

Endodontik Tedavili Dişin CAD/CAM Rezin-Nano Seramik Endokron ile Tek Seansta Restorasyonu

Single Visit Restoration of an Endodontically Treated Tooth with a CAD/CAM Resin Nano Ceramic Endocrown: Case Report

Seçil KARAKOÇA NEMLİ,^a
Merve BANKOĞLU GÜNGÖR^a

^aProtetik Diş Tedavisi AD,
Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ankara

Geliş Tarihi/Received: 28.11.2014
Kabul Tarihi/Accepted: 06.01.2015

*Bu olgu, EPA 2014 "38. Avrupa Prostodonti
Birliği Kongresi (25-27 Eylül 2014,
İstanbul)'nde poster olarak sunulmuştur.*

Yazışma Adresi/Correspondence:
Merve BANKOĞLU GÜNGÖR
Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi AD, Ankara,
TÜRKİYE/TURKEY
mervebankoglu@yahoo.com

ÖZET Endokronlar, kanal tedavili dişlerin restorasyonunda geleneksel olarak kullanılan post kor restorasyonlarına alternatif oluşturmaktadır. Endokronlar, kök kanalı yerine pulpa odasına yerleştirilerek; pulpa odasının dikey duvarlarından mekanik tutuculuk sağlamakta, böylece daha az diş dokusunun uzaklaştırılmasına olanak vermektedirler. Ayrıca, adeziv rezin siman ile yapıştırılmaları sonucu elde edilen mikromekanik bağlantı, restorasyonun tutuculuğunu önemli ölçüde artırmaktadır. Bu olgu sunumunda, sağ üst birinci premolar dişinde aşırı madde kaybı olan 16 yaşındaki erkeğin, rezin nano seramik endokron ile tek seansta tedavisi sunulmuştur. Endokronun olgunun kliniğe geldiği seansta üretilip olguya teslim edilmesi ve restorasyonun estetik özellikleri olgu tarafından memnuniyetle karşılanmış ve kontrol seansları boyunca herhangi bir komplikasyona rastlanmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Kök kanal tedavisi; bilgisayar yardımlı tasarı; diş protezi; rezinler, yapay; kök çivisi tekniği

ABSTRACT Endocrowns are an alternative treatment option versus post-core restorations for endodontically treated teeth. Endocrowns are fitted into the internal part of the pulp cavity to provide macromechanically retention, and this tooth preparation procedure enables the less loss of tooth structure. Furthermore adhesive cementation provides micromechanical retention. In this clinical report, chairside treatment with a resin nano ceramic endocrown of 16 year-old male patient who has an extensive loss of coronal tissue was presented. The patient was satisfied with the final esthetic result of the restoration and delivery of the restoration in single visit. Any complications were not observed during the follow-up periods.

Key Words: Root canal therapy; computer-aided design; dental prosthesis; resins, synthetic; post and core technique

Türkiye Klinikleri J Dental Sci Cases 2015;1(2):94-100

Aşırı madde kaybına sahip endodontik tedavili dişlerin restorasyonu, geleneksel olarak kök kanallarından destek alan bir post ve postun üzerine şekillendirilen kor yapı ile kron restorasyonunun desteklenmesi yoluyla yapılmaktadır. Kanal içine post yerleştirilmesi sonucu restorasyonun kor kısmının tutuculuğu artırılmakla beraber, kökün zayıflamasına sebep olunabileceği de ortaya konulmuştur.¹⁻⁵ Bunun yanı sıra kök kanalına postun ideal bir şekilde yerleştirilmesi, kök anatomisindeki normalden sapmalar nedeni ile mümkün olmayabilmektedir.⁶ Adeziv diş hekimliğindeki gelişmeler, endodontik tedavili dişler için seramik onleyler

doi: 10.5336/dentalcase.2014-42694

Copyright © 2015 by Türkiye Klinikleri

ve endokronlar gibi kalan diş dokusu için daha konservatif tedavi yaklaşımlarını gündeme getirmiştir.⁷⁻⁹

Endokronlar, “kök ve kron kısmı tek parçadan oluşan, diş dokusu ile servikal hattın üzerinde birleşim yapan ve adeziv simanlar ile diş dokusuna tutunan seramik restorasyonlar” olarak tanımlanabilmektedir.¹⁰⁻¹³ İlk kez, 1995 yılında Pissis tarafından “adeziv endodontik restorasyonlar” tanımlanmış, 1999 yılında ise Bindl ve Mörmann tarafından bu restorasyonlar “endokron” olarak adlandırılmıştır.^{8,14} Endokronlar kök kanalı yerine pulpa odasına yerleşerek pulpa odasının dikey duvarlarından makro mekanik tutuculuk sağlarlar. Ayrıca, adeziv rezin siman ile yapıştırılmaları sonucu elde edilen mikromekanik bağlantı restorasyonun tutuculuğunu önemli ölçüde artırmaktadır.¹⁵ Endokronlar; özellikle yetersiz klinik kron uzunluğuna sahip, arklar arası mesafenin azaldığı, ferrule şekillendirilmesi için yeterli diş dokusunun bulunmadığı ve kök-kanal sisteminin post uygulamaları için elverişli olmadığı (tıkalı, eğri, açılı veya kırılğan) molar dişler için uygun protetik restorasyonlardır.^{6,14}

Endokron yapımında, seramik materyallerin basınç altında şekillendirilmesi veya bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim [computer aided design/computer aided manufacture (CAD/CAM)] teknolojisi ile hazır seramik bloklardan restorasyonun freze edilmesi yöntemleri kullanılmaktadır.¹³ Bu tip restorasyonların CAD/CAM teknoloji ile üretilmesi; tasarım ve yapım esnasında teknisyene bağlı hataların ortadan kaldırılması, endüstriyel koşullarda üretilmiş hazır blokların freze edilmesi sayesinde yüksek kalitede materyal kullanılması ve bilgisayarlı üretim sayesinde oldukça hassas uyumlu restorasyonların elde edilebilmesi gibi avantajlar sağlamaktadır.¹⁶ Ayrıca, CAD/CAM teknolojisi bu restorasyonların tek seansta tasarımı, üretimi ve hastaya teslim edilebilmesine olanak vermektedir.¹⁷

CAD/CAM sistemlerinde; feldspatik seramikler, lösit ve lityum disilikat ile güçlendirilmiş cam seramikler, alümina ve zirkonya gibi çeşitli malzemeler kullanılabilir. Seramikler dental restorasyonlarda rutin olarak kullanılan, estetik özellikleri ve biyolojik uyumu son derece iyi olan

materyaller olmasına karşın en önemli dezavantajları kırılğanlıklarıdır.¹⁸ Son yıllarda geliştirilen rezin-nano seramik olarak bilinen LAVA Ultimate geleneksel seramiklere önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Materyal nanomerler ve nanodoldurucular (20 nm çapında silika nanomerler ve 4-11 nm çapında zirkonya nanomerleri) içerir. Materyalin ağırlık olarak yaklaşık %80'i rezin matrisine gömülmüş nano seramikten oluşur. Nano partiküllere uygulanan silan hem nano seramik yüzeyine hem de rezin matrisine kimyasal bağlantı yapar. Rezin esaslı materyallerin mekanik özellikleri ve minedeki aşındırma davranışları, kırılğan ve karşıt dişin minesinde şiddetli aşındırma meydana getiren cam seramiklere göre önemli avantajlar sağlamaktadır.¹⁶ Bu çalışmanın amacı, endodontik tedavi görmüş aşırı madde kaybına uğramış premolar dişin restorasyonunun CAD/CAM sisteminde tek seansta rezin nano seramik materyalinden yapılan endokron ile sağlanmasının anlatılması ve klinik sonucunun bildirilmesidir.

OLGU SUNUMU

Sağ üst birinci premolar dişinde aşırı madde kaybı olan 16 yaşındaki erkek olgu, dişin restorasyonu talebi ile Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı Kliniği'ne başvurmuştur (Resim 1). Dişin periapikal radyografik muayenesi sonucu endodontik tedavi yapılmış olduğu ve dişte herhangi bir periapikal patoloji olmadığı gözlenmiştir (Resim 2). Klinik muayenesi sonucu klinik mobilite göstermediği, jinjival dokuların sağlıklı olduğu ve kron yapımı için yeterli in-



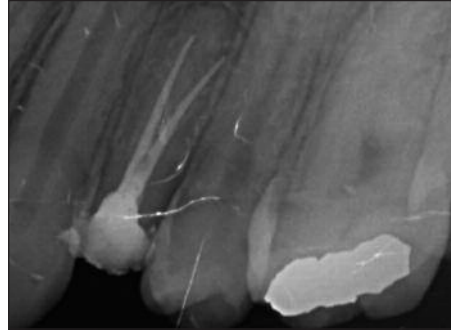
RESİM 1: Olgunun tedavi öncesi ağız içi görünümü.

teroklüzal mesafeye sahip olduğu tespit edilmiştir. Olguya uygulanabilecek tüm tedavi şekilleri detaylıca anlatıldıktan sonra, imzalı bilgilendirilmiş olur alınmıştır.

Dişin restorasyonunun CAD/CAM sistemi kullanılarak tek seansta endokron ile gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Geleneksel tedavi yöntemi olan post ve kor tipi restorasyonların endokronlara göre komplikasyon riskinin daha yüksek olması, daha uzun tedavi aşamaları ve süresi gerektirmesi bu güncel tedavi yönteminin seçimine yol açmıştır. Preparasyon Bindl ve ark. tarafından bildirilen prensiplere uygun şekilde, mevcut vakaya adapte edilerek yapılmıştır.¹⁹ Jinjival marjinler ucu yuvarlatılmış elmas kaplama frezler ile diş eti seviyesinde, “chamfer” basamak şeklinde yüksek devirde hava su soğutması altında hazırlanmıştır. Preparasyonun pulpa odasına uzanan iç kısmında “undercut”lar kaldırılmış, endokrona mekanik tutuculuk ve stabilite sağlamak üzere duvarlar yaklaşık 8-10 derecelik açılanma gösterecek şekilde hazırlanmıştır. Preparasyonun tüm hatları ve açıları yuvarlatılmıştır (Resim 3). Olguya herhangi bir diş eti operasyonu yapılmamıştır.

Dijital modellerin elde edilmesi amacıyla, tasarım modu olarak “Biogeneric Individual” ve restorasyon tipi olarak “Crown Restoration” seçilmiştir. Preparasyon, komşu dişler, karşıt dişler ve kapanış görüntüleri ağız içi kamera (Cerec Om-

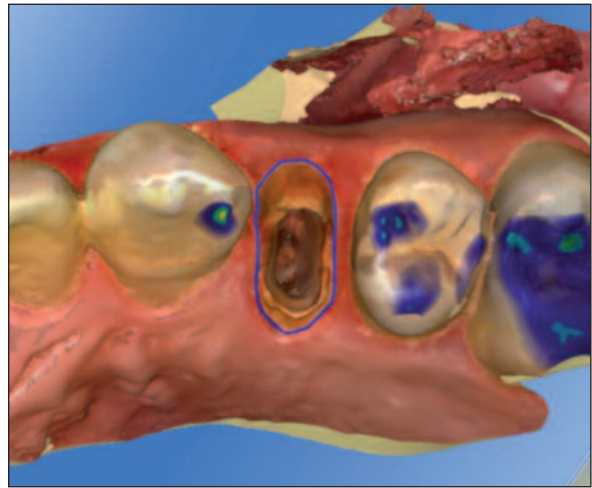
nicam, Sirona Dental Systems, Bensheim, Almanya) alınarak üç boyutlu sanal modeller (Cerec SW 4, Sirona Dental Systems, Bensheim, Almanya) CAD/CAM sisteminin yazılımı tarafından oluşturulmuştur. Model eksenleri belirlendikten sonra restorasyon parametrelerinde siman film kalınlığı 50 mikron olarak belirlenmiştir. Cerec ünitesinin yazılımı (inLab SW 4.2.1.61068, Sirona Dental Systems, Bensheim, Almanya), restorasyonların tasarımı için kullanılmıştır. Marjinler sanal model üzerinde çizilmiştir (Resim 4). Yazılım tarafından tasarlanan restorasyonlar üzerinde bazı modifikasyonlar yapılmıştır (Resim 5a,b,c). Tasarım tamamlandıktan sonra milling işlemine geçilmiştir. Restorasyon rezin CAD/CAM sistemi için üretilmiş nano seramik bloktan (Lava Ultimate Restorative, 3M Espe, St. Paul, ABD) sisteme ait aşındırma üni-



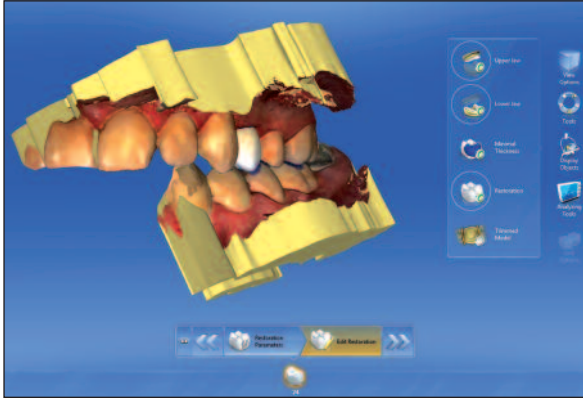
RESİM 2: Tedavi öncesi periapikal radyograf.



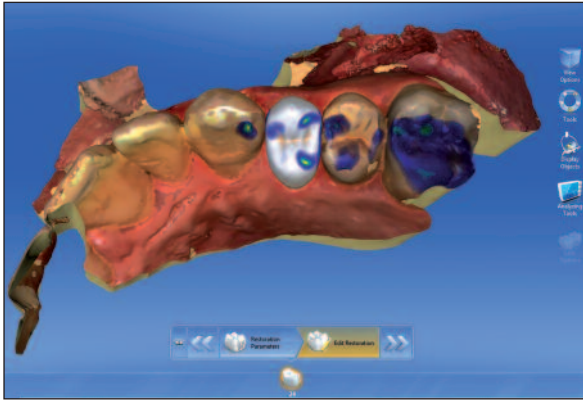
RESİM 3: Diş preparasyonu.



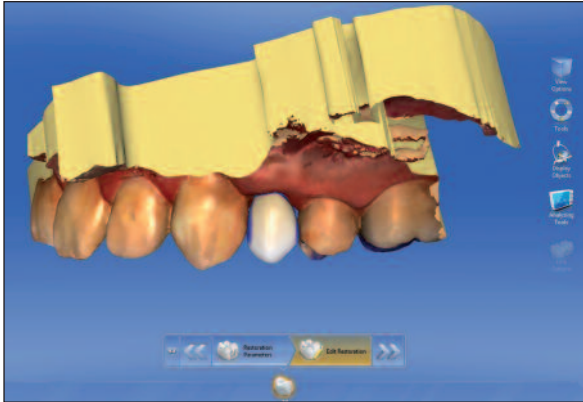
RESİM 4: Cerec yazılımında marjin yerleşiminin belirlenmesi.



RESİM 5a: Cerec yazılımında tasarlanan restorasyonun kapanış durumundaki görüntüsü.



RESİM 5b: Cerec yazılımında tasarlanan restorasyona ait oklüzal kontaktların görüntüsü.



RESİM 5c: Cerec yazılımında tasarlanan restorasyona ait proksimal kontaktların görüntüsü.

tesinde (inLab MC XL, Sirona Dental Systems, Bensheim, Almanya) şekillendirilmiştir (Resim 6a,b).

Ağız içinde uyum, estetik ve oklüzyon açısından provası yapılan restorasyona üretici firmanın talimatları doğrultusunda ağız dışı polisaj (Optra-Fine Diamond Polishing System; Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) uygulanmıştır. Resin nano seramik blokların polisaj işlemleri mekanik olarak yapılmakta ve materyal ilave bir renklendirme veya boyama işlemine izin vermemektedir. Si-mantasyon öncesinde diş yüzeylerine tek aşamalı bonding ajan (TRI-S Bond Plus; Clearfil, Kuraray, Japonya) uygulanmıştır. Restorasyon dual polimerize resin (Panavia F 2.0, Kuraray, Japonya) ile üretici firmanın talimatlarına uygun olarak si-mante edilmiştir (Resim 7a,b). 10 saniye ışınlama yapıldıktan sonra taşan simanlar temizlenmiştir. Sonrasında restorasyon her yüzeyden 20 saniye



RESİM 6a: Cerec yazılımında tasarlanan restorasyon.



RESİM 6b: Cerec "milling" ünitesinde üretilen restorasyon.



RESİM 7a: Tamamlanan restorasyonun kapanış durumundaki görüntüsü.



RESİM 7b: Tamamlanan restorasyonun ağız içi görüntüsü.

olarak ışınlanarak, simanın polimerizasyonunun tamamlanması için hava ile teması kesilmiştir. Marjinler iyice temizlendikten sonra abraziv diskler yardımıyla düzeltilmiştir. Endokronun olgunun kliniğe geldiği seansta üretilip olguya teslim edilmesi ve restorasyonun estetiği olgu tarafından oldukça memnuniyetle karşılanmıştır. Olgu bir, üç, altı ve 12 ay sonra kontrole çağırılmıştır. Bu kontrol seansları boyunca hiçbir mekanik ve biyolojik komplikasyona rastlanmamıştır.

TARTIŞMA

Bu olgu çalışmasında, kron kısmında aşırı madde kaybına sahip endodontik tedavili bir premolar dişin tek seansta CAD/CAM sistemi kullanılarak minimal invaziv şekilde protetik olarak restore edilmesi anlatılmıştır.

Diş hekimliğinde kron protezleri, hastaların diş dokusunda meydana gelen kayıpları onarmak amacıyla uzun yıllardır kullanılmaktadır. Kron ve köprü protezlerinin yapımında geleneksel döküm ve estetik materyal uygulama tekniklerinin yanı

sıra ve günümüzde CAD/CAM teknolojisi de kullanılmaktadır. Bu teknolojiyi sanayi ve endüstrinin birçok alanında çok uzun yıllardır yaygın olarak kullanılmasına karşın, diş hekimliğinde ortalama 30 yıllık bir geçmişe sahiptir.^{20,21} Protetik diş hekimliğinde bu teknoloji kullanılarak geleneksel yöntemlere kıyasla daha uyumlu restorasyonlar, daha hızlı bir şekilde üretilmektedir. Ayrıca, bu yöntemler hasta ve hekim konforunu artırmaktadır. Günümüzde CAD/CAM sistemleri ile inleyonley, laminate veneer, bölümlü kron, tam seramik kron ve köprü sistemleri, hareketli protezlerin iskelet yapıları, implant cerrahisinde kullanılan stentlerin üretilmesi ve implant üst yapıları gibi çok çeşitli uygulamalar yapılabilmektedir.

Aşırı madde kaybı meydana gelmiş kanal tedavili dişlerde geleneksel yaklaşım, diş köklerinden destek alan post, üzerine şekillendirilen kor ve kron restorasyonundan oluşmaktadır.^{18,22,23} Ancak, çok sayıda klinik ve laboratuvar çalışması, kök kanallarına yerleştirilen postun, restorasyonun kor ve kron kısmının tutuculuğuna katkıda bulunurken kökleri zayıflatıcı etkisinin olduğunu ortaya koymuştur.¹⁻⁵ Kök preparasyonu sırasında, kök zayıflamasını engellemek amacıyla, post kor restorasyonlarına alternatif olarak kullanıma sunulan endokronlar diğer bir tedavi seçeneğini oluşturmaktadır.^{14,24} Bu restorasyonlar, pulpa odasının tabanına oturtulmakta ve bütün tüberküleri kaplamaktadır.²⁴⁻²⁶ Daha konservatif bir tedavi şekli olması, üretim süresi boyunca teknik basamakların azaltılması, daha az zaman alması ve tedavi maliyetinin azalması endokronların avantajları arasındadır.^{6,16,25,27,28} Ayrıca endokronlar, geleneksel post restorasyonlarının uygulanamadığı dilasere, kırılmalı ve kısa köklere sahip hastalarda kolaylıkla uygulanabilmektedir.⁶ Ramirez-Sebastia ve ark., farklı uzunluklardaki fiber postlar ve kompozit korlar ile restore edilen endodontik tedavili santral dişlerin kırılma dayanımlarını, seramik endokronların kırılma dayanımları ile karşılaştırmışlardır.²⁵ Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte, post uzunluğunu artırmanın restorasyonların kırılma dayanımı açısından bir farklılık yaratmadığı da belirtilmiştir. Başka bir çalışmada, Biacchi ve Basting, fiber postlar ve endokronlar ile restore edi-

len mandibular molar dişlerde, kırılma dayanımlarını ve kırık tiplerini karşılaştırmışlardır.²⁶ Endokronların kırılma dayanımları, anlamlı olarak daha yüksek bulunurken, endokronlarda meydana gelen kırık tipinin endokronun değil, dişin kırılması şeklinde olduğu belirlenmiştir. Kırılma dayanımındaki artışın rezin siman ile diş yüzeyi arasındaki güçlü bağlantıdan kaynaklandığı ileri sürülmüştür.^{26,29} Ayrıca in vivo ve in vitro çalışmalar, daha küçük yüzey alanına sahip premolar dişlerde de endokronların kullanılabileceğini göstermiştir.^{19,24}

Endokronlarda kullanılan seramik materyaller, diş yapısına bağlantıyı ve monoblok tasarımda yeterli dayanımı sağlayabilmek için asitlenebilir olmalıdır.²⁵ Lityum disilikat seramikler, estetik özellikleri ve yüksek dayanımları sebebiyle endokronlar için en iyi restoratif seçenektir.^{25,30} Son yıllarda üretilen materyaller, stres absorbe etme özelliklerinden ve yüksek tokluklarından dolayı lityum disilikat seramiklere alternatif oluşturmaktadır.^{28,31,32} Bu konuda en yeni olarak üretilen materyallerden biri, CAD/CAM sistemiyle, hasta başında restorasyon üretimine olanak veren, gelecekte ölçü alma yöntemini ve laboratuvar uygulamalarını elimine eden rezin nano seramik restoratif materyallerdir.^{17,25} Bu yeni tip kompozitler, yüksek saflıktaki rezin matrisi içerisine gömülmüş nano seramik partiküllerden oluşmaktadır.^{33,34} Nano seramiklerin bu kendine özgü kompozisyonu, materyalin dentine benzer elastik mo-

düle sahip olmasını sağlamaktadır.¹⁷ Rezin nano seramiklerin diğer bazı CAD/CAM seramiklerine göre avantajı, daha az kırık oluşumuna neden olması ve daha iyi kırılma dayanımı göstermeleridir.^{35,36} El-Damanhoury ve ark., üç farklı CAD/CAM bloktan üretilen (feldspatik porselen, lityum disilikat ve rezin nano seramik) ve molar dişlere uygulanan endokronların kırılma dayanımlarını ve mikro sızıntılarını incelemişlerdir.¹⁷ Araştırmacılar, rezin nano seramik bloklardan üretilen endokronların yüksek kırılma direncine sahip olduğunu ve kırıkların diş yapısından ziyade endokronda meydana gelmesi sayesinde diğer materyallerden yapılan restorasyonlara göre hasarların daha tamir edilebilir olduğunu bildirmişlerdir. Bunun yanında, rezin nano seramiklerin mikro sızıntı miktarlarının diğer restorasyonlardan fazla olması dezavantaj olarak gösterilmiştir.¹⁷

Bu çalışmada, rezin nano seramik bloklardan üretilen endokronun sunumu yapılmıştır. Endokron uygulamasının başarılı olduğu ve olgu tarafından da memnuniyetle karşılandığı belirlenmiştir. Yapılan izlemlerde de herhangi bir komplikasyonla karşılaşılması, rezin nano seramik restorasyonların umut verici olduğunu göstermektedir. Literatürde rezin nano seramiklerin endokron restorasyonlarında kullanımıyla ilgili sınırlı bilgi mevcuttur. Bu restorasyonların klinik performansının değerlendirilebilmesi için uzun dönemli hasta izlem çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Chalifoux PR. Restoration of endodontically treated teeth: review, classification, and post design. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998;10(2):247-54.
2. Slutzky-Goldberg I, Slutzky H, Gorfil C, Smidt A. Restoration of endodontically treated teeth review and treatment recommendations. *Int J Dent* 2009;2009:150251.
3. Cheung W. A review of the management of endodontically treated teeth. Post, core and the final restoration. *J Am Dent Assoc* 2005; 136(5):611-9.
4. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod* 2004;30(5):289-301.
5. Heydecke G, Peters MC. The restoration of endodontically treated, single-rooted teeth with cast or direct posts and cores: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2002;87(4):380-6.
6. Biacchi GR, Mello B, Basting RT. The endocrown: an alternative approach for restoring extensively damaged molars. *J Esthet Restor Dent* 2013;25(6):383-90.
7. Leirskar J, Nordbo H, Thoresen NR, Henaug T, von der Fehr FR. A four to six years follow-up of indirect resin composite inlays/onlays. *Acta Odontol Scand* 2003;61(4):247-51.
8. Pissis P. Fabrication of a metal-free ceramic restoration utilizing the monobloc technique. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1995;7(5):83-94.
9. Tysowsky GW. The science behind lithium disilicate: a metal-free alternative. *Dent Today* 2009;28(3):112-3
10. Bernhart J, Bräuning A, Altenburger MJ, Wrbas KT. Cerec3D endocrowns--two-year clinical examination of CAD/CAM crowns for restoring endodontically treated molars. *Int J Comput Dent* 2010;13(2):141-54.
11. Qin F, Zheng S, Luo Z, Li Y, Guo L, Zhao Y, et al. Evaluation of machinability and flexural strength of a novel dental machinable glass-ceramic. *J Dent* 2009;37(10):776-80.
12. Messer RL, Lockwood PE, Wataha JC, Lewis JB, Norris S, Bouillaguet S. In vitro cytotoxicity of traditional versus contemporary dental ceramics. *J Prosthet Dent* 2003;90(5):452-8.

13. Fages M, Bennasar B. The endocrown: a different type of all-ceramic reconstruction for molars. *J Can Dent Assoc* 2013;79:d140.
14. Bindl A, Mörmann WH. Clinical evaluation of adhesively placed Cerec endo-crowns after 2 years--preliminary results. *J Adhes Dent* 1999;1(3):255-65.
15. Mormann WH, Bindl A, Luthy H, Rathke A. Effects of preparation and luting system on all-ceramic computer-generated crowns. *Int J Prosthodont* 1998;11(4):333-9.
16. Lin CL, Chang YH, Chang CY, Pai CA, Huang SF. Finite element and Weibull analyses to estimate failure risks in the ceramic endocrown and classical crown for endodontically treated maxillary premolar. *Eur J Oral Sci* 2010; 118(1):87-93.
17. El-Damanhoury H, Haj-Ali R, Platt J. Fracture Resistance and Microleakage of Endocrowns Utilizing Three CAD-CAM Blocks. *Oper Dent* 2014; doi: 10.2341/13-143-L.
18. Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1994;71(6):565-7.
19. Bindl A, Richter B, Mörmann WH. Survival of ceramic computer-aided design/manufacturing crowns bonded to preparations with reduced macroretention geometry. *Int J Prosthodont* 2005;18(3):219-24.
20. McLaren EA, Terry DA. CAD/CAM systems, materials, and clinical guidelines for all-ceramic crowns and fixed partial dentures. *Compend Contin Educ Dent* 2002;23(7):637-41.
21. Kelly JR. Dental ceramics: current thinking and trends. *Dent Clin North Am* 2004;48(2): 513-30.
22. Ree M, Schwartz RS. The endo-restorative interface: current concepts. *Dent Clin North Am* 2010;54(2):345-74.
23. Heydecke G, Butz F, Strub JR. Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different post and core systems: an in-vitro study. *J Dent* 2001; 29(6):427-33.
24. Forberger N, Göhring TN. Influence of the type of post and core on in vitro marginal continuity, fracture resistance, and fracture mode of lithia disilicate-based all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 2008;100(4):264-73.
25. Ramirez-Sebastià A, Bortolotto T, Cattani-Lorente M, Giner L, Roig M, Krejci I. Adhesive restoration of anterior endodontically treated teeth: influence of post length on fracture strength. *Clin Oral Investig* 2014;18(2):545-54.
26. Biacchi GR, Basting RT. Comparison of fracture strength of endocrowns and glass fiber post-retained conventional crowns. *Oper Dent* 2012;37(2):130-6.
27. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int* 2008;39(2):117-29.
28. Rocca GT, Rizcalla N, Krejci I. Fiber-reinforced resin coating for endocrown preparations: a technical report. *Oper Dent* 2013; 38(3):242-8.
29. Kelly JR. Dental ceramics: what is this stuff anyway? *J Am Dent Assoc* 2008;139 Suppl: 4S-7S.
30. Ferrari M, Cagidiaco MC, Goracci C, Vichi A, Mason PN, Radovic I, et al. Long-term retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent* 2007;20(5): 287-91.
31. Magne P, Knezevic A. Simulated fatigue resistance of composite resin versus porcelain CAD/CAM overlay restorations on endodontically treated molars. *Quintessence Int* 2009; 40(2):125-33.
32. Lin CL, Chang YH, Pa CA. Estimation of the risk of failure for an endodontically treated maxillary premolar with MODP preparation and CAD/CAM ceramic restorations. *J Endod* 2009;35(10):1391-5.
33. Arocha MA, Basilio J, Llopis J, Di Bella E, Roig M, Ardu S, et al. Colour stainability of indirect CAD-CAM processed composites vs. conventionally laboratory processed composites after immersion in staining solutions. *J Dent* 2014; 42(7):831-8.
34. Koller M, Arnetzl GV, Holly L, Arnetzl G. Lava ultimate resin nano ceramic for CAD/ CAM: customization case study. *Int J Comput Dent* 2012;15(2):159-64.
35. Chen C, Trindade FZ, de Jager N, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. The fracture resistance of a CAD/CAM Resin Nano Ceramic (RNC) and a CAD ceramic at different thicknesses. *Dent Mater* 2014;30(9):954-62.
36. Magne P, Schlichting LH, Maia HP, Baratieri LN. In vitro fatigue resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic posterior occlusal veneers. *J Prosthet Dent* 2010;104(3): 149-57.