

RAPİD MAKSİLLER EKSPANSİYON SIRASINDA PULPAL KAN AKIMI DEĞİŞİMİNİN LASER DOPPLER FLOWMETRY METODU İLE ÖLÇÜLMESİ#

Yrd. Doç. Dr. Cenk DORUK *
Dt. Hasan BABACAN **
Dt. Ali Altuğ BIÇAKÇI **

ÖZET: Bu çalışmada iskeletsel üst çene darlığı gösteren olgularda Rapid Maksiller Ekspansiyon (RME) sırasında kuvvete maruz kalan dişlerin pulpalarındaki kan akımı değişimi laser Doppler flowmetry (LDF) metodu kullanılarak ölçülmüştür. Çalışma, yaşları 11.5-14.3 arasında değişen 15 kız, 11 erkek toplam 26 hasta üzerinde yapılmıştır. Ekspansiyon aparatı olarak Modifiye Akrilik Splint Tipi RME aparatı, ölçüm için de laser Doppler flowmeter cihazı (Periflux 4001 Master, Perimed AB, Sweden) kullanılmıştır. Ölçümler santral kesiciler, kaninler ve birinci molarlardan ekspansiyondan hemen önce (T1), 1. haftada (7.günde) (T2) ve 3. haftada (21.günde) (T3) alınmıştır. İstatistiksel analizler için eşleştirilmiş t testi uygulanmıştır. T1 ve T2 değerleri karşılaştırıldığında pulpal kan akımı (PKA) değeri ortalaması 9,71'den 16,55'e anlamlı olarak artmıştır. T1 ile T3 değerleri karşılaştırıldığında PKA değeri ortalaması 9,71'den 11,54'e yine anlamlı olarak artmıştır. T2 ile T3 değerleri karşılaştırıldığında ise bu değer 16,55'den 11,54'e anlamlı olarak azalmıştır. PKA değeri ekspansiyonun 1. haftasında neredeyse iki katına varan bir artış göstermiş, daha sonra 3. haftada bu değerde bir miktar azalma olmuştur. Bu sonuçlar, Modifiye Akrilik Splint Tipi RME aparatı ile yapılan ekspansiyon sırasında kuvvete maruz kalan dişlerin PKA larında birtakım değişikliklerin olduğunu ve bu değişikliklerin tespiti için de LDF metodunun etkin yöntemlerden birisi olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Pulpal kan akımı, rapid maksiller ekspansiyon, laser Doppler flowmetry

SUMMARY: EVALUATION OF PULPAL BLOOD FLOW CHANGES DURING RAPID MAXILLARY EXPANSION USING LASER DOPPLER FLOWMETRY METHOD The primary purpose of this investigation was to assess the pulpal blood flow (PBF) changes of the teeth which are applied forces of individuals with skeletal bilateral crossbite, by laser Doppler flowmetry technique. The study group consisted of 26 individuals (15 female, 11 male) aged 11,5-

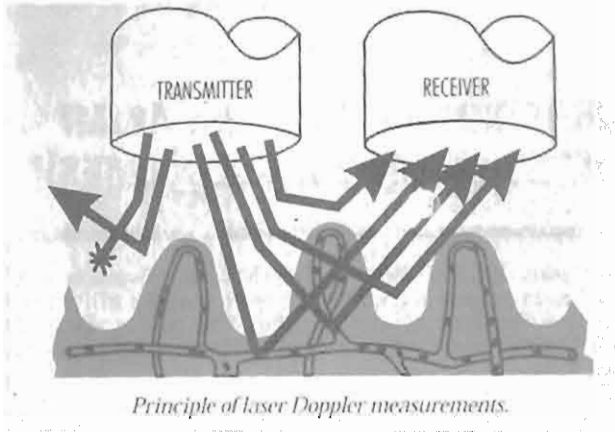
14,3 years. Modified Bonded Rapid Maxillary Expander was used as an expansion appliance. In order to assess PBF changes laser Doppler flowmeter (Periflux 4001 Master, Perimed AB, Sweden) was used. Laser doppler flowmetry readings was performed on incisors, canines and first molars just before (T1), first week (T2) and third week (T3) of expansion. Paired t test was used for statistical analysis. In comparison of T1 and T2, pulpal blood flow values increased significantly from 9,71 to 16,55. Same correlation was also seen in the comparison of T1 and T3. Increment was statistically significant and rised from 9,71 to 11,54. However, there is a statistically significant decrease between the values of T2 and T3, 16,55 to 11,54. At the first week, PBF increased nearly two times, than a significant decrease occurred at the third week of expansion. These results suggest that PBF changes occurs during expansion and LDF is one of the most effective method to evaluate these changes.

Key Words: Pulpal blood flow, rapid maxillary expansion, laser Doppler flowmetry

GİRİŞ

Laser Doppler flowmetry (LDF) Doppler kaymasını temel alan bir tekniktir. Hareket halindeki bir nesneden yansıyan radyasyonun frekansında Doppler etkisi ile bir değişim olur. Bu değişime Doppler kayması denir. Bu kaymadan yararlanılarak doku kan akımının sürekli ve noninvasiv ölçümü yapılır. Bu amaçla düşük güçlü monokromatik laser ışını taşıyan bir optik prob kullanılır. Ölçüm probu içerisinde ışını dokuya taşıyan verici fiber ile dokudan geri saçılan ışınları fotodetektöre taşıyan toplayıcı fiber bulunmaktadır. Işın demeti proba dokuya iletildiğinde ışının bir kısmı dokuda absorbe olurken, büyük bir kısmı dokudan yansır. Işını yansıtan statik nesnelere dalga boyunu değiştirmezken, ışını yansıtan hareketli kan hücreleri Doppler kaymasına neden olurlar. Doppler kayması meydana gelmiş olan ışın demeti, sinyalleri oluşturur. Bu sinyallerden elde edilen değerler, perfüzyon veya flux olarak tanımlanır. Dalga boyundaki bu değişimlerin büyüklüğü ve frekans dağılımı direk olarak kan hücrelerinin sayısı ve hızıyla ilişkilidir. Ancak hücrelerin hareket yönlerini göstermez. Bunun sebebi, ışının doku içindeki difüz saçılımıdır. Yani prob ucundan uzakta hareket eden bir hücrenin sinyale olan katkısı, prob ucunun önünden geçmekte olan bir hücre ile aynıdır (1-5) (Resim 1).

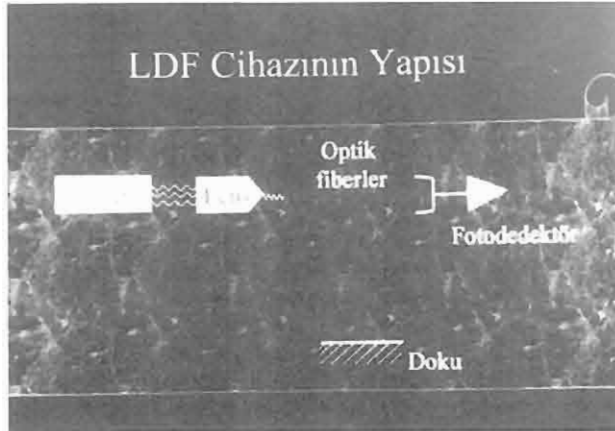
Çalışma, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi 3. Uluslararası Sempozyumunda "Poster Bildirisi" olarak tebliğ edilmiştir (31 Ağustos - 3 Eylül 2000, Ürgüp, Türkiye).
* Cumhuriyet Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyesi
** Cumhuriyet Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi



Resim 1. Laser Doppler flowmeter cihazlarının ölçüm prensibi

Literatürü incelediğimizde LDF ile dişhekimliğinin birçok dalında çalışmalar yapıldığını görmekteyiz; endodonti (6,7,8), oral diaagnoz (8,9), ortodonti (10-17), oral cerrahi (5,9,17), periodontoloji (18) ve protez (19).

Laser Doppler flowmetry cihazlarının yapısı: (Resim 2)



Resim 2: Laser Doppler flowmeter cihazlarının yapısı.

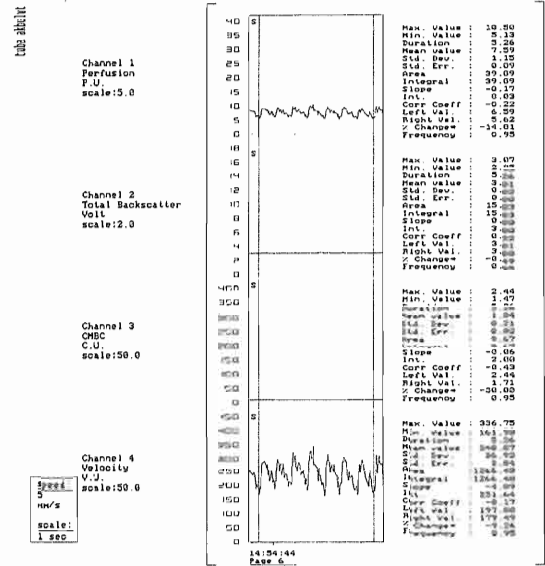
1. Lazer ışını kaynakları: Piyasada bulunan diod lazerle çalışan LDF cihazları yaklaşık 800nm dalga boyuna sahip lazer ışını üretirler. Prob ucu çıkış gücü yaklaşık 1mW'tır. Cihazların kullanıldığı lazer, düşük güçlü, gözle görülebilen monokromatik lazerdir (4).

2. Fotodedektörler: Fotodedektör olarak fotomultiplier ve semiconductor diodlar kullanılmaktadır. Fotomultiplier, yüksek akım kazançlı ve düşük parazitli bir fotodedektördür. Mavi ve yeşil renk aralığında daha duyarlıdır (441.6nm ve 632.8nm dalga boyu). Semiconductor diodlar LDF uygulamalarında en sık kullanılan fotodedektördür (4).

3. Fiber optik düzen: Lazer ışını lens aracılığıyla optik fi-bere buradan da fiber aracılığı ile dokuya iletilir. Dokudan geri yansıyan ışın yine optik fiber aracılığı ile fotodedektöre iletilir (4).

4. Sinyal işlemci: Fotodedektörden gelen sinyali anlamlı verilere dönüştüren kısımdır(4).

LDF ölçümlerinden elde edilen veriler (Şekil 1)



Şekil 1: Laser Doppler flowmetry ölçümlerinden elde edilen veriler.

1. CMBC (Concentration of Moving Blood Cells- Hareketli Kan Hücrelerinin Konsantrasyonu): Hareketli kan hücrelerinin konsantrasyonu doku boyunca normal hızda hareket eden kan hücrelerinin sayısı ile orantılıdır. Bu terim, cihazın ölçüm aralığında (20Hz ile 24Hz arası) olan Doppler kaymasını oluşturan tüm hücreleri ifade eder. CMBC değeri hücrelerin sayısı ile doğrusal ilişkili olarak artar (2).

2. Velocity (Hız): Hücrelerin ortalama hızıdır (2).

3. Perfüzyon Ünitesi (PU): Ölçümler aletin kendine has olan perfüzyon üniteleri PU ile ifade edilir. Perfüzyon ile eş anlamlı olarak kullanılan diğer bir terimde flux'dır (2). Perfüzyon, ölçülen hacimdeki hareketli kan hücresi (CMBC) ile hücrelerin ortalama hız (velocity) değerlerinin çarpımı olarak tanımlanır (2,3,4).

Kan hücresi perfüzyonu=Ölçülen hacimdeki hareketli kan hücresi sayısı X hücrelerin ortalama hızı

$$\text{Flux} = \text{CMBC} \times \text{Velocity}$$

4.Total Backscatter (TB): Total Backscatter fotodetektöre geri dönen ışın miktarıdır(2).

Dişlerdeki kan akımı alışıktığımız bir çevre ile karşı karşıyadır. Diş pulpası rijit, sert bir kabukla çevrilidir ve çevresi apikal foramenden diş içine giren kan damarlarından destek alır. Alışılmamış çevre koşullarının sonucu olarak pulpal kan akımındaki (PKA) ve vasküler basınçtaki değişiklikler dental pulpanının sağlığında ciddi sorunlar oluşturabilir (20,21).

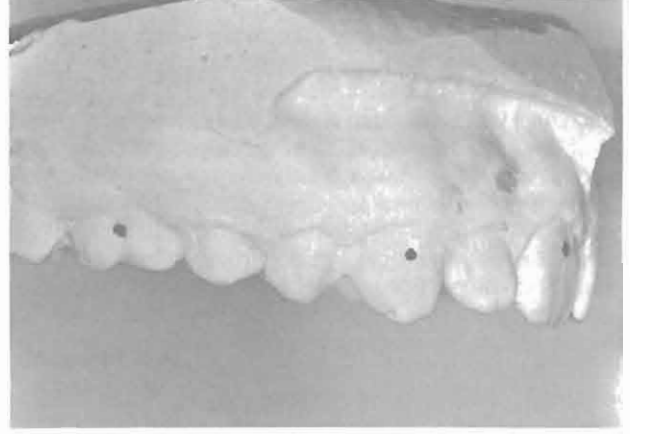
Diş çapraşıklıklarının ve iskeletsel üst çene darlıklarının tedavisinde rutin olarak kullanılan vidalı genişletme aparatlarının destek dişlere aşırı kuvvet uyguladığı bilinmektedir (22,23,24). Bu kuvvet miktarının destek dişlerin kök yüzeylerinde sement ve dentin düzeyinde rezorpsiyon oluşturduğu görülmüştür (25,26,27,28). Fakat aynı aparatın destek dişlerin PKA üzerindeki etkileri tartışma konusudur.

Bu çalışmanın amacı Modifiye Akrilik Splint Tipi Rapid Maksiller Ekspansiyon aparatı uygulanarak tedavi edilmiş iskeletsel üst çene darlığı gösteren olguların destek dişlerinin pulpalarındaki kan akımı değişimini LDF metodunu kullanarak ölçmektir.

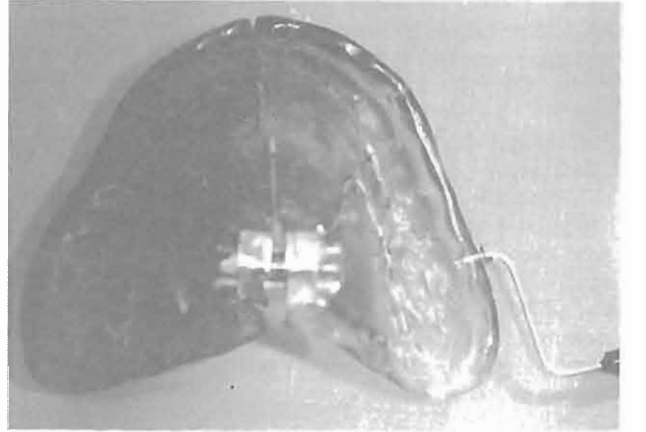
MATERYAL VE METOD

Çalışmamız Cumhuriyet Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi olmak amacıyla başvurmuş iskeletsel üst çene darlığı olan, yaşları 11.5 - 14,3 arasında değişen 11 erkek 15 kız toplam 26 birey üzerinde gerçekleştirilmiştir. RME ortalama 3 hafta sürmüş, vida olarak Hyrax vidası kullanılmıştır. Ekspansiyon aparatı olarak vertikal hareket kontrolünü sağlayan tipping kuvvetini minimuma indiren, maksimum diş damak desteği sağlayan ve keserler bölgesini de içine alan Modifiye Akrilik Splint Tipi RME aparatı kullanılmıştır (29). Vida damağın en derin yerine okluzal düzleme paralel olarak yerleştirilmiş, vidanın hasta tarafından kolayca açılabilmesi için önden arkaya aktive edilecek tarzda konumlandırılmıştır. Akrilik kısım diş dişeti birleşimine kadar uzatılmıştır. Okluzal yüzeylerde akrilik kalınlığı 1,5-2 mm olacak şekilde yapılmıştır. Labratuar aşamasında hastalardan elde edilen modellerde ölçüm yapacağımız dişler üzerinde problemlerin yerleştirileceği noktalar diş dişeti birleşiminin 2 - 2.5 mm koronalinde olacak şekilde tesbit edilmiş ve işaretlenmiştir (Resim 3). Bu noktaların tespitinde pulpa odasının lokalizasyonu göz önüne alınmıştır. Ramsay, Artun ve Martinen (11) 1991 yılında yaptıkları bir çalışmada, LDF probunun diş üzerindeki konumunun ölçüm sonuçlarını etkileyip etkilemediğini ve aynı bölgeden yapılan ölçüm değerlerinin zamanla değişip değişmediğini incelemişlerdir. Sonuçta dişin vestibül yüzünün ortasından kesici kenara yaklaşıldıkça, ölçüm değerlerinin azaldığı, dişetine yaklaşıldıkça arttığı gösterilirken,

mesiodistal yönde kaydırılan ölçüm noktalarında ölçüm değerlerinde belirli bir fark olmadığı ifade edilmiştir. Ayrıca aynı noktalardan farklı zamanlarda yapılan ölçümler arasında da istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı belirtilmiştir. Aparat bu noktalara karşılık gelen kısımlara fissür frezle prob genişliği kadar (1 mm) yuva açılmıştır. Bu bölgelerde akrilik plağın kalınlığı ise probun uç kısmının uzunluğunu geçmeyecek şekilde (yaklaşık 4.5 mm) ayarlanmıştır (Resim 4).



Resim 3: Ölçüm noktaları.



Resim 4: Prob yuvaları.

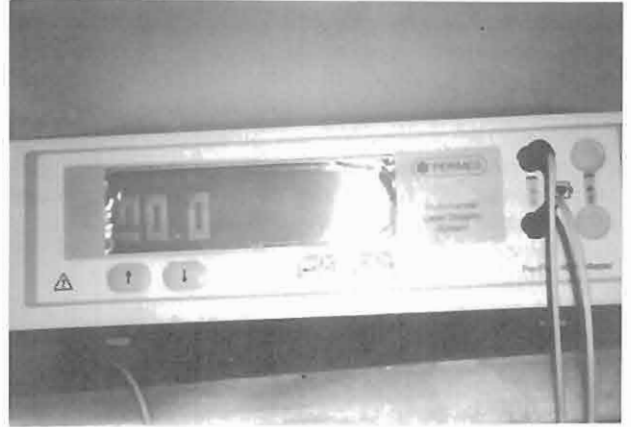
Aparatların simantasyonunda cam iyonomer siman (Ketac-Bond, Espe Dental AG, Seefeld, Almanya) kullanılmıştır. Fazla simanın kaçabilmesi ve aparatın altı ile palatinal mukozaya dolmaması için palatinal tüberkül tepeleri üzerine kaçış delikleri açılmıştır. Prob yuvalarındaki siman fazlalıkları da sond ile diş üzerinden uzaklaştırılmıştır.

Aparat hastaya simante edildikten bir gün sonra ilk ölçüm (T1) iki yarım çenede kesici, kanin ve molar dişler-

de yapılmıştır. Hastaya vidayı günde 2 defa 1/4 tur çevirmesi söylenmiş ve ilk kontrol için bir hafta sonrasına randevu verilmiştir. Bu kontrolde sütural ayrılma oklüzal radyografilerle tespit edildikten sonra ikinci ölçüm (T2) yapılmıştır. Üçüncü ölçümün (T3) yapılması için hasta 14 gün sonrasına çağırılmıştır. Ekspansiyon üst posterior dişlerin palatinal tüberküleri alt posterior dişlerin bukkal tüberküleri ile transversal düzlemde aynı hizaya gelinceye kadar yapılmıştır.

Çalışmada ölçümlerin güvenilirliği açısından en önemli kriterlerden birisi de cihazın standardizasyonunu sağlamaktır. Bu amaçla ilk kez Perimed firması tarafından önerilen Motility Standart kullanılmıştır. Motility Standart özel bir süspansiyondur. Bu süspansiyon 20°C de %0.5 yoğunluktaki 0.48 µm çaplı polystyrene mikrokürecikleri içerir. Bu mikrokürecikler sürekli hareket halindedir. Bu harekete Brownian hareketi denir ve aynı standarttaki tüm süspansiyonlar için eşit değerdedir. Firma bu hareketi 250 perfüzyon ünitesi olarak tanımlamıştır ve fizyolojik bir anlamı yoktur. Bu yüzden perfüzyon değerleri başka cihazla karşılaştırılabilir fakat mutlak değildir. Çalışma tarzına örnek verecek olursak; çürük ve sağlam dişlerdeki PKA değerlerini ölçüp karşılaştırmak istediğimizde, bir bireyin çürük dişinden elde edilen PKA değerini aynı bireyin simetrik sağlam dişi ile karşılaştırmak uygun olur. Farklı bir kişinin dişi ile karşılaştırmanın bir anlamı yoktur. Bu sebeple kontrol grubu olarak tedavi edilmemiş başka bir hasta grubu değil hastaların ekspansiyon öncesi (T1) ölçümleri kontrol kıstası olarak alınmıştır. Ölçümler hep aynı odada, aynı ünite ve aynı cihazda yapılmıştır. PKA'nı etkileyebileceğini düşündüğümüz heyecan ve efor sarfı gibi durumların eliminasyonu için hastalar ölçüm yapılacak ünite 20 dakika dinlendirilmiş, ölçüm yapılacağı gün hastalara herhangi bir ilaç almaması söylenmiş ve ölçümler günün aynı saatinde yapılmıştır. Hastalar her ölçüm alımında aynı pozisyonda oturtulmuş, ünite açısı yaklaşık 120° olacak şekilde ayarlanıp baş tetiyere yaslanmış şekilde pozisyonlandırılmıştır. Ölçüm yapılan odanın sıcaklığında Yamaguchi ve Nanda'nın (15) belirttiği gibi 20-24°C olmasına dikkat edilmiştir.

Ölçümler LDF cihazı (Periflux 4001 Master, Perimed AB, Sweden) ile yapılmıştır (Resim 5). Kullandığımız cihazın ürettiği ışının dalga boyu 780 nm ve prob ucundan çıkan lazerin gücü ise 1mW'tır. Yapılan ölçüm değerleri LDF cihazına bağlı olan bilgisayar ekranında anında görüntülenmiştir. Elde edilen sinyallerin Gazelius ve ark.'nın (8) belirttiği gibi kalp atış traselerini gösterdiğinden emin olduğunda kayıtlar alınmıştır (Tablo1). PKA değerlerinin ortalaması bilgisayara yüklü bulunan ve kullandığımız LDF cihazı için özel olarak geliştirilmiş bir yazılım olan perisoft versiyon 5.1 Gastrosoft Inc. yazılımı ile hesaplanmıştır.



Resim 5: Çalışmada kullanılan laser Doppler flowmeter cihazı

BULGULAR

RME sonrası alınan modellerde yapılan ölçümlerde premolar bölgede ortalama 6.20 mm, molar bölgede 7.85 mm maksiller genişleme sağlanmıştır. Elde ettiğimiz değerlerin istatistiksel analizi eşleştirilmiş t testi ile yapılmıştır. Bütün dişler T1, T2 ve T3 zamanlarına göre incelenmiştir. Sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0.001). Analizler SPSS 9.05 istatistiksel analiz programında yapılmıştır (Tablo 1). Değerler T1 (9.71 ± 4.66 n=156), T2 (16.55 ± 6,25 n=156), T3 (11.54 ± 5.15 n=156) olarak bulunmuştur. T1 ve T2 değerleri karşılaştırıldığında PKA değerleri ortalaması 9,71'den 16.55'e anlamlı olarak artmıştır. T1 ile T3 değerleri karşılaştırıldığında ise PKA değerleri ortalaması 9.71'den 11.54'e yine anlamlı olarak artmıştır. T2 ile T3 değerleri karşılaştırıldığında bu değer 16.55'den 11.54'e anlamlı olarak azalmıştır. PKA değerleri ekspansiyonun 1. haftasında neredeyse iki kata varan bir artış göstermiş, daha sonra 3. haftada bu değerde bir miktar azalma olmuştur (Grafik1).

TARTIŞMA

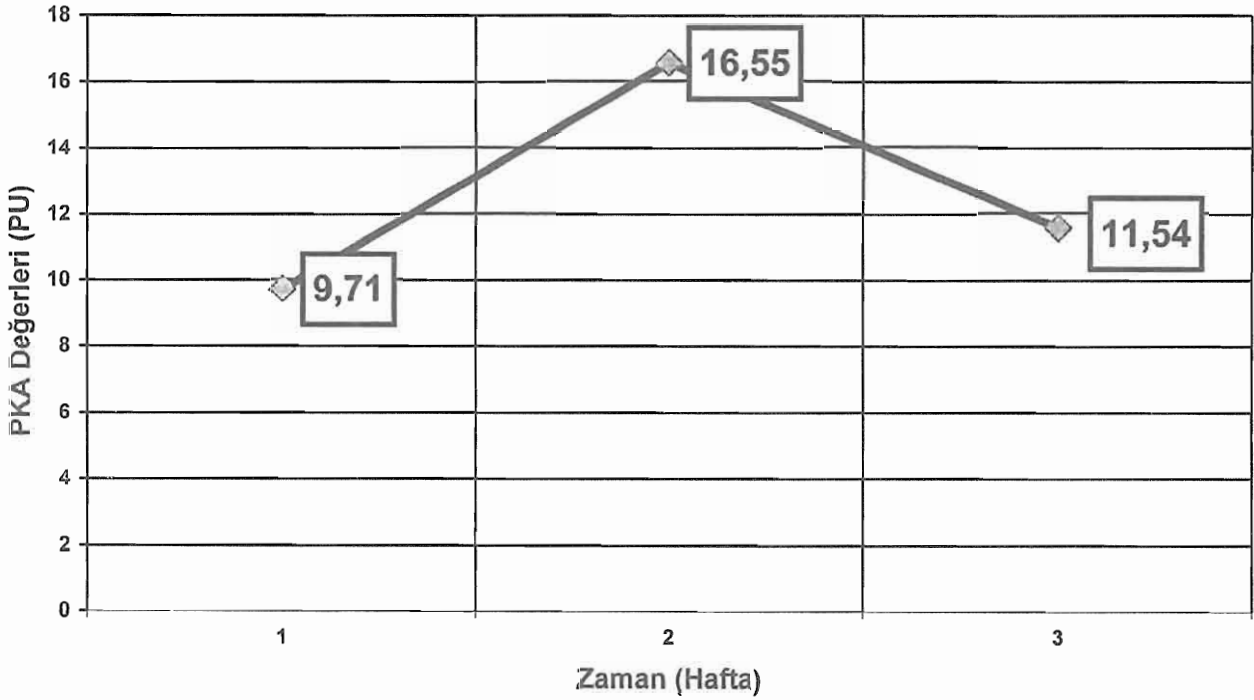
Klinik olarak ortodontik kuvvetlerin pulpaya olan vasküler etkisini göstermek oldukça güçtür. Ancak LDF bize bu imkanı sağlamaktadır. Ayrıca uygulanan kuvvetlerin pulpada oluşturduğu etkinin anlaşılması da oldukça önemlidir. Çünkü pulpanın respirasyonundaki değişiklikler, odontoblastik tabakadaki bozulmalar, kök rezorbsiyonu ve pulpanın nekrozu ortodontik kuvvetle bağlantılıdır (30,31,32).

Daha önceki morfolojik bulguların ışığı altında ortodontik tedavinin PKA'yı azalttığı söylenmekteydi (33,34). Mc Donald ve Pitt Ford (14) maksiller kanine devamlı hafif tipping kuvveti uygulayarak PKA'nın azaldığını bulmuşlardır. PKA'daki azalma kısa süreli olmuştur (yaklaşık 32 dakika), daha sonra uzun süreli olarak (48 saat) PKA'da artma görülmüştür.

Tablo 1: Çalışmada kullanılan istatistiksel analiz.

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 ILKÖLÇÜM - BIRHAFTA	-6,8415	6,1452	,4920	-7,8134	-5,8696	-13,905	155	,000
Pair 2 ILKÖLÇÜM - ÜÇÜNCÜHA	-1,8140	4,4097	,3531	-2,5114	-1,1166	-5,138	155	,000
Pair 3 BIRHAFTA - ÜÇÜNCÜHA	5,0276	5,2853	,4232	4,1916	5,8635	11,881	155	,000

Grafik 1: Pulpal kan akımı değişimi – zaman grafiği.



Dişe ait sert ve yumuşak dokular üzerinde ortodontik kuvvetin, özellikle intrüzyon ve ekstrüzyon kuvvetlerinin etkileri sıklıkla araştırılmıştır (31,34-40). Ortodontik kuvvetin pulpa dokusu üzerine etkisini inceleyen bazı araştırmacılar bu kuvvetin diş pulpası üzerinde ya hiçbir etkisi olmadığını veya oluşabilecek bir etkinin klinik açıdan önemsiz olduğunu bildirmişlerdir (37,38,41,42). Diğer bazı araştırmacılar ise kuvvet uygulandığında pulpada temelde dolaşım bozukluğuna bağlı istenmeyen etkiler meydana geldiğini vurgulamışlardır (35,36,43,44). Pulpa da dolaşım bozukluğu bu konuda çalışmış yazarların ortak bulgusudur (30,32,37,41,42,44,45). Nixon ve arkadaşları (41) ratlar üzerinde yürüttükleri histomorfometrik çalışmada diş hareketi başlangıcında hiperemi gözlemlenmişler, Guavera ve McCluggage (35) ise ratlarda invivo mik-

roskopi kullanarak kan akımında azalma bulmuşlardır. Bazı araştırmacılar devamlı ortodontik kuvvete maruz kalan dişlerde kan dolaşımı ve damar sayısında artış (34,37,44,45), diğer bir kısmı ise kuvvetin şiddeti arttırıldığında artan kuvvete bağlı olarak azalma bildirmişlerdir (34,35,44). Bu yazarların bulguları bizim bulgularımızla paralellik göstermektedir.

Barwick ve Ramsay (13) 1998 yılında LDF ile yaptıkları bir çalışmada kısa süreli intrüzyon kuvvetlerin maksiller santral kesici dişlerin PKA larında anlamlı bir değişikliğe sebep olmadığını bildirmişlerdir. Kvinnsland ve arkadaşları (37), fluoresan mikroskopi ile ratlar üzerinde yürüttükleri çalışmada kan akımında artış gözlemlenmişlerdir. Stanley ve arkadaşları (44) ortodontik kuvvet ile karşıla-

şan dişlerin pulpalarında o ana kadar fonksiyonda olmayan kapillerlerin ortaya çıktığını, kuvvet aşırı olduğunda da kanlanmanın duracağını ve bu olayın devitalizasyona kadar gidebileceğini bildirmişlerdir.

SONUÇ

Ortodontik tedavi sırasında pulpal kan akımında ne gibi değişiklikler olduğu konusunda çeşitli çalışmalar yapılmıştır fakat uygulanan kuvvetlerin farklılığından dolayı tam bir fikir birliği sağlanamamıştır. Çalışmamızda Modifiye Akrilik Splint Tipi RME apareyi ile yapılan ekspansiyon sırasında, kuvvete maruz kalan dişlerin PKA larında 1. haftada başlangıca kıyasla iki katına varan bir artış, 3. haftada ise bu artışta azalma gözlenmiştir. Bu artışın RME nin sonuna doğru bir miktar azalmış olması PKA nin retansiyon periyodunda nasıl değiştiğini merak konusu haline getirmiştir.

KAYNAKLAR

1. Adrian RJ. Selected Papers on Laser Doppler Velocimetry. II. Series. SPIE Optica Engineering Press, 1993.
2. Periflux 4001 Master User's Manual Stockholm, Perimed, 1991.
3. Periflux Systems, System 4000, Stockholm, Perimed, 1991.
4. Öberg PA., Laser Doppler Flowmetry. Critical Reviews in Biomedical Engineering. 18(2): 125-163, 1990.
5. Polat S, Öztürk M. Dişhekimliğinde Laser Doppler Flowmetry. Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2: 119-125, 1998.
6. Odor TM, Pitt Ford TR, McDonald F. Effect of wavelength and bandwidth on the clinical reliability of laser Doppler recordings. Endod Dent Traumatol 12(1):9-15, 1996.
7. Ölgart L, Gazelius B, Lindh-Stromberg U. Laser Doppler flowmetry in assessing vitality in luxated permanent teeth. Int Endod J 21(5): 300-6, 1988.
8. Gazelius B, Lindh-Stromberg U, Pettersson H, Öberg PA. Laser Doppler technique-a future diagnostic tool for tooth pulp vitality. Int Endod J 26(1): 8, 1993.
9. Emshoff R, Kranewitter R, Norer B. Effect of Le Fort I osteotomy on maxillary tooth-type- related pulpal blood flow. Oral Surg Pathol Oral Radiol Endod 89(1):88-90, 2000.
10. Firestone AR, Wheatly AM, Thuer UW. Measurement of blood perfusion in the dental pulp with laser Doppler flowmetry. Int J Microcirc Clin Exp 17(6): 298-304, 1997.
11. Ramsay DS, Artun J, Mårtinen SS. Reliability of pulpal blood-flow measurements utilizing laser Doppler flowmetry. J Dent Res 70(11): 1427-30, 1991.
12. Buckley JG, Jones ML, Hill M, Sugar AW. An evaluation of the changes in maxillary pulpal blood flow associated with orthognathic surgery. Br J Orthod 26(1):39-45, 1999.
13. Barwick PJ, Ramsay DS. Effect of brief intrusive force on human pulpal blood flow. Am J Orthod Dentofac Orthop 110 (3): 273-9, 1996.
14. McDonald F, Pitt Ford TR. Blood flow changes in permanent maxillary canines during retraction. Eur J Orthod 16(1): 1-9, 1994.
15. Yamaguchi K, Nanda RS. Blood flow changes in gingival tissues due to the displacement of teeth. Angle Orthod 62(4): 257-64, 1992.
16. Yamaguchi K, Nanda RS, Kawata T. Effect of orthodontic forces on blood flow in human gingiva. Angle Orthod 61(3): 193-203; discussion 203-4, 1991.
17. Öztürk M, Doruk C, Özeç I, Polat S, Babacan H, Bıçakçı A. Cerrahi yardımcı palatal ekspansiyon vakalarında kortikotominin pulpal kan akımı üzerine etkilerinin değerlendirilmesi. Türk Oral ve Maksillofasial Cerrahi Derneği Bilimsel Kongresi, Antalya, Türkiye 17-21 Mayıs, 2000.
18. Matheny JL, Abrams H, Johnson DT, Roth GI. Microcirculatory dynamics in experimental human gingivitis. J Clin Periodontol 20(8): 578-83, 1993.
19. Vag J, Fazekas A. Effect of crown margin on the condition of the gingiva. Fogorv Sz. 93(2):35-44, Hungarian, 2000.
20. Kim S, Dörsher – Kim J. Hemodynamic regulation of the dental pulp in a low compliance environment. J Endod 15: 404-8, 1989.
21. Kim S. Microcirculation in the dental pulp. In: Spangberg LSW, ed. Experimental endodontics. Boca Raton, Florida: CRC Press, 52-74, 1990.
22. Bell RA. A review of maxillary expansion in relation to the rate of expansion and patient's age. Am J Orthod 81: 32-37, 1982.
23. Chacanos SJ, Caputo AA. Observation of orthopedic force distribution produced by maxiller orthodontic appliances. Am J Orthod 82: 492-501, 1982.
24. Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion III. Forces present during retention. Angle Orthod 35:178-186, 1965.
25. Barber AF, Sims MR. Rapid maxillary expansion and external root resorption in man: a scanning electron microscope study. Am J Orthod 79: 630 – 652, 1981.
26. Küçükkeleş N, Okar I. RME sonucu kök yüzeyinde oluşan rezorpsiyon alanlarının SEM ve ışık mikroskopu ile incelenmesi. J Marmara Üniversitesi 2: 404-408, 1994.
27. Timms DJ, Moss JP. An histological investigation into the effects of rapid maxillary expansion on the teeth and their supporting tissues. Transactions of the Eur Orthod Soc 263-271, 1971.
28. Vardimon AD, Graber TM, Voss LR, Lenke J. Determinants controlling iatrogenic external root resorption and repair during and after palatal expansion. Angle Orthod 61: 113-22, 1991.

29. Orhan M. High Angle özellikli bireylerde rapid maksiller ekspansiyonun etkileri. Uzmanlık tezi, Konya, 1999.
30. Kayhan F, Küçükkeleş N, Demirel D. A histologic and hisyomorphometric evaluation of pulpal reactions following rapid palatal expansion. Am J Orthod Dentofac Orthop 117: 465-73, 2000.
31. Unterseher RE, Nieberg LG, Weimer AD, Dyer JK. The response of human pulpal tissue after orthodontic force application. Am J Orthod Dentofac Orthop 92:220-4, 1987.
32. Artun J, Urbye KS. The effect of orthodontic treatment on periodontal bone support in patients with advanced loss of marginal periodontium. Am J Orthod Dentofac Orthop 93: 143-8, 1988.
33. Butcher EO, Taylor AC. The vascularity of the monkey and its alteration by tooth retraction. J Dent Res 31: 239-47, 1952.
34. Stenvik A, Mjör IA. Pulp and reactions to experimental tooth intrusion- a histologic study of initial changes. Am J Orthod 57: 370-85, 1970.
35. Guevara MJ, Mc Clugage SG. Effects of intrusive forces upon the microvasculature of the dental pulp. Angle Orthod 50:129-34, 1980.
36. Hamersky PA, Weimer AD, Taintor JF. The effect of orthodontic force application on the pulpal tissue respiration rate in the human premolar. Am J Orthod 77:368-78, 1980.
37. Kvinnsland S, Heyeraas K, Ofjord ES. Effect of experimental tooth movement on periodontal and pupal blood flow. Eur J Orthod 11: 200-5, 1989.
38. Melsen B. Tissue reaction following application of extrusive and intrusive forces teeth in adult monkeys. Am J Orthod 89: 469-75, 1986.
39. Mostafa YA, Iskander KG, El-Mangoury NH. Iatrogenic pulpal reactions to orthodontic extrusion. Am J Orthod Dentofac Orthop 99: 30-4, 1991.
40. Reitan K. Effects of force magnitude and direction of tooth movement on different alveolar bone types. Angle Orthod 34: 244-255, 1964.
41. Nixon CE, Saviano JA, King GJ, Keeling SD. Histomorphometric study of dental pulp during orthodontic tooth movement. J Endod 19:13-16, 1993.
42. Poop TW, Artun J, Linge L. Pulpal response to orthodontic tooth movement in adolescents: A radiographic study. Am J Orthod Dento Fac Orthop 101: 228-33, 1992.
43. Butcher EO, Taylor AC. The effects of denervation and ischemia upon the teeth of monkey. J Dent Res 30: 265-275, 1951.
44. Stanley HR, Weisman MI, Michanwixa AE, Billizzi R. Ischemic infarction of the pulp: sequential degenerative changes of the pulp after traumatic injury. J Endod 4: 325-35, 1978.
45. Scheinin A, Pohto M, Luostarinen V. Defence reactions of the pulp with special reference to circulation. An experimental study in rats. Int Dent J 17(2): 461- 75, 1967.

YAZIŞMA ADRESİ:

Yrd. Doç.Dr. Cenk DORUK
Cumhuriyet Üniversitesi
Dışhekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı
Kampüs 58140 SİVAS
Tel: 0 346 2191010 / 2770
Fax: 0 346 2191237
E-mail: cenkdoruk@hotmail.com