

Aşırı Kuron Hasarı Olan Maksiller Ön Dişlerde Polietilen Fiber ve Cam Fiber Destekli Restorasyonların Kırık Dayanımlarının ve Onarılabilirliğinin Değerlendirilmesi: İn Vitro Çalışma

Evaluation of Fracture Strength and Repairability of Polyethylene Fiber and Glass Fiber Restorations in Maxillary Anterior Teeth with Excessive Crown Damage: In Vitro Study

Yağmur KILIÇ^a, Şule SOYSAL^a, Emrah KARATAŞLIOĞLU^a

^aİzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti ABD, İzmir, TÜRKİYE

ÖZET Amaç: Çalışmamızın amacı, koronal madde kayıplı maksiller santral dişlerde cam fiber post ve polietilen şerit fiber kullanılarak yapılan restorasyonların kırık dayanımları ve yeniden restore edilebilirliği değerlendirmektir. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmaya dâhil edilen 48 adet maksiller santral dişin koronal segmentleri, palatinalde mine-sement seviyesinde, bukkalda ise mine-sement seviyesinin 2 mm koronalinde olacak şekilde uzaklaştırıldı. Bu şekilde koronal madde kaybı oluşturulan dişlerin kanal boyunda Protaper Universal döner alet eğeleri ile F5 boyda genişletilip, kanal dolmaları yapıldı. Her birinde 24 örnek bulunan 2 deney grubu oluşturuldu. Kanal dolgularının cam fiber grubunda 9 mm'si, polietilen fiber grubunda ise 2 mm'si çıkarılarak fiberler yerleştirildi ve simantasyon yapıldı. Kor yüksekliği 4 mm olacak şekilde restorasyon tamamlanıp, örnekler akril bloklar içine gömüldü. Örnekler universal test cihazında (AG-5 kNG, Shimadzu, Tokyo, Japonya) 0,5 mm/dk hızla ve palatinal yüzeyden kökün uzun aksıyla 45° açı oluşturacak şekilde, örnek kırılana kadar kuvvet uygulandı. Veriler t-testi kullanılarak analiz edildi (p=0,05). **Bulgular:** Cam fiber grubunda ortalama kırık direnci 430±112 N, polietilen fiber grubunda ise 364±154 N olarak bulunmuştur. Cam fiber grubunda 7, polietilen fiber grubunda 13 dişte katastrofik kırık; buna karşılık cam fiber grubunda 17, polietilen fiber grubunda 11 dişte nonkatastrofik kırık izlenmiştir. **Sonuç:** Bu çalışma sonuçlarına göre anterior bölgede restorasyon için kullanılan post-kor sisteminin türü dişlerin kırılma direncini değiştirmektedir, fakat bu değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir (p>0,05). Cam fiber kullanılan dişlerde oluşan kırıkların restore edilebilirlik özelliği daha yüksektir.

ABSTRACT Objective: The purpose of our study, to evaluate the fracture strength and repairability of restorations with glass fiber post and polyethylene fiber in maxillary central teeth with coronal tooth structure loss. **Material and Methods:** The 48 maxillary central teeth's coronal segments that included in the study were removed at different levels according to the cement enamel junction. After the canal length was determined, the root canals prepared with Protaper Universal F5 and filled with suitable gutta. In the glass fiber group (n=24) and the polyethylene-fiber group (n=24), 9 mm and 2 mm gutta percha were removed, respectively and fibers were placed. The restoration was completed and the samples were placed in acrylic blocks. A force was applied to the specimens at a speed of 0.5 mm/min in a universal test device (AG-5 kNG, Shimadzu, Tokyo, Japan) and at an angle of 45°-degrees from the palatinal surface to the long axis of the root. Data were analyzed using the t-test (p=0.05). **Results:** The average fracture resistance in the glass fiber group was 430±112 N, and 364±154 N in the polyethylene-fiber group. Catastrophic fractures occurred in 7 and 13 teeth in the glass fiber group and the polyethylene fiber group, respectively. On the other hand, non-catastrophic fractures were observed in 17 teeth in the glass fiber group and 11 teeth in the polyethylene fiber group. **Conclusion:** According to the results of this study, the type of post-core system used for restoration in the anterior region changes the fracture resistance of teeth, this difference is not statistically significant (p>0.05). The repairability of the fractures in the teeth with glass fiber is higher than other group.

Anahtar Kelimeler: Polietilen fiber; cam fiber; kırık dayanımı; restore edilebilirlik

Keywords: Polyethylene-fiber; glass fiber; fracture resistance; repairability

Koronal kısımlarında çeşitli nedenlerle aşırı madde kaybına uğrayan dişler, restorasyona tutuculuk sağlamak, kalan diş yapısını desteklemek ve kayıp

dokuları yerine koymak amacıyla post-kor sistemleri kullanılarak restore edilebilmektedir.¹⁻⁴ Aşırı madde kayıplı dişlerde yıllarca metalik post-kor sistemleri

Correspondence: Yağmur KILIÇ
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti ABD, İzmir, TÜRKİYE/TURKEY
E-mail: yagmursati@icloud.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences.

Received: 20 Nov 2020

Received in revised form: 10 May 2021

Accepted: 01 Jun 2021

Available online: 07 Jun 2021

2146-8966 / Copyright © 2021 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

restorasyona daha iyi destek sağlayacakları varsayılarak tercih edilmiş olsa da;¹ metal ve dentin arasındaki elastiklik farkı, dentin üzerindeki stres konsantrasyonunu artırarak kama etkisinin ortaya çıkmasına ve kök kırıklarının oluşmasına sebep olmaktadır.⁵⁻⁹ Ayrıca kıymetsiz metal alaşımından yapılan postların rijit olması, korozyona uğraması ve nikel alerjisine yol açması bu postlara ait dezavantajlarından biridir.¹⁰ Buna karşılık, aşırı madde kayıplı dişlerde yapılan restorasyonlarda dentine benzer elastisite modülüne sahip materyallerin kullanılması klinik başarıyı artırmaktadır.¹¹

Fiberle güçlendirilmiş kompozit materyaller üzerine yapılan in vitro çalışmalarda; fiberlerin polimer matriks ile bağlanmasının iyi olduğu ve yüksek kırılma direnci göstermeleri nedeniyle birlikte kullanıldıkları materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerini artırdığı belirtilmiştir.^{12,13} Bu çalışmalara ek olarak, prefabrik cam fiber post ile rezin kompozit kullanılarak restore edilen diş yapılarının yüksek kırılma direnci gösterdiğini bildiren çalışmalar da mevcuttur.^{14-17.}

Kök pulpasının sağlam kaldığı, aşırı madde kaybı gösteren dişlere uygulanan vital pulpa tedavilerinde; örgü şerit polietilen fiberlerin (Ribbond, Ribbond Inc, Seattle, WA) kullanılması sağlam bir restorasyon için alternatif bir tedavi şekli olabilmektedir.¹⁸ Elastiklik özellikleri dentine benzer olan örgü fiberlerin hem dentin hem de kor yapısına bağlanarak, kök boyunca dengeli kuvvet dağılımını sağlayan monoblok bir dentin-post-kor sistemi oluşturduğu iddia edilmektedir.¹⁹ Ayrıca geleneksel metalik postların aksine ışık iletimine izin vererek daha iyi estetik özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir.²⁰

Literatür taraması yapıldığında polietilen şerit fiber ve cam fiber postlarla ilgili pek çok çalışmayla karşılaşılmıştır, ancak bu post sistemlerini kırık dayanımı ve yapılan restorasyonun onarılabilişliği açısından değerlendiren çalışma mevcut değildir. Bu çalışmanın amacı, koronal madde kayıplı maksiller santral dişlerde cam fiber post ve polietilen şerit fiber kullanılarak yapılan restorasyonların, kırık dayanımlarını ve bu materyallerle yapılan restorasyonlarda oluşan kırıkların onarılabilişliğini değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışma için Grişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan alınan onay ile periodontal ve protetik nedenlerle çekilmiş dişler toplandı (No: 2020/1129). Bu çalışmada; kök gelişimi tamamlanmış, periodontal ve protetik nedenlerle çekilmiş, çatlak, kırık, eski restorasyon ya da eğimli kanalları içermeyen 48 adet maksiller santral kesici insan dişi kullanıldı. Daha önce kanal tedavisi olan dişler çalışma dışı bırakıldı. Çalışmaya dâhil edilen tüm örnekler; kanal genişletme, doldurma ve kırma prosedürleri sırasında distile su içinde saklandı.

Çalışmamızda doğal kırık hatlarına benzer kırık hattı oluşturmak için bir ön çalışma yapıldı. Ön çalışmada 30 adet sağlam santral kesici dişe kökün uzun aksıyla 45° açı yapacak şekilde universal test cihazı (AG-5 kNG, Shimadzu, Tokyo, Japonya) ile bukkal yüzeyden 0,5 mm/dk hızda kuvvet uygulandı. Örneklerin %83,3'ünde (25/30), mine-sement seviyesine göre bukkal yüzeyde daha korondan başlayıp palatinal yüzeyde daha apikalde sonlanan oblik kırık hatlarının varlığı saptandı. Bu veriye dayanarak çalışmamızda kullanacağımız 48 dişin koronal segmentleri doğal oblik kırılma hattını simüle edebilmek için yüksek hızlı bir elmas fissür frez aracılığıyla, su soğutması altında, palatinalde mine-sement seviyesinde ve bukkalde mine-sement seviyesinin 2 mm koronalinde olacak şekilde kesilerek uzaklaştırıldı. Giriş kavitesinin preperasyonunun ardından kalan pulpa dokusu çıkarıldı. Kök kanallarının boyları, #10 K tipi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kanal aletinin apikal foramenden çıktığı yerden 1 mm kısa olacak şekilde belirlendi. Tüm kök kanalları Protaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) nikel-titanyum döner alet sistemi kullanılarak final eğesi F5 olacak şekilde genişletildi. Her bir eğe değişiminde 2 mL %5,25'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) solüsyonu ile irrigasyon yapıldı. Final irrigasyonunda; 2 mL %5,25'lik NaOCl, 2 mL %17'lik etilendiamintetraasetik asit solüsyonu kullanıldı. Kanallar, kağıt konlar yardımıyla kurutuldu ve lateral kondansasyon yöntemiyle gütaperka ve AH plus (Dentsply De Trey GmbH, Konstanz, Germany) kanal patı kullanılarak dolduruldu. Ardından 37° C'de

%100 nemli ortamda 48 saat süreyle bekletilen örnekler, cam fiber grubu ve polietilen fiber grubu olmak üzere rastgele 2 çalışma grubuna ayrıldı (n=24).

CAM FİBER GRUBU

Fiber postu yerleştirmek amacıyla kök kanal dolgusunun giriş kavitesinin yüksek kenarı seviyesinden apikal yönde 9 mm'si post frezi (New Snowlight-16, İsviçre) yardımıyla çıkarıldı (Resim 1). 1,1 mm çapındaki cam fiberler (Angelus, Londrina, PR, Brezilya) hazırlanan boşluklara adapte edilerek pozisyonları kontrol edildi. Kanalın içi ve dişin mine dentin dokusu %37'lik fosforik asit (Ivoclar Vivadent, Total etch, Almanya) ile 15 sn pürüzlendirildi. Asitin ortamdaki su yardımıyla uzaklaştırılmasından sonra Dual cure rezin siman (Panavia SA Cement Plus, Kuraray, Japonya) kanal içine üretici firmanın talimatına göre uygulandı ve fiber post kanala yerleştirildi. Polimerizasyon sonrası fiber postun koronal kısmı 3 mm olacak şekilde kesilerek, 4 mm yüksekliğinde kompozit rezin (Esthetix, Dentsplay, ABD) ile kor restorasyonu tamamlandı (Şekil 1).

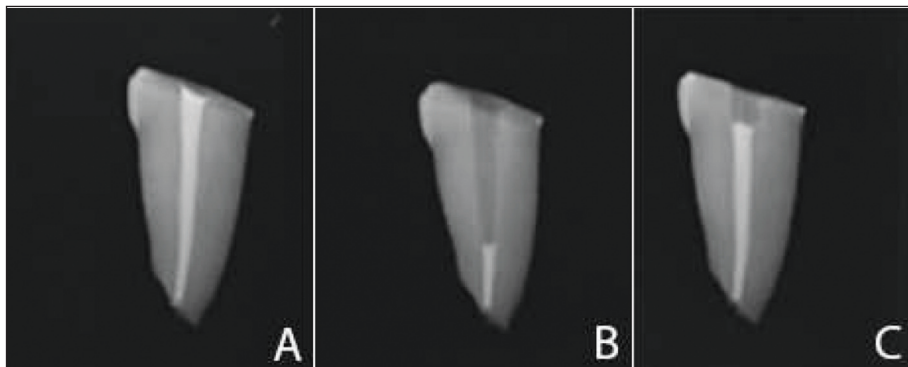
POLİETİLEN FİBER GRUBU

Polietilen şerit fiberleri yerleştirmek amacıyla kök kanal dolgusunun, giriş kavitesinin yüksek kenarı seviyesinden apikal yönde 2 mm'si çelik rond frez (Kerr Dental, Orange, California, ABD) yardımıyla çıkarıldı (Resim 1). Kanalın içi ve dişin mine dentin

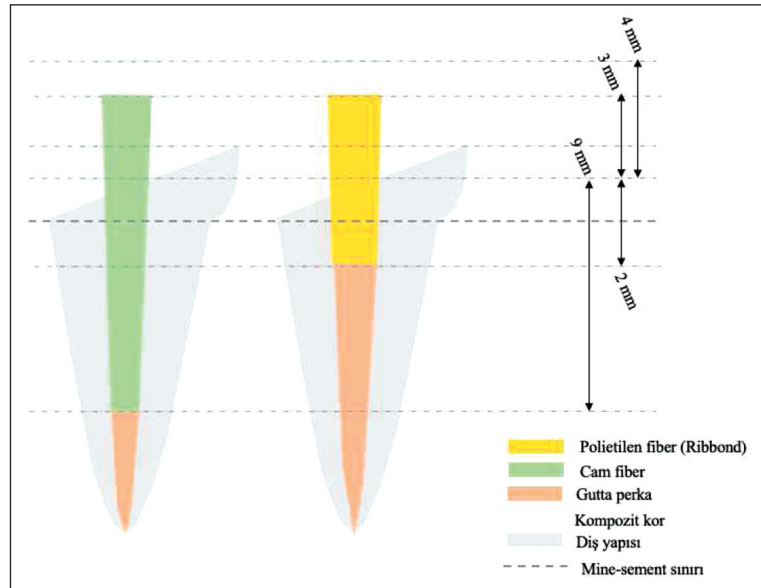
dokusu %37'lik fosforik asit ile üretici talimatlarına göre 15 sn pürüzlendirildi.

Polietilen şerit fiberler her diş için 2 adet olacak şekilde 5 mm uzunluğunda kesildi. Bond (Clearfil SE Bond, Kuraray, Japonya) ile ıslatılıp, fazlalığı peçeteye emdirilen polietilen şerit fiberlerden ilki küt uçlu özel sond yardımıyla tam ortasından kanal içine doğru itilerek post boşluğunun tabanına oturtuldu. Ardından, 2. şerit fiber de ilk parçaya dik olarak giriş kavitesinin yüksek kenarı seviyesine göre 2 mm'si apikalde, 3 mm'si koronalde olacak şekilde konumlandırıldı. Dual cure rezin siman kavite içerisine üretici firmanın talimatına göre uygulanıp polimerize edildi. Kor yüksekliği 4 mm olacak şekilde kompozit rezinle restorasyon tamamlandı (Şekil 1).

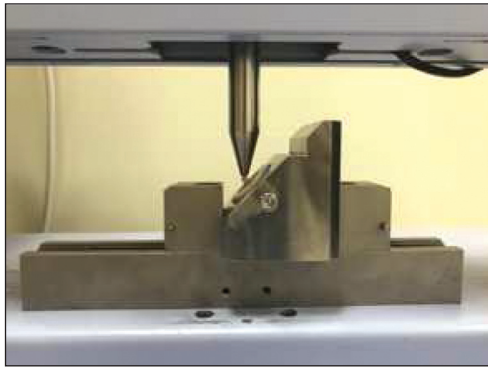
Tüm örnekler alüminyum folyo ile kaplanarak mine-sement seviyesine göre koronal 2 mm'si dışarda kalacak şekilde akril bloklar içerisine gömüldü. Polimerizasyon sonrası dişler yerlerinden çıkarılarak folyo temizlendi ve yapay periodontal ligament oluşturmak amacıyla boş soketler silikon ölçü materyaliyle dolduruldu. Dişler tekrar aynı akril soketlere yerleştirildi. Tüm örnekler universal test cihazında 0,5 mm/dk hızla ve palatinal yüzeyden kökün uzun aksıyla 45° açı oluşturacak şekilde, örnek kırılana kadar kademeli olarak artan kuvvet uygulandı (Resim 2). Elde edilen değerler, Newton (N) cinsinden kaydedildi. Veriler, t-testi kullanılarak analiz edildi. Önem değeri 0,05 olarak belirlendi.



RESİM 1: Kök kanal dolumu sonrası hazırlanan fiber yuvalarının röntgen görüntüsü. A) Dolu kanal. B) Cam fiber post için hazırlanan kavite. C) Polietilen fiber için hazırlanan kavite.



ŞEKİL 1: Cam fiber ve polietilen fiber grubu için hazırlanan örneklerin şematik gösterimi (farklı materyaller farklı renklerde ifade edilmiştir).



RESİM 2: Universal test makinesi üzerinde 45° açı ile hazırlanan kırma düzeneği (AG-5 kNG, Shimadzu).

BULGULAR

Her 2 grup için de stres değerinin aritmetik ortalaması ve standart sapması Tablo 1’de sunulmuştur. Cam fiber post grubunun kırılma direnci (430 ± 112 N), polietilen fiber grubundan (364 ± 154 N)

daha yüksek olmasına rağmen gruplar arasındaki bu fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Kor ile birlikte kök kırığı oluşan dişler restore edilemez (katastrofik) kırık olarak, kök kırığı olmaksızın tamamen veya kısmen kor ayrılması görülen dişler, restore edilebilir (nonkatastrofik) kırık olarak isimlendirilir. Çalışmamızda cam fiber grubunda 7, polietilen fiber grubunda ise 13 dişte katastrofik kırık izlenmiştir. Nonkatastrofik kırıklı diş sayısı cam fiber grubunda 17, polietilen fiber grubunda 11 olarak bulunmuştur. Her bir grup için oluşan kırık tipleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

TARTIŞMA

Post uygulamaları sonucu, kök kanal boşluğu yumuşak pulpa dokusundan farklı sertlikte bir malzeme ile doldurulduğu için doğal dişlerden farklı olan stres dağılımları meydana gelebilir.²¹

TABLO 1: Cam fiber ve polietilen fiber gruplarının ortalama kırılma direnci değerleri, katastrofik ve nonkatastrofik kırıklı diş sayıları (üst indisler gruplar arasında istatistiksel olarak fark olmadığını göstermektedir).

Gruplar	Kırık dayanımı \pm SS	Katastrofik kırıklı diş	Nonkatastrofik kırıklı diş
Cam fiber (n=24)	430 ± 112^a N	7	17
Polietilen fiber (n=24)	364 ± 154^a N	13	11

SS: Standart sapma; N: Newton.

Metal postların, elastik modüllerinin yüksek olmasından dolayı daha yüksek kuvvetlere dayanabileceği bilinmektedir, fakat bu konudaki çalışmalarda metal postların üzerine gelen kuvvetlerin doğrudan diş yapısına iletildiği, post üzerinde biriken enerjinin dentine aktararak kama etkisiyle vertikal kırık oluşturduğu gösterilmiştir.^{22,23} Ayrıca yüksek elastiklik modülüne sahip olan döküm postlarda katastroofik vertikal kök kırıkları sıklıkla gözlenirken, görece olarak daha esnek olan fiber postlarda genellikle postla beraber korunmuş diş yüzeyinden adeziv olarak ayrılmalara gözlenmiştir.²⁴ Cam fiber postlar, metal postlara göre daha az dirençli olmasına rağmen, elastik modüllerinin dentininkine yakın olması nedeniyle dentinde çatlak başlangıcını ve ilerlemesini daha az indükledikleri öne sürülmüştür.²² Sapna ve ark., diş rengindeki fiber postların; estetik ve bağlanma özelliklerinin iyi olması, daha az sayıda seansta uygulanması ve post yuvalarının dişten minimum madde kaybıyla hazırlanmasına olanak tanınması gibi önemli avantajlara sahip olduğunu belirtmişlerdir.²⁵

Özçopur ve ark., ribbond kullanımı esnasında dentinden madde kaybı oluşturulmadığı, özellikle ince dentin duvarlarına sahip dişlerde restorasyon için uygun bir materyal olarak değerlendirilebileceğini belirtmiştir.²⁶ Buna ek olarak Belli ve ark., diş yapısını güçlendirmek için akışkan kompozit içerisine polietilen fiber şerit yerleştirmiş ve fiberin kompozitle bütünlük oluşturarak, endodontik olarak tedavi edilmiş dişlerin kırılma dayanımının önemli ölçüde artırdığı sonucuna varmıştır.²⁷ Khan, yaptığı çalışmada 3 yüzlü kavitelere kompozit restorasyonlar altında polietilen şerit fiber ve cam fiber kullanarak istatistiksel fark yaratmadan, her 2 grupta da kırık dayanımının önemli ölçüde arttığını göstermiştir.²⁸

Çalışmamızda, polietilen fiber ve cam fiber kullanılarak oluşturulan kor yapılarının kırık dayanımları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Bu nedenle hem polietilen şerit fiber hem de cam fiberle desteklenen kompozitler, zayıf dişlerin restorasyonu için kullanılabilir. Çalışmamızda restore edilebilir kırıklı diş sayısı cam fiber grubunda, polietilen fiber grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Cam fiber grubunda sıklıkla kor ayrılması görülürken, polietilen fiber grubunda ise vertikal kırık izlen-

miştir. Bu sonuçlara göre polietilen fiberin oluşturduğu monoblok yapının vertikal kırık etkeni olabileceği düşünülmektedir.

Li ve ark., dentine yakın elastiklik modüle sahip olan siman kullanımının, zayıflamış kökü güçlendirdiği ve dentin içindeki stresi azalttığını bildirmiştir.²⁹ Yapılan bir derlemede de kullanılan materyallerin hem birbirleriyle hem de diş dokularıyla benzer fiziksel özellikler göstermesi ve kusursuz bir bağlanma oluşturmasıyla monoblok konseptine uygun restorasyonlar yapılabileceği gösterilmiştir.³⁰ Restorasyonda kullanılan materyal çeşidinin azalması da restorasyon için kritik bölgeleri oluşturan arayüz sayısını da azaltmaktadır. Dentine benzer fiziksel özellikleri nedeniyle çalışmamızda dual-cure rezin siman kullanılmıştır. Fakat örnek gruplarının tamamında aynı tip siman kullanıldığı için siman türünün kırık dayanımına ve tipine etkisi yorumlanamamıştır.

Suzuki ve ark., ferrule etkisinin olmadığı örneklerdeki stres dağılımının, kron restorasyon materyalinden ve simantasyon için kullanılan malzemelerin tiplerinden etkilendiğini belirtmiştir.³¹ Evangelinaki ve ark. da protetik kron yapımında kullanılan malzeme tiplerinin, kırılma direncini önemli ölçüde değiştirdiğini bildirmişlerdir.³² Bu çalışmanın amacı, endodontik tedavi görmüş aşırı madde kayıplı dişlerin restorasyonunda kullanılan farklı tip post-kor sistemlerinin kırılma direncine etkilerini değerlendirmektir. Bu nedenle, kron malzemelerinin mekanik özelliklerine dayanan karışık değişkenleri ortadan kaldırmak için yükleme testleri kron yokluğunda yapılmıştır.

SONUÇ

Bu çalışma sonuçlarına göre anterior bölgede restorasyon için kullanılan post-kor sisteminin türü dişlerin kırılma direncini değiştirmektedir, fakat bu değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir. Çalışma sonuçlarına göre restore edilebilir olmayan kırıklar, cam fiber postlara kıyasla polietilen fiberlerde daha sık görülür.

Teşekkür

Çalışmadaki bilimsel desteklerinden ötürü Prof. Dr. Beyser Pişkin'e teşekkürlerimizi sunarız.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Bu çalışma hazırlanırken tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Bacchi A, Caldas RA, Schmidt D, Detoni M, Matheus Albino Souza, Cecchin D, et al. Fracture strength and stress distribution in premolars restored with cast post-and-cores or glass-fiber posts considering the influence of ferrule. *Biomed Res Int*. 2019;2019:2196519. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Jagannath-Torvi S, Kala M. Restore the natural-a review and case series report on reattachment. *J Clin Exp Dent*. 2014;6(5): e595-8. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Zogheib LV, Pereira JR, do Valle AL, de Oliveira JA, Pegoraro LF. Fracture resistance of weakened roots restored with composite resin and glass fiber post. *Braz Dent J*. 2008;19(4):329-33. [Crossref] [PubMed]
- Tonini R. An innovative method for fragment reattachment after complicated crown fracture. *J Esthet Restor Dent*. 2017;29(3):172-7. [Crossref] [PubMed]
- Wu X, Chan AT, Chen YM, Yip KH, Smales RJ. Effectiveness and dentin bond strengths of two materials for reinforcing thin-walled roots. *Dent Mater*. 2007;23(4):479-85. [Crossref] [PubMed]
- Santos-Filho PC, Verissimo C, Raposo LH, Noritomi MecEng PY, Marcondes Martins LR. Influence of ferrule, post system, and length on stress distribution of weakened root-filled teeth. *J Endod*. 2014;40(11):1874-8. [Crossref] [PubMed]
- Torbjörner A, Fransson B. A literature review on the prosthetic treatment of structurally compromised teeth. *Int J Prosthodont*. 2004;17(3): 369-76. [PubMed]
- Lui JL. Composite resin reinforcement of flared canals using light-transmitting plastic posts. *Quintessence Int*. 1994;25(5):313-9. [PubMed]
- Fernandes AS, Dessai GS. Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: a review. *Int J Prosthodont*. 2001;14(4):355-63. [PubMed]
- Shillingburg H, Hobo S, Whitsett L, Jacobi R, Brackett S. Preparations for extensively damaged teeth. *Fundamentals of Fixed Prosthodontics*. 3rd ed. IL, USA: Quintessence Publishing;1997. p.181-209. [Link]
- Ferrari M, Vichi A, Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *Am J Dent*. 2000;13(Spec No):15B-18B. [PubMed]
- Rocha R de O, das Neves LT, Marotti NR, Wanderley MT, Corrêa MS. Intracanal reinforcement fiber in pediatric dentistry: a case report. *Quintessence Int*. 2004;35(4):263-8. [PubMed]
- Viera CL, Ribeiro CC. Polyethylene fiber tape used as a post and core in decayed primary anterior teeth: a treatment option. *J Clin Pediatr Dent*. 2001;26(1):1-4. [Crossref] [PubMed]
- Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod*. 2004;30(5):289-301. [Crossref] [PubMed]
- Gu XH, Kern M. Fracture resistance of crowned incisors with different post systems and luting agents. *J Oral Rehabil*. 2006; 33(12):918-23. [Crossref] [PubMed]
- Chuang SF, Yaman P, Herrero A, Dennison JB, Chang CH. Influence of post material and length on endodontically treated incisors: an in vitro and finite element study. *J Prosthet Dent*. 2010;104(6):379-88. [Crossref] [PubMed]
- Torres-Sánchez C, Montoya-Salazar V, Córdoba P, Vélez C, Guzmán-Duran A, Gutierrez-Pérez JL, et al. Fracture resistance of endo dantically treated teeth restored with glass fiber reinforced posts and cast gold post and cores cemented with three cements. *J Prosthet Dent*. 2013;110(2):127-33. [Crossref] [PubMed]
- Shah PV, Lee JY, Wright JT. Clinical success and parental satisfaction with anterior veneered primary stainless steel crowns. *Pediatr Dent*. 2004;26(5):391-5. [PubMed]
- Deliperi S, Bardwell DN, Coiana C. Reconstruction of devital teeth using direct fiber-reinforced composite resins: a case report. *J Adhes Dent*. 2005;7(2):165-71. [PubMed]
- Piovesan EM, Demarco FF, Cenci MS, Pereira-Cenci T. Survival rates of endodontically treated teeth restored with fiber-reinforced custom posts and cores: a 97-month study. *Int J Prosthodont*. 2007;20(6):633-9. [PubMed]
- Vachhani KA, Asnani MM. "Evaluation of fracture strength of teeth restored with different types of posts luted with different luting cements": an in vitro study. *Niger J Clin Pract*. 2015;18(3):411-5. [Crossref] [PubMed]
- Barcellos RR, Correia DP, Farina AP, Mesquita MF, Ferraz CC, Cecchin D. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with intra-radicular post: the effects of post system and dentine thickness. *J Biomech*. 2013;46(15):2572-7. [Crossref] [PubMed]
- de Miranda Coelho CS, Biffi JCG, da Silva GR, Abrahão A, Campos RE, and Soares CJ. Finite element analysis of weakened roots restored with composite resin and posts. *Dental Materials Journal*. 2009;28(6):671-8. [Crossref] [PubMed]
- Franco EB, Lins do Valle A, Pompéia Fraga de Almeida AL, Rubo JH, Pereira JR. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with glass fiber posts of different lengths. *J Prosthet Dent*. 2014;111(1):30-4. [Crossref] [PubMed]
- Sapna CM, Priya R, Sreedevi NB, Rajan RR, Kumar R. Reattachment of fractured tooth fragment with fiber post: a case series with 1-year followup. *Case Rep Dent*. 2014;2014:376267. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Ozcopur B, Akman S, Eskitascioglu G, Belli S. The effect of different posts on fracture strength of roots with vertical fracture and re-attached fragments. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2010;37(8):615-23. [Crossref] [PubMed]
- Belli S, Cobankara FK, Eraslan O, Eskitascioglu G, Karbhari V. The effect of fiber insertion on fracture resistance of endodontically treated molars with MOD cavity and reattached fractured lingual cusps. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2006;79(1):35-41. [Crossref] [PubMed]
- Khan SI, Anupama R, Deepalakshmi M, Kumar KS. Effect of two different types of fibers on the fracture resistance of endodontically treated molars restored with composite resin. *J Adhes Dent*. 2013;15(2):167-71. [PubMed]
- Li LL, Wang ZY, Bai ZC, Mao Y, Gao B, Xin HT, et al. Three-dimensional finite element analysis of weakened roots restored with different cements in combination with titanium alloy posts. *Chin Med J (Engl)*. 2006; 20:119(4):305-11. [Crossref] [PubMed]
- Karaçolak G, Türkün LŞ. Geçmişten günümüze postlar, yapıştırıcı simanlar ve kor materyalleri [Posts, luting cements and core materials from past to present]. *Atatürk Üni Diş Hek Fak Derg*. 2015;25(3):399-407. [Crossref]
- Suzuki C, Miura H, Okada D, Komada W. Investigation of stress distribution in roots restored with different crown materials and luting agents. *Dent Mater J*. 2008;27(2):229-36. [Crossref] [PubMed]
- Evangelinaki E, Tortopidis D, Kontonasaki E, Fragou T, Gogos C, Koidis P. Effect of a crown ferrule on the fracture strength of endodontically treated canines restored with fiber posts and metal-ceramic or all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont*. 2013;26(4):384-7. [Crossref] [PubMed]