

ENDODONTİ-ORTODONTİ ARAYÜZÜ: ORTODONTİK KUVVETİN DENTAL PULPAYA VE ENDODONTİK TEDAVİLİ DİŞLERE ETKİSİ

ENDODONTIC-ORTHODONTIC INTERFACE: THE EFFECT OF ORTHODONTIC FORCE ON DENTAL PULP AND ENDODONTICALLY TREATED TEETH

ÖZ

Giriş: Modern endodontik ve ortodontik tedavilerdeki klinik karar verme süreçlerinde her iki uzmanlık alanında da bilimsel kanıtlara dayalı bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Endodontik tedavi dişlere uygulanan ortodontik diş hareketi, uzun yıllardır klinisyenler tarafından ikilem ve karışıklıklarla ele alınmıştır. Ortodontik kuvvet, diş pulpasının biyolojik tepkisini uyandırır ve endodontik tedavi bir dişe uygulanan bu kuvvet, periodontal ligament ve pulpa dokusunda geri dönüşümsüz biyolojik reaksiyonları tetikleyebilir. Hafif ve sürekli veya aralıklı kuvvetlerle istenilen düzeyde diş hareketi elde edilebilir ve böylece pulpal hasar sınırlanarak hasarlı pulpanın da iyileşmesi sağlanır. Endodontik tedavi dişlerin ortodontik hareketi, diş ve çevre dokuların dikkatlice değerlendirilmesini gerektirip endodontik tedavinin kalitesinden, periapikal lezyonlardan ve önceki travma öyküsünden etkilenir. Bununla birlikte, ağır ve uzun süreli ortodontik kuvvetler pulpa nekrozuna, geri dönüşü olmayan pulpitis ve eksternal kök rezorpsiyonuna neden olur. Ayrıca, endodontik tedavi bir dişte ortodontik tedaviyi takiben gelişen kök rezorpsiyonlarının yönetimi zor olabilir.

Sonuç: Bu derlemede, ortodontik kuvvetin sağlıklı dental pulpaya ve endodontik tedavi dişlerin pulpasına etkileri hakkında önemli bilgilerin güncel bilimsel kanıtlar gözden geçirilerek açıklığa kavuşturulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Endodontik Tedavi, Ortodontik Diş Hareketi, Ortodontik Kuvvet, Pulpa.

ABSTRACT

Objective: Scientific evidence-based data is needed in both areas of speciality in clinical decision-making processes in modern endodontics and orthodontics. Orthodontic tooth movement applied to endodontically treated teeth has been handled with dilemmas and confusion by clinicians for many years. Orthodontic force evokes the biological response of the pulp, and this force applied to an endodontically treated tooth can stimulate irreversible reactions in the periodontal ligament and pulp tissue. With light and continuous or intermittent forces, desired level of orthodontic tooth movement can be achieved, thus limiting pulpal damage and healing of damaged pulp. Orthodontic movement of endodontically treated teeth requires carefully evaluation of teeth and surrounding tissues and is affected by the quality of endodontic treatment, periapical lesions, and previous trauma history. However, severe and prolonged orthodontic forces cause pulp necrosis, irreversible pulpitis and external root resorption. Root resorption following orthodontic treatment in an endodontically treated tooth can be difficult to manage.

Conclusion: In this review, it is aimed to clarify important information about the effects of orthodontic force on healthy dental pulp and the pulp of endodontically treated teeth, by reviewing current scientific evidence.

Key Words: Endodontic Treatment, Orthodontic Tooth Movement, Orthodontic Force, Pulp.

Büşra DEMİR ÇİÇEK¹
ORCID: 0000-0003-1774-4391

Orhan ÇİÇEK²
ORCID: 0000-0002-8172-6043

¹Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti AD, Zonguldak, Türkiye

²Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti AD, Zonguldak, Türkiye



Geliş tarihi / Received: 15.02.2022

Kabul tarihi / Accepted: 01.04.2022

DOI: xx.xxxx/jids.2019.xxx

İletişim Adresi /Corresponding Adress:

Orhan ÇİÇEK
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti AD, Zonguldak, Türkiye
E-posta/e-mail: ortorhancecek@gmail.com

Endodonti ve ortodonti ilişkisi, mevcut bilimsel çalışmaların sınırlı olması, çalışmalar arasındaki metodolojik farklılıklar ve sonuçların farklı yorumlanması nedeniyle iyi anlaşılammıştır. Bu durum tam olarak anlaşılmadan doğru teşhis ve planlama ile etkin bir tedavinin uygulanması zordur. Disiplinler arasında hasta tedavisi planlanırken dikkate alınması gereken olası olumsuz reaksiyonlar, beceri ve deneyim ile ilgili faktörler, hastayla ilgili faktörler ve uygulanacak tedaviyi destekleyen bilimsel kanıtlara yönelik veriler şu anda maalesef kısıtlıdır (1). Hatta bazı klinik durumlarda, estetik ve fonksiyonel olarak tatmin edici sonuçlar için endodontik tedaviden önce ortodontik diş hareketi gerekir. Bunun için, endodontist, ortodontist ve diğer klinisyenler arasında yapılan yeterli iletişim ve planlama sonrası uygulanacak tedavinin hedefleri, süresi ve maliyetiyle ilgili konuların hastalarla kapsamlı bir şekilde görüşülmesi çok önemlidir (2). Maloklüzyonun ortodontik tedavi yöntemleriyle düzeltilmesi çok eskiye dayanmakta olup ortodontik tedavi felsefesi son yüzyılda oldukça gelişmiştir. Ortodontik tedavilerin temeli, ortodontik diş hareketini gerçekleştirmek için uygulanması gereken kuvvete ve uygulanma süresine dayanır. Bu kuvvetin şiddeti ve süresi, elde edilmesi planlanan ortodontik diş hareketinin tipine ve kök yüzey alanına göre değişir (3). Ortodontik diş hareketi, periodontal ligamentin kuvvet uygulanan basınç tarafında rezorpsiyon ve gerilim tarafında apozisyon ile alveol kemiğin yeniden şekillendiği (remodelling) bir süreçtir. Bununla birlikte, bu mekanizma, hücrel mekanizma tarafından sürekli kontrol edildiğinden uygulanan kuvvetin tipine göre periodontal ligamentin her iki tarafında da basınç ve gerilim alanları oluşabilir (4). Ağır ortodontik kuvvetlerin diş hareketine zararlı olduğu Angle'dan günümüze kadar bilinen bir durumdur. Ağır kuvvetlerin periodontal ligamente komşu kan damarlarını tamamen tıkayarak neden olduğu nekroz, immün sistem tarafından ortadan kaldırılması gereken ve hyalinize tabaka olarak da bilinen cam benzeri bir görünüm oluşturur. Ortodontik diş hareketi, hyalinize dokuya komşu alveol kemikte başlayan remodelling nedeniyle daha yavaş şekilde başlar ve hyalinize alanın ortadan kalkmasıyla birlikte devam eder. Bu nekroz ve onarım süreci, dişlerde aşırı hassasiyet, pulpal nekroz, eksternal apikal kök rezorpsiyonu, ankiloz ve periapikal apse gibi iyatrojenik sonuçlarla ilişkili olabilecek agresif bir durumdur(5). Travmaya maruz kalmış, endodontik tedavi endikasyonlu veya

endodontik tedavi görmüş dişlere uygulanacak ortodontik diş hareketinin klinik kararını vermek kolay değildir. Endodontik tedavi ile pulpa vitalitesi kaybedilerek apikal foremen ve tüm kök kanalı gütaperka ile doldurulup kapatılır. Bu nedenle, kanal tedavili dişlerde periodontal ligament etkilenmemiş olsa dahi, ortodontik kuvvet ile gerçekleştirilmesi planlanan diş hareketine nasıl cevap vereceğinin bilinmesi önemlidir. Ayrıca, travmaya maruz kalmış dişlerde ortodontik tedavi birçok kez zora girebilir ve cerrahi-endodonti işbirliği ile tedavi edilen dişler normal sağlıklı dişler gibi davranmayabilir.

Diş hareketi oluşturmak için dişlere ve çevredeki yapılara uygulanan kuvvetlerin diş pulpasına etkileri göz önüne alındığında; pulpa dokusunda oluşturduğu hücrel ve enzimatik değişikliklerin (6,7) yanı sıra dolaşım bozukluklarına(6,8), doku fibrozisinin indüksiyonuna(8,9), pulpa kalsifikasyonuna(8), ödeme(6, 10), vakuolizasyona(10) ve pulpa solunum hızında azalmaya(11)neden olduğu bildirilmiştir. Ayrıca ağır kuvvet ile uzun süreli ortodontik diş hareketi sonucu dişlerin enflamatuvar kök rezorpsiyonuna, pulpa taşlarına ve invaziv servikal rezorpsiyona daha hassas olduğu da rapor edilmiştir (12-14). Pulpadaki bu tür histolojik değişiklikler vitalite kaybına neden olabilir ve bu da kök kanal tedavisi ihtiyacına yol açar.

Ortodontik tedavinin pulpa canlılığı üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalarda, pulpa durumunu değerlendirmek için kullanılan periapikal ve panoramik radyografiler, elektrikli pulpa ve termal duyarlılık testleri gibi yöntemlerin önemli sınırlamaları olduğu görülmektedir (14). Periapikal ve panoramik görüntülerin iki boyutlu olması nedeniyle sağladığı sınırlı bilginin hatalı tanıya yol açtığı iyi bilinen bir gerçekliktir(15). Ayrıca, elektrikli pulpa ve termal duyarlılık testlerinde, pulpal kan dolaşımı olup olmadığına bakılmadan sadece dişin nöral yanıtının değerlendirilmesi nedeniyle sınırlı ve subjektif sonuçlar elde edilir(16). Diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında, hasta yanıtına bakılmaksızın, Lazer Doppler Flowmetre (LDF) yöntemiyle pulpal kan akışı değerlendirilerek ve Puls Oksimetre (PO) yöntemiyle oksijen konsantrasyonu analiz edilerek pulpanın vitalitesi hakkında kesin bilgi elde edilmesi nedeniyle daha doğru sonuçlar sağlanmaktadır(5, 16, 17).

Ortodontik diş hareketinin dental pulpa üzerindeki etkilerini incelemek için yapılan önceki sistematik derlemelerde, ortodontik diş hareketi ile pulpada geri dönüşümsüz değişikliklerin meydana geldiğine ilişkin hiçbir bilimsel kanıt olmadığı sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte, ortodontik kuvvet ile pulpa dokusunun biyolojik reaksiyonları arasındaki ilişkinin anlaşılması için yüksek kaliteli çalışmalara ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir (18, 19). Böylece, önceki

sistemik derleme çalışmalarında az sayıda çalışmanın daha az doğru tanı yöntemleriyle değerlendirilmiş olması ve konuyla ilgili yeni kanıtların ortaya çıkmış olması nedeniyle bu güncel verilerin daha kapsamlı incelenerek derlenmesini gerekli kılmıştır. Bu nedenle sunulan çalışmada, ortodontik kuvvetin dental pulpaya ve endodontik tedavili dişlere etkilerine ilişkin bilgilerin güncel bilimsel kanıtlar gözden geçirilerek açıklığa kavuşturulması amaçlanmış ve konu derlenmiştir.

Ortodontik Kuvvetin Dental Pulpaya Etkileri

Dişleri hareket ettirmek amacıyla uygulanan ortodontik kuvvetlerin dental pulpa üzerinde vakuolizasyon, kanama, konjesyon, dolaşım değişiklikleri ve fibrinoliz etkileri olduğu rapor edilmiştir (5, 18, 20). Ortodontik diş hareketiyle birlikte insan diş pulpasında ve periodontal ligamende nörovasküler rahatsızlıklar, inflamatuvar yanıtların tetiklenmesi, dejeneratif değişiklikler, artan nöral aktivite ve/veya değişen duyarlılık ve pulpal kan akımının azalması gibi biyolojik reaksiyonlar meydana gelebilmektedir(18, 21-23). Ağır ortodontik kuvvetler ve intruziv tedavi mekanikleri sırasında bu etkilerin daha belirgin bir şekilde görüldüğü bildirilse de, kuvvetin pulpa canlılığı üzerindeki etkisine yönelik çelişkili raporlar mevcuttur(5). Ağır kuvvetlerin vitalite kaybına yol açabileceğine ilişkin çok az sayıda çalışma olup, bu durumu destekleyecek yeterli bilimsel kanıt henüz bulunmamaktadır(24). Diğer başka çalışmalarda ise; pulpal kan akımında, hiperemide veya oksijen saturasyonunda değişiklikler olabileceği ancak bunun pulpa vitalitesi üzerinde uzun vadeli bir etkisi olmadığı gösterilmiştir(6, 20). Bununla birlikte, sağlıklı pulpaya sahip dişlere uygulanan ağır intruziv kuvvetlerin bile pulpa vitalitesinde bir değişikliğe neden olmadığı ancak önceki bir travma öyküsü olduğunda dişlerin pulpa nekrozuna daha eğilimli olduğu gösterilmiştir(25). Travmaya maruz kalmış özellikle üst lateral kesici dişler, intrüzyon hareketi sırasında pulpa nekrozu açısından normal dişlere göre daha yüksek risklidirler (25). Ağır kuvvetler dişlere ancak ortopedik tedaviler sırasında gelmekle birlikte, ideal ortodontik kuvvet olarak 10 mmHG (~10gr/cm²) ile 22 mm HG (~30gr/cm²) arasındaki kılcal kan basıncına eşdeğer kuvvetler alınır (3). Bununla birlikte, iyatrojenik etkileri azaltmak ve periodontal ligamentin onarımına izin vermek için hafif ve aralıklı kuvvet kullanılması önerilmiştir(26). Ayrıca, Lazer Doppler Flowmetre ile ölçüldüğünde ortodontik tedavinin ilk birkaç haftasında pulpal kan akımının arttığı ve sonrasında azaldığı gösterilmiştir(5). Pulpada meydana gelen değişiklikler yine pulpada açığa çıkan farklı inflamatuvar belirteçlerle anlaşılabilir.

Pulpal doku belirteçlerinden bazıları aşağıdaki gibidir(27):

- Alkalın Fosfataz (ALP),
- Aspartat Aminotransferaz (AST)
- Epidermal Büyüme Faktörü (EGF),
- Trombosit Kaynaklı Büyüme Faktörü (PDGF),
- Vasküler Endotelyal Büyüme Faktörü (VEGF),
- Fibroblast Büyüme Faktörü 2 (FGF-2) ve
- Transforming Büyüme Faktörü beta (TGF- β) dir.

Ortodontik diş hareketi ile bu belirteçlerden alkalın fosfataz aktivitesinde azalma, aspartat aminotransferaz aktivitesinde artma, mikrodamar sayısı ve çapında artma, anjiyojenik ve vasküler endotelyal büyüme faktörlerinin salınımı gibi biyolojik değişikliklerin gerçekleşmesinin yanı sıra, değişen gen ekspresyonu ile birlikte nörotransmitterlerin ve inflamatuvar mediyatörlerin ekspresyonunu da içeren moleküler değişiklikler de rapor edilmiştir (18, 28-30). P maddesi ve kalsitonin geniyle ilgili peptid gibi nöropeptidlerin açığa çıkması, erken pulpal enflamasyon yanıtında nörotransmitterlerin rolünü gösterir ve dental pulpadaki inflamatuvar mediyatörlerin (interleukin-1 β , interleukin-6, and tumour necrosis factor- α) uyarılmasına atfedilebilir (29, 30). Buna ek olarak, GeneFishing tekniği ile yapılan gen ekspresyonu analizi, ortodontik tedavinin takibi için biyobelirteç olma potansiyeline sahip spesifik genlerin varlığını gösterir (28).

Dental pulpadaki fizyolojik değişiklikler, elektriksel uyarılara yanıt eşiklerini artırarak nöral aktiviteyi etkiler (7, 31, 32). Önceki bir çalışmada, bir aylık ortodontik kuvvet uygulamasından sonra daha düşük yanıt eşikleri olduğu, ancak değerlerin temel kayıtlardan daha yüksek kaldığı bildirilmiştir (32). Ancak bu rapor, bir aylık ortodontik kuvvet uygulamasından sonra artan yanıt eşiklerinin gözlemlendiği bir başka çalışmanın sonuçlarıyla çelişmektedir (33). Artan yanıt eşikleri, apikal sinir lifleri üzerindeki basınç veya gerilimin bir

sonucu olarak meydana gelir ve bu da elektrikli pulpa testine verilen yanıtı tehlikeye atar (32). Ortodontik kuvvetlerin uygulanma derecesine ve süresine bağlı olarak değişen eşik değerler, ortodontik tedavi gören hastalarda diş pulpası değerlendirilirken dikkate alınmalıdır (32, 34). Spontan ağrı, şişlik, perküsyon ve/veya palpasyonda ağrı, sinüsten irin akıntısı ve periapikal radyolusensi gibi belirgin klinik ve radyolojik belirti ve semptomlar olmadan dental pulpa devital olarak kabul edilmemelidir. Dental pulpa fizyolojisindeki değişikliklere; ortodontik tedavi ile ilgili faktörler, kök apikalinin maturasyonu ve/veya hastaların yaşı gibi çeşitli faktörler neden olur. Kök ucu tamamlanmamış dişlerin nörovasküler desteklerinin daha fazla, büyük ve kalın olması nedeniyle etkilenme olasılığı daha düşüktür (1, 21).

Uygun veya hafif ortodontik kuvvetin uygulanmasıyla hem yeterli diş hareketi elde edilerek diş pulpasındaki hasar sınırlanır, hem de ortodontik tedavi sırasında gelişen herhangi bir hasarın onarılması sağlanır (21). Bu durum, diş hareketi için uygun ortodontik kuvvetlerin uygulanmasının ardından diş pulpasında geri dönüşü olmayan hiçbir iatrojenik değişikliğin gözlenmediğinin bildirildiği bir in vivo insan diş pulpası çalışmasında gösterilmiştir (35). Ortodontik diş hareketi, pulpa nekrozunun ve pulpal obliterasyonun direkt bir nedeni değildir. Bununla birlikte, ortodontik diş hareketi sonrasında gözlenen pulpa nekrozu ve diş pulpası obliterasyonunun etiyolojik faktörü önceki bir dental travma veya ortodontik tedavi görmüş ciddi periodontal doku yaralanması olan diş öyküsü olabilir (14, 24). Önceki araştırmalarda, pulpal nekroz sıklığı, travma geçirmiş dişlerde %9,1 ve %10,4 olarak rapor edilmişken, diş travması olmayan dişlerde %0,3 ve %0,5 olarak rapor edilmiştir (36, 37).

Birçok araştırmacı tarafından ortodontik kuvvet ile pulpada inflamatuvar ve anjiyojenik belirteçlerin artarak öncelikle hiperemi ve ardından onarımın gerçekleştiği bir etkinin meydana geldiği kanıtlanmıştır(6, 24, 38, 39). Ortodontik intrüzyonun pulpadaki fibrin içeriğini ve pulpa taşını arttırdığını da bildirilmiştir(8). Ayrıca, birçok çalışmada, pulpa nekrozu olmadan da pulpa vakuolizasyonu ve osteoblast bozulması rapor edilmiştir(7, 19, 40). Bununla birlikte, ortodontik kuvvetin pulpal kan akımı üzerindeki etkileri sadece uygulanan kuvvetin büyüklüğü ve süresi ile değil, hastanın yaşı, apikal foramen boyutu ve dentinojenik aktivite gibi çeşitli faktörlerle ilişkilidir(5).

Sonuç olarak, ortodontik kuvvet ile pulpada mast hücrelerinin degranülasyonu ve inflamatuvar mediyatörlerin açığa çıkması sonucu klasik akut inflamasyon bulguları gerçekleşmektedir (7). Ortodontik tedavi sırasında ağır olmayan kontrollü mekanik kuvvetlerin pulpada geçici değişikliklere

neden olabileceği bildirilmektedir (41). Ayrıca, nadiren de olsa pulpa nekrozu ve sekonder dentinin neden olduğu pulpa obliterasyonu gibi pulpal yan etkiler de görülebilir (42, 43). Bununla birlikte, hızlı üst çene genişletmesinin pulpada önemli geri dönüşümlü metabolik değişiklikler meydana getirdiği gösterilmiş olup, pulpa dokusunun bu ortopedik yaklaşıma uyum sağlayıcı potansiyelinin olduğu ve pulpa odasında yeni bir kalsifikasyona neden olmadığı bildirilmiştir(44, 45).

Endodontik Tedavi Görmüş Dişlerde Ortodontik Kuvvetin Etkileri

Günümüzde, teknoloji ve malzeme biliminin ilerlemesi ve toplumun da bilinçlenmesiyle birlikte, ortodontik tedavi sadece ergenlik dönemini değil, giderek daha fazla sayıda artan yetişkinlerin de talep ettiği bir tedavi olmuştur(5). Çağdaş ortodonti pratiklerinde yetişkinler, ortodontik hasta yükünün ortalama %25-45'ini oluşturur(46). Ortodontik tedavi isteyen yetişkin hastaların bu taleplerine ilave olarak dişlerinde çürük, apikal lezyon vs. problemlerin de mevcut olması Endodonti ve Ortodonti uzmanlığının işbirliğini gerektirir. Esasen, endodontik olarak tedavi edilmiş bir dişin ortodontik diş hareketi sırasındaki davranışı, sağlıklı vital bir dişle aynıdır. Ancak klinik uygulamalarda, yetersiz kök dolumu bulunan dişlerin de ortodontik tedavi ile hareket ettirilme ihtiyacı çoğu zaman karşımıza çıkmaktadır(5).

Dişler ister vital olsun, ister endodontik tedavi görmüş olsun veya isterse de endodontik tedavisi devam etmekte olsun, ortodontik kuvvet ile dişlerin hareket ettirilmesi dişhekimliği pratiğinde çoğu zaman istenen bir durumdur. Yine, kök rezorpsiyonu riskini arttırdığına yönelik genel inanıştan dolayı, endodontik tedavili dişleri hareket ettirmek amacıyla ortodontik kuvvet uygulanmasından kaçınma eğilimi uzun yıllardan beri söz konusudur (21). Bununla birlikte, ortodontik tedavinin pulpada neden olduğu değişikliklerin klinik öneminde, dişlerin vitalitesinin uzun dönemde tehlikeye atılıp atılmadığı önemli rol oynar ve güncel uygulamalarda hem bilimsel verilerle desteklenen tedavi sonuçları hem de ortodontik tekniklerin daha iyi anlaşılması, klinisyenlerin bu tür bir tedaviyi gerçekleştirme konusundaki güvenini artırmıştır (1, 18, 21).

Önceki çalışmalarda, semptomatik olmayan yetersiz kök dolgulu dişlerin güvenli bir şekilde hareket ettirilip ettirilemeyeceği konusundaki klinik ikileme dikkat çekilmiştir(5). Ortodontik kuvvetin vital ve vital olmayan dişler üzerindeki etkisine ilişkin karşılaştırma yapılan öncü bir araştırmada, histolojik reaksiyon ve kök rezorpsiyonu açısından ortodontik kuvvete yanıt olarak hem vital hem de endodontik tedavi görmüş dişlerin aynı şekilde davrandığı gösterilmiştir(47). Wickwire ve ark.(48), endodontik tedavili dişlerin vital

dişler kadar normal hareket ettiğini ancak endodontik tedavili dişlerde kök rezorpsiyonu miktarının daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Buna karşın, Spurrier ve ark.(49) tarafından yapılan araştırmada, endodontik tedavili dişlerde vital dişlerden daha az eksternal apikal kök rezorpsiyonu olduğu gerçeği ortaya çıkmıştır. Bu gerçek, Mirabella ve Artun(50, 51) tarafından yapılan çalışmalarla da desteklenmiştir. Literatürde, endodontik tedavili dişlerin kök rezorpsiyonuna daha yatkın olduğuna ilişkin tartışmalar hala devam etmektedir(21). Bununla birlikte, koronal sızıntıya neden olmayacak ve bakteri istilasına izin vermeyecek şekilde uygulanmış ve kök rezorpsiyonu belirtisi göstermeyen endodontik tedavili dişlerin yaygın kök rezorpsiyonu olmadan ortodontik olarak hareket ettirilebileceği de bildirilmiştir(21, 22, 52, 53). Bu durum, eşit ortodontik kuvvet uygulanan endodontik tedavi görmüş ve görmemiş vital dişler arasında kök rezorpsiyonunun miktarı ve şiddeti açısından anlamlı farklılıkların olmadığını bildirdiği sistematik derlemelerde(22, 54)ve bir meta analizde(55) netleşmiş olmakla birlikte, oklüzyonda tutulan dişlerde daha yüksek başarı oranı görüldüğü de ayrıca rapor edilmiştir(56).

Endodontik tedavi sonrası apikal lezyonlu veya apikal periodontitisli dişlerde ve periradiküler cerrahi öyküsü olan dişlerde ortodontik diş hareketi bildiren sınırlı veri bulunmaktadır (21, 22, 52, 57). Ayrıca, periradiküler cerrahi uygulanmış dişlerin ortodontik tedaviyle başarılı bir şekilde hareket etme yetenekleriyle ilgili olarak da belirsizlik mevcut olup, kombine periradiküler cerrahi ve ortodontik tedavi uygulamaları hakkında bildirilen veriler sınırlı sayıdadır(58-60). Pedulla ve ark. (58), vaka raporlarında, gömülü maksiller kanin dişin cerrahi işbirliği ile ortodontik ekstrüzyonunu gerçekleştirdiklerini ve bitişik premolar dişin dilasere kökünün de periradiküler cerrahi ile başarılı bir şekilde tedavi ettiklerini bildirmişlerdir. Bunun dışında, Sigh ve ark. (59), maksiller sağ kesici dişin dilasere kökünü çıkarmak için yapılan periradiküler cerrahi sonrası uygulanan ortodontik tedavinin başarılı sonuçlandığını ve iyi bir periodontal ve ortodontik stabilite gözlediklerini rapor etmişlerdir. Yine, Bi ve ark. (60), kombine ortodontik diş hareketi ve periradiküler cerrahi uyguladıkları vakanın iki yıllık takibi sonrasında periapikal inflamasyonun çözüldüğünü ve kök rezorpsiyonunda ilerlemenin durmuş olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte, olgu sunumlarının yayımlanma ve hatırlama taraflılığı gibi sınırlamaları nedeniyle, sonuçların dikkatli bir şekilde yorumlanması gerektiği, popülasyonu temsil etmediği ve dolayısıyla bulguların genellenemeyeceği unutulmamalıdır (61).

Dikkat çekilen bir başka soru da, endodontik tedavi görmüş dişlerin eksternal apikal kök rezorpsiyonuna uğramaları sonucu kök kanal dolgu maddesine ne olacağıdır (5). Konuyla ilgili çok sayıda teori olsa da, kök dolgu materyallerinin alveol kemiğe gömülmesi, rezorbe olması veya dişin kendisine bağlı kalması ihtimalleri vardır (62). Çoğu zaman enfeksiyon kaynağı olabilen bu materyaller, dişlerle ilişkili sinüs yolu olabilir ve endodontik tedavi görmüş dişlerde koronal sızıntı olması durumunda enfeksiyon olasılığını da yükseltir (5). Sonuç olarak, endodontik olarak tedavi edilen dişlerin ortodontik hareketini içeren araştırmaların sonuçları çelişkilidir (63). Bazı araştırmacılar tarafından endodontik tedavi sonrası ortodontik diş hareketi sırasında kök rezorpsiyonu riskinin arttığı bildirilirken (48), diğer taraftan değişmediğini (64) veya daha az riskli olduğunu (49, 65) bildiren araştırmacılar da mevcuttur. Bununla birlikte, endodontik tedavisi yetersiz olan dişlerde uygulanacak ortodontik diş hareketi sonrası görülebilecek kemik yıkımı oranındaki önemli artışlar ve periapikal lezyon riski nedeniyle, başarılı ortodontik diş hareketi için etkili bir endodontik tedavi sağlamak temel bir ön koşuldur (21, 22, 52, 66). Önceki çalışmalarda vurgulandığı gibi, endodontik olarak tedavi edilmiş dişler ve canlı dişler arasında kök rezorpsiyonu açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların olmaması bu ön koşulun sağlanmış olması ile açıklanabilir (22, 52, 55)

Sonuçlar

Ağır ve uzun süreli ortodontik kuvvetler, pulpada geri dönüşümsüz pulpitis ve pulpa nekrozuna neden olabilir. Ağır olmayan aralıklı kuvvetler ise, pulpada geçici değişikliklere neden olmakla birlikte, yeterli diş hareketinin elde edilmesini sağlar. Optimal ortodontik kuvvetlerle pulpa hasarı sınırlanır ve hatta hasarlı pulpa iyileşir. Başarılı bir ortodontik diş hareketi için başarılı bir endodontik tedavinin şart olması nedeniyle, ortodontik tedavi öncesinde, endodontik tedavi gereken dişlerin tedavisinin dikkatli bir klinik ve radyografik değerlendirme ile tamamlanması çok önemlidir. Ayrıca, daha önce yapılan kanal tedavisinin kalitesi, periodontal membranın sağlığı ve ortodontik kuvvetlerin dikkatli uygulanması tedavi sırasında dikkat edilmesi gereken diğer faktörlerdir.

KAYNAKLAR

1. Mustaffa M, Nasir SH. Endodontic-orthodontic interrelationship: a review. IIUM Journal of Orofacial and Health Sciences. 2021;2(2):70-81.
2. Alfalaj H. Pre-prosthetic orthodontics. Saudi Dent J. 2020;32(1):7-14.

3. Ren Y, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *Angle Orthod.* 2003;73(1):86-92.
4. Theodorou CI, Kuijpers-Jagtman AM, Bronkhorst EM, Wagener FA. Optimal force magnitude for bodily orthodontic tooth movement with fixed appliances: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2019;156(5):582-92.
5. Acharya N, Shrestha R, Maskey S, Yadav R. Endodontic Considerations in Contemporary Orthodontic Practice-A Review. *Orthodontic Journal of Nepal.* 2022;12(1):75-80.
6. Han G, Hu M, Zhang Y, Jiang H. Pulp vitality and histologic changes in human dental pulp after the application of moderate and severe intrusive orthodontic forces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144(4):518-22.
7. Veberiene R, Smailiene D, Baseviciene N, Toleikis A, Machiulskiene V. Change in dental pulp parameters in response to different modes of orthodontic force application. *Angle Orthod.* 2010;80(6):1018-22.
8. Lazzaretti DN, Bortoluzzi GS, Fernandes LFT, Rodriguez R, Grehs RA, Hartmann MSM. Histologic evaluation of human pulp tissue after orthodontic intrusion. *J Endod.* 2014;40(10):1537-40.
9. Ramazanzadeh BA, Sahhafian AA, Mohtasham N, Hassanzadeh N, Jahanbin A, Shakeri MT. Histological changes in human dental pulp following application of intrusive and extrusive orthodontic forces. *J Oral Sci.* 2009;51(1):109-15.
10. Mostafa YA, Iskander KG, El-Mangoury NH. Iatrogenic pulpal reactions to orthodontic extrusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;99(1):30-4.
11. Unsterseher RE, Nieberg LG, Weimer AD, Dyer JK. The response of human pulpal tissue after orthodontic force application. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987;92(3):220-4.
12. Weltman B, Vig KW, Fields HW, Shanker S, Kaizar EE. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(4):462-76.
13. Ertas ET, Veli I, Akin M, Ertas H, Atici MY. Dental pulp stone formation during orthodontic treatment: A retrospective clinical follow-up study. *Niger J Clin Pract.* 2017;20(1):37-42.
14. Weissheimer T, Silva E, Pinto K, Só G, Rosa R, Só M. Do orthodontic tooth movements induce pulp necrosis? A systematic review. *Int Endod J.* 2021;54(8):1246-62.
15. Antony DP, Thomas T, Nivedhitha M. Two-dimensional periapical, panoramic radiography versus three-dimensional cone-beam computed tomography in the detection of periapical lesion after endodontic treatment: A systematic review. *Cureus.* 2020;12(4).
16. Mainkar A, Kim SG. Diagnostic accuracy of 5 dental pulp tests: a systematic review and meta-analysis. *J Endod.* 2018;44(5):694-702.
17. Dastmalchi N, Jafarzadeh H, Moradi S. Comparison of the efficacy of a custom-made pulse oximeter probe with digital electric pulp tester, cold spray, and rubber cup for assessing pulp vitality. *J Endod.* 2012;38(9):1182-6.
18. von Böhl M, Ren Y, Fudalej PS, Kuijpers-Jagtman AM. Pulpal reactions to orthodontic force application in humans: a systematic review. *J Endod.* 2012;38(11):1463-9.
19. Javed F, Al-Kheraif AA, Romanos EB, Romanos GE. Influence of orthodontic forces on human dental pulp: a systematic review. *Arch Oral Biol.* 2015;60(2):347-56.
20. D'Attilio M, De Angelis F, Vadini M, Rodolfo D, Trubiani O, Di Nardo Di Maio F, et al. Endodontic-orthodontic relationships: expression of no synthase in human dental pulp during orthodontic tooth movement. *J Biol Regul Homeost.* 2012;26(2 Suppl):35-43.
21. Aydin H, Er K. The effect of orthodontic tooth movement on endodontically treated teeth. *J Res Dent.* 2016;4:31-41.
22. Yang L, Tiwari SK, Peng L. Differences in root resorption between root canal treated and contralateral vital tooth during orthodontic tooth movement: a systematic review. *Orthod J Nepal.* 2016;6(1):41-4.
23. Ersahan S, Sabuncuoglu FA. Effect of age on pulpal blood flow in human teeth during orthodontic movement. *J Oral Sci.* 2018;60(3):446-52.
24. Consolaro A, Consolaro RB. There is no pulp necrosis or calcific metamorphosis of pulp induced by orthodontic treatment: biological basis. *Dental Press J Orthod.* 2018;23(4):36-42.

- 25.** Bauss O, Röhling J, Sadat-Khonsari R, Kiliaridis S. Influence of orthodontic intrusion on pulpal vitality of previously traumatized maxillary permanent incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134(1):12-7.
- 26.** Arijji Y, Obayashi N, Goto M, Izumi M, Naitoh M, Kurita K, et al. Roots of the maxillary first and second molars in horizontal relation to alveolar cortical plates and maxillary sinus: computed tomography assessment for infection spread. *2006;10(1):35-41.*
- 27.** Rechenberg D-K, Galicia JC, Peters OA. Biological markers for pulpal inflammation: A systematic review. *PloS One.* 2016;11(11):e0167289.
- 28.** Abdul Wahab RM, Zainal Ariffin SH, Yeen WW, Ahmad NA, Senafi S. Molecular markers of dental pulp tissue during orthodontic tooth movement: a pilot study. *Sci World J.* 2012;2012.
- 29.** Chavarría-Bolaños D, Martínez-Zumaran A, Lombana N, Flores-Reyes H, Pozos-Guillen A. Expression of substance P, calcitonin gene-related peptide, β -endorphin and methionine-enkephalin in human dental pulp tissue after orthodontic intrusion: a pilot study. *Angle Orthod.* 2014;84(3):521-6.
- 30.** Yamaguchi M, Kojima T, Kanekawa M, Aihara N, Nogimura A, Kasai K. Neuropeptides stimulate production of interleukin-1 β , interleukin-6, and tumor necrosis factor- α in human dental pulp cells. *Inflamm Res.* 2004;53(5):199-204.
- 31.** Alomari F, Al-Habahbeh R, Alsakarna B. Responses of pulp sensibility tests during orthodontic treatment and retention. *Int Endod J.* 2011;44(7):635-43.
- 32.** Modaresi J, Aghili H, Dianat O, Younessian F, Mahjour F. The effect of orthodontic forces on tooth response to electric pulp test. *Iran Endod J.* 2015;10(4):244.
- 33.** Hall C, Freer T. The effects of early orthodontic force application on pulp test responses. *Aust Dent J.* 1998;43(5):359-61.
- 34.** Briseño-Marroquín B, López-Murillo H, Kuchen R, Casasa-Araujo A, Wolf TG. Pulp sensitivity changes during orthodontic treatment at different time periods: a prospective study. *Clin Oral Investig.* 2021;25(5):3207-15.
- 35.** Vermiglio G, Centofanti A, Matarese G, Militi A, Matarese M, Arco A, et al. Human dental pulp tissue during orthodontic tooth movement: An immunofluorescence study. *J Func Morphol Kinesiol.* 2020;5(3):65.
- 36.** Bauss O, Röhling J, Sadat-Khonsari R, Kiliaridis S. Influence of orthodontic intrusion on pulpal vitality of previously traumatized maxillary permanent incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134(1):12-7.
- 37.** Bauss O, Schäfer W, Sadat-Khonsari R, Knösel M. Influence of orthodontic extrusion on pulpal vitality of traumatized maxillary incisors. *J Endod.* 2010;36(2):203-7.
- 38.** Bauss O, Röhling J, Meyer K, Kiliaridis S. Pulp vitality in teeth suffering trauma during orthodontic therapy. *Angle Orthod.* 2009;79(1):166-71.
- 39.** Vitali FC, Cardoso IV, Mello FW, Flores-Mir C, Andrada AC, Dutra-Horstmann KL, et al. Effect of orthodontic force on dental pulp histomorphology and tissue factor expression: A systematic review. *Angle Orthod.* 2021;91(6):830-42.
- 40.** Perinetti G, Varvara G, Festa F, Esposito P. Aspartate aminotransferase activity in pulp of orthodontically treated teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;125(1):88-92.
- 41.** Grünheid T, Morbach BA, Zentner A. Pulpal cellular reactions to experimental tooth movement in rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;104(3):434-41.
- 42.** Patterson BM, Dalci O, Darendeliler MA, Papadopoulou AK. Corticotomies and orthodontic tooth movement: a systematic review. *J Oral Maxillofac Surg.* 2016;74(3):453-73.
- 43.** Dallel I, Ayari R, Zrelli A, Ommezine M, Tobji S, Amor AB. Impact of Orthodontic Forces on Pulp Reaction: A Systematic Review. *J Health Med Res.* 2019;1(1):24-9.
- 44.** Wei F, Geng J, Guo J, Guo Q, Wang H, Liu D, et al. Metabolic changes of human dental pulp after rapid palatal expansion. *Orthod Craniofac Res.* 2013;16(3):185-92.
- 45.** Baratieri C, Alves Jr M, Mattos CT, de Souza MMG, de Oliveira Ruellas AC. Changes of pulp-chamber dimensions 1 year after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;143(4):471-8.

- 46.** Cedro MK, Moles DR, Hodges SJ. Adult orthodontics—who's doing what? *Journal of orthodontics*. 2010;37(2):107-17.
- 47.** Huettner RJ, Young RW. The movability of vital and devitalized teeth in the *Macacus rhesus* monkey. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology*. 1955;8(2):189-97.
- 48.** Wickwire NA, Mc Neil MH, Norton LA, Duell RC. The effects of tooth movement upon endodontically treated teeth. *Angle Orthod*. 1974;44(3):235-42.
- 49.** Spurrier SW, Hall SH, Joondeph DR, Shapiro PA, Riedel RA. A comparison of apical root resorption during orthodontic treatment in endodontically treated and vital teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1990;97(2):130-4.
- 50.** Mirabella AD, Årtun J. Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995;108(1):48-55.
- 51.** Mirabella AD, Årtun J. Prevalence and severity of apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *Eur JOrthod*. 1995;17(2):93-9.
- 52.** Walker SL, Tieu LD, Flores-Mir C. Radiographic comparison of the extent of orthodontically induced external apical root resorption in vital and root-filled teeth: a systematic review. *Eur J Orthod*. 2013;35(6):796-802.
- 53.** Esteves T, Ramos AL, Pereira CM, Hidalgo MM. Orthodontic root resorption of endodontically treated teeth. *J Endod*. 2007;33(2):119-22.
- 54.** Walker SL, Tieu LD, Flores-Mir C. Radiographic comparison of the extent of orthodontically induced external apical root resorption in vital and root-filled teeth: a systematic review. *Eur JOrthod*. 2013;35(6):796-802.
- 55.** Alhadainy HA, Flores-Mir C, Abdel-Karim AH, Crossman J, El-Bialy T. Orthodontic-induced external root resorption of endodontically treated teeth: a meta-analysis. *J Endod*. 2019;45(5):483-9.
- 56.** Medeiros RB, Mucha JN. Immediate vs late orthodontic extrusion of traumatically intruded teeth. *Dent Traumatol*. 2009;25(4):380-5.
- 57.** Hamilton R, Gutmann J. Endodontic-orthodontic relationships: a review of integrated treatment planning challenges. *Int Endod J*. 1999;32(5):343-60.
- 58.** Pedullà E, Valentino J, Rapisarda S. Endodontic surgery of a deviated premolar root in the surgical orthodontic management of an impacted maxillary canine. *J Endod*. 2015;41(10):1730-4.
- 59.** Singh H, Kapoor P, Sharma P, Dudeja P, Maurya RK, Thakkar S. Interdisciplinary management of an impacted dilacerated maxillary central incisor. *Dental Press J Orthod*. 2018;23:37-46.
- 60.** Bi C, Zhou M, Han X, Zhang Y, Zheng P. Endodontic microsurgery with orthodontic treatment in a mandibular left molar with symptomatic apical periodontitis. *J Endod*. 2020;46(11):1799-805.
- 61.** Nissen T, Wynn R. The clinical case report: a review of its merits and limitations. *BMC Res Notes*. 2014;7(1):1-7.
- 62.** Feller L, Khammissa RA, Thomadakis G, Fourie J, Lemmer J. Apical external root resorption and repair in orthodontic tooth movement: biological events. *BioMed Res Int*. 2016;2016.
- 63.** Mohankumar K, Parameshwaran T, Asokan U. An Evidence Based Review of Literature-Effect of Orthodontic Treatment on Endodontically Treated Teeth. *J Adv Med Dent Scie Res*. 2020;8(8):156-62.
- 64.** Hunter M, Hunter B, Kingdon A, Addy M, Dummer P, Shaw W. Traumatic injury to maxillary incisor teeth in a group of South Wales school children. *Dent Traumatol*. 1990;6(6):260-4.
- 65.** Remington DN, Joondeph DR, Årtun J, Riedel RA, Chapko MK. Long-term evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1989;96(1):43-6.
- 66.** Alqerban A, Almanea A, Alkanhal A, Aljarbou F, Almassen M, Fieuws S, et al. Impact of orthodontic treatment on the integrity of endodontically treated teeth. *Eur J Orthod*. 2019;41(3):238-43.