



ARAŞTIRMA / RESEARCH

Mini-İmplantların Devrilmesini Önlemede Yeni Bir Yaklaşım

A New Approach to Prevent Migration of Mini-Implants



Dr. Murat TOZLU
Yrd.Doç.Dr. Didem
NALBANTGİL
Yrd.Doç.Dr. Mehmet Oğuz
ÖZTOPRAK
Doç.Dr. Fulya Özdemir

Yeditepe Üniv. Dişhek. Fak.
Ortodonti A.D., İstanbul /
Yeditepe Univ. Faculty of
Dentistry Dept. of Orthodontics,
İstanbul, Turkey

Yazışma adresi:
Corresponding Author:
Dr. Murat Tozlu
Yeditepe University, Faculty of
Dentistry, Department of
Orthodontics, 34728
Bağdat St. No 238 Göztepe,
İstanbul, Turkey.
Tel: + 90 216 363 60 44 / 6437
Fax: + 90 216 363 62 11
e-mail: tozlumurat@gmail.com

ÖZET

Amaç: Çalışmanın amacı, ortodontik yük altında mini-implant deplasman miktarını belirlemek ve mini-implantların yaka kısmına yerleştirilen yeni tasarlanmış bir aparatın (mini-implant ring - MİR) etkinliğini değerlendirmektir. **Gereçler ve Yöntem:** Toplam 48 mini-implant sığır kalça kemiğinden elde edilen örneklerle uygulanmıştır. Çalışma grubunda 24 mini-implant MİR ile uygulanmış ve kalan mini-implantlar MİR olmadan uygulanarak kontrol olarak ayrılmıştır. Tüm mini-implantlar vida uzun eksenine dik olacak şekilde 200 g teğet yüke tabi tutulmuşlar ve vidaların yer değiştirilmesi Instron Universal Test Makinesi kullanılarak milimetre cinsinden ölçülmüştür. Yükleme testi sonrası, her bir mini-implant çıkarılmış ve kortikal kemik örneklerinin kalınlıkları ölçülmüştür. Örneklerin kortikal kalınlığına göre, çalışma ve kontrol grupları, ince ve kalın kortikal kemik olarak alt gruplara ayrılmıştır. **Bulgular:** 200 g kuvvet uygulandığında, MİR ile uygulanan mini-implantların ortalama deplasman değerleri MİR olmadan uygulanan mini-implantlar ile karşılaştırıldığında anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p < 0,001$). Kortikal kemik kalınlığı, kontrol grubundaki mini-implantların deplasmanı üzerinde etkili olmuştur. Ancak, MİR ile uygulanan mini-implantların ortalama deplasmanı, dolayısıyla stabilitesi kortikal kemik kalınlığından etkilenmemiştir ($p > 0,05$). **Sonuç:** MİR, özellikle ince kortikal kemiğe sahip olan hastalarda, mini-implantlarla kullanılacak faydalı bir destek olabilir. (*Türk Ortodonti Dergisi 2010;24:170-180*)

Anahtar Kelimeler: Mini-implant, stabilite, deplasman, mini-implant ring.

Gönderim Tarihi: 25.08.2011
Kabul Tarihi: 18.10.2011

SUMMARY

Aim: The aims of this study were to determine the amount of mini-implant deflection under orthodontic loading and examine the effectiveness of a newly designed ring (mini-implant ring - MIR) placed at the collar of mini-implants. **Materials and Methods:** A total of 48 mini-implants were applied to the bone samples obtained from the ileum of bovine. In the study group 24 mini-implants were applied with MIR and remaining mini-implants were applied without MIR and were assigned as control. All mini-implants were subjected to a tangential force load of 200 g perpendicular to the screw, and displacement of screws was measured in millimeters by an Instron Universal Testing machine. After loading test, each mini-implant was removed, and the cortical bone thicknesses of the samples were measured. According to the cortical thickness of the samples, study and control groups were sub-grouped as having thin and thick cortical bone. **Results:** The mean displacement values of mini-implants inserted with MIR was significantly lower when compared with that of mini-implants inserted without MIR under 200 g force ($p < 0.001$). Cortical bone thickness had an effect on the displacement of mini-implants of the control group. However, mean displacement, hence stability didn't differ significantly with respect to cortical bone thickness if the mini-implants were applied with MIR ($p > 0.05$). **Conclusion:** MIR might be a useful auxiliary to mini-implants especially in patients with thin cortical bone. (*Turkish J Orthod 2010;24:170-180*)

Key Words: Mini-implant, stability, displacement, mini-implant ring.

Date Submitted: 25.08.2011
Date Accepted: 18.10.2011



GİRİŞ

Mini-implant kullanımı, yerleştirme ve çıkarma kolaylığı ve düşük maliyetli olması yanında hasta uyumuna asgari ihtiyaç duyulması sayesinde stabil ankraj elde etmede ortodontistlere etkili bir yol sunar (1,2). Daha önce, mini-implantlar kullanılarak yapılan pek çok çalışma ve başarılı klinik vaka sunumları rapor edilmiştir, ancak ortodontik tedavi sırasında mini-implant kayıpları yine de görülmektedir (3). Ayrıca, mini-implant tipi ve hasta faktörleri o kadar çeşitlidir ki başarısızlıkların nedenleri hakkında karar vermek oldukça zordur (4).

Başarısızlık için bildirilen önemli bir faktör mini-implantın diş köküne olan yakınlığıdır (5). Mini-implantlar ortodontik kuvvet altında 0,4 ile 0,9 mm devrilmektedirler (6,7). Bu nedenle, kök yakınlığını önlemek için uygulama esnasında mini-implant ve kökler arasında en az 1,0 mm boşluğun sağlanması ve bu mesafenin mini-implant çıkarılana kadar sabit tutulması zorunlu hale gelmektedir. Ancak, ortodontik tedavinin başlaması ve mini-implantın sürüklenmesi ile kök ve mini-implant yaklaşması veya teması için artan bir risk her zaman vardır.

Ortodontik kuvvetler altında mini-implantların ilk defleksiyonu hakkında şu ana kadar yayınlanmış hiçbir veri bulunmamaktadır ve mini-implantların birkaç teğetsel yük testi de sadece sınırlı veri oluşturmaktadır. Ayrıca, kortikal kemik kalınlığının mini-implant başarısı üzerine etkisini gösteren son kanıtlara rağmen (5,8), mini-implant yer değiştirmesini önlemek için kortikal kemik kalınlığı dikkate alınarak yapılmış herhangi bir tasarım üzerinde yayınlanmış herhangi bir veri bulunmamaktadır.

Literatürde, mini-implantların stabilitesini ve ankraj direncini değerlendirmek amacıyla teğetsel kuvvet yükleme testi kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda, vidanın klinik mobilitesi ve potansiyel kaybına neden olabilecek bir mesafeye kadar mini-implantların gösterdikleri maksimum ankraj değerleri kaydedilmiştir (9,10). Ancak, literatürde sık kullanılan ortodontik kuvvetler altında ilk mini-implant sapma miktarını analiz eden bir çalışma yoktur.

Bu çalışmanın amaçları, ortodontik yük altında mini-implant sapma miktarını

INTRODUCTION

Using mini-implants offers an efficient way for orthodontists to achieve stable anchorage due to its low cost and ease of placement and removal, besides minimal need for patient compliance (1,2). Previously, many studies and successful clinical cases have been reported using mini-implants, but failures are still seen during orthodontic treatment (3). Furthermore, type of mini-implant used and host factors vary so widely that it is difficult to decide on the causes of failures (4).

One important factor reported for failures is the root proximity (5). Under orthodontic forces mini-implants are reported to tip 0.4 mm to 0.9 mm (6,7). It becomes essential that a minimum of 1.0 mm clearance between the mini-implant and roots should be secured while insertion and this distance should be kept constant until removal to avoid root proximity. However, there is always an increasing risk for root contact or proximity as the orthodontic treatment commences and the mini-implant migrates.

There are presently no published data on the initial deflection of mini-implants under orthodontic forces, and there has been only limited data from the few tangential load testing of mini-implants. Furthermore, there are no published data on any design to prevent mini-implant displacement relative to cortical bone thickness despite recent evidence demonstrating the effect of cortical bone thickness on mini-implant success (5,8). In the evaluation of stability and force anchorage resistance of mini-implants, tangential force loading test has been used in the literature. In these studies, maximum anchorage values were recorded until the mini-implants displaced to a distance that would result in clinical screw mobility and potential failure (9,10). However, the literature lacks of a study analyzing the initial amount of mini-implant deflection under frequently used orthodontic forces.

The aims of this study were to determine the amount of mini-implant deflection under orthodontic loading and examine the





belirlemek ve mini-implantların yaka kısmına yerleştirilen yeni tasarlanmış bir halkanın (MİR, mini-implant ring) etkinliğini incelemektedir. Bu çalışmanın amaçları için, yokluk hipotezinde, 200 g kuvvet altında yeni tasarlanmış halka ile uygulanmış mini-implantlar ve tek başına uygulanan mini-implantların stabilitesi arasında anlamlı bir fark olmadığı varsayılır.

GEREÇLER ve YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan mini-implantlar, 1,6 mm çapında ve 9 mm uzunluğunda titanyum grade 5 (Ti-6Al-4V) silindirik mini-implantlardır (TM, Trimed, Ankara, Türkiye). Çalışma grubunda kullanılan yirmi dört MİR, kortikal kemik yüzeyi ile temas halinde olacak tarafında dört çıkıntı bulunan halkadan oluşmaktadır. MİR'in ortasındaki delik kısmı mini-implantların boyun kısmı ile uyumludur (Şekil 1).

effectiveness of a newly designed ring (mini-implant ring - MIR) placed at the collar of mini-implants. For the purposes of this study, the null hypothesis assumed that there is no significant difference between the stability of newly designed ring applied mini-implants and mini-implants alone under 200g force.

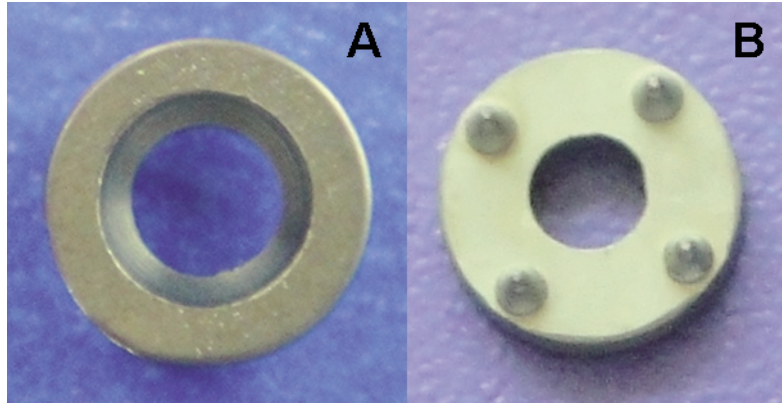
MATERIALS and METHODS

The mini-implants used in this study were titanium grade 5 (Ti-6Al-4V) cylindrical mini-implants (TM, Trimed, Ankara, Turkey) of 1.6 mm diameter and 9 mm length. Twenty-four MIRs used in the study group consist of a ring, which has four spikes at the side that will be in touch with the cortical bone surface. The hole of the MIR fits to the neck of the mini-implants (Figure 1).

The ilium of bovine was used for this study. Cortical thickness of bone segments

Şekil 1. A, MİR'in üstten görüntüsü B, MİR çıkıntılarının görüntüsü.

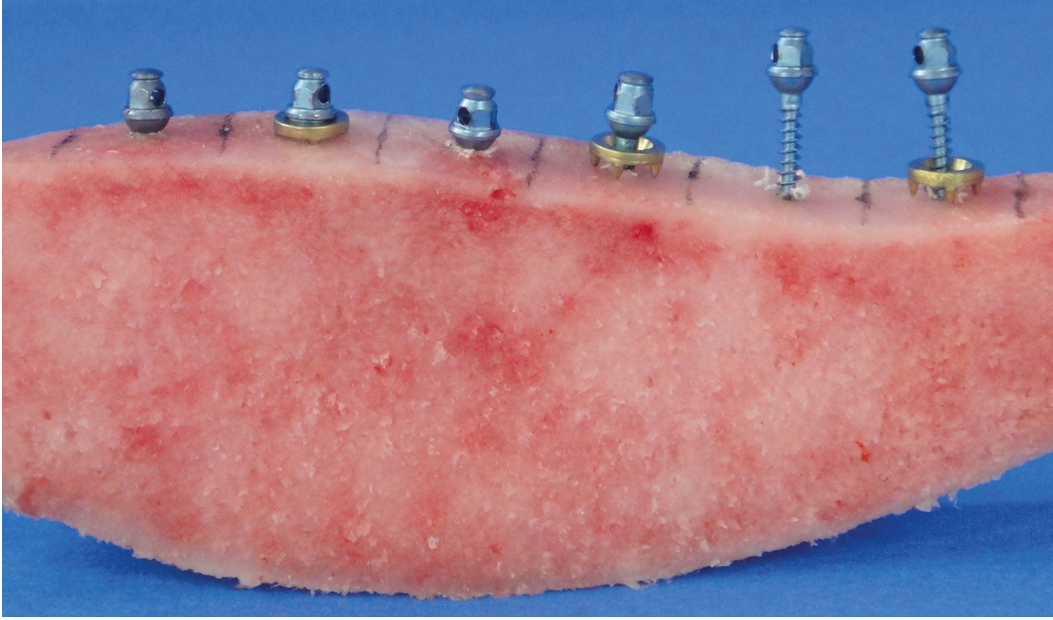
Figure 1. A, top view of MIR, B, the view of the spikes of the MIR.



Bu çalışmada sığır kalça kemiği kullanılmıştır. Kortikal kemik segmentlerinin kalınlığı insan maksilla ve mandibula kortikal kalınlıkları ile benzer ortalama değerler olacak şekilde, iliyosakral eklemden kalça eklemine doğru yaklaşık olarak 0,5 - 2,5 mm'dir (11,12). Genişliği en az 5 mm olan 8 adet kemik diliminin her birine 6'şar adet mini-implant uygulanmıştır (Şekil 2). Kontrol ve çalışma grubu için kortikal kemik segmentlerinin kalınlıklarının eşit dağılımını sağlamak amacıyla, komşu mini-implantların biri kontrol grubundan diğeri ise çalışma grubundan olacak şekilde düzenlenmiştir. Mini-implantların uygulamasından sonra kemik dilimleri, her vida çevresinde en az 4 mm kemik dokusu olan küçük bloklar halinde kesitlere ayrılmıştır (13,14).

were approximately 0.5 to 2.5 mm from the iliosacral joint toward the hip joint which present similar mean values of cortical thicknesses with human maxilla and mandible (11,12). Six mini-implants were applied to each of 8 bone slices which had a minimum width of 5 mm (Figure 2). In order to ensure the even distribution of the cortical thicknesses of bone segments for the control and the study group, neighbour mini-implants were arranged as one from the control group and the adjacent from the study group. Bone slices were sectioned into small blocks which had a minimum of 4 mm of bone tissue each screw prior to insertion of the mini-implants (13,14).

MİR (mini-implant ring)
MİR (mini-implant ring)



Şekil 2. Kemik dilimi üzerindeki mini-implantlardan soldaki 3 tanesi uygulanmış durumda, sağdakiler uygulanmaya hazır. Yanyana olan mini-implantların biri kontrol, diğeri test grubuna ait.

Figure 2. Mini-implants on bone slices, 3 of them on left are inserted, the right ones will be inserted. Adjacent mini-implants are one from the control and the other one from the test group.

Mini-implantların, mekanik test eksenine dik hale getirilmesi amacıyla kemik blokları akrilik reçine içerisine gömülürken özel bir aparat kullanılmıştır. Mini-implantlar vida eksenine dik 200 g kuvvet ile teste tabi tutulmuşlardır ve her bir vidanın yer değiştirmesi Instron Üniversal Test Makinesi kullanılarak saniyede 0,05 mm hızında çapraz kafa hareketinde (10), mm cinsinden ölçülmüştür (Şekil 3). Yükleme testinden sonra, her bir mini-implant çıkarılmıştır ve kemik örnekleri mini-implant deliğinin merkezinden geçecek şekilde kesitlere ayrılmıştır. Her kesitin kortikal kemik kalınlığı ince uçlu bir dijital cetvel (Guanglu Europa, Pekin, Çin) ile cam büyüteç altında iki kez ölçülmüş ve ortalamaları kaydedilmiştir. Örnekler, ince ve kalın kortikal kemiğe sahip olmalarına göre hem çalışma hem de kontrol grubunda alt gruplara ayrılmıştır.

İstatistiksel testler, istatistik yazılımı SPSS 15,0 (SPSS Inc, Chicago, IL, ABD) ile yapılmıştır. Çalışmaya başlamadan önce, bir power analizi yapılmış, her grup için 24 örneklem büyüklüğünün $p=0.05$ anlamlılık düzeyinde %95 güç vereceğini ortaya koymuştur. Grup farkları bağımsız örneklem t testi ve Mann-Whitney U testi ile incelenmiştir. $P<0,05$ iken sonuç anlamlı olarak saptanmıştır.

BULGULAR

MİR ile uygulanan mini-implantların ortalama deplasman değerleri MİR olmadan uygulanan mini-implantları ile

A custom-made device was used while embedding the bone blocks in the acrylic resin, so that the mini-implants were aligned perpendicular to the axis of the mechanical testing. Mini-implants were subjected to a tangential force load of 200 g perpendicular to the screw, and displacement of screws were measured in millimeters at a crosshead speed of 0.05 mm per second (10) by an Instron Universal Testing machine (Figure 3). After the loading test, each mini-implant was removed and the samples were sectioned through the center of the mini-implant hole. Cortical bone thickness of each section was measured twice under magnifying glass with



Şekil 3. Mini-implantlara yükleme testi uygulanması.

Figure 3. Load testing of the mini-implants.



karşılaştırıldığında anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur (Tablo 1). MİR ve kontrol gruplarında kemik örneklerinin kortikal kalınlıkları ortalaması (MİR=1,24 ± 0,39 mm ve kontrol= 1,26 ± 0,37 mm) herhangi bir fark göstermemiştir (Tablo 2). Her grup iki alt gruba bölünmüş ve kortikal kemik kalınlıklarının grup ortalama değerlerinden daha fazla ya da daha düşük olmasına göre "Kalın" ya da "İnce" olarak alt gruplara ayrılmışlardır. İnce alt gruplarda (MİR ve kontrol) ve kalın alt gruplarda (MİR ve kontrol) kortikal kemik kalınlıkları kıyaslandığında sonuçlar benzer bulunmuştur (Tablo 2).

a fine tip digital caliper (Guanglu Europa, Beijing, China), and the average was recorded. According to the cortical thickness of the samples, study (MİR) and control groups were sub-grouped as having thin and thick cortical bone.

Statistical tests were carried out with the statistics software SPSS 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Before the study, a power analysis was carried out; which, revealed that a sample size of 24 for each group would give 95% power to detect significant differences at p = 0.05 significance level. Group differences were studied by the

Tablo 1. Mini-implantların devrilme miktarı (mm).

Table 1. Migration of mini-implants (in mm's).

	Devrilme / Migration (ort ± SS / mean ± SD)	Altgruplar / Subgroups	Devrilme / Migration (ort ± SS / mean ± SD)	p
MİR grubu / MİR group	0.03±0.02	ince / thin	0.04±0.03	0.059
		kalın / thick	0.027±0.02	
Kontrol / Control	0.16±0.08	ince / thin	0.22±0.05	0.000 ***
		kalın / thick	0.098±0.06	
p	0.000 ***		0.000 *** 0.002 **	

** , p<0.01; *** , p<0.001

200 g kuvvet uygulandığında, ince kortikal kemik örneklerinde MİR ile uygulanan mini-implantların tek başına uygulanan mini-implantlar ile karşılaştırıldığında ortalama deplasmanlarının anlamlı derecede daha az

independent samples t test and Mann-Whitney U test. When the p value was <0.05, the result was determined as significant.

Tablo 2. Kortikal kemik kalınlığının (KKK) gruplar arası karşılaştırılması .

Table 2. Intergroup comparison of the cortical bone thicknesses (CBT) .

	n	KKK / CBT (mm) (ort ± SS / mean ± SD)	Altgruplar / Subgroups	n	KKK / CBT (mm) (ort ± SS / mean ± SD)	p
MİR grubu / MİR group	24	1,24±0,39	ince / thin	12	0,94±0,21	0,002 **
			kalın / thick	12	1,54±0,27	
Kontrol / Control	24	1,26±0,37	ince / thin	12	0,96±0,19	0,003 **
			kalın / thick	12	1,56±0,23	
Toplam / Total	48	1,25±0,37				
p		0.998			0.709 0.887	

** , p<0.01



MİR (mini-implant ring)
MİR (mini-implant ring)



olduğu saptanmıştır. Ayrıca, kalın alt gruplarda MİR ile uygulanan mini-implantların deplasmanı tek başına uygulanan mini-implantlarından önemli ölçüde daha azdır ($p<0,01$). Kontrol grubunda kortikal kemik kalınlığı mini-implantların deplasmanı üzerinde etkili olmuştur. Ancak, MİR ile uygulanan vidaların ortalama deplasmanı dolayısıyla stabilitesi kortikal kemik kalınlığından etkilenmemiştir ($p>0,05$). Böylece, MİR grubunda artan stabilite değerlerine göre, bu çalışmanın hipotezi reddedilmiştir.

TARTIŞMA

Mini-implant ve kemik yüzeyinin temas durumu bir mini-implanttan beklenen ankraj değeri için belirleyicidir (8,15). Büyük çaplarda mini-implantların kemik ile daha fazla temas yüzeyi alanı sağladığı, bunun bir sonucu olarak kemik-vida ara yüzünde artan sürtünmenin ve daha fazla desteğin, tork ve ankraj kuvvet direncini arttırdığı gösterilmiştir (9,10). Ancak, uygulama alanlarının anatomik sınırlamaları nedeniyle 1,6 mm'den daha büyük bir çapa sahip mini-implantların güvenli bir şekilde yerleştirilememesi klinik sorunlar ortaya koymaktadır (16,17). Bunu yanı sıra, başlangıçta güvenli bir mesafede yerleştirilmiş olsa bile, bir mini-implantın tedavi sırasında istenmeyen alanlara sürüklenme veya köklere dokunma ya da çok yakınlaşma riski vardır (18). Kuroda ve ark. (5) tarafından yapılan bir klinik çalışmada, kök yakınlığının mini-implant başarısızlıklarını artıran bir faktör olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, bir hayvan çalışmasında köklere yakın yerleştirilen mini-implantların çevresinde yeterli remodelling olmadığından, müsait bir alveoler alanda yerleştirilmiş mini-implantlara oranla mini-implant çevresinde daha az kemik yoğunluğuna rastlanmıştır (19). Ayrıca, oklüzal kuvvetlerin diş üzerinden köke yakın yerleştirilen mini-implantlara iletiildiği ve bunun da mini-implant başarısızlığına neden olduğu öne sürülmüştür. Kısa ve ince mini-implant, düşük yerleştirme torku ile muhtemel kemik zararını azaltmak ve kök temasından kaçınmak için tavsiye edilebilir; öte yandan, küçük bir mini-implantın, ortodontik ankraj olarak daha düşük bir

RESULTS

The mean displacement values of mini-implants inserted with MIR was significantly lower when compared with that of mini-implants inserted without MIR (Table I). Mean cortical thicknesses of bone samples for MIR and control groups did not show any difference (1.24 ± 0.39 mm and 1.26 ± 0.37 mm's respectively) (Table 2). Each group was divided into two subgroups and these subgroups were assigned as "Thick" or "Thin" according to their cortical bone thickness either greater or lower than the mean values of the groups. Cortical bone thickness for the thick subgroups was significantly higher than the ones for thin subgroups ($p<0.001$). Cortical bone thickness for thin subgroups (both MIR and Control) and thick subgroups (both MIR and Control) were similar when compared (Table II).

Under 200g of force, in samples with thin cortical bone, mean displacement of the mini-implants inserted with MIR was significantly less when compared with the mean displacement of the mini-implants alone. Also, mean displacement of mini-implants inserted with MIR was significantly less than those of the mini-implants alone in the thick subgroups ($p<0.01$). Cortical bone thickness had an effect on the displacement of mini-implants of the control group. However, mean displacement, hence stability didn't differ significantly with respect to cortical bone thickness if the screws were applied with MIR ($p>0.05$). Thus, according to the increased stability values in the MIR group, the null hypothesis of this study was rejected.

DISCUSSION

The nature of the contact surface of a mini-implant and bone is the determinant for the anchorage value to be expected from that mini-implant (8,15). It has been shown that mini-implants with larger diameters provide a greater contact surface area with the bone; which, increases torque and anchorage force resistance as a result of increased friction and greater support at the bone-to-screw interface (9,10). However, insertion of a mini-implant with a larger diameter than 1.6 mm presents





başarı oranı vardır (20). Küçük mini-implantın stabilitesini geliştirmek için, tasarım, yüzey işleme ve yerleştirme yöntemi gibi unsurları geliştirme ihtiyacı vardır. Görünüşe göre, mini-implant stabilitesi ve sürüklenmeye karşı direnci belirleyen değişkenleri açığa kavuşturmak için daha fazla sayıda çalışma yapılması gerekmektedir.

Klinisyenler kemik parametreleri üzerinde çok az kontrole sahip olabildiğinden mini-implantlara göre iki kat daha düşük başarısızlık riskine sahip palatal implant ve miniplakları gittikçe artan bir şekilde tercih etmektedirler (21). Öte yandan, miniplaklar için gerekli olan kapsamlı cerrahi prosedürleri dikkate aldığımızda cerrahi prosedürün basitleştirilmesi ve tüm prosedürün ortodontistin ofisinde gerçekleştirebilmesi amacıyla, kemik ankraj ünitesinde kortikal plaktan maksimum destek alabilecek yeni bir tasarım yapma zorunluluğu vardır. Mevcut vida tasarımını irdeleyen birçok mini-implant çalışması vardır; ne yazık ki geleneksel uygulamalara alternatif geliştirmeyi ve mini-implantların kuvvet ankraj direncini artırmayı amaçlayan çok az sayıda çalışma vardır (9,10).

Mini-implantlar stabilitelelerini büyük oranda kortikal kemikten aldığından, mini-implantların kortikal kemik ile temas eden yüzey alanını arttırmak için bir aparat tasarlanmıştır. MİR, mini-implantın vidanın sürüklenmeye karşı direncini artırmak için kemiğe batan dört adet diken çıkıntıya sahiptir. Nalbantgil ve ark. (22), sonlu elemanlar analizi kullanarak, miniplaklar üzerindeki dikenlerin fiksasyon vidalarındaki stresi azaltmada oldukça etkili olduğu ve dikenlerin mevcut yükü komşu kortikal kemiğe dağıttığı sonucuna varmışlardır.

Bu çalışmada, klinikte en sık karşılaşılan durumu taklit eder şekilde kuvvet vida uzun eksenine dik uygulanmıştır. Ancak, mini-implantın kemik ara yüzünde stres konsantrasyonlarında artışa ve mini-implant kaybına neden olan tork kemik üzerinde daha fazla miktarda oluşmaktadır (23,24). Normalde, geleneksel vida implant ile yük yoğunluğu ilk yivlerde oluşma eğilimi gösterir ve bu durum ilk yiv çevresindeki kortikal kemikte artan strese yol açar ve o bölgede muhtemel kemik rezorbsiyonuna neden olur (17,25). Yük daha geniş bir kemik

clinical challenges in the safe insertion of these mini-implants because of the anatomic limitations of the area (16,17). Besides, a mini-implant, even placed at a safe distance at the beginning, carries the risk to drift during treatment into unwanted areas or may touch or become too close to the roots (18). In a clinical study by Kuroda et al. (5) it was concluded that root proximity was a factor increasing failures of mini-implants. Also, it was stated in the report of an animal study that bone mass around a mini-implant placed very close to a root was less than that of a mini-implant placed in an adequate alveolar area, because sufficient bone remodeling did not occur around the former (19). Furthermore, it was suggested that occlusal force was transmitted through the tooth to the mini-implants in proximity, which caused failure. A short and thin mini-implant with low insertion torque is recommended to avoid root contact and to reduce damage; on the other hand, a smaller mini-implant would have a lower success rate as orthodontic anchorage (20). To enhance the stability of the small mini-implant, there is need to improve the design, surface treatment and insertion method. Apparently, more studies are needed to inquire into the variables dictating mini-implant stability and resistance to drift.

Since, clinicians have little control on bone parameters, they are increasingly favoring palatal implants and mini-plates given the two fold lower risk of failure than mini-implants (21). On the other hand, taking the needed comprehensive surgical procedures for mini-plates into account; for the purpose of simplification of the surgical procedure and keeping the whole procedure in the orthodontist's office, it is a necessity to come up with a new design in the bone anchorage unit in order to get maximum support from the available cortical plate. There are many mini-implant studies on the current screw design; unfortunately, there are only a few studies pointing out to or developing an alternative to conventional applications to improve the force anchorage resistance of mini-implants (9,10).



MİR (mini-implant ring)
MİR (mini-implant ring)



yüzeyine dağıtılabılırse, hasar, yani bir alan üzerindeki strese bağlı olan yıkım azaltılabilir (24). Bu çalışmada doğrulandığı gibi, yükün daha geniş bir alana dağıtılması, mini-implantın stabilite ve direncini arttıracaktır.

Bu çalışmada, MİR'in değişik kortikal kemik kalınlıklarında mini-implant sürüklenmesine olan etkisi değerlendirilmiştir. Brettin ve ark. (9) tarafından yapılan bir çalışmada kortikal kemik kalınlığının mono-kortikal vidaların ankraj potansiyelleri açısından önemli bir faktör olduğu bildirilmiştir. Yazarlar, gruplar arasında kortikal kemik kalınlığının aralığı çok küçük değilse, stabilite üzerine olan etkisinin kanıtlanabilir olacağını belirtmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları, Brettin ve ark.'nın (9) verilerine uygun olarak, ince ve kalın kortikal kemik gruplarında uygulanmış olan mini-implantların stabilite ve ankraj değerlerinde kortikal kemik kalınlığına göre anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Motoyoshi ve ark. (26) kortikal kemik kalınlığının mini-implantların başarısı üzerine etkisini değerlendirmişler ve daha yüksek başarı oranlarına sahip olabilmek için mini-implant uygulanan bölgenin en az 1 mm kortikal kemik kalınlığına sahip olması gerektiği sonucuna varmışlardır. Bir başka çalışmada, yüksek mandibular düzlem açısına sahip hastalarda potansiyel ince kortikal kemik varlığından dolayı başarısızlık olmaması için mini-implantların uygulanmasında özel dikkat gerektiği vurgulanmıştır (8). Benzer kaygılar, yetişkinlere göre daha az kemik yoğunluğuna sahip çocuk hastalar için de geçerlidir (27).

Bizim sonuçlarımız, MİR ile uygulanan mini-implantların tek başına uygulanmış olanlara göre yükleme testinde daha yüksek değerler gösterdiğini, daha yüksek primer stabilite ve artmış ankraj değerleri sağladığını ortaya koymaktadır. MİR'in etkileri özellikle ince kortikal kemik örneklerinde kalın kortikal kemik örneklerine göre kuvvet direnci açısından daha belirgin olmuştur.

İnce ve kalın kortikal kemiklerin kemik örneklerinde yerleştirilmiş mini-implantların stabilitesinde anlamlı derecede fark olmasına karşın aynı alt gruplarda MİR ile uygulanmış mini-implantların stabilite ve direncinde hiçbir fark yoktur. Bu nedenle MİR'in düşük kemik

Since mini-implants gain most of their stability from the cortical bone, an appliance was designed to increase the cortical bone surface area in contact with mini-implants. MİR is a ring with four spines grabbing the bone to increase the resistance against drifting. Nalbantgil et al. (22) using finite element analysis, concluded that spines on the mini-plates are highly effective in reducing stress on the fixation screws and distribute the load to the spines going into the neighboring cortical plate.

In the present study, the force was applied perpendicular to the long axis of the screw imitating the most often encountered occurrence in the clinic. Unfortunately, the greater the proportion of the force that is not along the long axis of the mini-implant, the greater the amount of torque on the bone to mini-implant interface which is the cause of increase in the stress concentrations in unfavorable areas leading to failure(23,24). Normally, with the conventional screw implant, load concentration have a tendency to appear at the first threads leading to increased stress at the surrounding cortical bone and possibly resulting with bone resorption in that area (17,25). If the load can be delivered to a larger bone surface, damage, which is relative to stress over an area might be reduced (24). As this study confirms, the greater the area of distributed load, the greater the mini-implant's stability and resistance to loading.

In this study, the effect of MİR on mini-implant drift relative to cortical bone thickness was evaluated. In a study by Brettin et al. (9) cortical bone thickness was reported to be an important factor in anchorage potential of mono-cortical screws. They stated that if the range of cortical bone thickness between the groups is not too small, its effect on stability could be demonstrable. One of the results of this study, in accordance with Brettin et al's data, show that the stability of mini-implants inserted in thin and thick cortical bone groups presented significant difference in the anchorage values with respect to the thickness of the cortical





yoğunluğu ve/veya ince kortikal kemik dezavantajlarının ortadan kaldırılması konusunda oldukça etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca, MİR klinik kullanım ve uygulama kolaylığı açısından da çok avantajlıdır. Flep cerrahisi, insizyon ya da dikişlere gerek yoktur, sadece yüzeysel anestezi altında punch kullanımı gerekmektedir.

İn-vitro çalışmalar hemen yükleme yapılabilen mini-implantların stabilitesini inceleyip araştırmak için yeterli kabul edilmektedir; çünkü mini-implantların stabilitelelerinin mekanik kilitleme sonucu olduğu kabul edilir ve mutlaka biyolojik bir osteointegrasyon süresi gerekmez. Bu çalışmada, mini-implantın ilk fiksasyonundan ve mekanik özelliklerinden kaynaklanan vida primer stabilitesi dikkate alınmıştır. Sığır kalça kemiğinin belirli bir kısmından elde edilen kemik örnekleri test koşullarını standardize etme imkanı sağlamıştır. Kullanılan kemik örneği, ortalama 1,22 mm kortikal kalınlığına sahiptir. Bu değer, insan maksilla ve mandibula kortikal kemik kalınlıklarıyla uyumludur (12, 19, 28).

Bu in-vitro çalışmada, kemik dokusunun biyolojik tepkilerini izleme eksikliği gibi bazı limitasyonlar olabilir. Osteointegrasyon ve kemiğin eksternal kuvvetlere verdiği fizyolojik reaksiyonları içeren sekonder stabilitenin irdelenmesi ve insandaki muhtemel kemik hasarını en aza indirecek uygun tork değerlerinin daha iyi anlaşılması için canlı dokularda klinik çalışmalar yapılması gereklidir.

SONUÇLAR

- MİR, mini-implantların ankraj direncini önemli ölçüde artırmıştır.
- MİR ile uygulanan mini-implantların ankraj direncindeki artış ince kortikal kemik örneklerinde daha belirgin olmuştur. MİR özellikle ince kortikal kemiğe sahip olan hastalarda mini-implant ankrajında faydalı olabilir.

bone. Motoyoshi et al. (26) evaluated the effect of cortical bone thickness on the success of mini-implants and concluded that an insertion site of a mini-implant should have at least a minimum of 1 mm of cortical bone thickness in order to have higher success rates. Another study emphasized that special care should be taken when using mini-implants in patients with a high mandibular plane angle, because of potential thin cortical bone, in order not to have failures (8). Similar concerns are valid also for children, who would have lower bone mass than adults (27).

Our results suggested that mini-implants inserted with MIR provided greater primary stability and increased anchorage values, as seen in the higher values of tangential loading test, than was provided by mini-implants alone. The effects of MIR were more pronounced especially in samples with thin cortical bone than in samples with thick cortical bone in terms of the anchorage force resistance.

Because there is a difference in the stability of mini-implants when they are placed in bone specimens with thin and thick cortical bones, and no difference in the stability of mini-implants inserted with MIR placed in the same subgroups, it can be concluded that MIR is very effective in the elimination of the disadvantages of low bone mass and/or thin cortical bone. MIR is also very advantageous in the clinic from the point of ease of use and application, since there is no need for flap surgery, incision or sutures; only a punch is used under superficial anesthetics.

In-vitro studies are considered sufficient to inquire into the stability of mini-implants when there is immediate loading; because stability is considered to result from mechanical interlock and does not necessarily need a biological period for osseointegration. This study considered only the primary stability of the screw, which is related to initial fixation and mechanical characteristics of the mini-implant. Bone samples that are obtained from a specific part



of the ilium of bovine enabled us to standardize the testing conditions. The bone sample used, had a mean cortical thickness of 1.22 mm's. This value is comparable with the cortical bone thicknesses of the human maxilla and mandible (12,19,28).

There may be some limitations to this in-vitro study, the main being the lack of the monitoring of biologic responses on bone tissue. Trials in living tissues are required for a better understanding of secondary stability, which includes osseointegration and physiologic reactions of the bone to external forces and to find the appropriate torque values that minimize bone damage in the human body.

CONCLUSIONS

- MIR significantly increased the force anchorage resistance of mini-implants.
- Increase in force anchorage resistance of MIR applied mini-implants was more prominent in samples of thin cortical bone. MIR might be a useful auxiliary to mini-implants especially in patients with thin cortical bone.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Chung KR, Kim SH, Choo HR, Kook YA, Copee JB. Distalization of the mandibular dentition with mini-implants to correct a Class III malocclusion with a midline deviation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:135-46.
2. Ozsoy O P, Ozcirpici A A, Veziroglu F. Miniscrews for upper incisor intrusion. *Eur J Orthod* 2009;31:412-16.
3. Baek MS, Choi YJ, Yu HS, Lee KJ, Kwak J, Park YC. Long-term stability of anterior open-bite treatment by intrusion of maxillary posterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138:396.e1-396.e9.
4. Manni A, Cozzani M, Tamborrino F, Rinaldis SD, Menini A. Factors influencing the stability of miniscrews. A retrospective study on 300 miniscrews. *Eur J Orthod* doi:10. 1093/ejo/cjq090.
5. Kuroda S, Yamada K, Deguchi T, Hashimoto T, Kyung HM, Takano-Yamamoto T. Root proximity is a major factor for screw failure in orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:S68-S73.
6. Liou EJ, Pai BC, Lin JC. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:42-7.
7. Mortensen MG, Buschang PH, Oliver DR, Kyung HM, Behrents RG. Stability of immediately loaded 3- and 6-mm miniscrew implants in beagle dogs—a pilot study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:251-9.
8. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Factors associated with the stability of the titanium mini screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:373-8.
9. Brettin BT, Grosland NM, Qian F, Southard KA, Stuntz TD, Morgan TA. Bicortical vs monocortical orthodontic skeletal anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:625-35.
10. Morarend C, Qian F, Marshall SD, Southard KA, Grosland NM, Morgan TA, McManus M, Southard TE. Effect of screw diameter on orthodontic skeletal anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:224-9.
11. Deguchi T, Nasu M, Murakami K, Yabuuchi T, Kamioka H, Takano-Yamamoto T. Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:721.e7-e12.



12. Baumgaertel S, Hans MG Buccal cortical bone thickness for mini-implant placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:230-5.
13. Carano A, Lonardo P, Velo S, Incurvati C. Mechanical properties of three different commercially available miniscrews for skeletal anchorage. *Prog Orthod* 2005;6:82-97.
14. Salmória KK, Tanaka OM, Guariza-Filho O, Camargo ES, Souza LT, Maruo H. Insertional torque and axial pull-out strength of mini-implants in mandibles of dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133:790.e15-790.e22.
15. Wang Z, Zhao Z, Xue J, Song J, Deng F, Yang P. Pullout strength of miniscrews placed in anterior mandibles of adult and adolescent dogs: A microcomputed tomographic analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:100-7.
16. Poggio PM, Incurvati C, Velo S, Carano A. "Safe zones": a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. *Angle Orthod* 2006;76:191-7.
17. Serra G, Morais LS, Elias CN, Meyers MA, Andrade L, Müller CA, Müller M. Sequential bone healing of immediately loaded mini-implants: histomorphometric and fluorescence analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137: 80-90.
18. Chen Y, Kang ST, Bae SM, Kyung HM. Clinical and histologic analysis of the stability of microimplants with immediate orthodontic loading in dogs. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2009;136:260-7.
19. Deguchi T, Takano-Yamamoto T, Kanomi R, Hartsfield JK, Roberts WE, Garetto LP. The use of small titanium screws for orthodontic anchorage. *J Dent Res* 2003;82:377-81.
20. Lee YK, Kim JW, Baek SH, Kim TW, Chang Y. Root and Bone Response to the Proximity of a Mini-Implant under Orthodontic Loading. *Angle Orthod* 2010;80:452-8.
21. Schatzle M, Mannchen R, Zwahlen M, Lang NP. Survival and failure rates of orthodontic temporary anchorage devices: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:1351-9.
22. Nalbantgil D, Öztoprak M O, Özdemir F, Tozlu M, Arun T. FEM analysis of a new miniplate: Stress Distribution on the plate, Screws and the Bone. *Eur J Dent* 2012;6:9-15.
23. Watanabe F, Hata Y, Komatsu S, Ramos TC, Fukuda H. Finite element analysis of the influence of implant inclination, loading position and load direction on stress distribution. *Odontol* 2003;91:31-6.
24. Pickard MB, Dechow P, Rossouw EP, Buschang PH. Effects of miniscrew orientation on implant stability and resistance to failure. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:91-9.
25. Vasquez M, Calao E, Becerra F, Ossa J, Enriquez C, Fresneda E. Initial stress differences between sliding and sectional mechanics with an endosseous implant as anchorage: a 3-dimensional finite element analysis. *Angle Orthod* 2001;71:247-56.
26. Motoyoshi M, Yoshida T, Ono A, Shimizu N. Effect of cortical bone thickness and implant placement torque on stability of orthodontic mini-implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2007;22:779-84.
27. Molina Toledo VA, Jergas M. Age-related changes in cortical bone mass: data from a German female cohort. *Eur Radiol* 2006;16:811-7.
28. Ono A, Motoyoshi M, Shimizu N. Cortical bone thickness in the buccal posterior region for orthodontic mini-implants. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008;37:334-40.