

Vakaya Uygun Mini Vida Seçimi

Selecting the Proper Screw for the Case: Review

Hasan CAMCI^a

^aOrtodonti AD,
Cumhuriyet Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,
Sivas

Geliş Tarihi/Received: 04.01.2017
Kabul Tarihi/Accepted: 02.03.2017

Yazışma Adresi/Correspondence:
Cumhuriyet Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,
Ortodonti AD, Sivas,
TÜRKİYE/TURKEY
dt.hasan@hotmail.com

ÖZET Ortodontik tedavi sonunda ideal bir oklüzyon ve estetik elde etmek için gereken önemli parametrelerden biri ankraj kontrolüdür. Rutin ortodonti pratiğinde ankraj kontrolü sağlamak için çok sayıda ağız dışı aygıt tasarlanmıştır. Bu ağız dışı aygıtlar ankraj kontrolünde etkili metotlar olmalarına karşın; hasta kooperasyonu gerektirmeleri en büyük dezavantajlarıdır. Ankraj kontrolünde hastaya bağımlılığı ortadan kaldırmak için son yıllarda çok sayıda ağız içi ankraj aygıtları (mini vida, onplant, miniplak, graz implant vb.) geliştirilmiştir. Mini vidaların kolay yerleştirilmesi, uzaklaştırılması, düşük maliyeti, immedat yüklemeye olanak tanınması ve yüksek başarı oranı sayesinde rutin ortodonti uygulamalarda kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Mini vidaların kullanımının yaygınlaşması, beraberinde mini vida çeşitliliğini artırmış ve artan çeşitlilik doğru vida seçimini zorlaştırmıştır. Mini vidaların primer stabilitesini etkileyen birçok faktörün bulunması, yerleştirme tekniği ve yükleme zamanı konusundaki farklı görüşler, mini vidanın ağız içinde çok farklı alanlara yerleştirilebilmesi ve bu alanlardaki kemik yoğunluğunun, yumuşak doku kalınlığının değişkenlik göstermesi mini vida seçimini zorlaştıran diğer faktörler arasındadır. Mini vida ile ilgili yapılmış birçok çalışmada benzer parametrelerle ilgili farklı sonuçlar bulunmuş olması, klinisyenin hastaya uygun vida seçimi konusunda yeterli bilgi birikimi ile çok yönlü düşünmesini gerektirmektedir. Bu çalışmada, mini vidanın mekanik özellikleri, çeşitleri, endikasyonları, vida seçiminde göz önünde bulundurulması gereken faktörler, uygulama alanları ve komplikasyonları gibi konu başlıkları altında vida seçimini etkileyen bilgiler derlenerek mini vida seçimini kolaylaştıracak bilgiler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ortodontik ankraj teknikleri; kemik vidaları; kemik yoğunluğu; implantitis; komplikasyonlar

ABSTRACT One of the most important issues to be considered in terms of obtaining an ideal occlusion and aesthetic at the end of the orthodontic treatment is anchorage control. Various extraoral appliances are designed to provide anchorage control in the routine of orthodontic practices. Although these extraoral appliances are effective methods for anchorage control, requirement of patient's co-operation is the biggest disadvantage. A number of intraoral anchors (mini screw, onplant, miniplate, graz implant etc.) have developed in recent years which do not require patient cooperation on anchorage control. Other factors for selection of proper mini screw are: many parameters that affect the primer stability of the mini screw, different opinions on the placement technique and loading time, possibility that the miniscrew can be placed in very different areas in the mouth and the bone density and soft tissue thickness in these areas varies. In many studies about miniscrews, different results have been reported with similar parameters. Therefore the clinician needs to think multidirectionally about selection of proper miniscrew with sufficient knowledge. Usage of miniscrew is becoming increasingly widespread in routine orthodontic applications due to easy placement and removal, low cost, possibility of immediate loading and high success rate. Because of the common usage of miniscrew, variety of miniscrew has increased and the increasing diversity has made it difficult to choose the proper screw. In this review, informations which facilitate the selection of the screws are presented under the titles of miniscrew's mechanical features, types, indications, factors to consider in screw selection, application areas and complications.

Keywords: Orthodontic anchorage techniques; bone screws; bone density; peri-implantitis; complications

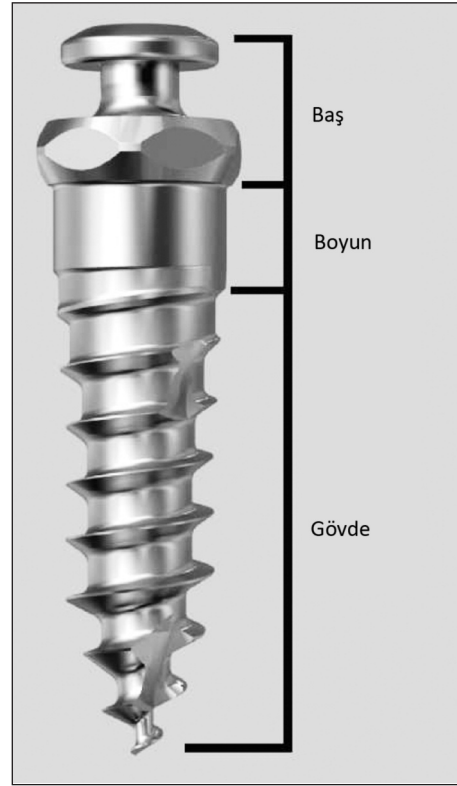
İstenmeyen diş hareketinin önlenmesi ya da başka bir deyişle ankraj kontrolü, ortodontistleri en çok zorlayan konulardan biridir. Ortodontik tedavi sırasında, Newton'un etki-tepki prensibine uygun olarak bir dişe ya da diş grubuna kuvvet uygulandığında, uygulanan bu kuvvet ile aynı büyüklükte ancak zıt yönde bir kuvvet veya moment ortaya çıkmaktadır.¹ Ortodontide ankraj kontrolünü sağlamak için "headgear" gibi çok sayıda ağız dışı aygıt tasarlanmıştır.² Fakat, bu aygıtların kullanımında başarının hasta kooperasyonuna bağlı olması en büyük sorunlardan biridir. Konvansiyonel metotlardaki bu tatsızlık bazı araştırmacıları mutlak ankraj kaynağı olan ortodontik implant kullanımı ile ilgili çalışmalara yönlendirmiştir.³ Bu amaçla kullanılan ortodontik implantlar; mini vida, mini-implant, micro-implant gibi farklı isimlerle anılmaktadır.⁴⁻⁶ Yaygın olarak kullanılan diğer bir terim ise geçici ankraj aparatları [temporary anchorage devices (TAD)] dir.^{7,8} Ortodontik kemik ankrajı [orthodontic bone anchorage (OBA)] olarak da adlandırılan bu sistemler; kemik içerisine mikromekanik olarak (kortikal stabilizasyon) veya biyomekanik olarak (osteointegrasyon) sabitlendikten sonra ankraj ünitesinde bulunan dişleri destekleyerek ortodontik ankrajı güçlendiren veya ankraj kaybını minimize edebilen ortodontik ankraj üniteleridir.⁹

GENEL BİLGİLER

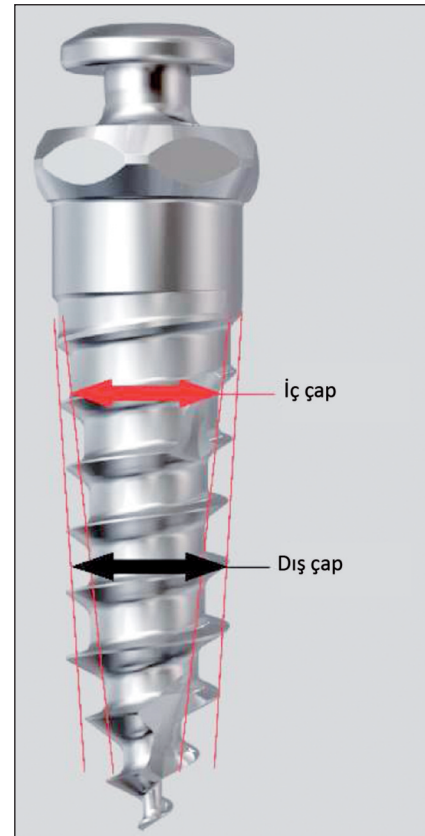
MİNİ VIDANIN YAPISI VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Vida; mekanik avantaj sağlayarak rotasyon hareketini translasyon hareketine dönüştüren basit bir cihazdır.¹⁰ Vida, baş, boyun ve kemik içine giren yivli gövde kısmı (core) olmak üzere genellikle üç kısımdan oluşmaktadır (Resim 1). Yivler gövdenin etrafını çepeçevre sarmaktadır. Vidanın çapı, iç çap (yivsiz gövde) ve dış çap (yivleride içine alan gövde kısmı) olmak üzere iki şekilde ölçülmektedir (Resim 2). İki yiv arasındaki mesafe "vida adımı" olarak adlandırılmaktadır. Vida adımı; vida tam bir tur çevrildiğinde objeye gömülen miktara eşittir.

Ortodontik amaçlı kullanılan vidalar, geleneksel kemik vidalarından farklı olarak çift başlı (dual



RESİM 1: Mini vidanın kısımları.



RESİM 2: Mini vida çap ölçümü.

head) dır. Tasarıma ilave edilen bu özellik; ortodontik tedavi sırasında ligatür teli ve “elastik chain” kullanımını kolaylaştırmak içindir. Bu kısım ayrıca; mini vidanın kemiğe implante edilmesi sırasında, vidanın baş kısmının tornavidaya ya da “anguldurva”ya oturmasını kolaylaştıran kısımdır. Vidanın baş kısmının dizaynı üretici firmaya bağlı olarak hegzagonal, braket başlı ya da top başlı olabilmektedir. Baş ve gövdeyi birbirine bağlayan boyun ya da diğer adıyla yaka kısmı diş eti ile kontak kurmaktadır. Bazı firmalar tarafından, palatal ve retro-molar bölgedeki kalın mukozadan dolayı mini vidanın bu boyun kısmı uzun dizayn edilmiştir (Resim 3). Mini vidanın kemiğe giren yivli gövde (core) kısmı kemiğe yerleştirmeyi kolaylaştıracak ve maksimum stabilite sağlayacak şekilde dizayn edilmiştir. Bazı mini vidaların (self-drilling) en uç kısmında vertikal bir oluk (end cutting tip) bulunmakta ve bu oluk mini vidanın kemiğe yerleştiril-



RESİM 3: Uzun boyunlu mini vida.



RESİM 4: Kesici uç kısım.

mesi sırasında debrisin uzaklaştırılmasını, mini vidanın kolay ilerlemesini sağlamaktadır (Resim 4). Mini vidanın çapı genel olarak 1,2-2,3 mm arasında değişim göstermekte ve firmalar genellikle yivde içine alan dış çapa göre ölçüm yapmaktadır.^{11,12} Mini vida uzunluğu yivli gövde kısmının uzunluğuna göre belirlenmekte ve 4-21 mm arasında değişmektedir.¹³ Çap ve uzunluk, mini vida seçiminde temel özellik olarak kabul edilmektedir.

MINİ VIDA ÇEŞİTLERİ

Mini vidalar; baş, boyun ve yivli gövde kısmının dizaynına göre sınıflandırılmaktadır.

1. Baş kısmının dizaynına göre:

- Küçük başlı tip,
- Baş kısmı olmayan tip,
- Uzun başlı tip,
- Yuvarlak veya top başlı tip,
- Fiksasyon başlı tip,
- Braket başlı tip.

2. Boyun kısmının dizaynına göre;

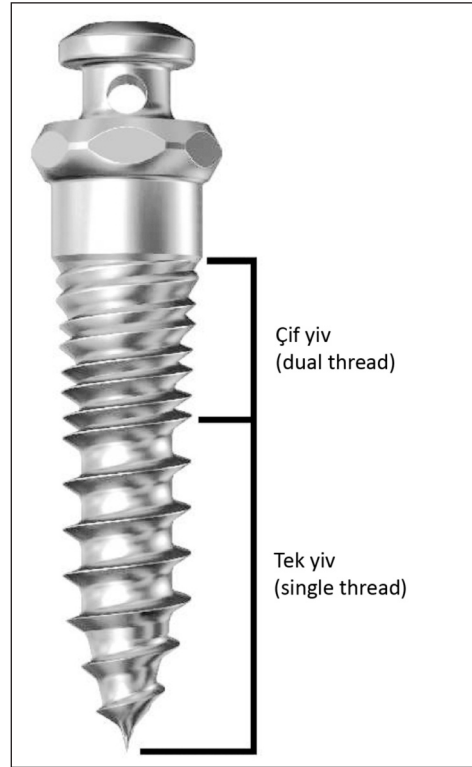
- Kısa boyunlu,
- Uzun boyunlu,
- Yuvarlak boyunlu,
- Silindirik boyunlu,
- Boyun kısmı bulunmayan,

Boyun kısmı mini vida başarısında çok önemli bir role sahiptir; çünkü mini vidanın yumuşak doku içinde kalan kısmıdır. Mini vidaların peri-mukozit ve peri-implantitis nedeni ile kaybının en önemli sebeplerinden biri vidanın boyun kısmıdır.¹⁴ Bu yüzden bu bölge plak birikimine ve mikroorganizma geçişine izin vermeyecek dizayn ve uzunlukta olmalıdır. Yapılan çalışmalarda; konik boyuna sahip mini vidaların hijyen açısından daha uyumlu olduğu ve boyun kısmı bulunmayan düz mini vidaların, plak birikimine yol açtığı gösterilmiştir.¹² Mini vidaların transmukozal boyun kısmının uzunluğunun belirlenmesinde, implantın yerleştirileceği alanda bulunan yumuşak dokunun kalınlığı göz önünde bulundurulmalıdır.¹⁵ Yumuşak doku kalınlığının fazla olduğu damak, retro-molar bölge ve tüber bölgesi gibi alanlarda uzun boyunlu vida kullanılmalıdır.¹⁶

3. Gövde kısmının dizaynına göre;

- Silindirik tip,
- Konik tip,
- Tek yivli (Single thread),
- Çift yivli (Dual thread) (Resim 5).

Mini vidaların kullanımında osteointegrasyon için bekleme süresine ihtiyaç duyulmakta; ancak ufak çapları nedeni ile küçük çıkarıcı tork değerlerinde kaybedilebilmektedir. Bu durumu önlemek için araştırmacılar, vidanın uzunluğunu sabit tutarak vidanın stabilitesini artırmaya yönelik çalışmalar yapmışlardır.^{17,18} Stabiliteleri artırmaya yönelik çalışmalar sonucu ortaya çıkan konik mini vidalar, alt ve üst kısım arasındaki çap farkı nedeni ile kemikle daha sıkı bir temas kurmakta, bu da silindirik mini vidalara kıyasla daha stabil olmalarına olanak tanımaktadır.^{19,20} Young-Kyun Kim ve ark.nın, mini vida uzunluk ve gövde dizaynlarını kıyasladıkları çalışmada; konik vidaların silindirik



RESİM 5: Çift yivin görüntüsü.

vidalara kıyasla, çift yivli vidaların tek yivli vidalara kıyasla ve uzun vidaların kısa vidalara kıyasla daha stabil olduğu; ancak çift yivli vidaların çevre dokuda daha fazla strese yol açtığı rapor edilmiştir.²¹

4. Yerleştirilme yöntemine göre;

- "Self-drilling",
- "Self-tapping".

MINİ VIDA YERLEŞTİRME YÖNTEMLERİ

Mini vida kullanımı ile ilgili en önemli konulardan biri yerleştirilme tekniğidir. İki temel metot vardır:²²

"Drill-free" metot: Ortodonti pratiğinde en sık kullanılan bu teknikte, "self-drilling" mini vida direkt olarak kortikal kemiğe yerleştirilmektedir.²³ Bu teknikte insizyon ve "pilot drilling" gerekli değildir. Ancak, bukkal alveolar mukoza gibi alanlarda bulunan yumuşak dokunun, yivleri sarıp mini vidanın ilerlemesini engelleyebilme ihtimaline karşın, küçük vertikal insizyon yapılabilir. Motoyoshi ve ark.nın, yerleştirme tork değerlerine

bakarak mini vidanın başlangıç stabilitesini değerlendirdikleri çalışmada; başarılı bir implantasyon için tork değerinin 5-10 N/cm² olması gerektiği rapor edilmiştir.^{24,25} “Drill-free” tekniğinin; kolay yerleştirilmesi, implantasyon sonrası ağrının az olması, kısa işlem süresi gibi birçok avantajı vardır.²⁶ İmplantasyon sonrası ağrının az olma nedeni, düşük tork değerleri ile yerleştirilebiliyor olmalarıyla ilişkilendirilmektedir.²³ Ancak, kortikal kemiğin kalın olduğu mandibulada, mini vida yerleştirilmesi sırasında yüksek yerleştirme tork değeri gerekebilmekte ve bu durum mini vidanın fraktürüne neden olabilmektedir. Bu yüzden, mini vidanın yüksek tork değeri yerine düşük tork değeriyle yerleştirilmesine imkân tanımak adına, yerleştirilme tekniğinin mini vidanın yerleştirileceği bölgenin anatomik özelliklerine göre seçilmesinde fayda vardır.

Pre-drilling metot: Bu teknikte mini vida yerleştirilmeden önce, mini vidanın çapından küçük olacak şekilde “pilot drilling” yapılmaktadır. Mini vida hazırlanan bu oluğa yerleştirilmektedir. “Pilot drilling” tekniğinin “drill-free” tekniğe kıyasla daha fazla zaman alması sınırlara, diş köklerine zarar verme potansiyelinin olması ve termal nekroz gibi dezavantajları vardır.^{26,27} “Drill-free” teknik ile “pre-drilling” tekniğin karşılaştırıldığı çalışmalarda; “drill-free” teknikte yerleştirilen mini vidanın, kemikle daha fazla temasının olduğu ve daha az mobilite gösterdiği rapor edilmiştir.²⁸ Matsuoka yapmış olduğu çalışmada; “pre-drill” teknikte ortaya çıkan ısının, mini vidanın stabilitesini etkilediğini vurgulamıştır.²⁹ Yine Eriksson ve ark.nın çalışmasında; “pre-drilling” sırasında ortaya çıkan ısının, mini vida çevresindeki kemik yapımını olumsuz etkilediği rapor edilmiştir.³⁰

Yapılan çalışmalarda; “drill-free” teknik ile yerleştirilen vidalar daha fazla primer stabilite göstermiş olsa da kortikal kemiğin yoğun ve kalın olduğu bölgelerde (mandibula ve damak) kullanımı sınırlıdır. Bu bölgelere de “pre-drill” tekniği daha iyi bir alternatiftir.³¹ Buna karşın; Nishant ve ark.nın çalışmasında “pre-drill” ve “drill-free” metotları kıyaslanmış ve primer stabilite açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.²²

PRİMER STABİLİTE VE YÜKLEME ZAMANI

Primer Stabilite

Mini vidaların primer stabilitesi; mini vidanın dizaynı, kemik kalitesi, implantın yerleştirildiği bölge ve yerleştirilme tekniği, yerleştirme açısı, yükleme zamanı, köke yakınlık, yaş ve cinsiyet gibi nedenlerle ilişkilidir.^{25,32-39} Bunlar içinde kortikal kemik dansitesi, mini vidanın stabilitesinde en önemli faktör olarak düşünülür.⁴⁰ Ancak, Chen ve ark.nın çalışmasında; yaş, mini vidanın yerleştirildiği bölge, yumuşak dokunun ve maloklüzyonun tipi gibi faktörlerle mini vida stabilitesi arasında bir korelasyon bulunamamıştır.⁴¹

Dalessandri ve ark.nın mini vida başarı oranı ile ilgili yaptıkları meta-analiz sonucunda; cinsiyet, dokunun keratinize ya da non keratinize olması, erken ya da geç yükleme yapılması, mini vidanın uzunluğu ve çapı ile mini vida başarıları arasında korelasyon bulunamaz iken; vida çevresindeki dokunun inflamasyonunun, vidanın sağ ya da sola yerleştirilmesinin, hastanın yaşının, vidanın maksillada veya mandibulada olmasının mini vidanın başarılarını etkileyebileceği bildirilmiştir.⁴²

Chaddad ve ark.nın, iki farklı yüzey özelliklerine sahip (acid-etch ve sand-blasted) mini vidaları karşılaştırdıkları çalışmada; gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamış ve yüzey özelliklerinin mini vida seçiminde primer etken olmadığı sonucuna varılmıştır.⁴³ Jung ve ark.da mini vida yüzey özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmada; gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamışlardır.⁴⁴

Luzi ve ark.nın çalışmasında; mini vidanın başarı oranı ile vidayı yerleştiren klinisyenler arasında bir korelasyon bulunamamıştır.⁴⁵ Kim ve ark. da bu konuda benzer sonuçlar bulmuşlardır.⁴⁶

Bunların dışında mini vida, çevresindeki osteointegrasyon primer stabiliteyi etkileyebilmektedir. Osteointegrasyon; implant ve kemik arasında yumuşak-doku olmaksızın implant yüzeyi ile kemik arasındaki direkt bağlantı olarak tanımlanmakta ve eksternal-kuvvetlerin kemiğe direkt iletilmesini sağlamaktadır.⁴⁷ Ortodontik amaçlı kullanılan mini vidanın osteointegrasyonu ile ilgili farklı görüşler mevcuttur. Gray ve ark., mini vidanın ankraj amaçlı kullanımında osteointegrasyo-

nun gerekli olmadığını rapor etmişlerdir. Park; implant stabilitesinin kemik ve implant arasındaki mikro mekanik bağlantıdan kaynaklandığını, osteointegrasyondan kaynaklanmadığını rapor etmiştir.⁴⁸ Roberts ve ark. ise; mini vida ve kemik arasındaki %10'luk bir osteointegrasyonun ortodontik ankraj için yeterli olduğunu bildirmişlerdir.⁴⁹

Yükleme Zamanı

Mini vidalar ile ilgili diğer bir tartışma konusu yüklenme zamanıdır. Miyawaki, Melsen, Costa, Roberts, Saito gibi bir kısım araştırmacılara göre; ortodontik yüklemeye önce kemiğin iyileşmesini ve osteointegrasyonu beklemeye gerek yoktur.^{13,49-51} Buna karşın, zıt görüş belirten araştırmacılar da mevcuttur. Liou ve Cheng'in yapmış olduğu çalışmada; yüklemeye önce 15 günlük beklemenin mini vidanın stabilitesini artırdığı bildirilmiştir.^{52,53} Kanomi; mandibulaya uygulanan mini vidalarda ortodontik yükleme yapmadan önce kemiğin iyileşmesini ve osteointegrasyon için beklemek gerektiğini vurgulamıştır.⁵⁴ Becker ve Schnitman; immediate yüklemenin başarısızlık oranını artırdığını bildirmişlerdir.^{55,56} Garg ise yükleme için beklemenin mini vidanın stabilitesini belirgin olarak artırmadığını, bu yüzden immediate yüklemenin yapılabileceğini rapor etmiştir.⁵⁷

Yükleme zamanına karar verilir iken göz önünde bulundurulması gereken diğer önemli bir unsur ise, uygulanan kuvvetin miktarıdır. Dalstra ve ark.nın yapmış olduğu sonlu elemanlar analizinde; 2 mm çapındaki mini vidaya, vidanın uzun aksine dik yönde uygulanan 50 N/cm²lik kuvvetin, ince kortikal ve düşük yoğunluklu trabeküler kemikte mikrofraktürlere ve buna bağlı olarak mini vidanın kaybedilmesine yol açtığı rapor edilmiştir.⁵⁸ Bu yüzden 50 N/cm²den fazla kuvvet uygulanacak hastalarda immediate yüklemeye kaçınılması yararlı olabilmektedir.

MİNİ VİDA KULLANIM ALANLARI

Sagittal düzlemde;

- Molar distalizasyonu ve mezializasyonu,^{59,60}
- Kanin retraksiyonu,⁶¹
- Orta hat düzeltilmesi.⁶²

Vertikal düzlemde;

- Kanin ve keser ekstrüzyonu,⁶³
- Keser intrüzyonu,⁶⁴
- Molar intrüzyonu.⁶⁵

Transversal düzlemde;

- Rapid maksiller ekspansiyonu kolaylaştırmak amacıyla,⁶⁶

Rotasyonel hareketler;

- Oklüzal düzlem değişikliği,⁶⁷
- Molar "uprighting".⁶²

Yukarıda sıralanan endikasyonların dışında; mini vidalar ortodontide yaygın olarak boşluk kapatma sırasında ankraji güçlendirmek amacıyla kullanılmaktadır.⁶⁸ Mini vidalar ortodontistin tercihine ve tedavi planlamasına uygun olarak farklı amaçlar için de kullanılabilir.

MİNİ VİDA SEÇİMİNDE GÖZ ÖNÜNDE BULUNDURULMASI GEREKEN FAKTÖRLER

KEMİK KALİTESİ VE MİKTARI

Mini vidanın başarısı kemik içindeki stabilitesine bağlıdır. Costa ve ark. ile Miyawaki ve ark. yaptığı çalışmalar sonucunda; mini vidanın primer stabilitesinde rol oynayan majör faktörün kemiğin kalitesi ve miktarı olduğu bildirilmiştir.^{13,69} Ayrıca yapılan araştırmalarda, klinik olarak ince kortikal kemiğin mini vida başarısızlığı ile sonuçlandığı rapor edilmiştir.^{25,34}

Mandibulada maksillaya göre daha kalın kortikal kemik bulunduğu rapor edilmiştir.⁷⁰⁻⁷² Ayrıca, kemik kalınlığı çene içinde bulunduğu bölgeye göre de farklılık göstermektedir. En kalın kortikal kemik sırasıyla molar, premolar ve keser bölgesindedir.^{70,71,73}

David ve ark.nın, mini vidanın yerleştirildiği bölgelerde yaptığı kortikal kemik kalınlığı ölçümlerinde; cinsiyet ile kortikal kemik kalınlığı arasında bir ilişki bulunamaz iken, erişkinlerde kortikal kemik kalınlığının adolesanlara kıyasla daha kalın olduğu bildirilmiştir.⁷⁴

Kortikal kemiğin yanı sıra, trabeküler kemik ve mini vida stabilitesi arasındaki ilişkinin değer-

lendirildiği çalışmada; trabeküler kemik yoğunluğu ve kalınlığının da primer stabiliteyi etkilediği bildirilmiştir.⁷⁵

Kortikal kemiğin; yaşa ve mandibula ya da maksillada bulunduğu bölgeye göre farklılık gösterilmesi nedeni ile mini vida yerleştirilmeden önce vidanın yerleştirileceği alandaki kemik kalınlığının ve yoğunluğunun “Cone Beam” bilgisayarlı tomografi ile değerlendirilmesinde fayda vardır.

MINİ VIDANIN YERLEŞTİRİLECEĞİ BÖLGEDEKİ ANATOMİK YAPILAR

Perforasyon riski nedeni ile mini vidanın yerleştirileceği alandaki; diş kökleri, sinirler, damarlar ve sinüs gibi anatomik yapılara dikkat edilmelidir. Örneğin; mini vida yerleştirilir iken damağın paramedyan bölgesindeki damar-sinir paketi zarar görebilmektedir.

Maksillada genel olarak mini vida, bukkal ya da palatal alana (maksiller tüber ve midpalatal bölge) yerleştirilmektedir. Maksillaya vida yerleştirilir iken dikkat edilmesi gereken yapılar; diş kökleri, damaktaki damar-sinir paketi, nazal kavite ve maksiller sinüstür.

Mini vidanın kökler arası bölgeye yerleştirilmesi düşünüldüğünde, kökler arası mesafenin yeterli olup olmadığının panoramik film ile değerlendirilmesi gerekmektedir. Örneğin; üst çenede bir molar ile ikinci premolar kökleri arasındaki mesafe, bir ve ikinci premolar kökleri arasındaki mesafeden daha fazladır ve köklerin konik şekli nedeniyle kökler arası mesafe apikale doğru artmaktadır.⁷⁶ Bu yüzden daha apikalde konumlanan mini vidaların kök hasarına yol açma riski daha azdır. Fakat, bazen yapışık diş etinin genişliğinin yetersiz olması; mini vidayı apikalde konumlandırmaya izin vermez. Ayrıca; kök hasarı riskini azaltmak açısından mini vidanın seviyelemeye sonra uygulanmasında fayda vardır.

Maksiller palatal bölgede foramen palatum majustan arter, ven ve sinirler çıkmaktadır. Bu foramenler tipik olarak üçüncü moların mediyalinde konumlanmaktadır. Palatal bölgeye yapılacak mini vidalarda bu bölgedeki damar-sinir paketi göz önünde bulundurulmalıdır. Midpalatal sütür, da-

makta en kalın kortikal kemik kalınlığına sahip alandır ve erişkinlerde vida yerleştirmek için en uygun alanlardan biridir.⁷⁷ Bu bölgede kritik anatomik bir yapı yoktur. Anterior nazal spina ve posterior nazal spina arasındaki nazal krest kalınlığının sefalometrik filmde görüldüğünden en az 2 mm fazla olduğu rapor edilmiştir.⁷⁸ Bu bölgedeki kemik kalınlığı 1,6 mm çapında ve 5 mm uzunluğunda vida yerleştirmek için yeterlidir; ancak daha uzun mini vidalar nazal kavitede perforasyonlara yol açabilmektedir. Büyüme dönemindeki bireylerde bu bölgeye mini vida yerleştirmekten kaçınılmalıdır; çünkü sütürdeki kemikleşme 23 yaşına kadar devam etmektedir.⁷⁹ Yirmi yaşından küçük hastalarda, mini vidanın paramedyan alana yerleştirilmesi daha uygundur; fakat bu bölgedeki palatal kemik kalınlığı laterale doğru incelmektedir. Bu yüzden paramedyan bölgeye yerleştirilecek vidaların nazal kavite perforasyonuna yol açmaması için midpalatal sütüre yakın olmalarında fayda vardır.⁸⁰

Üst çenede posterior bukkal bölgeye uygulanan mini vidalarda, sarkmış maksiller sinüs tabanlarına dikkat edilmelidir. Ancak, bu bölge ile ilgili minimal komplikasyon rapor edilmiştir.⁶⁹

Mini vidanın yerleştirileceği bölgeler bakımından mandibula; maksillaya kıyasla daha az risklidir. Mandibulada yaygın olarak mini vida yerleştirilmede kullanılan alanlar: labial ve bukkal alveolar alanlar, retromolar bölgedir. Mandibulada vida yerleştirilir iken daha çok köklere dikkat edilmelidir. Mandibulada kökler arası mesafenin en geniş olduğu yer bir ve ikinci molar dişler arasındadır. Mandibuler kanal, mental foramen, bukkal ve lingual sinirler mandibulada mini vida uygulaması sırasında dikkat edilmesi gereken diğer önemli anatomik yapılar olmalarına karşın; rutin vida yerleştirmede bu bölgelerdeki risk oldukça azdır.¹⁰

YUMUŞAK DOKU KALINLIĞI VE TİPİ

Mini vidanın yerleştirileceği alandaki yumuşak doku kalınlığının, keratinize ya da non-keratinize olması vidanın başarısını etkilemektedir.^{53,81} Cheng ve ark.nın mini vida başarısızlığındaki risk faktörlerini inceledikleri çalışmada; non-keratinize doku ile çevrili mini vidalardaki başarının keratinize

doku ile çevrili olanlara kıyasla daha az olduğu bildirilmiştir.⁵³ Artrizi ve ark., bu konuda benzer sonuçlar rapor etmişlerdir.⁸² Bu durumun non-keratinize dokunun daha kolay inflame olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mini vidanın yerleştirileceği alandaki yumuşak doku kalınlığının değerlendirildiği çalışmalarda; palatal bölgedeki yumuşak doku kalınlığının maksiller bukkal bölgeye kıyasla daha kalın olduğu ve palatal bölgedeki yumuşak doku kalınlığının mine-sement sınırından apikale doğru arttığı bildirilmiştir [Yun HS, Kim HJ, Park YC. *The thickness of the maxillary soft tissue and cortical bone related with an orthodontic implantation. Seoul, South Korea: Yonsei University; 2001. (thesis)*].⁸³

Bong-Kuen ve ark.nın, mini vida yerleştirilecek alandaki yumuşak doku kalınlığını ultrasonik cihazla ölçtükleri çalışmada; üst çenede bukkal yapışık diş eti kalınlığının erkeklerde kadınlardan fazla olduğu, yine üst çene anterior bölge ve alt çene posterior bölgede yumuşak doku kalınlığının diğer bölgelere kıyasla daha fazla olduğu bildirilmiş ve ultrasonik cihazla yumuşak doku kalınlığı ölçümünün mini vida seçiminde yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.⁸⁴

Müller ve ark.nın çalışmasında; yumuşak doku kalınlığı üst çenede en fazla palatal ve tüber bölgelerinde, alt çenede en fazla retromolar bölgede saptanmıştır.¹⁶

UYGULANACAK KUVVET MİKTARI

Mini vidaya stabilitesini koruyarak uygulanabilecek maksimum kuvvet miktarı hususunda bir netlik yoktur.⁸ Dalstra ve ark., ince kortikal kemik ve iyi trabeküler kemik bölgesine yerleştirilen mini vidalara 50 N/cm²'den fazla kuvvet uygulanması gerektiğini bildirmişlerdir.⁵⁸ Buchter ve ark., mini vidanın mandibuladaki yoğun kortikal kemikte 900 g'lık kuvvete kadar stabilitesini koruyabildiğini rapor etmişlerdir.⁸⁵ Birçok araştırmacı 300 g ve altındaki yüklemelerde mini vidanın stabilitesini koruduğu bildirilmiştir.^{49,54,68,85}

Liou ve ark.nın çalışmasında; dokuz ay boyunca 400 g kuvvet uygulanan mini vidada migrasyon meydana geldiği, bu yüzden klinisyenin

mini vida ile komşu anatomik bölge arasında 2 mm mesafe bırakmasının faydalı olacağı rapor edilmiştir.⁵²

MINİ VIDA YERLEŞTİRİLEBİLECEK ALANLAR ÜST ÇENEDEKİ ALANLAR

■ Maksiller bukkal alveolar bölge: Bu bölgelere yerleştirilen vidalar genellikle anterior-posterior yöndeki diş hareketini kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadır. Aynı zamanda bu bölgedeki implantlar molar dişlerin intrüzyonu içinde kullanılabilir. 7-8 mm uzunluğunda, 1,2 ve 1,3 çapındaki mini vidalar bu bölge için uygundur.⁸⁶ Poggio ve ark.nın, alt ve üst çenede kökler arası kemik kalınlığını değerlendirdikleri çalışmada; üst çene bukkal tarafta meziodistal yöndeki kemik miktarının en fazla bir ve ikinci premolar arasında ve kanin ve birinci premolar arasında, en az bir ve ikinci molarlar arasında olduğu saptanmıştır. Yine bu çalışmada; bukkal bölgede palatal bölgeye kıyasla daha az meziodistal genişliğe sahip kemik saptanmıştır. Bu sonuçlara göre, palatal bölgenin bukkal bölgeye kıyasla mini vida yerleştirme açısından daha güvenli olduğu söylenebilir. Aynı çalışmada, bukkopalatal yönde yapılan değerlendirmede ise en fazla kemik bir ve ikinci molar dişler arasında bulunmuştur.¹¹

■ İnfrazigomatik alan: Mini vida yerleştirilecek bu alan topografik olarak; daimi birinci moların üstünde ve maksiller zigomatik çıkıntının bukkal yüzeyindedir. Bu bölgedeki mini vidalar distalizasyon veya intrüzyon amacıyla kullanılmaktadır. Bu alanda 1,3 mm ve 1,4 mm çaplarında, 3-4 mm uzunluğuna sahip mini vidaların kullanılması uygundur.^{86,87} Baumgaertel ve ark.nın infrazigomatik alandaki kemik derinliğini değerlendirdikleri çalışmada; 6 mm'den uzun mini vida kullanımının riskli olabileceği vurgulanmıştır.⁸⁸

■ Maksiller tüberositas bölgesi: Bu bölgeye yerleştirilen implantlar, genellikle üst molar dişlerin distalizasyonu için kullanılmaktadır. Göreceli olarak kemik kalitesinin düşük olduğu bu alanda kalın bir yumuşak doku mevcuttur. Poggio ve ark., maksillada meziodistal ve bukkopalatal yönde en az kemik kalınlığının bu bölgede olduğunu bildirmişlerdir. Yirmi

yaş dişlerinin mevcudiyeti bu bölgeye mini vida uygulamasını sınırlandırabilmektedir. 6-7 mm uzunluğundaki vidalar bu bölgede kullanılabilir.¹⁰

■ **Palatal bölge:** Lingual ortodontide molar intrüzyonu veya üst keser dişlerin retraksiyonu sırasında ankrajı korumak için kullanılmaktadır. Bu bölgedeki kökler arası mesafe bukkal alveolar bölgeye kıyasla daha fazla olduğundan daha güvenlidir.¹¹ Bu bölgede vidalar genel olarak; damağın anterior kısmına, mediyal suture veya paramedian bölgeye yerleştirilebilir. Wehrbein, Kim ve ark., bu üç bölgeye yerleştirilen mini vidaların başarı oranının yüksek olduğunu bildirmişlerdir.^{89,90} Paramedian bölgeye yerleştirilecek implantlar için foramen palatum majus'tan çıkan damar ve sinirler risk oluşturabilmektedir.⁹¹ Midpalatal alandaki yoğun kemik ve ince keratinize doku bu bölgeleri mini vida yerleştirmek için ideal yerler haline dönüştürmektedir [Yun HS, Kim HJ, Park YC. *The thickness of the maxillary soft tissue and cortical bone related with an orthodontic implantation. Seoul, South Korea: Yonsei University; 2001. (thesis)*].⁹² Ancak, büyüme ve gelişimi devam eden hastalarda bu bölgeye mini vida uygulanmamalıdır.⁹² Damağın anterior kısmına yapılan vidalarda %100 başarı rapor edilmiştir ve damar sinir yoğunluğunun bu bölgede az olması nedeniyle, iyatrojenik hasar riski minimaldir.⁹³⁻⁹⁵

■ **Maksiller labial bölge:** Üst keser dişlerin intrüzyonu, tork kontrolünü sağlamak ve asimetrik çekimlerde orta hat kaymasını engellemek amacıyla kullanılabilir. 1,3-1,6 mm çapında ve 6-7 mm uzunluğunda vidalar bu bölge için uygun olabilir.⁸⁷

ALT ÇENEDEKİ ALANLAR

Mandibular bukkal alveolar bölge: Bu bölgelere yerleştirilen implantlar genellikle dişlerin anterior-posterior yöndeki diş hareketini kontrol etmek için kullanılmaktadır. Aynı zamanda bu bölgedeki implantlar, molar dişlerin intrüzyonu amacıyla da kullanılabilir. 5-7 mm uzunluğunda, 1,2-1,4 mm çapındaki mini vidalar bu bölge için uygundur.⁸⁶ Poggio ve ark.nın, alt ve üst çenede kökler arası kemik kalınlığını değerlendirdikleri çalışmada; mandibulada meziodistal genişlik bakımından en fazla

kemik bir ve ikinci premolarlar arasında iken, en az kanin ve birinci premolarlar arasında tespit edilmiştir. Bukkolingual yöndeki kemik miktarı bir ve ikinci molar dişler arasında en fazla, kanin ve birinci premolar arasında en az bulunmuştur.¹¹

Retromolar bölge: Molar dişlerin "upright" edilmesi ve mandibuler dentisyonun kısmi ya da komple retraksiyonu amacıyla bu bölgeye vida yerleştirilebilir. Mukoza kalınlığının fazla olduğu bu alanda, vidanın kayma ihtimaline karşı dikkatli olunmalı ve uzun boyunlu vida kullanılmamalıdır.¹⁶ Bu bölgeye implant yerleştirilmeden önce insizyon gerekmektedir. Eğer mandibuler üçüncü molar yeni çekilmiş ise mini vida yerleştirilmeden önce üç ay beklenmelidir.¹⁰ Yine bu bölgedeki yoğun kemikten dolayı "pilot drilling" gerekebilir. 1,5-1,6 mm çapında 6-7 mm uzunluğundaki vidalar uygulanabilir.⁸⁷

Bukkal shelf bölgesi: Mandibuler arka komple retrakte etmek için kullanılmaktadır. Molar dişlerin uzun aksına paralel olacak şekilde, çapı büyük vidalar köklere zarar vermeksizin bu alana yerleştirilebilir.⁹⁶ Chang ve ark.nın çalışmasında, bu bölgedeki vida başarı oranı %93 bulunmuştur.⁹⁷

Simfiz bölgesi: Alt keser dişlerin intrüzyonu için ve asimetrik çekimlerde orta hattın kaymasını önlemek amacıyla bu bölgeye vida yerleştirilebilir. 1,2-1,3 mm çapında, 4-6 mm uzunluğundaki vida bu bölge için uygun olabilir.⁸⁶

KOMPLİKASYONLAR VE ÖNLEMLER/TEDAVİLER

A. Yerleştirme Esnasında Ortaya Çıkarılan

Yetersiz primer stabilite: Primer stabiliteyi etkileyen birçok faktör bulunmaktadır.³⁴ Bunlar içinde kortikal kemik dansitesi, mini vidanın stabilitesinde en önemli faktör olarak düşünülmektedir.⁴⁰ Kortikal kemik kalınlığının yeterli olduğu bölgeler seçilmelidir. "Pilot drilling" in normalden büyük yapılması, "drilling" sırasında o bölgedeki ısının artması primer stabiliteyi etkileyen diğer önemli nedenlerdendir.^{98,99} Bu sebepleri ortadan kaldırmak için "drill-free" teknik kullanılabilir.

Vidanın kayması ve yumuşak doku yaralanması: Bu durum daha çok yumuşak doku kalınlığının fazla olduğu eğimli yüzeylerde (retromolar bölge ve tüber bölgesi) meydana gelmektedir.⁹¹ Kortikal kemik kalınlığının 3 mm'den, yerleştirme açısının 30°'den fazla olması vidanın kayma riskini artıran diğer nedenler arasındadır.¹⁰⁰ Bu kaymayı önlemek için klinisyen vida yerleştirirken başlangıçta açığı düşük tutmalı, minimal kuvvet kullanarak mini vidayı yerleştirmelidir.

Anatomik yapıların zarar görmesi: Kökler arası bölgeye vida yerleştirilmesi sırasında periodontal ligament ve kökler zarar görebilmektedir. Köklerin zarar görmesi vitalite kaybına, osteoskleroza ve ankiloza sebep olabilmektedir.⁴ Meydana gelen kök hasarının, vidanın uzaklaştırılmasını takiben 12-18 hafta içerisinde tamamen iyileştiği gösterilmiştir.¹⁰¹ Hasar riskini minimize etmek için iyi bir radyografik değerlendirme yapılmalıdır.¹⁰² Ayrıca, periodontal ligament temasının hasta tarafından hissedilebilmesi için vida topikal anestezi altında uygulanabilmektedir.¹⁰³ Kök teması hissedildiğinde vida iki-üç tur geri çevrilip radyografik değerlendirilme yapılmalıdır. Diğer bir önlem ise kökler arası bölgede küçük çaplı vidaların tercih edilmesi olabilmektedir.

Damağın eğimli kısmında n. palatinum majus, alt çenenin bukkal kısmında mandibuler sinir ve retromolar alanda bukkal sinir zarar görebilmektedir. Küçük sinir hasarları altı ay içinde kendiliğinden düzelebilmektedir.¹⁰⁴ Uzun süre devam eden hissizlik için ilaç tedavisi (kortikosteroid), mikro cerrahi ve lazer uygulaması yapılabilmektedir.¹⁶

Vidanın bükülmesi ve fraktürü

Vida yerleştirme sırasında ortaya çıkan torsiyonel stres vidanın fraktürüne, bükülmesine ve implant çevresindeki kemikte çatlaklara neden olabilir. Bu durum mini vidanın stabilitesini olumsuz etkiler.¹⁰⁵ Bunu önlemek için yoğun kortikal kemiğin olduğu bölgelerde self-drilling vidalar minimal kuvvetle yerleştirilmeli, yerleştirilmeden önce vida self-drilling olsa bile pilot drilling yapılmalıdır. Ayrıca vida yerleştirme esnasında belli aralıklarla vidayı 1-2 tur geri çevirerek ilerlemek, vida ile kemik arasındaki stresi azaltmaya yardım edecektir.¹⁰⁰

B. Yükleme Sırasında Ortaya Çıkanlar

Peri-implantitis: Vidanın çevresindeki sert ve yumuşak dokuda meydana gelen patolojik değişiklikler olarak tarif edilmektedir. Bu durum daha çok vidanın temizlenmesi zor bir bölgeye yerleştirilmesi nedeni ile ya da hastanın ağız hijyeninin kötü olması sebebiyle ortaya çıkmaktadır. Erken dönemde vida çevresinde eritem ve hafif ağrı şeklinde bulgular vermektedir. Bu durumu önlemek için sterilizasyona dikkat edilmeli, vida yerleştirilmeden önce klorheksidinle ağız çalkatılmalı, hasta hijyen konusunda bilgilendirilmeli ve randevular sık tutularak problemin ilerlemesi önlenmelidir.¹⁰⁰

Ülserasyon/Yumuşak doku hasarı: Vida çevresinde ya da komşu bukkal mukozada travmaya bağlı ülserasyon gelişebilmektedir. Vidanın baş kısmına mum, akrilik ya da kompozit konulabilir.

Gecikmiş Mobilite: Yerleştirmeden bir ay sonrasında dahi devam eden mobilite olarak tanımlanmaktadır. Vida yerleştirildikten hemen sonra, yetersiz primer stabiliteye bağlı ortaya çıkan başlangıç mobilitesinden ayırt edilmelidir. Bu durum aşırı veya yetersiz yükleme sonucu ortaya çıkabilmektedir. İmmediat yükleme kemik ve vida yüzeyi arasındaki kemik yapımını stimüle etmektedir. İmmediat yükleme yapılmadığında (yetersiz yükleme) kemik ve vida arasında mobiliteye yol açan epitelyal doku oluşabilir.¹⁰⁶

Mini vida migrasyonu: Mini vidalar ortodontik yükleme altında stabil kalabilmekte; ancak bu asla hareket etmeyeceği anlamına gelmemektedir.⁵² Liou ve ark.nın çalışmasında; dokuz ay boyunca 400 g kuvvet uygulanan mini vidada migrasyon meydana geldiği saptanmış, bu yüzden klinisyenin mini vida ile komşu anatomik bölge arasında 2 mm mesafe bırakmasının faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.⁵²

C. Çıkarılma Sırasında Ortaya Çıkanlar

Mini vida fraktürü: Çıkarma sırasında vidanın baş kısmı boyun kısmından ayrılabilir. Bu durumu önlemek için yerleştirme sırasında uygun teknik ve minimal kuvvet uygulanmalıdır. Korti-

kal kemiğin yoğun olduğu alanlarda minimum 1,6 mm çapında, 8 mm uzunluğunda vida kullanılmaktadır.¹⁰⁰ Fraktür meydana geldiğinde röntgen alınıp kalan parçanın pozisyonu belirlenmeli ve uzaklaştırılmalıdır.

SONUÇ

Mini vidalar özellikle kolay uygulanabilirliği ve immedat yüklemeye olanak tanınmasından dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, mini vidanın başarısını etkileyen birçok faktörün bulunması; klinisyenin hastaya uygun vida seçimi konusunda

yeterli bilgi birikimi ile çok yönlü düşünmesini gerektirmektedir. Yine mini vida ile ilgili yapılmış çalışmalarda benzer parametrelerde farklı sonuçların bulunmuş olması, mini vidalar konusunda daha fazla çalışma yapılmasını gerektirmektedir.

Çıkar Çatışması

Yazar herhangi bir çıkar çatışması veya finansal destek bildirmemiştir.

Yazar Katkıları

Bu makalenin yazımında; adı geçen yazar dışında başka birinin katkısı bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Chen CH, Chang CS, Hsieh CH, Tseng YC, Shen YS, Huang Y, et al. The use of microimplants in orthodontic anchorage. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64(8):1209-13.
- Ülgen M. Ortodontik tedavi prensipleri. İstanbul Üniversitesi. Ankrj tipleri, 3N: 15. 1993. p.401.
- Papadopoulos MA, Tarawneh F. The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: a comprehensive review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103(5):e6-15.
- Melsen B, Verna C. Miniscrew implants: the Aarhus anchorage system. *Semin Orthod* 2005;11(1):24-31.
- Reynders R, Ronchi L, Bipat S. Mini-implants in orthodontics: a systematic review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135(5):564-71.
- Lee JS, Park HS, Kyung HM. Micro-implant anchorage for lingual treatment of a skeletal Class II malocclusion. *Journal of clinical orthodontics: JCO*, 2001;35(10):643-7.
- Schechtman R. Temporary anchorage devices. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131(5):575.
- Cope JB. Temporary anchorage devices in orthodontics: A paradigm shift. *Semin Orthod* 2005;11(1):3-9.
- Gill DS, Naini FB. Orthodontic bone anchorage. *Orthodontics: Principles and Practice*. Singapore: 1st published, John Wiley & Sons; 2011. p.287-93.
- Paik CH. Terminology, design features and armamentarium. *Orthodontic Miniscrew Implants: Clinical Applications*. 1st ed. Edinburgh, New York: Mosby/Elsevier; 2009. p.22.
- Poggio PM, Incorvati C, Velo S, Carano A. "Safe zones": a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. *Angle Orthod* 2006;76(2):191-7.
- Mah J, Bergstrand F. Temporary anchorage devices: a status report. *J Clin Orthod* 2005;39(3):132-6.
- 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.
- Prabhu J, Cousley RR. Current products and practice: bone anchorage devices in orthodontics. *J Orthod* 2006;33(4):288-307.
- Almog DM, Tarrado E, Moss ME, Meitner SW, LaMar F. Use of imaging guides in preimplant tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;93(4):483-7.
- Müller HP, Schaller N, Eger T, Heinecke A. Thickness of masticatory mucosa. *J Clin Periodontol* 2000;27(6):431-6.
- Kim JW, Ahn SJ, Chang YI. Histomorphometric and mechanical analyses of the drill-free screw as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128(2):190-4.
- Herrmann I, Lekholm U, Holm S, Kultje C. Evaluation of patient and implant characteristics as potential prognostic factors for oral implant failures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20(2):220-30.
- Martinez H, Davarpanah M, Missika P, Celletti R, Lazzara R. Optimal implant stabilization in low density bone. *Clin Oral Implants Res* 2001;12(5):423-32.
- O'Sullivan D, Sennerby L, Meredith N. Influence of implant taper on the primary and secondary stability of osseointegrated titanium implants. *Clin Oral Implants Res* 2004;15(4): 474-80.
- Kim JW, Baek SH, Kim TW, Chang YI. Comparison of stability between cylindrical and conical type mini-implants. Mechanical and histological properties. *Angle Orthod* 2008;78 (4):692-8.
- Gupta N, Kotrashetti SM, Naik V. A comparative clinical study between self-tapping and drill-free screws as a source of rigid orthodontic anchorage. *J Maxillofac Oral Surg* 2012;11(1):29-33.
- Tachibana R, Motoyoshi M, Shinohara A, Shigeeda T, Shimizu N. Safe placement techniques for self-drilling orthodontic mini-implants. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2012;41(11): 1439-44.
- Motoyoshi M, Hirabayashi M, Uemura M, Shimizu N. Recommended placement torque when tightening an orthodontic mini-implant. *Clin Oral Implants Res* 2006;17(1):109-14.
- 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(5):779-84.

26. Hibi H, Ueda M, Sakai M, Ikemori Y. Orthodontic anchorage system using a locking plate and self-drilling screws. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64(7):1173-5.
27. Heidemann W, Gerlach KL. Clinical applications of drill free screws in maxillofacial surgery. *J Craniomaxillofac Surg* 1999;27(4):252-5.
28. Heidemann W, Terheyden H, Gerlach KL. Analysis of the osseous/metal interface of drill free screws and self-tapping screws. *J Craniomaxillofac Surg* 2001;29(2):69-74.
29. Matsuoka M, Motoyoshi M, Sakaguchi M, Shinohara A, Shigeede T, Saito Y, et al. Friction heat during self-drilling of an orthodontic miniscrew. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2011;40(2):191-4.
30. Eriksson RA, Albrektsson T. The effect of heat on bone regeneration: an experimental study in the rabbit using the bone growth chamber. *J Oral Maxillofac Surg* 1984;42(11): 705-11.
31. Park HS, Lee YJ, Jeong SH, Kwon TG. Density of the alveolar and basal bones of the maxilla and the mandible. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133(1):30-7.
32. Wilmes B, Ottenstreuer S, Su YY, Drescher D. [Impact of implant design on primary stability of orthodontic mini-implants]. *J Orofac Orthop* 2008;69(1):42-50.
33. Kim JW, Baek SH, Kim TW, Chang YI. Comparison of stability between cylindrical and conical type mini-implants: Mechanical and histological properties. *Angle Orthod* 2008;78 (4):692-8.
34. Wilmes B, Rademacher C, Olthoff G, Drescher D. [Parameters affecting primary stability of orthodontic mini-implants]. *J Orofac Orthop* 2006;67(3):162-74.
35. Okazaki J, Komasa Y, Sakai D, Kamada A, Ikeo T, Toda I, et al. A torque removal study on the primary stability of orthodontic titanium screw mini-implants in the cortical bone of dog femurs. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008;37(7): 647-50.
36. Wilmes B, Su YY, Drescher D. Insertion angle impact on primary stability of orthodontic mini-implants. *Angle Orthod* 2008;78(6):1065-70.
37. Zhang L, Zhao Z, Li Y, Wu J, Zheng L, Tang T. Osseointegration of orthodontic micro-screws after immediate and early loading. *Angle Orthod* 2010;80(2):354-60.
38. 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(4 Suppl):S68-73.
39. Dos Reis LM, Batalha JR, Muñoz DR, Borelli A, Correa PH, Carvalho AB, et al. Brazilian normal static bone histomorphometry: effects of age, sex, and race. *J Bone Miner Metab* 2007;25(6):400-6.
40. Huja SS, Litsky AS, Beck FM, Johnson KA, Larsen PE. Pull-out strength of monocortical screws placed in the maxillae and mandibles of dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127(3):307-13.
41. Chen YJ, Chang HH, Lin HY, Lai EH, Hung HC, Yao CC. Stability of miniplates and miniscrews used for orthodontic anchorage: experience with 492 temporary anchorage devices. *Clin Oral Implants Res* 2008;19(11):1188-96.
42. Dalessandri D, Salgarello S, Dalessandri M, Lazzaroni E, Piancino M, Paganelli C, et al. Determinants for success rates of temporary anchorage devices in orthodontics: a meta-analysis (n> 50). *Eur J Orthod* 2014;36(3): 303-13.
43. Chaddad K, Ferreira AF, Geurs N, Reddy MS. Influence of surface characteristics on survival rates of mini-implants. *Angle Orthod* 2008;78 (1):107-13.
44. Jung BA, Kunkel M, Göllner P, Liechti T, Wagner W, Wehrbein H. Prognostic parameters contributing to palatal implant failures: a long-term survival analysis of 239 patients. *Clin Oral Implants Res* 2012;23(6):746-50.
45. Luzi C, Verna C, Melsen B. A prospective clinical investigation of the failure rate of immediately loaded mini-implants used for orthodontic anchorage. *Prog Orthod* 2007;8(1): 192-201.
46. Kim JS, Choi SH, Cha SK, Kim JH, Lee HJ, Yeom SS, et al. Comparison of success rates of orthodontic mini-screws by the insertion method. *Korean J Orthod* 2012;42(5):242-8.
47. Lee SJ, Chung KR. The effect of early loading on the direct bone-to-implant surface contact of the orthodontic osseointegrated titanium implant. *Korean J Orthod* 2001;31(2): 173-85.
48. Park HS. The skeletal cortical anchorage using titanium microscrew implants. *Korean J Orthod* 1999;29(6):699-706.
49. Roberts WE, Helm FR, Marshall KJ, Gongloff RK. Rigid endosseous implants for orthodontic and orthopedic anchorage. *Angle Orthod* 1989;59(4):247-56.
50. Melsen B, Costa A. Immediate loading of implants used for orthodontic anchorage. *Clin Orthod Res* 2000;3(1):23-8.
51. Saito S, Sugimoto N, Morohashi T, Ozeki M, Kurabayashi H, Shimizu H, et al. Endosseous titanium implants as anchors for mesiodistal tooth movement in the beagle dog. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118(6):601-7.
52. Liou EJ, Pai BC, Lin JC. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126(1):42-7.
53. 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.
54. Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod* 1997;31(11): 763-7.
55. Becker W, Dahlin C, Becker BE, Lekholm U, van Steenberghe D, Higuchi K, et al. The use of e-PTFE barrier membranes for bone promotion around titanium implants placed into extraction sockets: a retrospective multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9(1): 31-40.
56. Schnitman PA, Wöhrle PS, Rubenstein JE, DaSilva JD, Wang NH. Ten-year results for Brånemark implants immediately loaded with fixed prostheses at implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12(4):495-503.
57. Garg KK, Gupta M. Assessment of stability of orthodontic mini-implants under orthodontic loading: A computed tomography study. *Indian J Dent Res* 2015;26(3):237-43.
58. Dalstra M, Cattaneo PM, Melsen B. Load transfer of miniscrews for orthodontic anchorage. *Orthodontics* 2004;1:53-62.
59. Yamada K, Kuroda S, Deguchi T, Takano-Yamamoto T, Yamashiro T. Distal movement of maxillary molars using miniscrew anchorage in the buccal in-terradicular region. *Angle Orthod* 2009;79(1):78-84.
60. Freudenthaler JW, Haas R, Bantleon HP. Bicortical titanium screws for critical orthodontic anchorage in the mandible: a preliminary report on clinical applications. *Clin Oral Implants Res* 2001;12(4):358-63.
61. Aboul-Ela SM, El-Beialy AR, El-Sayed KM, Selim EM, El-Mangoury NH, Mostafa YA. Miniscrew implant-supported maxillary canine retraction with and without corticotomy-facilitated orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139(2):252-9.

62. Yanagita T, Kuroda S, Takano-Yamamoto T, Yamashiro T. Class III malocclusion with complex problems of lateral open bite and severe crowding successfully treated with miniscrew anchorage and lingual orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139(5): 679-89.
63. Kocsis A, Seres L, Kocsis-Savanya G, Kovács A. [Skeletal anchorage: use of miniscrews for impacted maxillary canine management]. *Fogorv Sz* 2010;103(1):3-9.
64. Polat-Ozsoy O, Arman-Ozcirpici A, Veziroglu F. Miniscrews for upper incisor intrusion. *Eur J Orthod* 2009;31(4):412-6.
65. Rachala MR, Harikrishnan P. Management of severe anterior open-bite in an adult patient using miniscrews as skeletal anchorage. *Int J Orthod Milwaukee* 2010;21(1): 9-14.
66. Harzer W, Schneider M, Gedrange T. Rapid maxillary expansion with palatal anchorage of the hyrax expansion screw--pilot study with case presentation. *J Orofac Orthop* 2004;65 (5):419-24.
67. DeVincenzo P. A new non-surgical approach for treatment of extreme dolichocephalic malocclusions. Part 1. Appliance design and mechanotherapy. *J Clin Orthod* 2006;40(4): 161-70.
68. Sharma M, Sharma V, Khanna B. Mini-screw implant or transpalatal arch-mediated anchorage reinforcement during canine retraction: a randomized clinical trial. *J Orthod* 2012;39(2): 102-10.
69. Costa A, Raffaini M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1998;13 (3):201-9.
70. Peterson J, Wang Q, Dechow PC. Material properties of the dentate maxilla. *Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol* 2006; 288(9):962-72.
71. Schwartz-Dabney CL, Dechow PC. Variations in cortical material properties throughout the human dentate mandible. *Am J Phys Anthropol* 2003;120(3):252-77.
72. 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(6):721-7.
73. Katranji A, Misch K, Wang HL. Cortical bone thickness in dentate and edentulous human cadavers. *J Periodontol* 2007;78(5): 874-8.
74. 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.
75. Marquezan M, Lima I, Lopes RT, Sant'Anna EF, de Souza MM. Is trabecular bone related to primary stability of miniscrews? *Angle Orthod* 2013;84(3):500-7.
76. Park HS. An anatomical study using CT images for the implantation of micro-implants. *Korean J Orthod* 2002;32(6):435-41.
77. Paik CH. Orthodontic Miniscrew Implants: Clinical Applications. Chapter 5: Anatomic Considerations and Placement/Removal of Orthodontic Miniscrew Implant. Elsevier Health Sciences; 2009. p.36.
78. Wehrbein H, Merz BR, Diedrich P. Palatal bone support for orthodontic implant anchorage--a clinical and radiological study. *Eur J Orthod* 1999;21(1):65-70.
79. Schlegel KA, Kinner F, Schlegel KD. The anatomic basis for palatal implants in orthodontics. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 2002;17(2):133-9.
80. Kang S, Lee SJ, Ahn SJ, Heo MS, Kim TW. Bone thickness of the palate for orthodontic mini-implant anchorage in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131(4 Suppl):S74-81.
81. 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.
82. Artzi Z, Tal H, Moses O, Kozlovsky A. Mucosal considerations for osseointegrated implants. *J Prosthet Dent* 1993;70(5):427-32.
83. Kim HJ, Yun HS, Park HD, Kim DH, Park YC. Soft-tissue and cortical-bone thickness at orthodontic implant sites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130(2):177-82.
84. Cha BK, Lee YH, Lee NK, Choi DS, Baek SH. Soft tissue thickness for placement of an orthodontic miniscrew using an ultrasonic device. *Angle Orthod* 2008;78(3): 403-8.
85. 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.
86. Kyung HM, Bae SM, Park HS, Kwon OW, Alvarez A, Sung JH. Microimplant Anchorage(MIA) in orthodontics: Various application sites and their considerations. *Craniofacial Growth Series; Implants, Microimplants, Onplants and Transplants: New Answers to Old Questions in Orthodontics* 2005;42(1):69-88.
87. Melsen B. Mini-Implants: Where are we? *J Clin Orthod* 2005;39(9):539-47.
88. Baumgaertel S, Hans MG. Assessment of infrazygomatic bone depth for mini-screw insertion. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20(6):638-42.
89. Wehrbein H. Bone quality in the midpalate for temporary anchorage devices. *Clin Oral Implants Res* 2009;20(1):45-9.
90. 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.
91. Kravitz ND, Kusnoto B. Risks and complications of orthodontic miniscrews. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131(4 Suppl): S43-51.
92. Lee JS, Kim DH, Park YC, Kyung SH, Kim TK. The efficient use of midpalatal miniscrew implants. *Angle Orthod* 2004;74(5): 711-4.
93. Wehrbein H, Feifel H, Diedrich P. Palatal implant anchorage reinforcement of posterior teeth: A prospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116(6):678-86.
94. Park HS. Clinical study on success rate of microscrew implants for orthodontic anchorage. *Korean J Orthod* 2003;33(3):151-6.
95. Ludwig B, Glasl B, Bowman SJ, Wilmes B, Kinzinger GS, Lissou JA. Anatomical guidelines for miniscrew insertion: palatal sites. *J Clin Orthod* 2011;45(8):433-41.
96. Lin J, Liaw J, Chang C, Roberts WE. Orthodontics: Class III Correction. 1st ed. Taipei: Yong Chieh; 2013. p.304.
97. Chang C, Liu SS, Roberts WE. Primary failure rate for 1680 extra-alveolar mandibular buccal shelf mini-screws placed in movable mucosa or attached gingiva. *Angle Orthod* 2015;85(6):905-10.
98. Gantous A, Phillips JH. The effects of varying pilot hole size on the holding power of miniscrews and microscrews. *Plast Reconstr Surg* 1995;95(7):1165-9.
99. Thompson H. Effect of drilling into bone. *J Oral Surg (Chic)* 1958;16(1):22-30.
100. Singh, B. Potential complications of miniscrew implants. *Virtual Journal of Orthodontics* 2013;10(1):25-40.

101. Asscherickx K, Vannet BV, Wehrbein H, Sabzevar MM. Root repair after injury from mini-screw. *Clin Oral Implants Res* 2005;16(5):575-8.
102. Carano A, Velo S, Leone P, Siciliani G. Clinical applications of the Miniscrew Anchorage System. *J Clin Orthod* 2005;39(1):9-24.
103. Kyung HM, Park HS, Bae SM, Sung JH, Kim IB. Development of orthodontic micro-implants for intraoral anchorage. *J Clin Orthod* 2003;37(6):321-8.
104. Ozen T, Orhan K, Gorur I, Ozturk A. Efficacy of low level laser therapy on neurosensory recovery after injury to the inferior alveolar nerve. *Head Face Med* 2006;2(1):1.
105. Heidemann W, Gerlach KL, Gröbel KH, Köllner HG. Influence of different pilot hole sizes on torque measurements and pullout analysis of osteosynthesis screws. *J Craniomaxillofac Surg* 1998;26(1):50-5.
106. Luzi C, Verna C, Melsen B. Immediate loading of orthodontic mini-implants: a histomorphometric evaluation of tissue reaction. *Eur J Orthod* 2009;31(1):21-9.