

Ortodontik diş hareketini hızlandıran cerrahi yöntemler

Ekrem Oral¹, Gökhan Türker², Elif Dilara Şeker³

¹Karşıyaka Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi, İzmir

²Mersin Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti AD, Mersin

³Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti AD, Kayseri

Öz

Ortodontik tedaviye olan ilginin artmasıyla birlikte özellikle erişkin ve genç erişkin hastalarda kısa süreli ortodontik tedaviler daha fazla talep edilmeye başlanmıştır. Bu beklentiyi karşılayabilmek için diş hareketini hızlandıran yöntemler hakkında yapılan çalışmalar günümüzde daha önemli hale gelmiştir ve bu çalışmalara olan ilgi her geçen gün daha da artmaktadır. Literatürde diş hareketini hızlandıran yöntemler; lokal-sistemik ilaç uygulamaları, mekanik-fiziksel stimülasyonlar ve cerrahi destekli uygulamalar olmak üzere genel olarak üç ana başlıkta incelenmektedir. Bu yöntemler arasında cerrahi destekli yöntemler ilk olarak uygulanmaya başlamış ve bu yöntemler hakkında yapılan çalışmaların çoğunda başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Derlememizde literatürde daha önceden belirtilmiş olan ortodontik diş hareketini hızlandıran cerrahi destekli yöntemlerden ve tarihsel gelişimlerinden bahsedilecektir.

Anahtar Sözcükler: Hızlandırma, oral cerrahi, ortodontik diş hareketi

Surgical methods to accelerating orthodontic tooth movement

Abstract

Along with the increased interest in orthodontic treatment, short-term orthodontic treatments have gradually become in demand, especially among adult and young adult patients. The work on methods to accelerate tooth movement to meet this expectation is now an important issue today, and interest in these studies has steadily grown. In the literature, methods accelerating tooth movement are investigated under three main themes: local-systemic drug applications, mechanical-physical stimulations, and surgically assisted applications. Among these methods, surgical methods were applied first, and most of the studies on these methods yielded successful results. In our review, we will discuss the surgical methods that accelerate orthodontic tooth movement and their historical developments.

Keywords: Acceleration, oral surgery, orthodontic tooth movement

Yazının geliş tarihi: 13.06.2017 **Yazının kabul tarihi:** 17.07.2017

Sorumlu yazar: Gökhan Türker, Mersin Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı, Mersin Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Çiftlikköy Kampüsü Yenişehir-Mersin Çiftlikköy 33169, Mersin, Türkiye, Telefon: +90 0324 361 00 37/5603, e-mail:gokhanturker532@hotmail.com

Giriş

Günümüzde teknolojik gelişmelere paralel olarak ortodontide hem klinik hem de teknik olarak büyük gelişmeler olmuş olsa da halen çözülemeyen bazı problemler mevcuttur. Bu problemlerin başında uzun ortodontik tedavi süresi ve bu uzun süreli tedavilerin sebep olduğu diş çürüklerine yatkınlık, dişeti çekilmeleri ve kök rezorpsiyonları gibi komplikasyonlar bulunur.¹⁻⁴ Ayrıca çoğu ortodonti hastası tedavileri boyunca kullanmak zorunda oldukları ortodontik apareyler nedeniyle fiziksel ve sosyal rahatsızlıklar duymaktadırlar.⁵⁻⁸ Özellikle erişkin ve genç erişkin hastaların çoğu ortodontik tedavi sürelerinin daha kısa olmasını istemekte ve ortodontik tedaviye ihtiyaç duymalarına rağmen tedavi sürelerinin uzunluğu sebebiyle çoğu zaman tedaviye başlamaktan vazgeçmektedirler.^{9,10} Bu sebeplerle son yıllarda ortodontik diş hareketini hızlandıran yöntemler üzerine yapılan çalışmalara olan ilgi artmıştır.¹¹

Olası kök rezorpsiyonlarını ve periodontal ligament (PDL) hasarlarını en aza indirmek için klinisyenler hafif ortodontik kuvvetleri tercih etmelidirler.¹²⁻¹⁵ Fakat ortodontik diş hareketi, uygulanan kuvvetin fiziksel özelliklerine, periodontal ligamentin niteliğine ve hastanın biyolojik cevabına bağlı olarak hızlı ya da yavaş olabileceği için hafif kuvvet tercihi özellikle erişkin hastalarda olmak üzere bazı hastalarda tedavi sürelerini arttırabilmektedir.¹⁶⁻¹⁷ Bu problemi çözmek için uygulanan kuvvetin arttırılması periodontal membranın basınç bölgesinde kan akımının durmasına ve hücrel faaliyetin azalmasına sebep olur.¹⁸ Hücrel faaliyetin azalmasının sonucu olarak da bölgede hyalinizasyon dokusu oluşur ve tedavi süresi uzar.¹⁹ Ayrıca uygulanan kuvvet PDL'nin tolere edebileceği değerlerin üzerindeyse PDL hasarlarına, dişeti çekilmelerine ve kök rezorpsiyonlarına sebep olabilir.²⁰

Bu gibi durumlarda olası periodontal doku hasarını en aza indirmek ve tedavi süresini kısaltmak için doku direncini azaltan ve bölgenin kanlanmasına katkı sağlayan ortodontik diş hareketini

hızlandıran yöntemlerle birlikte hafif kuvvetler uygulanabilir.

Ortodontik diş hareketini hızlandıran yöntemler

Ortodontik diş hareketini hızlandıran yöntemler genel olarak lokal-sistemik ilaç uygulamaları, mekanik-fiziksel stimülasyonlar ve cerrahi destekli uygulamalar olmak üzere üç ana başlıkta incelenmektedir.²¹ Diş hareketini hızlandıran cerrahi destekli yöntemler diğer yöntemlere göre daha uzun klinik geçmişe, daha net tahmin edilebilir ve tutarlı sonuçlara sahiptirler fakat diğer yöntemlere göre daha invazivdirler ve işleme bağlı olarak bakteriyemi gibi riskler mevcuttur.^{11,22}

Ortodontik Diş Hareketini Hızlandıran Cerrahi Destekli Yöntemler

Cerrahi destekli uygulamalar diş hareketini temel olarak kortikal kemiğin direncini azaltarak alveol kemiğinde hyalinizasyon dokusu oluşumunun azaltılmasıyla ve "Bölgesel Hızlanma Fenomeni" ("Regional Acceleratory Phenomenon" (RAP)) oluşturmasıyla hızlandırır.²³

Kemik dokuda oluşturulan herhangi bir travma sonrası kemik dokudaki remodeling ve kemik turnoverı, iyileşmeyi hızlandırmak için büyük oranda artar.²⁴ Travma sonrası kemik dokuda artan metabolik faaliyeti 1983 yılında Harold Frost RAP olarak isimlendirmiştir.²⁵ RAP iyileşmekte olan kemikte ilk başta hızlı bir osteoklastik aktivitenin, ardından kemik densitesinde azalmanın, sonrasında da hızlı bir osteoblastik aktivitenin ve remodeling işleminin olduğu kompleks bir fizyolojik olaydır. RAP etkisiyle iyileşen insan kemiğindeki anabolik ve katabolik faaliyet üç hafta içerisinde üç katına, doku turnover hızıda 10 katın üzerine çıkmakta ve bu etki yaklaşık dört ay devam etmektedir.^{26,27} Ayrıca hızlanan metabolik faaliyet sayesinde diş hareketi esnasında oluşan hyalinizasyon dokusu daha erken ortadan kaldırılmakta ve

yeni hyalinizasyon dokularının oluşma riski azalmaktadır.^{28,29}

1. Kortikotomi ve Osteotominin Kombine Uygulamaları

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak için kortikotomi ve osteotominin kombine olarak uygulanması ilk olarak 1959 yılında Heinrich Köle tarafından tanıtılmıştır.³⁰ Köle makalesinde, dişlerin hareketine karşı oluşan direncin temel olarak dişlerin yerleştiği çene kemiğinin kortikal tabakasında bulunduğundan, bu direnci kırmak ve dişlerde daha hızlı hareket elde edebilmek için dişlerin kökleri etrafına kortikotomiler ve osteotomiler uyguladığından bahsetmiştir. Kortikotomilerini vertikal olarak hem bukkalden hem de lingualden alttaki spongioz kemiğe zarar vermeden sadece kortikal kemiği kesecek şekilde komşu iki dişin köklerinin ortasından; horizontal osteotomileri ise vertikal kortikotomileri bukko-lingual olarak birleştirecek şekilde subapikal olarak yapmıştır.³⁰

Köle makalesinde tedavi ettiği farklı oklüzal anomalilere sahip vakaları sunmuş ve vakaların tedavileri için farklı bölgelere uygulanan kortikotomileri ve osteotomileri tanıtmıştır. Kortikotomileri bazı vakalarda hareketi istenen her dişin kökleri etrafına tek tek uygularken bazı vakalarda da sadece hareketi istenen diş grubunun etrafını saracak şekilde uygulamıştır. Böylece diş ve diş gruplarına uyguladığı bu cerrahi işlemler sayesinde "kemik blokları" haline gelen segmentlerin bir bütün halinde hareket ettiğini iddia etmiştir. Bu yöntemle elde edilen hareketin tedavi stabilizasyonuna katkı sağladığından ve relapsı azalttığından bahsetmiştir. Köle cerrahi işlem sonrasında hastalarına vidalı hareketli apareylerle yüksek ortopedik kuvvetler uygulamış, 6 ila 12 hafta arasında değişen kısa sürelerde hareketleri tamamlanan dişlerde kök rezorpsiyonu görülmediğini ayrıca bu dişlere operasyondan altı ay sonra vitalite testi uyguladığını ve dişlerde devitalizasyon oluşmadığını belirtmiştir.³⁰

1975 yılında Düker, Köle'nin kortikotomi yöntemini temel alarak köpeklerde yaptığı

çalışmasında vertikal kortikotomilerin alveolar kretin minimum iki milimetre (mm) apikalinden yapıldığında ortodontik hareket uygulanan dişlerde pulpal ve periodontal dokularda hasar oluşmadığını rapor etmiştir.³¹

Her ne kadar Köle³⁰ ve Düker³¹ çalışmalarda aksini iddia etseler de invaziv horizontal subapikal osteotomiler sonrasında periodontal ve pulpal hasarlar oluşabilmektedir.³² Ayrıca osteotomi cerrahisinin damar ve sinir hasarları gibi olası komplikasyonlara sahip invaziv bir girişim olması Köle'nin yönteminin geniş çapta kabul görmesini engellemiştir.⁹ Buna rağmen Köle'nin çalışmaları sonraki yıllarda yapılan çalışmalara ilham kaynağı olarak öncülük etmiş ve modern ortodontide ortodontik diş hareketini hızlandıran cerrahi destekli yöntemler başlığı altında çeşitli yöntemlerin literatüre kazandırılmasını sağlamıştır.

2. Kortikotomi Destekli Uygulamalar

1990 yılında Gantes ve ark.³³ çekimli tedavi uyguladıkları beş hastada maksillar anterior altı dişi kapsayan bukkal ve palatinal kortikotomiler yardımıyla tedavi sürelerini geleneksel yöntemlere göre neredeyse yarı yarıya kısaltmışlardır. Bu çalışmalarında interdental vertikal kortikotomileri alveolar kretin 1.5 mm apikalinden, vertikal kortikotomileri birleştiren horizontal kortikotomileri ise dişlerin apikallerinin iki-üç mm altından geçecek şekilde yapmışlardır. Diş çekimleri kortikotomilerle aynı seansta yapılmış ve çekim soketinin bukkal ve lingualindeki kortikal tabaka kaldırılmıştır. Tedavi sonunda bütün dişlerin vitalitesinin korunduğunu, minimal kök rezorpsiyonları ve dişeti çekilmeleri olmasına rağmen hiçbir hastada klinik olarak fark edilebilir periodontal hasar oluşmadığını rapor etmişlerdir.

1991 yılında Suya³⁴ 395 erişkin Japon hastayı "Kortikotomi Destekli Ortodonti" adını verdiği Gantes ve ark.'nın³³ cerrahi yöntemiyle aynı olan yöntemle tedavi ettiği çalışmasını yayınlamıştır. Çalışmasında Köle'nin³⁰ horizontal subapikal osteotomisini horizontal subapikal

kortikotomi ile değiştirmiştir. Vakalarının çoğunun tedavisinin 12 aydan daha kısa sürede tamamlandığını ve bazı vakaların tedavisinin de altı ay gibi kısa bir sürede tamamlandığını belirtmiştir. Suya kortikotomi destekli ortodontinin geleneksel tedavilere göre daha az kök rezorpsiyonuna ve relaps riskine sahip ve daha az ağrılı olduğunu savunmuştur.

3. Periodontal Ligament Distraksiyonu

1998 yılında Liou ve Huang'ın 15 hastada yaptıkları çalışmayla ortodonti literatürüne sundukları bir yöntemdir.³⁵ Bu çalışmada, periodontal ligament distraksiyonu birinci premolar dişin çekimi planlanan hastaların 15'i üst çenede 11'i alt çenede olmak üzere 26 kanin dişine uygulanmıştır. Öncelikle hastalara kanin ve molar bantlarından oluşan bir distraksiyon apareyi yerleştirilmiş, sonra birinci premolarların çekimine geçilmiştir. Çekimlerin yapıldığı seansta cerrahi hazırlık da bir kemik freziyle yapılmıştır. Cerrahi hazırlık, interseptal kemiğin direncini azaltan, çekim socketinin içinden kanin diş doğru bukkal ve lingualden iki vertikal oluktan ve bu olukları birleştiren çekim socketinin tabanından geçen bir horizontal kesiden oluşturulmuştur. Bu cerrahi işlemde interseptal kemik mesio-distal olarak kesilmemiş ve vertikal olukların derinlikleri interseptal kemiğin kalınlığına göre değişebilmiştir. Geleneksel distraksiyondan farklı olarak latent dönem beklenmeden distraksiyona geçilmiştir ve günde 0,5-1 mm arası ritimle aktivasyonlar yapılmıştır. Distraksiyon apareyi ark telleri olmaksızın uygulandığı için distraksiyon esnasında kanin dişlerin istenmeyen rotasyonunu engellemek için molarların ve kaninlerin linguallerinden elastik zincir asılmıştır. Ankraj ünitesi olarak sadece birinci molar ve ikinci premolar dişler kullanılmasına rağmen sadece ortalama 0,5 mm'lik ankraj kaybıyla kanin dişler üç hafta gibi kısa bir sürede 6.5 mm distalize edilmiştir. Hiçbir hasta ağrıdan şikayetçi olmamış sadece aktivasyonları takiben 10 ila 15 saniye boyunca rahatsızlık hissettiklerini rapor etmişlerdir. Distraksiyon sonrasında alınan radyografik filmlerde distalize edilen kanin dişlerin köklerinde minimal rezorpsiyon

gözlemlenmiş ve ikinci premoların köklerine paralel oldukları tespit edilmiştir.

Liou ve Huang³⁵ bu teknikte yaptıkları periodontal ligamentin distraksiyonunu (PDL) hızlı üst çene genişletmesinde (Rapid Maxillary Expansion (RME)) midpalatal suturda oluşan distraksiyona benzetmektedirler. Özellikle anterior çapraşıklığa sahip birinci premolar çekimli tedavilerde kullanılmasını önermektedirler.

4. Dentoalveolar Distraksiyon

2002 yılında Kişnişçi ve ark.³⁶ dentoalveolar distraksiyon (DAD) yöntemini tanıtmışlardır. Bu çalışmada, DAD 18'i üst çenede, 6'sı alt çenede olmak üzere toplam 24 kanin dişine uygulanmıştır. DAD yönteminde de PDL yönteminde benzer olarak distraksiyon apareyi diş çekiminden önce yerleştirilmiştir ancak Liou ve Huang'ın³⁵ çalışmasından farklı olarak kullanılan distraksiyon apareyi daha rijit ve daha kompakt olarak hazırlanmıştır. Cerrahi hazırlık PDL yönteminde benzer olarak diş çekimi işlemi ile aynı seansta yapılmıştır. İlk olarak kanin dişin apikalinin üç ila beş mm uzağından geçecek şekilde kökün etrafını dolaşan bir osteotomi yapılmıştır. Birinci premolar dişin çekimi sonrası çekim socketinin bukkalinde kalan kemik dikkatlice kaldırılmıştır. PDL yönteminde benzer olarak latent dönem atlanarak aynı gün distraksiyona geçilmiştir. Her aktivasyon 0,4 mm olmak üzere günlük toplam 0,8 mm aktivasyonla kanin distalizasyonları 8 ila 12 günde tamamlanmıştır. Ankraj ünitesi olarak sadece birinci molarlar ve ikinci premolar kullanılmasına rağmen ankraj kaybı görülmemiştir. Tedavi sonrası yapılan değerlendirmelerde kanin dişlerde herhangi bir kök rezorpsiyonu ve vitalite kaybı görülmemiştir.³⁶

DAD ve PDL karşılaştırıldığında, DAD yöntemi ile kanin distalizasyonu daha az devrilme ile daha hızlı gerçekleştirilebilmesine rağmen PDL yönteminde göre DAD çok daha invaziv bir yöntemdir.³⁷

5. Periodontal Olarak Hızlandırılmış Osteojenik Ortodonti

Periodontolog olan M. Thomas Wilcko ve Ortodontist kardeşi William M. Wilcko 2001 yılında yayınladıkları iki vaka raporuyla “Wilckodontics” ya da diğer adıyla “Periodontal Olarak Hızlandırılmış Osteojenik Ortodonti” (Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics (PAOO)) uygulamasını literatüre tanıtmışlardır.³⁸ Tanıttıkları yöntemin cerrahisi daha önceden tanıtilen kortikotomi yöntemlerine^{33,34} benzer olmasına rağmen elde edilen hızlı ortodontik diş hareketinin mekanizmasını farklı şekilde izah etmişlerdir. Wilcko kardeşlere kadar cerrahi ile elde edilen hızlı diş hareketi kortikotomi ile oluşturulan “kemik bloklarının” kütleli hareketi ile açıklanmaktaydı.

Wilcko kardeşler kortikotomi sonrası diş hareketinin hızlanmasını Frost’un²⁵ tanıttığı Bölgesel Hızlanma Fenomeni’nin (RAP) başında alveolar kemikte oluşan hızlı osteoklastik aktivite sonucu oluşan demineralizasyon-remineralizasyon süreci ile açıklamışlardır.^{38,39} Bu mekanizmaya göre alveolar kemiğin densitesinin azalması ve kemik dokudaki artmış metabolik faaliyet sonucu ortodontik kuvvet uygulanan dişlerde daha az rezorpsiyon ve daha hızlı ortodontik diş hareketi gerçekleşmektedir.^{40,41}

Kortikotomiyi takiben alveolar kemiğin densitesinin azalması nedeniyle kökleri bukkale hareket ettirecek ve/veya bukkal kemiği ince olan vakalarda tedavi sonrası oluşabilecek dehissensleri, fenestrasyonları ve relapsı engellemek için kemik grefti uygulamasının gerekliliğinden bahsetmişlerdir. Kemik grefti olarak rezorbe olabilen kemik greftinin klindamisin fosfat veya plateletten zengin plazma ile ıslatılarak kullanılmasından ve greft materyalinin kanlanması arttırmak amacıyla kemik yüzeyinde dairesel perforasyonlar oluşturulmasından bahsetmişlerdir.³⁸ Bu işlemlerin haricinde uygulanan cerrahi prosedür Suya’nın³⁴ uygulaması ile hemen hemen aynıdır.

Bu yöntemde, bonding işlemine ve dişlere kuvvet verilmesine cerrahi işlemden bir hafta önce başlanır. Aktif tedavi fazının en fazla dört-altı ay içinde tamamlanması

istendiği için ortodontik kontrollerin iki haftada bir yapılması tavsiye edilir.

Wilcko kardeşler PAOO ile tedavi ettikleri hastaların tedavilerinin geleneksel ortodontik tedavilere göre üç-dört kat daha kısa sürede tamamlandığından bahsetmişlerdir. Ayrıca bu yöntemle kök rezorpsiyonu ve ortodontik tedavinin relaps riskinin azaldığından bahsetmişlerdir. Bunların yanında PAOO’nun fazladan cerrahi bir işlem gerektirmesi, bu cerrahi işlemin ek masraf oluşturması, cerrahi işlem sonrası alveolar krette kemik kaybına ve diş eti çekilmesine sebep olabilmesi ve ağrı, şişkinlik, enfeksiyon gibi muhtemel cerrahi komplikasyonlarına sahip olması gibi dezavantajları bulunmaktadır.⁴²⁻⁴⁴

6. Kortizisyon

Her ne kadar geleneksel kortikotomi tekniği ortodontik tedaviye büyük katkılar sağlasa da flep kaldırmanın zorunlu olduğu invaziv bir cerrahi uygulama olması sebebiyle hastalar ve klinisyenler tarafından fazla ilgi görememiştir.²³ Bu nedenle 2006 yılında Park ve ark.⁴⁵ kortikotomiye alternatif olarak kortizisyon yöntemini literatüre sunmuşlardır.

Bu uygulamada, cerrahi uygulamadan önce hastanın ağzını bir antiseptik gargara ile çalkalaması istenir. Hastaya lokal anestezi uygulanır ve sağlaştırılmış bistüri dişlerin uzun aksıyla 45°-60° açı yapacak şekilde interradiküler yapışık dişetine yerleştirilir. İnterdental papillanın beş mm altından cerrahi bir çekiç yardımıyla kortikal kesiler flep kaldırılmadan transmukozal olarak uygulanır.⁴⁶ Kesiler vertikal olarak köklerin 2/3’ü uzunlukta ve 10 mm derinlikte olmak üzere yapılır. Kanamalar duruncaya kadar kortizisyon bölgeleri serum fizyolojik ile yıkanır. Park çalışmasında bu cerrahi prosedürle çekimsiz olarak tedavi ettiği 21 yaşındaki kadın hastasının tüm tedavisinin 10 ayda tamamlandığını belirtmiştir.⁴⁶

Kortizisyon yöntemi minimal invaziv ve kısa bir cerrahi işleme sahip olmasına rağmen greftlemeye uygun olmaması, çekiç ile yapılan işlemin hastada rahatsızlığa ve sonrasında baş dönmesine sebep olması

yönteme olan ilginin azalmasına sebep olmuştur.⁴⁷

7. Piezosizyon

2009 yılında Dibart ve ark.⁴⁸ kortizisyon yöntemi gibi flep kaldırılmadan ancak kemik greftlemesine izin veren ve piezocerrahi bıçakları kullanılarak yapılan minimal invaziv bir yöntem olan piezosizyon adını verdikleri yöntemi tanıtmışlardır. Bu yöntemde, sadece kortikotomi yapılacak bölgelere periosta kadar uzanan ufak insizyonlar yapılır. Ardından mukoperiostal flep kaldırılmadan piezotestere ile üç mm uzunluğunda ve derinliğinde piezosizyonlar gerçekleştirilir. Bu aşamada istenirse mukoperiostal flep tünel şeklinde kaldırılıp pat formunda bir kemik grefti yerleştirilir. Greftleme yapıldıysa suture atılır aksi halde suture gerek yoktur.

Abbas ve ark.⁴⁹ çekimli tedavi edilecek Sınıf II Divizyon I maloklüzyona sahip 20 hastada yaptıkları çalışmada kortikotomi ve piezosizyon destekli yapılan kanin distalizasyonlarını kök rezorpsiyonu ve diş hareketi hızı bakımından incelemişlerdir. Her iki yöntemde de kontrol grubuna göre kök rezorpsiyonlarının daha az görüldüğünü ve diş hareketinin kortikotomi uygulanan dişlerde 1,5-2 kat, piezosizyon uygulananlarda ise 1,5 kat daha hızlı olduğunu belirtmişlerdir.

Piezosizyon; pratik, minimal invaziv ve etkili bir yöntemdir. Ayrıca piezosizyon tekniğinde kesim esnasında oluşan ultrasonik vibrasyonlar da diş hareketini hızlandırmaya katkı sağlamaktadır.³⁹ Piezosizyon minimal invaziv bir yöntem olmasına rağmen, uygulama sonrası hastalarda geçici olarak bakteriyemi oluşabilmektedir bu nedenle yüksek risk grubunda bulunan hastalarda bakteriyel endokardit riskine karşı gerekli önlemler alınarak işlemlere başlanmalıdır.²²

8. Mikroosteoperforasyon

2010 yılında Teixeira ve ark.⁵⁰ 48 rat üzerinde yaptıkları deneysel bir çalışmada, biri kontrol grubu olmak üzere toplam dört gruba ayırdıkları ratların maksillar birinci molar dişlerine sırasıyla cerrahi işlemsiz, sadece flep cerrahisiyle ve flep cerrahisi ile

birlikte kortikal tabakaya rond frezlerle üç küçük perforasyon oluşturarak ortodontik kuvvet uygulamışlardır. 28 gün sonunda kortikal kemik tabasında perforasyonlar uygulanan ratlarda enflamatuar markerların ekspresyonunun uyarılmasına bağlı olarak osteoklast ve kemik remodeling aktivitesinin diğer gruplara göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. "Mikroosteoperforasyon" adını verdikleri bu uygulamayla ortodontik diş hareketinin hızlandırılabilceğini öne sürmüşlerdir. Ayrıca minimal kortikal perforasyonların flepsiz olarak kullanımını önermişlerdir.

Alikhani ve ark.⁵¹ daha önceden Teixeira ve ark.'nın⁵⁰ yaptığı deneysel çalışmayı örnek olarak mikroosteoperforasyon yöntemini 20 erişkin vakada klinik olarak uygulamışlardır. Çalışmada çift taraflı maksillar birinci premolarlarının çekilmesi planlanan hastalar kontrol ve deney grubu olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Kontrol grubuna mikroosteoperforasyon uygulanmazken, deney grubunun rastgele seçilen bir tarafına kanin distalizasyonu öncesinde uygulanmıştır. Mikroosteoperforasyon flep kaldırılmadan kortikal kemikte 1.5 mm genişliğinde ve iki-üç mm derinliğinde perforasyon yapan özel tasarlanmış bir cihaz kullanılarak kökün distalindeki kemiğe oklüzogingival yönde üç noktadan uygulanmıştır. 28 gün sonra yapılan ölçümlerde, mikroosteoperforasyon uygulanan köpek dişlerinin hem kontrol grubuna hem de karşı arktaki dişlere göre 2.3 kat daha hızlı hareket ettiğini ve uygulama sonrası hastalarda hafif ve lokal bir ağrı oluştuğunu bildirmişlerdir.⁵¹

9. Piezopuncture

Kim ve ark.⁵² 2013 yılında piezosizyon yöntemindeki diş eti kesilerini yapmadan keskin ve kıvrık bir piezocerrahi ucu kullanarak "Piezopuncture" yöntemini geliştirmişler. Deneysel çalışmalarını piezopuncture ve kontrol grubu olmak üzere ikiye böldükleri 10 köpek üzerinde gerçekleştirmişlerdir. Hareket ettirilecek dişlerin mezial ve distallerine hem bukkalden hem de lingualden olmak üzere toplam 16 adet perforasyon oluşturmuşlardır. Perforasyonlar kortikal

kemikte üç mm derinlik oluşturacak şekilde piezopuncture probunun beş saniye boyunca uygulanmasıyla elde edilmiştir. Yapılan bu deneysel çalışmayla ileride yapılacak klinik çalışmalara cesaret veren olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Sonuç

Teknolojinin ilerlemesi ve erişkin hasta sayısının her geçen gün artması, günümüz toplumunun ortodontik tedavilerden beklentilerini arttırmıştır. Günümüzde hemen hemen her hizmete erişiminin kolay ve hızlı olması, hem hastaların hem de ebeveynlerin ortodontik tedavilerin daha hızlı sonuçlanmasını talep etmelerine sebep olmuştur. Hastaların ve ebeveynlerin bu talepleri karşılamak için günümüz literatüründe tanımlı çok sayıda yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler içerisinde cerrahi destekli yöntemler en hızlı diş hareketi sağlayan ve en etkili yöntemler olmalarına rağmen daha masraflı, daha zahmetli ve en önemlisi daha invaziv yöntemlerden oluşmaktadırlar. Fakat bu dezavantajlar teknolojinin ilerlemesi ve yaklaşık 100 yıldır araştırmacıların cerrahi destekli yöntemler üzerine yaptıkları çalışmalar sayesinde minimize edilmiş ve cerrahi destekli yöntemler modern ortodontinin önemli bir parçası haline gelmiştir. Günümüz toplumunun ihtiyaçlarına cevap verebilen daha etkili tedaviler yapabilmek için cerrahi destekli yöntemlerin uygulamaları, fayda ve zararları klinisyenlerce iyi bilinmelidir.

Kaynaklar

1. Kuroi J., Owman-Moll P., Lundgren D. Time-related root resorption after application of a controlled continuous orthodontic force. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1996;110(3):303-310.
2. Ristic M., Svabic M.V., Sasic M., Zelic O. Clinical and microbiological effects of fixed orthodontic appliances on periodontal tissues in adolescents. *Orthod Craniofac Res* 2007;10(4):187-195.

3. Hamp S.E., Lundström F., Nyman S. Periodontal conditions in adolescents subjected to multiband orthodontic treatment with controlled oral hygiene. *Eur J Orthod* 1982;4(2):77-86.
4. Ekizer A., Türker G., Uysal T., Güray E., Taşdemir Z. Light emitting diode mediated photobiomodulation therapy improves orthodontic tooth movement and miniscrew stability: A randomized controlled clinical trial. *Lasers Surg Med* 2016;48(10):936-943.
5. Ngan P., Kess B., Wilson S. Perception of discomfort by patients undergoing orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1989;96(1):47-53.
6. Egolf R.J., BeGole E.A., Upshaw H.S. Factors associated with orthodontic patient compliance with intraoral elastic and headgear wear. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1990;97(4):336-348.
7. Oliver R., Knapman Y. Attitudes to orthodontic treatment. *Br J Orthod* 1985;12(4):179-188.
8. Gosney M.B. An investigation into factors which may deter patients from undergoing orthodontic treatment. *Br J Orthod* 1985;12(3):133-138.
9. Hoogeveen E.J., Jansma J., Ren Y. Surgically facilitated orthodontic treatment: a systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2014;145(4):51-64.
10. Buschang P.H., Campbell P.M., Ruso S. Accelerating tooth movement with corticotomies: is it possible and desirable? *Semin Orthod* 2012;18(4):286-294.
11. Nimeri G., Kau C.H., Abou-Kheir N.S., Corona R. Acceleration of tooth movement during orthodontic treatment-a frontier in orthodontics. *Prog Orthod* 2013;14(1):42.
12. Oppenheim A. Human tissue response to orthodontic intervention of short and long duration. *Am J Orthod Oral Surg* 1942;28(5):263-301.
13. Reitan K. Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics. *Am J Orthod* 1957;43(1):32-45.

14. Storey E. Force in orthodontics and its relation to tooth movement. *Aust J Orthod* 1952;56:11-18.
15. Yee J.A., Türk T., Elekdağ-Türk S., Cheng L.L., Darendeliler M.A. Rate of tooth movement under heavy and light continuous orthodontic forces. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2009;136(2):150.e1-150.e9.
16. Rygh P., Brudvik P. The histological responses of the periodontal ligament to horizontal orthodontic loads. In: Berkovitz B.K.B, Moxham B.J., Newman H.N. Eds. The periodontal ligament in health and disease. 2nd revised edition St Louis: Mosby, 1995:250-254.
17. Ong M.A., Wang H.L., Smith F.N. Interrelationship between periodontics and adult orthodontics. *J Clin Periodontol* 1998;25(4):271-277.
18. Engström C., Granström G., Thilander B. Effect of orthodontic force on periodontal tissue metabolism a histologic and biochemical study in normal and hypocalcemic young rats. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1988;93(6):486-495.
19. Rygh P. Ultrastructural changes in pressure zones of human periodontium incident to orthodontic tooth movement. *Acta Odont Scand* 1973;31(2):109-122.
20. Lindhe J. Textbook of clinical periodontology. 2nd edition ed. Copenhagen: Munksgaard, 1989:563-589.
21. Ren A., Lv T., Kang N., Zhao B., Chen Y., Bai D. Rapid orthodontic tooth movement aided by alveolar surgery in beagles. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2007;131(2):160.e1-160.e10.
22. Ileri Z., Akin M., Erdur E.A., Dagi H.T., Findik D. Bacteremia after piezocision. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2014;146(4):430-436.
23. Tunçer N.I., Özçırpıcı A.A. Hızlandırılmış Diş Hareketi Alanında Cerrahi Destekli Teknikler. *Türkiye Klinikleri J Orthod-Special Topics* 2015;1(1):34-41.
24. Bhattacharya P., Bhattacharya H., Anjum A., Bhandari R., Agarwal D., Gupta A. Assessment of corticotomy facilitated tooth movement and changes in alveolar bone thickness-A CT scan study. *J Clin Diag Res* 2014;8(10):26-30.
25. Frost H. The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry Ford Hosp Med J* 1983;31(1):3-9.
26. Schilling T., Müller M., Minne H., Ziegler R. Influence of inflammation-mediated osteopenia on the regional acceleratory phenomenon and the systemic acceleratory phenomenon during healing of a bone defect in the rat. *Calcif Tissue Int* 1998;63(2):160-166.
27. Sebaoun J.D., Kantarci A., Turner J.W., Carvalho R.S., Van Dyke T.E., Ferguson D.J. Modeling of trabecular bone and lamina dura following selective alveolar decortication in rats. *J Periodontol* 2008;79(9):1679-1688.
28. Iino S., Sakoda S., Ito G., Nishimori T., Ikeda T., Miyawaki S. Acceleration of orthodontic tooth movement by alveolar corticotomy in the dog. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2007;131(4):448.e1-448.e8.
29. Kim S.J., Park Y.G., Kang S.G. Effects of corticision on paradental remodeling in orthodontic tooth movement. *Angle Orthod* 2009;79(2):284-291.
30. Köle H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg* 1959;12(5):515-529.
31. Düker J. Experimental animal research into segmental alveolar movement after corticotomy. *J Maxillofac Surg* 1975;3:81-84.
32. Bell W.H., Levy B.M. Revascularization and bone healing after maxillary corticotomies. *J Oral Surg* 1972;30(9):640-648.
33. Gantes B., Rathbun E., Anholm M. Effects on the periodontium following corticotomy-facilitated orthodontics. Case reports. *J Periodontol* 1990;61(4):234-238.
34. Suya H. Corticotomy in orthodontics. In: Hösl E, Baldauf A Eds. Mechanical and biological basics in orthodontic therapy. Heidelberg, Germany: Huthig Buch Verlag, 1991:207-226.

35. Liou E.J., Huang C.S. Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1998;114(4):372-382.
36. Kişnişci R.Ş., İşeri H., Tüz H.H., Altug A.T. Dentoalveolar distraction osteogenesis for rapid orthodontic canine retraction. *J Oral Maxillofac Surg* 2002;60(4):389-394.
37. Kharkar V., Kotrashetti S., Kulkarni P. Comparative evaluation of dento-alveolar distraction and periodontal distraction assisted rapid retraction of the maxillary canine: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2010;39(11):1074-1079.
38. Wilcko W.M., Wilcko M.T., Bouquot J., Ferguson D.J. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001;21(1):9-20.
39. Huang H., Williams R.C., Kyrkanides S. Accelerated orthodontic tooth movement: molecular mechanisms. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2014;146(5):620-632.
40. Goldie R.S., King G.J. Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient, and lactating rats. *Am J Orthod* 1984;85(5):424-430.
41. Horowitz M., Coleman D., Flood P., Kupper T., Jilka R. Parathyroid hormone and lipopolysaccharide induce murine osteoblast-like cells to secrete a cytokine indistinguishable from granulocyte-macrophage colony-stimulating factor. *J Clin Invest* 1989;83(1):149-157.
42. Wilcko W.M., Ferguson D.J., Bouquot J., Wilcko M.T. Rapid orthodontic decrowding with alveolar augmentation: case report. *World J Orthod* 2003;4(3):197-205.
43. Wilcko M.T., Wilcko W.M., Bissada N.F. An evidence-based analysis of periodontally accelerated orthodontic and osteogenic techniques: a synthesis of scientific perspectives. *Semin Orthod* 2008;14(4):305-316.
44. Wilcko M.T., Wilcko W.M., Pulver J.J., Bissada N.F., Bouquot J.E. Accelerated osteogenic orthodontics technique: a 1-stage surgically facilitated rapid orthodontic technique with alveolar augmentation. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67(10):2149-2159.
45. Park Y.G., Kang S.G., Kim S.J. Accelerated tooth movement by corticision as an osseous orthodontic paradigm. *Kinki Tokai Kyosei Shika Gakkai Gakujuutsu Taikai Sokai* 2006;48(6):6-15.
46. Park Y.G. Corticision: A flapless procedure to Accelerate tooth movement. In: Kantarci A, Will L, Yen S Eds. *Tooth Movement*. Basel: Karger Publishers, 2016:109-117.
47. Mittal S., Sharma R., Singla A. Piezocision assisted orthodontics: a new approach to accelerated orthodontic tooth movement. *J Innov Dent* 2011;1(1):1-4.
48. Dibart S., Sebaoun J.D., Surmenian J. Piezocision: minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compend Contin Educ Dent* 2009;30(6):342-344.
49. Abbas N.H., Sabet N.E., Hassan I.T. Evaluation of corticotomy-facilitated orthodontics and piezocision in rapid canine retraction. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2016;149(4):473-480.
50. Teixeira C., Khoo E., Tran J., Chartres I., Liu Y., Thant L. Cytokine expression and accelerated tooth movement. *J Dental Res* 2010;89(10):1135-1141.
51. Alikhani M., Raptis M., Zoldan B., Sangsuwon C., Lee Y.B., Alyami B. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2013;144(5):639-648.
52. Kim Y.S., Kim S.J., Yoon H.J., Lee P.J., Moon W., Park Y.G. Effect of piezopuncture on tooth movement and bone remodeling in dogs. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2013;144(1):23-31.