

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ



**Farklı Tekniklerle Restore Edilmiş Kök Kanal Tedavili
Premolar Dişlerdeki Kırılma Dirençlerinin İncelenmesi**

Proje No: TSA-2014-5439

Normal Araştırma Projesi

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:
Yrd. Doç. Dr. Tuğrul ASLAN
Diş Hekimliği Fakültesi

Araştırmacılar:
Prof. Dr. Burak SAĞSEN
Prof. Dr. Özgür ER
Doç. Dr. Yakup ÜSTÜN
Araş. Gör. Firdevs AKPEK

Aralık 2016

KAYSERİ

TEŞEKKÜR

TSA-2014-5439 no'lu “Farklı Tekniklerle Restore Edilmiş Kök Kanal Tedavili Premolar Dişlerdeki Kırılma Dirençlerinin İncelenmesi” isimli normal araştırma projemize verdiği destekten ötürü Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne içten teşekkürlerimizi sunarız.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	5
ABSTRACT	5
1. GİRİŞ	7
2. GENEL BİLGİLER	8
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER	9
4. BULGULAR	11
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	12
6. KAYNAKLAR	14

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın hedefi, farklı koronal restorasyon tekniklerinin mandibular premolar dişlerin kırılma dirençleri üzerine etkilerinin araştırılması idi.

Gereç ve Yöntemler: 120 mandibular premolar diş seçildi ve rastgele olacak şekilde 8 gruba dağıtıldı (n=15). Mezyal-oklüzal-distal (MOD) kaviteler kontrol grubu haricinde açıldı. Dişlere giriş kaviteleri açıldı ve köklerin kök kanal tedavileri tamamlandı. Her bir diş akrilik rezin içerisine gömüldü ve periodontal ligamentler simüle edildi. Gruplar; **G1:** Sağlam dişler (kontrol grubu), **G2:** Doldurulmamış MOD kavite, **G3:** MOD + kompozit rezin (KR), **G4:** Uzun fiber post + KR, **G5:** Kısa fiber post + KR, **G6:** Oklüzal yüzeyde polietilen fiber + KR, **G7:** Kavite tabanında polietilen fiber + KR, **G8:** Horizontal fiber post + KR. Örnekler kırılana kadar universal test cihazında yükler uygulandı. Kırılma yükleri ve kırık paternleri kaydedildi. Elde edilen veriler istatistiksel analize tabi tutuldu ($\alpha=0.05$).

Bulgular: En yüksek kırılma dirençleri Grup 1, Grup 6 ve Grup 8’de gözlemlendi, fakat bu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0,05$). Bu grupları, Grup 3, Grup 4, Grup 5 ve Grup 7 izlemekteydi ve bu gruplar arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu ($p>0,05$). Grup 1,6 ve 8’deki kırılma dirençleri istatistiksel olarak Grup 3,4,5 ve 7’deki dirençlerden yüksekti ($p<0,05$). En düşük kırılma dirençleri Grup 2’de gözlemlendi ve diğer gruplarla istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktaydı ($p<0,05$).

Sonuçlar: Yeni denenen koronal restorasyon teknikleri MOD kavitelerde kırılma direncini artırıyor gibi görünmektedir. Fakat bu durum, onarılabılır kırık hatlarının oluşumunu garanti etmeyebilir.

Anahtar Kelimeler: koronal restorasyon, kırılma direnci, mandibuler premolar, kök kanal tedavili dişler.

ABSTRACT

Aim: The aim of this study was to evaluate the effects of different coronal restoration techniques on fracture resistance of mandibular premolar teeth.

Material and Methods: 120 mandibular premolars were selected and randomly distributed into 8 groups (n=15). Mesial-occlusal-distal (MOD) cavities were prepared except the control group. Access cavities and root canal treatments were performed. Each tooth was embedded in acrylic resin; and periodontal ligament was simulated. Groups were; **G1:** Intact teeth (control), **G2:** Unfilled MOD cavity, **G3:** MOD + composite resin (CR), **G4:** Long fiber post + CR, **G5:** Short fiber post + CR, **G6:** Polyethylene fiber in the occlusal surface +

CR, **G7:** Polyethylene fiber on the cavity floor + CR, **G8:** Horizontal fiber post + CR. Specimens were loaded using a universal testing machine until fracture. Fracture loads and patterns were recorded. Statistical interpretations were made ($\alpha=0.05$).

Results: Groups 1, 6 and 8 had the greatest fracture resistances and there was no significant difference among these groups ($p>0.05$). No significant difference was detected between groups 3, 4, 5 and 7 ($p>0.05$), whereas the fracture resistances of groups 1, 6 and 8 were significantly higher than these four groups ($p<0.05$). Group 2 had the lowest fracture resistance of all group ($p<0.05$).

Conclusions: Novel coronal restoration techniques seemed to increase fracture resistance in a MOD cavity; however, this may not guarantee favourable fracture patterns.

Key Words: coronal restoration, fracture resistance, mandibular premolar, root canal treated teeth.

GİRİŞ

Endodontik tedavi görmüş dişler, restore edilmemiş canlı dişlere göre daha farklı bir yapıya sahiplerdir ve özenli bir restoratif tedaviye gereksinim duyarlar. Vital olmayan dişlerin restorasyonu zorludur, çünkü endodonti, periodontoloji ve operatif diş hekimliği alanlarında ileri düzey bilgi gerektirir. İyi kalitede bir koronal restorasyon endodontik tedavinin tedavinin başarısını oranını önemli derecede arttırmaktadır (1, 2). Farklı materyaller ve restoratif teknikler ileri yapısal kayıpları olan dişlerin başarılı bir şekilde tedavileri için geliştirilmiştir.

Genel olarak, koronal diş dokusu kor build-up'ı destekleyemeyecek kadar yetersiz kalite ve kantitedeyse, post yerleştirilmesi endike hale gelmektedir (3). Bunun yanında, post yerleştirilmesi esnasında daha fazla diş dokusu uzaklaştırıldığı için, oklüzal kuvvetlere karşı direnç azalmakta ve kırılma riski artmaktadır (4). Diğer taraftan, adeziv restorasyonlar oluşan stresleri bağlanma ara yüzeyinden dişe aktararak ve düzenli olarak dağıtarak zayıflamış diş dokusunu kuvvetlendirme potansiyeli taşırlar (5).

Her ne kadar, kanal içine yerleştirilen fiber postların endodontik tedavili dişlerin kırılma direnci üzerine etkileri bakımından çelişkili bulgular bulunsa da, postların yönlerinde yapılan bir değişiklik (horizontal olarak) MOD kavite bulunan endodontik tedavili dişlerde artmış kırılma direnci oluşturduğunu gösteren çalışma da bulunmaktadır (6).

MOD kavite bulunan endodontik tedavili dişlerde kompozit restorasyonların altında kullanılan polietilen fiberler kırılma direncini arttırmaktadırlar. Polietilen fiberler (Ribbond) yüksek elastiklik modülüne sahip güçlendirilmiş ribbonlardır. Soğuk gaz plazma ile işlem görmüşlerdir, böylece sentetik restoratif materyallere bağlanması artar. Bu materyalin özel fiber ağları, gelen kuvvetlerin etkili bir şekilde transferini sağlamaktadır.

Bundan dolayı, bu çalışma endodontik tedavi görmüş ve aşırı koronal harabiyete uğramış dişlerde daha etkili kırılma dirençleri elde edebilmek için denenen konservatif tedavi yaklaşımlarını karşılaştırmaktadır.

GENEL BİLGİLER

Endodontik tedavi görmüş dişler diş çürüğü, kırıklar, önceki restorasyonlar ve endodontik giriş kaviteleri sebebiyle koronal harabiyete uğramaktadırlar (2, 7). Özellikle, endodontik tedavi görmüş premolar dişlerin kırılmaları klinikte yaygın olarak bir problem oluşturmalar ve bu konuda pek çok yayınlanmış klinik rapor bulunmaktadır (8, 9). Bu tür dişlerin, orijinal kırılma dirençlerini tekrar elde edebileceği şekilde restore edilmesi için pek çok çalışmada pek çok restorasyon tipi ve materyaller denenmiştir (10, 11).

Adeziv sistemler, kırılma direncinin restore edilmesinde, koronal restorasyon için önemli bir role sahiptir. Bunun nedeni, bonding'in hem restorasyona retansiyon sağlaması (12), hem de bukkal ve lingual tüberküller arasında yapısal devamlılığı sağlamasıdır (13). Bu amaca yönelik kullanılan temel materyal kompozit rezinlerdir. Bununla yanında, kompozit düşük elastiklik modülüne sahiptir ve uygulanan kuvvetlerin az miktarda kısmını alttaki diş dokusuna geçirir (14).

Kök kanallarına yerleştirilen fiber-postlar her zaman kırılma direncinin artmasını sağlayamamakta, fakat buna karşın restorasyona bir retansiyon sağlamaktadır (12). Her ne kadar fiber postlar kırılma direncini arttırmazlar da, kırık paternlerini 'tamir edilemez' den 'tamir edilebilir' e dönüştürdüğü belirtilmiştir (12). Kök kanalından alınan desteğin önemi bulunmaktadır. Post uzunluğu terimi, postun kök içinde kalan ve retansiyonu sağlayan kısmının uzunluğunu ifade eder. Yapılan çalışmalarda post uzunluğunun retansiyon üstünde çok önemli bir etkisi olduğunu ve post ne kadar derine yerleştirilirse retansiyonun o kadar arttığı rapor edilmiştir (15). Buradan yola çıkarak, bu çalışmada farklı derinliklerde farklı restorasyon işlemlerinin denenecek olması önem arz etmektedir.

Geleneksel yöntemlerin yanında, bu çalışmada horizontal post uygulaması, oklüzal yüzeyde ve kavite tabanında ribbond (polietilen fiber) kullanılması gibi daha yeni teknikler de denenerek koronal harabiyete uğrayan dişlerde diş yapısının daha da kuvvetlendirilmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Ortodontik ve periodontal sebeplerle çekilmiş 120 adet tek kanallı ve düz köklü, bukkolingual ve mezyo-distal çapları birbirine yakın çürüksüz, restorasyon ve kırık bulunmayan insan alt premolar dişi çalışmaya dahil edildi.

Örneklerin Hazırlanması:

Dişler rastgele olacak şekilde 8 gruba ayrıldı (n=15). Dişlerin kök yüzeyleri 0.3-mm kalınlığında polieter içerkli ölçü maddesi ile kaplandı ve böylece periodontal ligament taklit edildi. Daha sonra tüm dişler mine-sement sınırının 2 mm altından başlayacak şekilde silindirik epoksi rezin akrilik bloklara gömüldü. Grup 1 hariç, mezyo-okluzo-distal kaviterler su soğutması altında elmas frezler yardımıyla oluşturuldu.

Preparasyonların tamamlanmasının ardından, tekrar su soğutması altında elmas frezler kullanılarak standart giriş kaviterleri açıldı. Giriş kaviterleri dental loupe ile dikkatlice incelendi ve kanal ağzları tespit edildi. Her bir diş için, #10 numara bir K-tipi eğe kanala yerleştirildi ve apikal foramenden çıkışı izlenene kadar ilerletildi. Apikal foramende gözlendiği boydan 1 mm çıkartılarak çalışma boyları elde edildi ve kanallar bu boylarda resiprokasyon hareketi ile çalışan endodontik motor ve resiprokasyon eğe sistemleri ile prepare edildi. Preparasyon esnasında lubrikant görevi görmesi için EDTA jel kullanıldı. Kanallar preparasyon esnasında NaOCl ile irrigate edildi ve son irrigasyonda NaOCl ile birlikte EDTA solüsyonları Endo Activator yardımıyla kullanıldı. Kanallar kağıt konlar ile kurulandı. Daha sonra, kanallar Dia-Gun obturatör ile akışkan güta-perka tekniği kullanılarak dolduruldu. Kanal preparasyonları ve dolumları dikkatli bir şekilde dental loupe ile gerçekleştirildi. Dişler kanal patının sertleşmesi için 37°C’de, %100 nemli ortamda 1 hafta süresince etüvde bekletildi.

Örneklerin Gruplara Dağıtılması:

Gruplar şu şekilde oluşturuldu:

Grup 1: Sağlam alt premolar dişlere herhangi bir preparasyon yapılmadı ve kırılma direnci testi bu sağlam dişlere yapıldı.

Grup 2: Kanal tedavisi yapılmış dişlere üst restorasyon yapılmadan kırılma testi yapıldı.

Grup 3: Kanal ağzından itibaren kaviteye öncelikle bir total-etch tek şişe bonding ajanı uygulandı ve ardından doğrudan bir nano-kompozit rezin ile restore edildi.

Grup 4: Kök kanal uzunluğunun 2/3'ü kadar derinlikte post drilleri ile post yuvaları açıldı ve fiber postlar bir rezin siman yardımıyla yapıştırıldı. Daha sonra kaviteye bir total-etch tek şişe bonding ajanı uygulandı ve bir nano-kompozit rezin ile restore edildi.

Grup 5: Kök kanal uzunluğunun 1/3'ü kadar derinlikte post drilleri ile post yuvaları açıldı ve fiber postlar bir rezin siman yardımıyla yapıştırıldı. Daha sonra kaviteye bir total-etch tek şişe bonding ajanı uygulandı ve bir nano-kompozit rezin ile restore edildi.

Grup 6: Diş kanal tedavisi ve kompozit üst restorasyon uygulandıktan sonra, okluzal yüzeyde bukkal ve lingual tüberküller arasında 2 mm'lik bir yuva hazırlanıp polietilen fiber yerleştirildi.

Grup 7: Diş kanal tedavisi yapıldıktan sonra kavite tabanına bukkal ve lingual kavite duvarlarına uzanacak şekilde polietilen fiber yerleştirildi. Daha sonra kavitenin geri kalanı kompozit rezin ile restore edildi.

Grup 8: Kanal tedavisi tamamlandıktan sonra bukkal ve lingual kavite duvarlarının orta noktalarından delikler açıldı ve fiber post horizontal olarak yerleştirildi. Daha sonra kavitenin geri kalanı kompozit rezin ile restore edildi.

Örnekler 37°C'de distile suda 24 saat süresince bekletildi ve restorasyonlara bitim ve polisaj işlemleri uygulandı. Tüm işlemler, operatör değişkenliklerini elimine edebilmek için tek operatör tarafından gerçekleştirildi.

Kırılma Testi:

Dişler universal test cihazına yerleştirildi ve 0.5 mm/dk hızda bukkal tüberkülün merkezine 30° oblik baskı yüklemesine tabi tutuldu. Örneğin kırılmasını sağlayan kuvvet kaydedildi. Örnekler daha sonra stereomikroskop altında incelendi ve kırık tiplerine göre “restore edilebilir” ve “restore edilemez” şeklinde sınıflandırıldı.

İstatistiksel Analiz:

Elde edilen verilerin Shapiro-Wilk testi ile yapılan analizde normal dağılıma uymadığı belirlendi ve bu nedenle non-parametrik Kruskal-Wallis testi ve Student-Newman-Keuls post-hoc testi ile istatistiksel analiz gerçekleştirildi ($\alpha=0.05$).

BULGULAR

En yüksek kırılma dirençleri Grup 1, Grup 6 ve Grup 8’de gözlemlendi, fakat bu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0,05$). Bu grupları, Grup 3, Grup 4, Grup 5 ve Grup 7 izlemekteydi ve bu gruplar arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu ($p>0,05$). Grup 1,6 ve 8’deki kırılma dirençleri istatistiksel olarak Grup 3, 4, 5 ve 7’deki dirençlerden yüksekti ($p<0,05$). En düşük kırılma dirençleri Grup 2’de gözlemlendi ve diğer gruplarla istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktaydı ($p<0,05$). Tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo-1’de verilmiştir. Tablo-2.’de “restore edilebilir” ve “restore edilemez” şeklinde sınıflandırılan kırık tiplerinin frekansları verilmiştir.

Grup	N	Median	25%	75%
Grup 1	15	416,075	279,61	458,7
Grup 2	15	86,885	66,32	112,3
Grup 3	15	271,68	243,59	311,34
Grup 4	15	238,19	197,64	312,55
Grup 5	15	286,065	216,65	321,7
Grup 6	15	364,7	322,24	436,8
Grup 7	15	309,34	245,8	363,03
Grup 8	15	365,490	299,830	444,790

Tablo-1. Grupların tanımlayıcı istatistikleri.

Grup	Restore edilebilir	Restore edilemez
Grup 1	12	3
Grup 2	11	4
Grup 3	8	7
Grup 4	14	1
Grup 5	9	6
Grup 6	13	2
Grup 7	9	6
Grup 8	13	2

Tablo-2. Kırık tiplerinin frekansları.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Endodontik tedavi görmüş dişler çürük, kırıklar veya daha önce uygulanmış olan restorasyonlardan ötürü daha düşük kırılma dirençleri gösterirler. Mandibular premolar dişler diş arkında hem çiğneme fonksiyonun yerine getirilmesinde görev aldıkları hem de estetik sınırların içine dahil oldukları bir konuma yerleşmişlerdir. Diğer taraftan da, fonksiyon esnasında çok farklı gerilme ve basma kuvvetleri ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Bundan dolayı, mandibular premolar dişler hem estetik hem de yüksek dayanımlı restorasyonlara ihtiyaç duyarlar.

Bu çalışmada, klinikte sıkça karşımıza çıkan mezyal-okluzal-distal (MOD) kaviteler hazırlanmıştır. Aynı zamanda, MOD kavitelerin dişin yapısal stabilitesini yaklaşık %63 oranında azalttığı gösterilmiştir (16). Bu bakımdan da mevcut çalışma için uygun kavite tipini oluşturmaktadır.

Geniş harabiyete uğramış dişlerde başarı oranını arttırmak için çeşitli materyaller ve teknikler önerilmiştir. Bu çalışmada, kök kanal tedavili dişlerde polietilen fiber ve fiber post ve doğrudan kompozit rezin uygulamalarının mandibular premolar dişlerin kırılma dirençleri üzerine etkilerinin incelenmesi idi.

Bu çalışmanın bulgularına göre, en yüksek kırılma dirençleri Grup 1, Grup 6 ve Grup 8'de gözlemlendi, fakat bu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0,05$). Bu grupları, Grup 3, Grup 4, Grup 5 ve Grup 7 izlemekteydi ve bu gruplar arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu ($p>0,05$). Grup 1,6 ve 8'deki kırılma dirençleri istatistiksel olarak Grup 3, 4, 5 ve 7'deki dirençlerden yüksekti ($p<0,05$). En düşük kırılma dirençleri Grup 2'de gözlemlendi ve diğer gruplarla istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktaydı ($p<0,05$). Fiber içerikli materyallerin kullanımı MOD kavite bulunan premolar dişin kırılma direncini artırıyor gibi görünmektedir. Nam ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada, birden dörde kadar sağlam koronal duvarına sahip endodontik tedavili premolar dişlerin fiber postlar ile tedavi edildiklerinde kırılma dayanımlarının arttığı gösterilmiştir (17). Yine aynı çalışmada, dişler fiber postlar ile restore edildiklerinde daha iyi stres dağılımları ve kırık hatları göstermiştir (17).

Polietilen fiberlerin oklüzal yüzeyde kullanılmış olması endodontik tedavili premolar dişlerde kırılma dayanımlarını arttırmıştır. Bu bulgu Belli ve ark.'nın bulguları ile uyumludur (18). Bu durumu mine/ kompozit/adeziv ara yüzeyinde stres dinamiklerinin değişimi ile açıklamışlardır (18). Bu durum ile ilgili yapılabilecek bir yorum da, bukkal ve lingual

duvarların oklüzal üçte-birinde sonlanan fiber uçlarının tüberkülleri bir arada tutmaya yardımcı olduğu olabilir.

Bu çalışmanın bulgularına göre, fiber postun horizontal olarak uygulanması da kırılma dirençlerini arttırmıştır. Bu bulgu daha önce Baltrao ve ark.'nın bulguları ile uyumludur (6). Artmış kırılma dayanımı, dişin tüberkül defleksiyonundan korunması ile açıklanabilir. Fiber post dentin ve kompozit rezin ile benzer elastiklik modülüne sahip olduğundan, baskı streslerinin absorpsiyonu gerçekleşmiş olabilir ve böylece adeziv ara yüzeyin kopma eşiği yükselmiş ve restorasyonun kırılmaya karşı korunması sağlanmış olabilir.

Bu çalışmada bukkal tüberküle 30 derece açıyla uygulanan oklüzal yük seçilmesinin nedeni tamir edilemez kırık hatlarının oluşmasına elverişli ve dişi zorlayıcı yanal bir doğrultu olmasından ötürüdür.

Bu projenin hedefleri arasında yer alan konvansiyonel ve güncel koronal restorasyon tekniklerinin kırılma dirençleri üzerindeki etkilerinin bir arada değerlendirilmesi hedeflenmiş ve deney aşamaları başarı ile sonuçlandırılmıştır.

Sonuç olarak, fiber postların kanalda kullanılması, doğrudan kompozit rezin ile restore edilmiş endodontik tedavili dişlere göre daha fazla bir kırılma direnci oluşturmamıştır. Bunun yanında horizontal post ve polietilen fiber uygulamaları daha iyi kırılma dirençleri oluşturmuş tur ve minimal invaziv teknikler olmaları bakımından klinik kullanım için önerilebilir.

KAYNAKLAR

1. Homme GM, Coppens CR, De Moor RJ. (2002) Periapical health related to the quality of coronal restorations and root fillings. *Int Endod J*, 35(8), 680-9.
2. Schwartz RS, Robbins JW. (2004) Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod*, 30(5), 289-301.
3. Peroz I, Blankenstein F, Lange KP, Naumann M. (2005) Restoring endodontically treated teeth with posts and cores--a review. *Quintessence Int*, 36(9), 737-46.
4. Sorensen JA, Martinoff JT. (1984) Clinically significant factors in dowel design. *J Prosthet Dent*, 52(1), 28-35.
5. Sagsen B, Aslan B. (2006) Effect of bonded restorations on the fracture resistance of root filled teeth. *Int Endod J*, 39(11), 900-4.
6. Beltrao MC, Spohr AM, Oshima HM, Mota EG, Burnett LH, Jr. (2009) Fracture strength of endodontically treated molars transfixated horizontally by a fiber glass post. *Am J Dent*, 22(1), 9-13.
7. Soares CJ, Martins LR, Fonseca RB, Correr-Sobrinho L, Fernandes Neto AJ. (2006) Influence of cavity preparation design on fracture resistance of posterior Leucite-reinforced ceramic restorations. *J Prosthet Dent*, 95(6), 421-9.
8. Tamse A, Fuss Z, Lustig J, Kaplavi J. (1999) An evaluation of endodontically treated vertically fractured teeth. *J Endod*, 25(7), 506-8.
9. Yamada Y, Tsubota Y, Fukushima S. (2004) Effect of restoration method on fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars. *Int J Prosthodont*, 17(1), 94-8.
10. Bateman G, Ricketts DN, Saunders WP. (2003) Fibre-based post systems: a review. *Br Dent J*, 195(1), 43-8.
11. Hurmuzlu F, Kiremitci A, Serper A, Altundasar E, Siso SH. (2003) Fracture resistance of endodontically treated premolars restored with ormocer and packable composite. *J Endod*, 29(12), 838-40.
12. Salameh Z, Sorrentino R, Papacchini F, Ounsi HF, Tashkandi E, Goracci C, et al. (2006) Fracture resistance and failure patterns of endodontically treated mandibular molars restored using resin composite with or without translucent glass fiber posts. *J Endod*, 32(8), 752-5.

13. Eakle WS. (1986) Fracture resistance of teeth restored with class II bonded composite resin. *J Dent Res*, 65(2), 149-53.
14. Brunton PA, Cattell P, Burke FJ, Wilson NH. (1999) Fracture resistance of teeth restored with onlays of three contemporary tooth-colored resin-bonded restorative materials. *J Prosthet Dent*, 82(2), 167-71.
15. Standlee JP, Caputo AA, Hanson EC. (1978) Retention of endodontic dowels: effects of cement, dowel length, diameter, and design. *J Prosthet Dent*, 39(4), 400-5.
16. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. (1989) Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod*, 15(11), 512-6.
17. Nam SH, Chang HS, Min KS, Lee Y, Cho HW, Bae JM. (2010) Effect of the number of residual walls on fracture resistances, failure patterns, and photoelasticity of simulated premolars restored with or without fiber-reinforced composite posts. *J Endod*, 36(2), 297-301.
18. Belli S, Erdemir A, Yildirim C. (2006) Reinforcement effect of polyethylene fibre in root-filled teeth: comparison of two restoration techniques. *Int Endod J*, 39(2), 136-42.