrairo BM, Piras FF, Borges AFS, Rubo JH. Fatigue survival and damage modes of lithium disilicate and resin nanoceramic crowns. *J Appl Oral Sci* 2019;27:1-10
13. Scribante A, Bollardi M, Chiesa M, Poggio C, Colombo M. Flexural properties and elastic modulus of different esthetic restorative materials: evaluation after exposure to acidic drink. *Biomed Res Int* 2019;1:1-8
14. Najeed S, Khurshid Z, Zafar MS, Khan AS, Zohaib S, Marti JMN, Saure S, Matinlinna Jp, Rehman IU. Modifications in glass ionomer cements: nano-sized fillers and bioactive nanoceramics. *Int J Mol Sci* 2016;17:1-14
15. Spitznagel FA, Boldt J, Gierthmuehlen PC. CAD/CAM ceramic restorative materials for natural teeth. *J Dent Res* 2018;97:1082-91.
16. Gonulol N, Yilmaz F. The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and color stability of nanocomposites. *J Dent* 2012; 40: 64-70.
17. Goldberg M. In vitro and in vivo studies on the toxicity of dental resin components: a review. *Clin Oral Investig* 2008;12:1-8.
18. Goldberg M, Dimitrova-Nakov S, Schmalz G. BPA from dental resin material: where are we going with restorative and preventive dental biomaterials? *Clin Oral Investig* 2014;18:347-9.
19. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater* 1997;13:258-69.
20. Sanches RP, Otani C, Damiao AJ, Miyakawa W. AFM characterization of bovine enamel and dentine after acid-etching. *Micron* 2009;40:502-6.
21. Schweikl H, Hiller KA, Bolay C, Kreissl M, Kreismann W, Nusser A, et al. Cytotoxic and mutagenic effects of dental composite materials. *Biomaterials* 2005;26:1713-9.
22. Annunziata M, Aversa R, Apicella A, Annunziata A, Apicella D, Buonaiuto C, et al. In vitro biological response to a light-cured composite when used for cementation of composite inlays. *Dent Mater* 2006;22:1081-5.
23. Geurtsen W, Leyhausen G. Biological aspects of root canal filling materials--histocompatibility, cytotoxicity, and mutagenicity. *Clin Oral Invest* 1997;1:5-11.
24. Cao T, Saw TY, Heng BC, Liu H, Yap AU, Ng ML. Comparison of different test models for the assessment of cytotoxicity of composite resins. *J Appl Toxicol* 2005;25:101-8.

Sorumlu Yazarın Yazışma Adresi

Doç. Dr. Cem Şahin,
Hacettepe Üniversitesi
Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,
Ağız ve Diş Sağlığı Programı, Ankara
Tlf: 0 505 335 30 92
e-mail: drcemsahin@yahoo.com

