

# Kuron Harabiyeti Olan Kanal Tedavili Dişlerde Endokuron Uygulamaları: Derleme

## Endocrown Application in Endodontic Treated Teeth: Review

### ÖZ

Kanal tedavili dişlerin klinik başarısı için endodontik tedavi sonrası uygulanan restorasyon da endodontik tedavi sürecindeki uygulamalar kadar önem taşımaktadır. Kalan sağlıklı diş dokusunu korumanın önemi, diş-restorasyon bütünlüğünün stabilizasyonunu sağlamaya yardımcı olması, adezyon için uygun yüzey miktarının artması ve böylece restoratif tedavinin uzun dönem başarısını olumlu yönde etkilemesi için gereklidir. Aşırı madde kaybına uğramış kanal tedavili dişlerde kök kanallarından destek alınarak çok başarılı restorasyonlar yapılabilmektedir. Bu derlemede endokuron uygulamaları incelenecektir.

**Anahtar sözcükler:** Endodontik Tedavi; Endokuron; Restoratif tedavi

### ABSTRACT

For clinical success of root canal treatment, restoration after endodontic treatment is as important as the applications in the endodontic treatment process. The importance of maintaining the remaining healthy tooth tissue is essential to help stabilization tooth-restoration integrity, increase the amount of surface suitable for adhesion and thus positively affect the long-term success of restorative treatment. Root canal treatment teeth that have suffered excessive material loss can be supported by root canals and very successful restorations can be done. Endocrown applications will be examined in this review.

**Key words:** Endodontically Treated Teeth; Endocrown; Restorative Treatment

Fatih ÖZNURHAN<sup>1</sup>

ORCID:0000-0002-

7797-0932

Aylin ÖZEL<sup>1</sup>

ORCID:0000-0001-

8925-4012

<sup>1</sup>Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı Sivas/Türkiye



Geliş tarihi / Received: 09.03.2020

Kabul tarihi / Accepted: 12.06.2020

DOI: xx.xxxxx/jids.2020.xxx

**İletişim Adresi/Corresponding Adress:**

Fatih ÖZNURHAN

Sivas Cumhuriyet University Faculty of Dentistry

Department of Pediatric Dentistry, Kampüs-

Merkez Sivas/TURKEY

E-posta/e-mail: fatihozn@hotmail.com

## GİRİŞ

### Endodontik Tedavili Dişlerdeki Değişiklikler

Geçmiş yıllarda endodontik tedavili dişlerin nem kaybına bağlı olarak kollajen çapraz bağlarında birtakım değişiklikler olduğu bu yüzden vital dişlere oranla kırılmaya daha meyilli oldukları varsayılmıştır (1). Dişin devital olması ile birlikte nem içeriğinin bir miktar değiştiği bilinmektedir (2,3). Ayrıca endodontik tedavide kullanılan irrigasyon solüsyonları ve dezenfektanlar, dentinin mineral ve organik içeriğini değiştirip, dişin elastikiyetini, bükülme dayanıklılığını ve mikrosertliğini azaltmaktadır (4,5). Fakat endodontik tedavili dişlerdeki kırılma dayanıklılığın azalmasının esas nedeni dehidratasyon ve dentindeki fiziksel değişikliklerden ziyade, diş yapısının çürük, travma veya geniş kavite preparasyonu ile yapı kaybına uğramasıdır (6).

### Endodontik Tedavili Dişlerin Restorasyonları

İlk olarak, restorasyona başlamadan önce iyi bir apikal tıkanmanın sağlandığından emin olunmalıdır. Ayrıca perküsyonda hassasiyet olmamalı, eksuda, fistül veya aktif bir inflamasyon bulunmamalıdır (7). Diş yapısını destekleyen uygun bir restoratif materyal tipinin kullanılması endodontik tedavili bir dişin ömrünü etkileyen önemli bir faktördür (8). Dişin anatomik ve fiziksel özellikleri, periodontal dokuların sağlığı, kalan sağlıklı diş dokusu miktarı, okluzyon şekli, estetik ve fonksiyonel gereksinimler, yapılacak olan restorasyonu ve seçilecek olan materyali etkilemektedir (9).

### Kalan Sağlıklı Diş Dokusu Miktarı

Kaybedilen diş dokusu metrik sistemle değerlendirilemediğinden sınıflamada; geride kalan aksiyal kavite duvarı sayısına bağlı olarak beş farklı sınıf tarif edilmiştir (10).

**Sınıf 1:** Dört aksiyal kavite duvarının da var olduğu, sadece endodontik giriş kavitesi olan dişleri kapsar(10). Yeterli kalınlıkta dört aksiyal duvar mevcutsa post yerleştirilmesine gerek yoktur. Bu durumda herhangi bir restorasyon tipi tercih edilebilir (11).

**Sınıf 2:** Mezio-okluzal (MO) veya disto-okluzal (DO) olarak bir duvar kaybı olan kaviteleri kapsar(10).

**Sınıf 3:** Mezial-okluzal-distal (MOD) şeklinde iki

duvar kaybı olan kaviteleri kapsar(10). Bir veya iki aksiyal duvarın kaybedildiği sınıf 2 ve 3 durumlarında ve proksimal kavitesi olan anterior dişlerde post uygulanması gerekli değildir. (12).

**Sınıf 4:** Sadece bukkal veya lingual duvarın kaldığı, tek duvarı olan kaviteleri temsil eder. (10). Bu dişler protez desteği olarak kullanılırsa, kuron hazırlığı direnci daha da azaltır. Bu nedenle, bu dişlere post uygulandıktan sonra kuron restorasyonu yapmak gerekir(13).

**Sınıf 5:** Kronu tamamen kaybedilen dişleri içerir. Yüksek düzeyde zarar görmüş dişlerde kor materyaline destek sağlamak amacıyla post yerleştirmek gereklidir. Özellikle kronu kaybedilmiş dişlerde ferrule etkisi kırılma direnci açısından önemlidir. Preparasyon sınırının üstünde kalan ve dişin tamamını çevreleyen aksiyal dentinin yüksekliği ferrule etkisi oluşturmak için 1.5-2.5 mm kadar olmalıdır (14). Dişin konservatif olarak tedavi edilebilmesi için bukkal ve lingualde en az 1.5 mm kalınlığında, 3-4 mm yüksekliğinde sağlam dentin dokusu kalmalıdır (15).

### Restorasyon Seçenekleri

#### Geleneksel Yaklaşım

Çoğunlukla döküm/prefabrike post-core, kron ya da pin tutuculu amalgam/kompozit core restorasyonlarından oluşur (16). İlk uygulandığı dönemlerde pin tutuculu amalgam/kompozit core restorasyonu çok talep görmesine rağmen dentinde meydana gelebilecek çatlak ya da kırık oluşturma ihtimali güvenilirliği hakkında şüphe oluşturmuştur (17). Kök kırıklarını engelleyip, krona desteklik sağlamak için endodontik tedavili dişlere uygulanan kron restorasyonlarında 'ferrule etkisi' oluşturulması uygun görülmüştür. Ferrule etkisi, post uygulaması sırasında oluşan lateral kuvvetlere direnç gösterilmesi ve postların yarattığı kama etkisini ortadan kaldırmak için önerilmiştir (18). Restorasyon kenar çizgisinin diş etinin altında olduğu ve ferrule etkisinin yetersiz kaldığı dişlerde kron yükseltme ya da dişin ortodontik tedavi ile sürdürülmesi düşünülebilir. Ancak böyle bir durumda kron kök oranı bozulmuş olur, ayrıca tedavinin süresi uzar ve hastanın memnuniyet oranı düşebilir (19). Post-core materyali, simantasyon için kullanılan ajan, dentin kalınlığı, kalan dentin duvarının konumu, kron, çiğneme esnasında oluşan kuvvetler ile oluşan travma veya parafonksiyonel alışkanlıklar da restorasyonun klinik başarısını etkileyen diğer faktörler arasında sayılabilir (20).

## Güncel Yaklaşım

Estetik ihtiyaçların artması, geleneksel yaklaşım prensipleriyle yapılan yöntemlerin adeziv materyallerle geliştirilmesine sebep olmuştur. Tam seramik kronlar, metal post-core'lar ile kullanıldığında, seramiğin ışığa geçirgen olması ve metal post-core yapının opak olması sebebiyle, estetik görüntünün bir miktar kaybına yol açmaktadır (21). Uygulanan siman ile tam seramik restorasyonun kalınlığı ve opasitesine bağlı olarak metal post-core rengi yansıyabilir ve restorasyonun ışık geçirgenliğini engelleyebilir (22). Post-core materyali olarak eğer değersiz alaşımlar kullanılırsa, korozyon ürünleri diş etinde birikme yapabilir veya kök renklenmesine sebep olabilir (23). Fiberle güçlendirilmiş postlar ve seramik postlar, döküm ve metalik postlar ile kıyaslandığında alternatif güncel tedavi seçenekleri olarak düşünülebilir (24)

## Post ile Destekli Restorasyonlar

Günümüzde estetik beklentileri de karşılayabilmek amacıyla üretilmiş fiberle güçlendirilmiş postlar önemli yer tutar.

**Fiberle Güçlendirilmiş Postlar:** Kompozit rezinin fiberle birlikte kullanılmasıyla ortaya çıkmıştır. İlk kez fiber post Duret tarafından bulunmuştur (25). Metalik olmayan fabrikasyon bir post çeşididir. Fiziksel yapısı, epoksi matriks içine karbon fiberlerin gömülmesi ile oluşturulmuştur. Metal bulundurmaları için metal alerjisi veya korozyona sebep olmazlar, biyouyumludurlar. Diğer postlara göre daha az kök kanal preparasyonuna ihtiyaç duyulduğu için doku kaybı daha az olur (26). Elastisite modülü dentininkine yakındır ve dentinle benzer mekanik özellikler gösterirler (27). Karbon, cam ve kuartz olmak üzere üç tipi bulunmaktadır. Karbon fiber postlar yaygın olarak kullanılsa da radyolüsent görüntü vermesi ve kron ya da restorasyonun altındaki görüntünün engellenememesi nedeniyle kuartz ve cam fiber postlar daha sık kullanılmaktadır (8,28).

**Seramik Postlar:** 20. yüzyılın sonlarında seramik postlar kullanılmaya başlanmıştır. Renk açısından dentinle benzerliği sebebiyle tam seramik kronlarla beraber uygulandıkları zaman optik özellikleri doğal dişe benzerlik göstermektedir. Seramik postlar; cam seramikler, alüminyum oksitle güçlendirilmiş seramikler ve zirkonyum oksit seramiklerden üretilmektedir (24).

## Post İçermeyen Restorasyonlar

Direkt veya indirekt yöntemlerle post içermeyen restorasyonlar uygulanabilir. Direkt yöntem hekimin materyali hasta başında tek aşamada uygulaması ile gerçekleşir. İndirekt yöntem ise materyaller laboratuvar işlemleri gerektirdiğinden en az iki aşamada uygulanır (29). Kalan diş dokusu miktarı retansiyon açısından yeterli olduğu durumlarda post içermeyen restorasyonlar uygulanabilir. Restoratif materyalin fiziksel yapısı, kalan diş dokusunun miktarına bağlı olarak önem kazanır (30). Kullanılacak materyalin boyutsal stabilitesi iyi olmalı, sıkışma ve esneme kuvvetlerine karşı yeterli direnç göstermeli, elastisite modülü diş dokusuna yakın olmalı, su emilimi çok düşük olmalı, diş dokusuna benzer termal ekspansiyon katsayısına sahip olmalı, uygulaması kolay, bağlanma yeteneği başarılı, biyouyumlu ve çürük oluşumunu engelleme özelliğine sahip olmalıdır (31,32). Materyalin seçimi sırasında, posterior dişler daha çok çigneme kuvveti ile anterior dişler ise daha çok kesme kuvvetiyle karşılaştıkları için restore edilecek bölge oldukça önemlidir. Post içermeyen indirekt uygulanan restorasyonlar, altın ya da seramik onleyleyler, inleyleyler ve endokuronlardır. Post içermeyen ve kron yapılmamış kompozit ya da amalgam ile restorasyonu tamamlanmış endodontik tedavili posterior dişlerde uygulanan retrospektif bir çalışmada, üç yüzlü kaviteye yerleştirilmiş amalgam restorasyonların başarısızlık oranı kompozit ile restore edilmiş restorasyonlardan daha fazla olduğu gösterilmiştir. Kompozit uygulanan dişlerde kırık nedeniyle olan başarısızlık daha az bulunmuştur ve bu dişlerin tamiri amalgam uygulanan dişlere göre daha kolaydır (33). Ancak prospektif bir çalışmada, üç yıl sonunda kompozit restorasyonlar sekonder çürüğü engellemede amalgam restorasyonlar kadar başarılı bulunmamıştır (34).

## Endokuron Restorasyonlar

İlk kez 1999'da Bindl ve Mörmann tarafından tanımlanmıştır. Kök desteği bulunmayan, pulpa odasını retansiyon için kullanan ve 90° açılı preparasyona sahip restorasyonlar olarak tarif edilmişlerdir (35). Günümüzde adeziv teknolojinin ilerlemesi, seramiklerin gelişmesi, asit uygulanıp rezin simanlarla güçlü bir bağlantı sağlanabilmesi post uygulanmadan özellikle molar dişlerin restore edilmesine olanak sağlamıştır. Endokuronun avantajı eğer yeterli yüzey varsa makroretantif preparasyona ihtiyaç duymamasıdır.

Endokuron makroretansiyonu pulpa odasından, mikroretansiyonu adeziv bağlanma ile sağlarlar.

Endokuron preparasyonun en büyük avantajı kök kanalında post için yer hazırlanmaması ve core yapının üretilmesine gerek kalmamasıdır. Böylece post uygulandığında oluşma ihtimali olan kök kırıkları elimine edilmiş olur ve zamandan tasarruf sağlanır. Endokuron restorasyonlarında pulpa odasının derinliğinin fazla olması adezyon için gerekli yüzey alanını artırır.

Biacchi ve Basting (36) tarafından yapılan bir in vitro çalışmada, cam fiber post kullanımı ve geleneksel kron uygulamalarının endokuronlar ile kırılma dayanıklılığı açısından kıyaslaması yapılmıştır. Sonuç olarak endokuronların geleneksel kronlara göre sıkışma kuvvetlerine karşı daha dayanıklı olduğu bulunmuştur. Biyomekanik bazı kısıtlamalardan dolayı her durumda post-core ve kron uygulaması yapılamaz. Endokuronlar; farklı yapıya sahip kanallarda (çok eğimli, çok geniş, ince veya kırılma eğilimli dişler), klinik kron boyu yetersiz, interokluzal mesafesi dar, geniş diş dokusu kayıplarında, yeterli ferruleye izin vermeyen vakalarda özellikle endikedir (37).

### **Endokuron Preparasyonu**

Endokuron preparasyonu, restoratif materyal için yeterli yer sağlayacak ve kırık oluşmasını engelleyecek şekilde planlanmalıdır. İçsel gerilimi azaltmak ve restoratif materyalin daha iyi adaptasyonunu sağlayabilmek için iç açıları keskin olmamalıdır. Kullanılan frezin ucu ve kenarları yuvarlatılmış olmalıdır. Estetik restorasyonun simantasyonunda adeziv yöntem kullanılacağı için okluzale doğru açılardırma gerektirdiği durumlarda artırılabilir. Preparasyon esnasında vertikal duvarlar oluşturulurken frez dişin uzun aksı boyunca kullanılır. Restorasyonun uyumlanması aşamasında zorluk yaşanmaması için preparasyonda kesinlikle undercut bırakılmamalıdır. Dişte eski restorasyonlar ve çürük mevcutsa tamamen uzaklaştırılmalıdır. Pulpa odasının duvarları 8-10° lik açı ile anatomik yapıya uygun biçimde şekillendirilir. Kök kanal ağızları ile kavite tabanı koronal mikrosızıntıları engellemek için ışıqla polimerize olan cam iyonomer siman ile kapatılır. Pulpa odasının tabanı düz bir şekilde hazırlanır. Bu durumda pulpa odasında 1-3 mm yükseklikte santral retansiyon kavitesi oluşturulur. Koronal duvarlar restorasyonun giriş yoluna engellememesi için 4° lik açı ile okluzale doğru açılır tarzda prepare edilir. Kalan koronal diş duvarlarının boyutu kalınlık ölçer ile ölçülür ve yeterli destekliğin sağlanabilmesi için en az 2 mm olmalıdır. Duvarlar

arası geçişler yaklaşık 90° olacak şekilde şekillendirilir. Belirgin bir şekilde kavite kenarlarında undercut bulunuyorsa ışıqla polimerize olan cam iyonomer siman ile bu bölgeler bloke edilir. İyi bir bağlanma sağlanması için mine dokusu mümkün olduğunca korunmalıdır (38).

Bazı araştırmacılar oklüzal kalınlık arttıkça seramik kuronların kırılma dayanımlarının attığını göstermişlerdir (39). Bazıları ise 5.5 mm oklüzal kalınlığa sahip endokuronların kırılma dayanımlarının, 1.5 mm oklüzal kalınlığa sahip klasik preparasyonlu seramik kuronlardan daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.(40)

### **Materyal Seçimi**

Seramik materyallerdeki gelişmeler ve ilerleyen bilgisayar destekli tasarım ve üretim [Computer Aided Design/Computer Aided Manufacture (CAD/CAM)] teknolojisi, endokuron uygulamalarına da yansımıştır.

Valentina ve ark.(41) CEREC 3D ve geleneksel Empress II teknikleriyle, güçlendirilmiş seramik materyalden endokuron üretmişlerdir. Üretim teknikleri farklı olan bu iki sistem de başarılı klinik sonuçlar göstermiştir. Ancak dijital ölçü ile üretilen endokuronlarda, restorasyonun kanallara doğru uzanan kısmının optik ölçünün sınırlamaları nedeniyle daha kısa olabileceği belirtilmiştir. Retansiyon kaybına neden olabilecek bu durumun, klinikte adeziv simantasyon ile kompanse edilebileceği söylenmiştir. Bir diğer çalışmada ise CEREC 3D CAD/CAM ünitesinde lösitle güçlendirilmiş seramik bloklardan üretilen endokuronların, geleneksel kuronlara kıyasla daha yüksek kırılma direncine sahip olduğu gösterilmiştir (42). Bu çalışmanın sonuçları Biacchi ve Basting'in (43) lityum disilikat endokuronların, tam kuronlara kıyasla daha yüksek basma kuvvetlerine dayanabildiğini gösteren çalışması ile uyum göstermektedir. Biacchi ve Basting (43) çalışmalarında ayrıca iki tip restorasyonun da basma kuvveti altındaki davranış biçimlerini incelemiştir. İki restorasyonda da en sık gözlenen kırılma şekli restorasyonun yerinden ayrılarak, diş ile birlikte kırılmasıdır. Lityum disilikat endokuronun klinik başarısı sadece lingual duvarı olan bir molar dişte uygulanarak da gösterilmiştir (44). Bu iki çalışmaya göre lityum disilikat cam seramiğin diş dokularına yüksek bağlanma kapasitesi ve bağlanma ara yüzlerinin daha az olması endokuronları başarılı kılmaktadır (44,43).

Bir sonlu elemanlar stres analizi çalışmalarında oklüzal temasın, diş restorasyon birleşim hattına yakın olması halinde yük dağılımının daha elverişli olabileceğine ve seramik endokuronların daha düşük modifiye Von

Misis stres seviyelerine neden olabileceğine değinilmiştir (45,46). Son yıllarda kompozit ve porselenin olumlu özelliklerini bir araya getirdiği söylenen CAD/CAM rezin nano-seramik materyal tanıtılmıştır. Rocca ve ark. (47) stres absorbe etme özelliği olduğu bilinen bu materyalden üretilen endokuronun klinik uygulamasını rapor etmiştir. Bu çalışmada endokuron kavitesine rezin kaplı iki yönlü cam fiber uygulamış, bu sayede dikey bir çatlağın alt katmanlara ilerlemesinin yavaşlatılması ya da durdurulması amaçlanmıştır. Ancak bir başka çalışmada kavite tabanına yerleştirilen fiber ağın vertikal köke doğru uzanan kırıkları durdurmada etkili olamadığı gösterilmiştir (48). Rocca ve ark. (49) ise fiber ağın rezin nano-seramikten hazırlanan endokuronlarda marjinal uyumu bozmadığını göstermiştir. Aynı çalışmada termomekanik yükleme sonrası restorasyonların marjinal adaptasyonlarının azaldığı yine de kabul edilebilir sınırlarda olduğu da ifade edilmiştir. İki farklı çalışmada rezin nano seramik ve lityum disilikat cam seramik endokuronlar, post içermeyen kompozit kor üzerine yapılan geleneksel kuronlarla karşılaştırılmış; iki endokuron materyali de yorulma ve kırılma testleri sonuçlarına göre yeterli seviyede başarılı bulunmuştur (50,51).

El-Damanhoury ve ark. (52) ise rezin nano-seramik materyal ile feldspatik seramik ve lityum disilikat cam seramikleri kırılma dayanımı açısından karşılaştırmıştır. Resin nanoseramik materyalin, feldspatik porselen ve lityum disilikat cam seramik restorasyonlara kıyasla daha yüksek kırılma direnci ve daha az yıkıcı kırılma paternine sahip olduğu gösterilmiştir. Ancak marjinal sızıntı için farklı bulgulara rastlanmıştır. Seramik endokuronların daha düşük marjinal sızıntı gösterebileceği belirtilmiştir (52).

Gregor ve ark. (53) ise endokuronlarda rezin polimerizasyonunun önemine dikkat çekmiştir. Dual polimerize ve ışıkla polimerize olan iki rezin simanın da 7 mm kalınlığındaki endokuron restorasyonlarda yeterince polimerize olduğu gösterilmiştir.

### **Simantasyon**

Bis-GMA veya UDMA rezin matriksinden ve inorganik dolgu maddesi parçacıklarından oluşan rezin simanlar en popüler siman türlerindedir. Geleneksel simanlarla karşılaştırıldığında, üstün mekanik ve estetik özelliklere sahip olan rezin simanlar, seramik, metal ve indirekt kompozit restorasyonların simantasyonunda artan bir

kullanıma sahiptir (54)

**Dişlerin Asitle Pürüzlendirilmesi İşlemi:**\_%37 lik fosforik asit jel preparasyonu tamamlanmış dişlerin mine yüzeyine 30 sn, dentin yüzeyine ise 15 sn uygulanır. Ardından yüzeyler 20 sn akan su altında yıkanır ve yaklaşık 5 sn hava ile kurutulur. Kurutma işlemi sırasında hafif nemli bir pamuk pelet yardımı ile dentin yüzeylerinin nemli kalması sağlanır.

### **Rezin Siman Uygulaması**

**1.** Mikrofirça yardımı ile restorasyonların bağlanma yüzeylerine 60 sn silan uygulanır ve 2-5 sn basınçlı hava uygulanır.

**2.** 15 sn boyunca primer diş yüzeylerine fırça yardımı ile uygulanır, ardından primerin yüzeye yayılması için 2-3 sn basınçlı hava sıkılır.\_

**3.** Sonra başka bir fırça ile 10 sn adeziv uygulanır ve 2-3 sn basınçlı hava sıkılır.\_

**4.** Bağlayıcı ajan farklı bir fırça ile 10 sn uygulanır ve bonding ajanın yüzeye yayılması için 2-3 sn hava sıkılır.

**5.** Silan uygulanmış restorasyonun bağlanma yüzeyine 10 sn bonding ajan uygulanır ve 2-3 sn hava sıkılarak yayılması sağlanır.

### **KAYNAKLAR**

1. Rivera EM, Yamauchi, M. Site comparisons of dentine collagen cross-links from extracted human teeth. Arch Oral Biol, 38(7), 541-46, 1993.
2. Gutmann JL. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. The Journal of prosthetic dentistry, 67(4), 458-67, 1992.
3. Huang T-JG, Schilder H, Nathanson D. Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. Journal of endodontics, 18(5), 209-15, 1992.
4. Grigoratos D, Knowles J, Ng YL, Gulabivala K. Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. International endodontic journal, 34(2), 113-19, 2001.
5. Sim T, Knowles J, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. International endodontic journal, 34(2), 120-32, 2001.
6. Chia-Yu C, Jau-Shing, Kuo., Yang-Sung, Lin., Yen-Hsiang, Chang. Fracture resistance and failure modes of CEREC endo-crowns and conventional post and core-supported CEREC crowns. Dental Science, 4(3), 110-17, 2009.

- 7 Johnson JK, Schwartz NL, Blackwell RT. Evaluation and restoration of endodontically treated posterior teeth. *Journal of the American Dental Association* (1939), 93(3), 597-605, 1976.
- 8 Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent*, 13(Spec No), 9B-13B, 2000.
- 9 Faria ACL, Rodrigues RCS, de Almeida Antunes RP, de Mattos MdGC, Ribeiro RF. Endodontically treated teeth: characteristics and considerations to restore them. *Journal of prosthodontic research*, 55(2), 69-74, 2011.
- 10 Pilo R, Tamse A. Residual dentin thickness in mandibular premolars prepared with gates glidden and ParaPost drills. *J Prosthet Dent* 2000;83(6):617-23.
- 11 McDonald A, King P, Setchell D. An in vitro study to compare impact fracture resistance of intact root-treated teeth. *Int Endod J* 1990;23(6):304-12.
- 12 Strub J, Pontius O, Koutayas S. Survival rate and fracture strength of incisors restored with different post and core systems after exposure in the artificial mouth. *J Oral Rehabil* 2001;28(2):120-4.
- 13 Burke F, Shaglouf A, Combe E, Wilson N. Fracture resistance of five pin-retained core build-up materials on teeth with and without extracoronal preparation. *Operative Dent* 1999;25(5):388-94.
- 14 Isidor F, Brøndum K, Ravnholt G. The influence of post length and crown ferrule length on the resistance to cyclic loading of bovine teeth with prefabricated titanium posts. *Int J Prosthodont* 1998;12(1):78-82.
- 15 Roberson TM, Heymann HO, Edward J, JE S. *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry*. 5th ed. St. Louis: Mosby, 2010.
- 16 Shillingburg H, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett S. Provisional restorations. *Fundamentals of Fixed Prosthodontics*, 4, 225-56, 1997.
- 17 Khera SC, Chan KC, Rittman BR. Dentinal crazing and interpin distance. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 40(5), 538-43, 1978.
- 18 Sorensen JA, Engelman MJ. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*, 63(5), 529-36, 1990.
- 19 Stankiewicz N, Wilson P. The ferrule effect: a literature review. *International endodontic journal*, 35(7), 575-81, 2002.
- 20 Juloski J, Radovic I, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Ferrule effect: a literature review. *Journal of endodontics*, 38(1), 11-19, 2012.
- 21 Pissis P. Fabrication of a metal-free ceramic restoration utilizing the monobloc technique. *Practical periodontics and aesthetic dentistry: PPAD*, 7(5), 83-94, 1995.
- 22 SIEBEK C. A Key to Enhancing Natural Esthetics in Anterior Restorations: The Light-Optical Behavior of Spinell Luminaries. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 8(3), 101-06, 1996.
- 23 Takeda T, Shigami K, Shimada A, Ohki K. A study of discoloration of the gingiva by artificial crowns. *International Journal of Prosthodontics*, 9(2), 1996.
- 24 Koutayas SO, Kern M. All-ceramic posts and cores: the state of the art. *Quintessence international*, 30(6), 1999.
- 25 Putignano A, Poderi G, Cerutti A, Cury A, Monticelli F, Goracci C ve ark. An in vitro study on the adhesion of quartz fiber posts to radicular dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*, 9(5), 2007.
- 26 Malferrari S, Monaco C, Scotti R. Clinical Evaluation of Teeth Restored with Quartz Fiber--Reinforced Epoxy Resin Posts. *International Journal of Prosthodontics*, 16(1), 2003.
- 27 Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *Journal of dentistry*, 27(4), 275-78, 1999.
- 28 Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *The Journal of prosthetic dentistry*, 83(4), 412-17, 2000.
- 29 Affairs ADACoS. Direct and indirect restorative materials. *J Am Dent Assoc*, 134(4), 463-72, 2003.
- 30 Christensen GJ. When to use fillers, build-ups or posts and cores. *Journal of the American Dental Association* (1939), 127(9), 1397-98, 1996.
- 31 Kovarik RE, Breeding LC, Caughman WF. Fatigue life of three core materials under simulated chewing conditions. *The Journal of prosthetic dentistry*, 68(4), 584-90, 1992.
- 32 Dionysopoulos P, Kotsanos N, Koliniotou-Koubia E, Tolidis K. Inhibition of demineralization in vitro around fluoride releasing materials. *Journal of oral rehabilitation*, 30(12), 1216-22, 2003.
- 33 Hansen EK, Asmussen E, Christiansen NC. In vivo fractures of endodontically treated posterior teeth restored with amalgam. *Dental Traumatology*, 6(2), 49-55, 1990.
- 34 Can Say E, Kayahan, B., Ozel, E., Gokce, K., Soyman, M., Bayirli, G. Clinical evaluation of posterior composite restorations in endodontically treated teeth. *J Contemp Dent Pract*, 7(2), 17-25, 2006.

- 35 Bindl A, Mormann WH. Clinical evaluation of adhesively placed Cerec endo-crowns after 2 years-preliminary results. *Journal of Adhesive Dentistry*, 1, 255-66, 1999.
- 36 Biacchi G, Basting R. Comparison of fracture strength of endocrowns and glass fiber post-retained conventional crowns. *Operative dentistry*, 37(2), 130-36, 2012.
- 37 El-Damanhoury HM, Haj-Ali RN, Platt JA. Fracture resistance and microleakage of endocrowns utilizing three CAD-CAM blocks. *Operative dentistry*, 40(2), 201-10, 2015.
- 38 Tuncer D, Çelik Ç, Yamanel K, Arhun N. 1 year clinical evaluation of microhybrid composites used in the restoration of non-carious cervical lesions. *Oral health and dental management*, 13(2), 366-71, 2014.
- 39 Tsai Y-L, Petsche PE, Anusavice KJ, Yang MC. Influence of glass-ceramic thickness on Hertzian and bulk fracture mechanisms. *International Journal of Prosthodontics*, 11(1), 1998.
- 40 Mörmann WH, Bindl A, Lüthy H, Rathke A. Effects of preparation and luting system on all-ceramic computer-generated crowns. *International Journal of Prosthodontics*, 11(4), 1998.
- 41 Valentina V, Aleksander T, Dejan T, Vojkan L. Restoring endodontically treated teeth with allceramic endo-crowns- case report. *Stom Glas S* 2008;55:54-64
- 42 Chang CY, Kuo JS, Lin YS, Chang YH. Fracture resistance and failure modes of CEREC endocrowns and conventional post and core-supported CEREC crowns. *Journal of Dental Sciences* 2009;4:110-7.
- 43 Biacchi GR, Basting RT. Comparison of fracture strength of endocrowns and glass fiber postretained conventional crowns. *Oper Dent* 2012;37:130-6.
- 44 Biacchi GR, Mello B, Basting RT. The endocrown: an alternative approach for restoring extensively damaged molars. *J Esthet Restor Dent* 2013;25:383-90.
- 45 Dejak B, Mlotkowski A. 3D-Finite element analysis of molars restored with endocrowns and posts during masticatory simulation. *Dent Mater* 2013;29:e309-17
- 46 Hasan I, Frentzen M, Utz KH, Hoyer D, Langenbach A, Bourauel C. Finite element analysis of adhesive endo-crowns of molars at different height levels of buccally applied load. *J Dent Biomech* 2012;3:1758736012455421. doi: 10.1177/1758736012455421
- 47 Rocca GT, Rizcalla N, Krejci I. Fiber-reinforced resin coating for endocrown preparations: a technical report. *Oper Dent* 2013;38:242-8.
- 48 Rocca GT, Saratti CM, Cattani-Lorente M, Feilzer AJ, Scherrer S, Krejci I. The effect of a fiber reinforced cavity configuration on load bearing capacity and failure mode of endodontically treated
- 49 Rocca GT, Saratti CM, Poncet A, Feilzer AJ, Krejci I. The influence of FRCs reinforcement on marginal adaptation of CAD/CAM composite resin endocrowns after simulated fatigue loading. *Odontology* 2015. doi: 10.1007/s10266-015-02029
- 50 Carvalho AO, Bruzi G, Anderson RE, Maia HP, Giannini M, Magne P. Influence of Adhesive Core Buildup Designs on the Resistance of Endodontically Treated Molars Restored With Lithium Disilicate CAD/CAM Crowns. *Oper Dent* 2016;41:76-82
- 51 Magne P. IDS: Immediate Dentin Sealing (IDS) for tooth preparations. *J Adhes Dent* 2014;16:594.
- 52 El-Damanhoury HM, Haj-Ali RN, Platt JA. Fracture resistance and microleakage of endocrowns utilizing three CAD-CAM blocks. *Oper Dent* 2015;40:201-10
- 53 Gregor L, Bouillaguet S, Onisor I, Ardu S, Krejci I, Rocca GT. Microhardness of light- and dualpolymerizable luting resins polymerized through 7.5-mm-thick endocrowns. *J Prosthet Dent* 2014;112:942-8.