



FACTORS AFFECTING SUCCESS OF MINI SCREW APPLICATIONS IN ORTHODONTICS

ORTODONTİDE MİNİ VİDA UYGULAMALARININ BAŞARISINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Ayhan DOĞAN¹, Filiz USLU²

¹Res. Asst., Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Inonu University, Malatya / Turkey

ORCID ID: 0000-0001-9173-8059

²Asst. Prof. Dr., Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Inonu University, Malatya / Turkey

ORCID ID: 0000-0003-0958-261X

Corresponding Author:

Asst. Prof. Dr. Filiz USLU,

Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Inonu University, Malatya/TURKEY

filizakkabak09@hotmail.com, +90 553 284 9250

Article Info / Makale Bilgisi

Received / Teslim: 29 June 2019

Accepted / Kabul: 29 October 2019

Online Published / Yayınlanma: 31 October 2019

DOI:



Abstract

Miniscrews are skeletal temporal anchoring devices which are widely used in orthodontic treatment and facilitate the work of orthodontics. These devices must be placed in the correct anatomical areas with appropriate angle and placement techniques to be successful during the use. However, problems such as loosening of the miniscrews and mucosal tissue infection at the site of implantation occur. Therefore, clinical success indicators of miniscrews are needed. This article provides information on the factors that influence the success of the miniscrew.

Keywords: miniscrew, orthodontics, success factors.

Özet

Mini vidalar ortodontik tedavide yaygın kullanım alanı bulan ve ortodontistlerin işini kolaylaştıran iskeletsel geçici ankraj cihazlarıdır. Bu cihazların kullanımı süresince başarılı olabilmesi için uygun açı ve yerleştirme teknikleriyle doğru anatomik bölgelere yerleştirilmesi gerekir. Bununla birlikte mini vidaların gevşemesi, yerleştirildiği bölgede mukozal doku enfeksiyonu gibi problemler de meydana gelmektedir. Bu yüzden mini vidaların klinik başarı göstergelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu makale mini vida başarısı üzerinde etkili olan faktörler hakkında bilgiler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: mini vida, ortodonti, başarı faktörleri.

OVERVIEW / GENEL BAKIŞ

Mini vidaların başarısı, genellikle, sürekli ortodontik yükleme altında minimum 6 ay boyunca sabit kalan fikstür olarak tanımlanır, bununla birlikte bazı makalelerde bu 1 yıl olarak tanımlanmaktadır (1). Çoğu çalışmada mini vidaların başarı oranı %80 üstü olarak tanımlanmıştır (2). Mevcut literatürde başarı oranının anatomik bölgelere göre değiştiğine dair bir görüş birliği vardır; mandibula ve maksilla için bu oran sırasıyla %80 ve %90 olarak bildirilmiştir (3, 4).

Alharbi ve ark. mini vidaların başarısızlık oranının düşük olduğunu ve buna bağlı olarak mini vidaların klinik açıdan güvenilir olduğunu belirtmişlerdir (5). Alharbi ve ark. (5) ile Cheng ve ark. (6) yaptıkları çalışmalarda mini vidaların başarısızlık oranını benzer şekilde sırasıyla (%11.5 – 15.9) ve %11 olarak belirtmişlerdir. Buna karşılık Fritz ve ark. (7) yaptığı çalışmada ise bu oranı %30 olarak bildirmişlerdir.

Mini vida, hafif basınçla belirgin bir lateral hareketlilik gösterdiğinde, bunun başarısızlık anlamına geldiği ve mini vidanın çıkarılması gerektiği bildirilmiştir (1). Neyse ki, çoğu mini vida başarısızlığı, yerleştirmenin ilk birkaç ayında klinik olarak belirgin hale gelmekte ve erken replasman veya tedavi planında değişiklik yapılmasını sağlamaktadır (8, 9). Eğer, mini vida yerleştirildikten 2 ay sonra stabil durumdaysa normal ortodontik kuvvetler güvenle uygulanabilmektedir (1).

Mini Vida Başarısını Etkileyen Faktörler:

Bunlar genellikle üç kategoriye ayrılır (1):

1. Hastaya bağlı faktörler
2. Mini vida faktörleri
3. Teknik faktörler

Mini vida başarısı hasta cinsiyetinden, antero-posterior iskelet ilişkisinden, dental çapaşıklıktan, yaştan, kontrollü periodontitis ve temporomandibular durumdan etkilenmemektedir (10).

Kuroda ve ark. (11) yaptığı çalışmada başarı oranı ile vida uzunluğu, yerleştirme ameliyatı, acil yükleme, yaş, cinsiyet, dişlerin çapaşıklığı, antero-posterior yönde çene kaideleri arasındaki ilişki, kontrollü periodontitis, flep cerrahisi, yerleştirme işlemi ile kuvvet uygulanmasına kadar geçen süre ve temporomandibular bozukluk semptomları gibi değişkenler arasında anlamlı bir ilişki gözlenmediğini bildirmiştir.

Yine Kuroda ve ark. (11) çalışmasına göre başarı oranı ile flep cerrahisi arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Ne vidanın yerinin (maksilla veya mandibula) ne de yerleştirmeden ortodontik kuvvet uygulamasına kadar geçen sürenin başarı oranı ile anlamlı olarak ilişkili olmadığı görülmektedir.

1. Hastaya bağlı faktörler (1):

- 1.1. Kortikal kemik kalınlığı ve yoğunluğu
- 1.2. İnterproksimal boşluk
- 1.3. Yumuşak doku ve oral hijyen
- 1.4. Maxillo-mandibular düzlem açısı
- 1.5. Yaş

1.6. Sigara içilmesi

1.1. Kortikal kemik kalınlığı ve yoğunluğu

Primer stabilitenin hastaya bağlı en önemli faktörlerinin başında maksiller ve mandibular kortikal plakaların yoğunluğunun ve kalınlığının geldiği gösterilmiştir (1). Bu, hem anatomik bölgelerin hem de bireylerin kortikal kemik tabakasının niceliği ve kalitesi açısından farklılık gösterdiği için mini vida başarı oranlarının klinik çalışmalarında görülen varyasyonları açıklamaya yardımcı olmaktadır (12).

Kortikal derinlik tipik olarak 1 ile 2 mm arasında değişmektedir ve genellikle alveollerin apikal yönüne doğru artmaktadır. Maksiller alveol kemiğindeki kortikal derinlik, kanin dişinin distali ile 1. moların mezialı arasındaki alanda yeterlidir bu alan ankraj için maksillada en sık kullanılan alandır (1). Maksiller alveolar korteks, palatinal tarafta bukkal taraftan daha kalındır; her iki çenenin en yüksek alveolar kalınlık değerleri ise, mandibular molar bölgelerde ortaya çıkmaktadır (13-15).

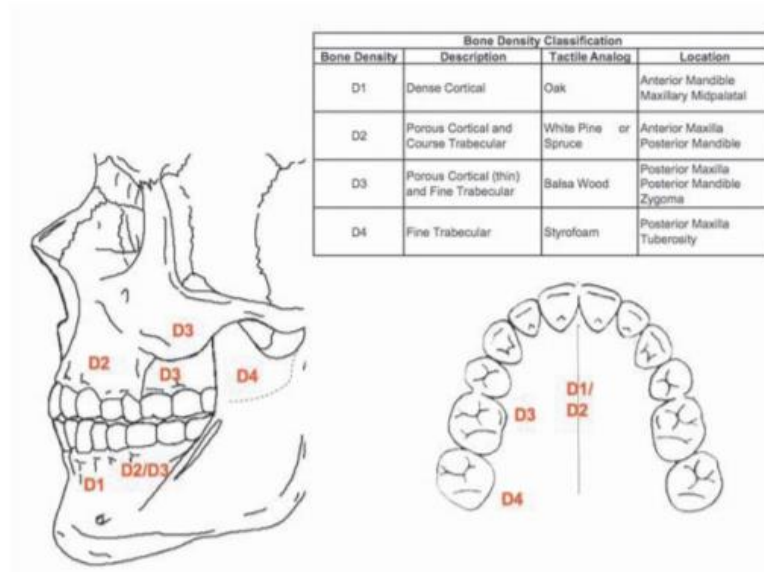
Kortikal kalınlık veya yoğunluktaki bir artışın, yerleştirme torkunda (yerleştirmeye direnç) bir artışa yol açtığı bildirilmiştir (16-18). Altta yatan süngerimsi kemiğin yoğunluğu, bazı hastaların maksiller bölgelerinde olduğu gibi korteksin 1 mm'den daha az olduğu yerler dışında mini vida stabilitesi ve başarısında çok daha az rol oynamaktadır ve bu kemiğin kendi başına yetersiz stabilite gösterdiği bildirilmiştir (18). Ayrıca kortikal ve kortikal olmayan kemik yoğunluğu, Hounsfield birimlerine (HU) göre 4 gruba (D1, D2, D3 ve D4) ayrılmıştır (19).

D1 (> 1250 HU), öncelikle mandibula anterior ve maksiller midpalatal bölgede bulunan yoğun kortikal kemiktir (20).

D2 (850-1250 HU), kalın (2 mm), esas olarak maksilla anterior ve mandibula posterior bölgede bulunan kaba trabeküllerin bulunduğu gözenekli kortikal kemiktir.

D3 (350-850 HU) incedir (1 mm), primer olarak maksillada, daha az oranda da mandibula posteriorda bulunan ince trabeküllerin bulunduğu gözenekli kortikal kemiktir.

D4 (150-350 HU), öncelikle posterior maksilla ve tuber bölgesinde bulunan ince trabeküler kemiktir (21).



Şekil 1. Maksilla ve mandibulada kemik dansitesini gösteren diyagram (22).

Bu sınıflamaya göre D1-D3 kemiği self drilling mini vidalar için idealdir. Mini vidaların D1 ve D2 kemiğine yerleştirilmesi, ortodontik yüklemeye altında daha sabit ankrage sağlayabilir. Mini vidaların D4 kemiğine yerleştirilmesi, bildirilen yüksek başarısızlık oranı nedeniyle önerilmemiştir (23, 24).

İdeal maksimum yerleştirme torku aralığı, alveoler bölgeler için 5-15 Ncm gibi görünmektedir (4). Mini vidanın son oturması sırasında maksimum tork meydana gelir ve bu tork manuel olarak tornavida döndürme direncindeki artış olarak hissedilir. Aslında düşük tork, zayıf primer stabiliteye neden olduğu, aşırı torkun ise başarısızlığa neden olduğu bildirilmiştir. Buna gerekçe olarak ise mikroskobik kemik stresinin mini vida dişilerinin etrafında subklinik iskemik nekroza yol açması gösterilmiştir (1).

Teorik olarak mandibulada daha fazla primer stabilite sağlandığı düşünülebilir, ancak bildirilen mandibular mini vida başarı oranları maksilladan daha düşüktür. Çünkü aşırı yerleştirme torku, sekonder mikroskobik kemik nekrozuna yol açan yüksek seviyelerde peri-implant kemik stresine neden olmaktadır ve mini vida başarısızlığı ile sonuçlanmaktadır (25).

1.2. İnterproksimal boşluk

Literatür, mini vida yerleştirme için mevcut ortalama interproksimal alan miktarı hakkında veri sağlamaktadır, ancak bitişik dişlerin kök büyüklüğüne, şekline (kök konikliği ve eğrilik derecesi) ve hizalamaya bağlı olarak geniş bireysel farklılıklar olduğunu bilmek çok önemlidir. Ek olarak maksillada palatinal tarafta bukkal taraftan daha fazla yer vardır (sırasıyla 5 ve 3 mm), bu durumun palatinalde tek köke karşı bukkalde iki kökün bulunmasından kaynaklı bir sonuç olduğu bildirilmiştir (1). Bu nedenle makul diş hizalaması varsayıldığında, maksilla için tipik bukkal interproksimal yerleştirme bölgeleri birinci molar dişin mezial, kanin ve santral kesici dişlere komşu bölgeler, mandibula için ise azı dişlerine ve premolarlara komşu bölgelerdir (26).

En önemlisi, interproksimal boşluğun mutlak bir bariyer olmadığı ve klinik olarak hem eğimli yerleştirme hem de yerleştirme öncesi kök sapması ile arttırılabileceği unutulmamalıdır (1).

1.3. Yumuşak doku ve oral hijyen

Ağız hijyeni ve peri-implant yumuşak doku iltihabı durumları sekonder yetersizlik için risk faktörleridir (27, 28). Alharbi ve arkadaşları yaptıkları sistematik derleme çalışmasında sigara içmenin ve mukozal yerleştirmenin mini vida kaybı üzerinde daha büyük etkilere sahip olduğunu göstermiştir (5).

Kuroda ve ark. (11) yaptığı çalışmada ortodontik ankraj için titanyum vidaların başarısızlığı açısından en yüksek risk grubunun yerleştirmeden sonra iltihaplı peri-implant dokusu olan kişiler ve yüksek mandibular düzlem açısına sahip kişiler olduğunu belirtmiştir. Yumuşak dokularda, mini vidaların yapışık mukozada yerleştirilmesi hemen hemen her zaman tavsiye edilmektedir (1).

1.4. Maksillo-mandibular düzlem açısı (MMPA)

Miyawaki ve ark. (10) yaptığı çalışmaya göre MMPA'sı yüksek olan hastaların, maksilladaki bukkal mini vidalar için nispeten ince kortikal kalınlık nedeniyle artmış başarısızlık riskine sahip olduğu bildirilmiştir. Yine aynı çalışmaya göre MMPA'sı yüksek bireylerin bukkal kortikal kemik kalınlığı 1.5-2.7 mm iken düşük açılı bireylerde bu değer 2.3-3.7 mm bulunmuştur.

Kuroda ve ark. (11) yaptığı çalışmada da mandibular düzlem açısı yüksek olan hastaların ortalama veya düşük açılı olanlara göre anlamlı derecede düşük başarı göstermiştir. Neyse ki, maksiller bukkal mini vidaların zayıf stabilite sorunu palatal alveolar mini vida yerleştirilmesiyle önlenmektedir (16, 29).

Miyawaki özellikle MMPA'sı yüksek olan bireylerde bilgisayarlı tomografi alınmasını önermiştir (10).

1.5. Yaş

Hastanın cinsiyetinin ve yaşının mini vida başarısı üzerinde önemsiz olduğu konusunda genel bir görüş hakimdir. Chen ve arkadaşları 129 hasta üzerinde yaptıkları retrospektif bir çalışmada 30 yaşın altındaki hastaların yaşlı hastalardan daha yüksek başarısızlık riskine sahip olduğunu bulmuşlardır (30).

Yetişkinlerde primer stabilite kolayca elde edilirken, ergenlerde mini vida başarısızlık oranları belirgin bir şekilde daha yüksektir (17). Bunun nedeni olarak, hem primer ve sekonder stabilite açısından bir mini vidayı tehlikeye atabilecek olan kortikal kalınlıkları ve yoğunlukları hem de daha yüksek kemik yeniden şekillendirme seviyeleri olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle, mini vidalar adolesanlarda başarılı olsa da, dikkatli olmaları ve yerleştirmeden sonraki ilk 6 hafta boyunca yüklem kuvvetini düşük tutulması (örn. 50 g) tavsiye edilmektedir (1).

1.6. Sigara içilmesi

Alharbi ve arkadaşları yaptıkları sistematik derleme çalışmasında sigara içmenin mini vida kaybı üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu göstermişlerdir (5). Ağır tütün tüketimi, önemli ölçüde daha yüksek bir başarısızlık oranı ile ilişkilidir (31). Bu nedenle, sigara içilmesi mini vida kullanımının mutlak bir kontraendikasyonu olmamasına rağmen, sigara içenlerin risk konusunda uyarılması ve mini vida yerleştirilmeden önce sigara kullanımının durdurulması önerilmelidir (1).

2. Mini-vida faktörleri

Mini vida gövdeleri boyutları (çap ve uzunluk), şekil (silindirik veya konik) ve diş tasarımı açısından farklılık göstermektedir (1). Özellikle, çap ve uzunluktaki artış daha fazla kemik yüzeyinin birleşmesini

sağlamaktadır. Çapın, primer stabilite açısından en önemli faktör olduğu ve çaptaki artışın yerleştirme torkunu arttırdığı bildirilmiştir (32-34).

Mini vida uzunluğundaki bir artışın stabilite üzerindeki etkisi, çapın stabilite üzerindeki etkisinden daha az etkiye sahiptir. Uzunluk artışı ile sadece yerleştirme torkunda bir miktar artış meydana gelmektedir, çünkü uzunluk artışları kortikal olmayan kemik ile daha fazla temas alanı içermektedir. Bununla birlikte, kortikal kemiğin ince olduğu bölgelerde vida uzunluğunu arttırmanın uygun olabileceği bildirilmiştir (1). Ayrıca büyük çaplı mini vidaların uzun süreli yüklemeye ile yer değiştirme olasılığının daha düşük olduğu ve daha da önemlisi kırılmaya karşı daha dirençli oldukları bildirilmiştir (27). Bununla birlikte, 2 mm çapındaki mini vidalar birçok interproksimal alanda kolayca yerleştirilemez, bu nedenle çoğu mini vida, yaklaşık 1,5 mm'lik orta gövde çaplarına sahiptir (1).

Son olarak, vida başının ağız boşluğundaki yerleşimi önemlidir, çünkü yüklemeye kuvveti kemik yüzeyinden uzaklaştıkça mini vida ve kemik ara yüzünde olumsuz bir kuvvet riskinin artacağı bildirilmiştir (35, 36).

3. Yerleştirme tekniği

Yanlış yerleştirme tekniği diş hekimliğinde vida başarısızlığının primer nedeni olarak tanımlanmıştır (37). Yeni başlayan kişiler mini vida biyomekaniklerini ve yerleştirme adımlarını dikkatlice planlamalı ve köklere yaklaşma risklerini azaltmak için bir kılavuz stent kullanmayı düşünmelidir (29).

Mini vidalar, özel bir tornavida ile manuel olarak veya ters açılı bir el aleti kullanılarak yerleştirilebilmektedir. Teknik seçimi ağız içi erişim kolaylığı ve dolayısıyla tornavida yön kontrolü ve kullanımına bağlı olarak değişmektedir (1).

Self-tapping mini vidalar, ergenlerde artmış bir mini vida başarısızlık oranıyla ilişkilendirilmiştir (38). Bu nedenle, genç hastalarda ve ayrıca kortikal kalınlığın göreceli olarak ince ve daha az yoğun olduğu maksiller bukkal bölgede ve mandibulanın ön bölgesinde self-tapping yönteminden kaçınmak idealdir. 1.5 mm çapından büyük olan bir self drilling mini vidanın, yerleştirme sırasında ağır bir direnç göstermeden diş köküne girme riskinin olabileceği bildirilmiştir (Şekil 2) (39).



Şekil 2. Çapı 1.5mm den daha büyük self-drilling vidanın fazla direnç göstermeyen bir dişe penetrasyonu(39)

Ayrıca self-tapping mini vidalar için, vidanın çapı ve uzunluğu, optimum yerleştirme torku için kemik deliğinin genişliğinden ve derinliğinden sırasıyla 0,2 mm ile 0,5 mm daha büyük olmalıdır (40). Bununla birlikte, bazı hayvan çalışmaları en yüksek yerleştirme torku değerlerini kaydetmiş ve sekonder stabiliteyi kemik

yüzeyine dik olmaktan ziyade 20-30 ° apikal olarak yönlendirilmiş bir yerleştirme açısı ile arttırmıştır (41, 42). Bu, korteksin daha fazla birleşmesinden kaynaklanır ve özellikle maksillada (korteksin daha az sağlam olduğu) elverişli görünmektedir.

Kök formu

Mini vida gövdesinin komşu köklere temasından, periodonsiyum ve kök hasarını önlemek için kaçınılmalıdır, ancak histolojik çalışmalar, hücresel sement onarımının kök travması sonrası 12 haftada gerçekleştiğini göstermektedir (43, 44).

Klinik açıdan bakıldığında, kök teması hatta kök yakınlığı genellikle mini vida yerleştirme sırasında yerleştirme direncindeki keskin bir artış, mini vida ucunun körelmesi, hasta rahatsızlığı (sadece yüzeysel anestezinin kullanılması şartıyla) ve etkilenen dişin perküsyonunda donuk bir ses ile kendini gösterir (45). Sonuç olarak, bu işaretler köklere yakınlık göstergeleri olarak alınmalı ve mini vida çıkarılmalı ve farklı bir yere veya açıyla yeniden yerleştirilmesi gerektiği bildirilmiştir (1). Çıkarıldıktan sonra aynı yere mini vida yerleştirilmesi için 6 hafta beklenmesi gerektiği bildirilmiştir (1).

Kuvvet Uygulaması

Şu anda mini vidalar tarafından tolere edilen optimum kuvvet seviyeleri hakkında net bir kanıt yoktur. Bu nedenle, dikkatli olmak ve yalnızca hafif bir başlangıç kuvveti uygulamak gereklidir. İlk dört ile altı hafta boyunca 50g ve daha sonra normal ortodontik aralıktaki kuvvetlere, örneğin; 200g çıkılması önerilmiştir. Temel kemik biyolojisinin bazı kavramlarını, özellikle de peri-implant kemiğinin dinamik olduğunu ve mini vida yerleştirilmesinin ardından bir dizi kemik iyileşme aşamalarının olduğu bilinmelidir (1).

Bu fazlar;

- 1- İltihaplanma evresi
- 2- Aktif kemik rezorpsiyonu
- 3- Gecikme veya geçiş dönemi
- 4- Yeni kemik oluşumu fazlarıdır.

En önemlisi, insanlarda rezorptif fazın sonunda üçüncü haftada, özellikle de ince kortikal tabakalara sahip bölgelerde mini vida stabilitesinin, en düşük seviyede olduğu belirtilmiştir (46).

Acil yükleme özellikle erişkinlerde uygulanabilir olmakla birlikte, ileriye dönük bir klinik çalışmanın sonuçları gecikmeli yüklemenin ergen hastalar için faydalı olabileceğini bildirmiştir (17). Bu, maksimum yerleştirme torku için dokusal bir his ile klinik olarak değerlendirilebilmektedir. Bunun yanında eğer son yerleştirme aşaması sırasında tornavidayı elle döndürürken bu his düşük hissediliyorsa, altı ile on iki haftalık bir yükleme gecikmesini düşünmek gereklidir (1).

Ortodontik mini vida yerleştirilmesinde hastanın rahatsızlığını azaltmak için, karmaşık bir yerleştirme ameliyatından kaçınılmalı ve basit tedavi mekanizmaları önerilmelidir (11).

Mini vidalar sihirli bir değnek değil, doğru kullanılırsa ortodontik tedavinin kalitesini arttırmak için değerli bir araçtır (11).

SUMMARY / SONUÇ

Mini vidalar ortodontide güvenilir ankraj araçları olarak kullanılabilir ancak başarı elde edilmesi için klinisyenin dikkatli bir planlama ve uygun yerleştirme tekniklerini kullanması gereklidir. Mini vida başarısında kortikal kalınlık, ağız hijyeni ve mini vida çapı daha önemli rol oynamaktadır. Ancak daha geniş kapsamlı klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

Acknowledgements / Teşekkür

References / Referanslar

1. Cousley R. The orthodontic mini-implant clinical handbook; 1st ed. Wiley: UK. 2013.
2. Reynders R, Ronchi L, Bipat S. Mini-implants in orthodontics: a systematic review of the literature. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009;135(5):564. e1-. e19.
3. Manni A, Cozzani M, Tamborrino F, De Rinaldis S, Menini A. Factors influencing the stability of miniscrews. A retrospective study on 300 miniscrews. Eur J Orthod. 2011;33(4):388-95.
4. Suzuki EY, Suzuki B. Placement and removal torque values of orthodontic miniscrew implants. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011;139(5):669-78.
5. Alharbi F, Almuzian M, Bearn D. Miniscrews failure rate in orthodontics: systematic review and meta-analysis. Eur J Orthod. 2018;40(5):519-30.
6. Cheng SJ, Tseng IY, Lee JJ, Kok SH. A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. Int J Oral Maxillofac Implants. 2004;19(1):100-6.
7. Fritz U, Ehmer A, Diedrich P. Clinical suitability of titanium microscrews for orthodontic anchorage-preliminary experiences. J Orofac Orthop. 2004;65(5):410-8.
8. Kim YH, Yang SM, Kim S, Lee JY, Kim KE, Gianelly AA, et al. Midpalatal miniscrews for orthodontic anchorage: factors affecting clinical success. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2010;137(1):66-72.
9. Moon CH, Park HK, Nam JS, Im JS, Baek SH. Relationship between vertical skeletal pattern and success rate of orthodontic mini-implants. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2010;138(1):51-7.
10. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2003;124(4):373-8.
11. Kuroda S, Tanaka E. Risks and complications of miniscrew anchorage in clinical orthodontics. Jpn Dent Sci Rev. 2014;50(4):79-85.
12. Lemieux G, Hart A, Cheretakis C, Goodmurphy C, Trexler S, McGary C, et al. Computed tomographic characterization of mini-implant placement pattern and maximum anchorage force in human cadavers. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011;140(3):356-65.
13. Baumgaertel S, Hans MG. Buccal cortical bone thickness for mini-implant placement. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009;136(2):230-5.
14. Farnsworth D, Rossouw PE, Ceen RF, Buschang PH. Cortical bone thickness at common miniscrew implant placement sites. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011;139(4):495-503.

15. 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(4):334-40.
16. Silvestrini Biavati A, Tecco S, Migliorati M, Festa F, Marzo G, Gherlone E, et al. Three-dimensional tomographic mapping related to primary stability and structural miniscrew characteristics. *Orthod Craniofac Res.* 2011;14(2):88-99.
17. Motoyoshi M, Matsuoka M, Shimizu N. Application of orthodontic mini-implants in adolescents. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2007;36(8):695-9.
18. Marquezan M, Lau TC, Mattos CT, Cunha AC, Nojima LI, Sant'Anna EF, et al. Bone mineral density. *Angle Orthod.* 2012;82(1):62-6.
19. Brånemark P-I, Zarb GA, Albrektsson T, Rosen HM. Tissue-integrated prostheses. osseointegration in clinical dentistry. *LWW.* 1986;77(3):496-7.
20. Kinner FSK, Schlegel KD. The anatomic basis for palatal implants in orthodontics. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg.* 2002;17(2):133-9.
21. Misch CE. Contemporary implant dentistry. *Implant Dent.* 1999;8(1):90.
22. Kravitz ND, Kusnoto B. Risks and complications of orthodontic miniscrews. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(4):S43-S51.
23. Suarez D. Miniscrews and the orthodontist: should they be used. *Convention News Spring.* 2005.
24. Hutton JE, Heath MR, Chai JY, Harnett J, Jemt T, Johns RB, et al. Factors related to success and failure rates at 3-year follow-up in a multicenter study of overdentures supported by Brånemark implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995;10(1):33-42.
25. Kim K-D, Yu W-J, Park H-S, Kyung H-M, Kwon O-W. Optimization of orthodontic microimplant thread design. *Korean J Orthod.* 2011;41(1):25-35.
26. Ludwig B, Glasl B, Kinzinger GS, Lietz T, Lisson JA. Anatomical guidelines for miniscrew insertion: Vestibular interradicular sites. *J Clin Orthod.* 2011;45(3):165-73.
27. Park HS, Jeong SH, Kwon OW. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(1):18-25.
28. Wu T-Y, Kuang S-H, Wu C-H. Factors associated with the stability of mini-implants for orthodontic anchorage: a study of 414 samples in Taiwan. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2009;67(8):1595-9.
29. Cousley RR. A clinical strategy for maxillary molar intrusion using orthodontic mini-implants and a customized palatal arch. *J Orthod.* 2010;37(3):202-8.
30. Chen YJ, Chang HH, Huang CY, Hung HC, Lai EHH, Yao CCJ. A retrospective analysis of the failure rate of three different orthodontic skeletal anchorage systems. *Clin Oral Implants Res.* 2007;18(6):768-75.
31. Bayat E, Bauss O. Effect of smoking on the failure rates of orthodontic miniscrews. *J Orofac Orthop.* 2010;71(2):117-24.
32. Song YY, Cha JY, Hwang CJ. Mechanical characteristics of various orthodontic mini-screws in relation to artificial cortical bone thickness. *Angle Orthod.* 2007;77(6):979-85.
33. Cha JY, Takano-Yamamoto T, Hwang CJ. The effect of miniscrew taper morphology on insertion and removal torque in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010;25(4):777-83.
34. Holm L, Cunningham SJ, Petrie A, Cousley RR. An in vitro study of factors affecting the primary stability of orthodontic mini-implants. *Angle Orthod.* 2012;82(6):1022-8.



35. Büchter A, Wiechmann D, Koerdt S, Wiesmann HP, Piffko J, Meyer U. Load-related implant reaction of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Clin Oral Implants Res* .2005;16(4):473-9.
36. Gracco A, Cirignaco A, Cozzani M, Boccaccio A, Pappalettere C, Vitale G. Numerical/experimental analysis of the stress field around miniscrews for orthodontic anchorage. *Eur J Orthod*. 2008;31(1):12-20.
37. Asscherickx K, Vannet BV, Wehrbein H, Sabzevar MM. Root repair after injury from mini-screw. *Clin Oral Implants Res*. 2005;16(5):575-8.
38. Turkoz C, Atac MS, Tuncer C, Balos Tuncer B, Kaan E. The effect of drill-free and drilling methods on the stability of mini-implants under early orthodontic loading in adolescent patients. *Eur J Orthod*. 2011;33(5):533-6.
39. Sung J-H, Kyung H-M, Seong-Min B, McNamara JA. *Microimplants in orthodontics*; 1st ed. Dentos: Daegu, South Korea.2006.
40. Chen Y, Kyung HM, Zhao WT, Yu WJ. Critical factors for the success of orthodontic mini-implants: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;135(3):284-91.
41. Wilmes B, Su YY, Drescher D. Insertion angle impact on primary stability of orthodontic mini-implants. *Angle Orthod*. 2008;78(6):1065-70.
42. Inaba M. Evaluation of primary stability of inclined orthodontic mini-implants. *J Oral Sci*. 2009;51(3):347-53.
43. Chen Y, Shin HI, Kyung HM. Biomechanical and histological comparison of self-drilling and self-tapping orthodontic microimplants in dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;133(1):44-50.
44. Lee YK, Kim JW, Baek SH, Kim TW, Chang YI. Root and bone response to the proximity of a mini-implant under orthodontic loading. *Angle Orthod*. 2010;80(3):452-8.
45. Chen YH, Chang HH, Chen YJ, Lee D, Chiang HH, Yao CC. Root contact during insertion of miniscrews for orthodontic anchorage increases the failure rate: an animal study. *Clin Oral Implants Res*. 2008;19(1):99-106.
46. Wei X, Zhao L, Xu Z, Tang T, Zhao Z. Effects of cortical bone thickness at different healing times on microscrew stability. *Angle Orthod*. 2011;81(5):760-6.

