

Cerrahi ve Minivida Destekli Hızlı Üst Çene Genişletme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Surgery and Miniscrew Assisted Rapid Palatal Expansion Methods in Orthodontics

Kübra Hilal TÜRKÖĞLU^a (ORCID-0000-0002-7269-0739), Ezgi ATİK^a (ORCID-0000-0002-5912-4505)

^aHacettepe Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti AD, Ankara, Türkiye

^aHacettepe University, Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics, Ankara, Türkiye

ÖZ

En sık karşılaşılan ortodontik problemlerden birisi maksiller transversal yetersizliktir. Bu problem çocuklarda ve ergenlerde ortopedik uygulamalar ve ortodontik tedaviler ile düzeltilebilir. Gelişimini tamamlamış hastalarda maksiller transversal düzensizliğin tedavisi daha zor hale gelmektedir. Bu hastalarda cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi (SARPE) sıklıkla uygulanırken son dönemlerde komplikasyon riski daha az olan ve uygulama kolaylığı bulunan mini vida destekli hızlı üst çene genişletme (MARPE) uygulaması dikkat çekmektedir. Bu derlemedeki amacımız gelişimini tamamlamış hastalarda SARPE ve MARPE uygulamalarıyla ilgili genel bir bakış açısı kazandırmak ve hastalar için en uygun tedavi seçeneğini belirlemede bir kılavuz oluşturabilmektir.

Anahtar Kelimeler: Mini vida destekli hızlı üst çene genişletmesi, cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi, maksiller transversal yetersizlik.

ABSTRACT

One of the most common orthodontic problems is maxillary transverse deficiency. This problem can be corrected with orthopedic applications and orthodontic treatment in child and adolescent patients. It becomes more difficult to treat maxillary transverse deficiency in patients who show complete growth. While surgically assisted rapid palatal expansion (SARPE) is commonly applied in these patients, miniscrew assisted rapid palatal expansion (MARPE) application has been preferred recently because of reduced risk of complications and ease of application. The aim of this review article is to provide SARPE and MARPE applications in patients who have completed their growth, suggest guidelines to determine the most appropriate treatment option for patients.

Keywords: Miniscrew assisted rapid palatal expansion, surgically assisted rapid palatal expansion, maxillary transverse deficiency.

GİRİŞ

Ortodontik düzensizlikler içinde en sık karşılaşılan problemlerden birisi maksillanın transversal yöndeki yetersizliğidir.¹ Transversal maksiller yetmezlik, süt ve erken karışık dişlenme döneminde yaygın olarak görülen bir maloklüzyon türüdür ve bu popülasyonun %8-22'sinde görülmektedir.² Eğer erken dönemde tedavi edilmezse kendiliğinden düzelmeye şansı düşük olduğundan, daimi dişlenmeyi büyük olasılıkla etkileyecektir. Dar bir maksillaya, derin damak kubbesine ve posterior çapraz kapanışa yol açabilmektedir. Posterior dişlerin bukkolingual olarak yanlış yönde devrilmesi nedeniyle mandibulanın fonksiyonel kayması, asimetrik mandibular büyüme ve fasyal uyumsuzluk, lokal kemik kaybı ve dişeti çekilmesi gibi periodontal yapılar da hasar, çiğneme kaslarında ve temporomandibular eklemden fonksiyonel değişiklikler ortaya çıkabilir.³ Bununla birlikte, maksiller transvers yetersizliğin en ciddi sonucu, burun hava direncini artıran burun boşluğunun daralması ve obstrüktif uyku apne sendromu (OUAS) olabilir.⁴

Midpalatal sütür kaynaşmasına bakıldığında Profitt, "onlu yaşların sonlarına doğru, sütür boyunca oluşan interdijitasyon bölgelerinden dolayı maksiller genişlemenin imkansız hale geldiğini" bildirmektedir.⁵ Bu fikir, Melsen'in palatal sütür gelişiminin farklı aşamalarının gösterildiği histolojik çalışmalarıyla desteklenmekte ve sütürün 13-15 yaşlarında büyümesinin durduğu gösterilmektedir.⁶ Literatüre bakıldığında midpalatal sütürün, juvenil dönemde obliterasyon gösterebileceği, nadir de olsa yaşamın üçüncü on yılına kadar kapanmaya devam edebileceği belirtilmektedir.⁷ Henüz sütural büyümenin tamamlandığı kronolojik yaş ile ilgili net bir görüş birliği bulunmamaktadır. Genel olarak hızlı üst çene genişletmesi için en uygun zamanlanmanın 15 yaşın altında olduğu kabul edilmektedir.⁸

2. MİNİVİDA DESTEKLİ HIZLI ÜST ÇENE GENİŞLETMESİ (MARPE)

Sütural veya transvers yön gelişimini tamamlanmış hastalarda hızlı üst çene genişletme aparatının (RPE) kullanımı; posterior dişlerin bukkale eğilmesi ve ekstrüzyonu, palatal doku nekrozu, alveoler kemikte bükülme, bukkal kortikal kemikte fenestrasyon, periodontal ligamentte sıkışma, uzun süreli stabilite eksikliği gibi yan etkilerinden dolayı uygun

bulunmamıştır.⁹ Wehrbein ve ark.¹⁰ ilk olarak damak bölgesinde mini vidaların kullanımını tanıtırken, Wilmes ve ark.¹¹ kemik ve diş destekli hibrit maksiller ekspansiyon aparatını tanıtmışlardır. Dr. Won Moon ve ark.⁴ büyüme atılımı az kalmış ya da büyüme atılımı sona ermiş olan yetişkinler için cerrahi destek olmadan başarılı maksiller genişletme yöntemi olan mini vida destekli hızlı genişletmeyi (MARPE) geliştirmişlerdir.

2.1. MARPE'nin Uygulanması İçin Önerilen Yerler

MARPE uygulaması için önerilen yerlerden birisi palatal anterior üçüncü rugaların anterior-distal bölgesidir. Bu bölge palatal kemiğin daha kalın olması nedeniyle primer stabiliteyi artırması ve nazomaksiller komplekse kuvvet dağılımını iyi sağlayacağı düşünüldüğü için önerilmektedir. Önerilen diğer bölge ise ikinci premolarlar arasında kalan palatal bölgedir. Bu bölgede vida damağa daha yakın yerleştirilebilmektedir ancak burada damağın daha ince olduğu unutulmamalıdır.¹² Bir diğer seçenek ise MARPE'nin birinci molarlar arasında damağın orta bölgesine mini vidaların yerleştirilmesi şeklindedir. Sütür açılmasına karşı en büyük direnç maksilla ve pterygoid plaklar arasındaki sütürlarda oluşmaktadır. İlk direncin üstesinden gelmek ve midpalatal sütürün paralel açılmasını desteklemek için kuvvetler mümkün olduğunca arkaya, sert ve yumuşak damağın birleşim yerine uygulanmalıdır.⁴

2.2. MARPE'nin Klinik Uygulamaları ve Aşamaları

MARPE uygulaması sürecinde hastaya tedavinin başarısızlığı durumundan bahsedilmeli ve detayların anlatılması gerekmektedir. MARPE'nin uygulama aşamaları şu şekildedir:

- İlk randevuda maksiller birinci molar dişlere separatör yerleştirilir.
- 2. Randevuda bantlar denenir ve hastadan ölçü alınır. (Dijital tarama olacaksa silikon ile ölçü alınması önerilir.) Bantlar çıkarılıp ölçüye yerleştirilir ve tekrar birinci molar bölgesine separatör yerleştirilir. Vida yumuşak-sert damak sınırına doğru mümkün olan en arka bölgeye yerleştirilir. Damak genişliğine göre genişletici vidanın gövde genişliği 8 mm, 10 mm veya 12 mm olacak şekilde tercih edilmektedir.

Gönderilme Tarihi/Received: 19 Ocak, 2023

Kabul Tarihi/Accepted: 7 Kasım, 2023

Yayınlanma Tarihi/Published: 26 Nisan, 2024

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Türkoğlu KH, Atik E. Cerrahi ve Minivida Destekli Hızlı Üst Çene Genişletme

Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Selcuk Dent J 2024;11(1): 79-85 Doi: 10.15311/ selcukdentj.1239420

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Ezgi ATİK

E-mail: ezgibaytorun@hotmail.com

Doi: 10.15311/ selcukdentj.1239420

- 3. Randevuda aparey denir. Uygunsa lokal anestezi uygulanır ve vida yerleştirilir. Yerleştirmeden sonra 2-3 tur aktivasyon gerçekleştirilir. Hastaya aktivasyon ve hijyen ile ilgili bilgilendirme yapılır. Hastaya 2 gün analjezik kullanımı önerilmektedir ve hastanın genel sağlığı iyi ise antibiyotik kullanımı gerekli değildir.⁴ MARPE uygulaması için kullanılacak vidanın boyu belirlenirken; kullanılacak ekspansiyon vidasının 2 mm kalınlığı, uygulanacak bölgedeki 2 mm yumuşak doku kalınlığı ve uygulanacak bölgedeki kemik kalınlığına bağlı olarak 5-6 mm'lik kemik içi vida yüksekliğinin olması göz önünde bulundurularak seçilmelidir. **Tablo 2.1.**'de yaşa bağlı olarak çevirme protokolü belirtilmiştir.⁴

Tablo 2.1. Yaşa bağlı olarak vida çevirme protokolü.

	Sütürde Açılma Elde Edilene Kadar	Sütür Açıldıktan Sonra
13-16 yaş ergenlik başlangıcı	Haftada 3-4 tur	Haftada 3 tur
16-19 yaş ergenliğin sonu	Günde tek tur	Günde tek tur
19-25 yaş genç yetişkinler	Günde 2 tur	Günde tek tur
25 yaşından büyük yetişkinler	Günde 2 ya da 2'den fazla tur	Günde tek tur

2.3. MARPE'nin Endikasyonları ve Komplikasyonları

Potansiyel sütür açıklığı olan genç erişkinlerde, aşağıdaki durumlar dışında MARPE denenebilir. SARPE'nin tavsiye edildiği 5 mm'den fazla genişletmenin gerektiği durumlarda ve ek üst çene ileri veya aşağı hareket gerekliliğinde, basınç oluşacak alanlarda yumuşak doku patolojisi varlığında, dişeti büyümesine şiddetli eğilimi olan hastalarda, lateralden bukkal oklüzyonu normal olan hastalarda, koopere olmayan hastalarda, tek diş çapraz kapanışı olan hastalarda, maksillada ya da mandibulada iskelet asimetrisi olan hastalarda, minividanın dikey pozisyonunda yerleştirilmesini engelleyen çok dar ve yüksek damağa sahip hastalarda kontrendikedir.¹³

Literatürde MARPE'nin ciddi komplikasyonları bildirilmemiştir. MARPE apareyi eğer mukozadan 2 mm'den daha fazla yüksekte kalırsa vidanın deforme olma ihtimali yüksek olmaktadır. En sık karşılaşılan komplikasyon enflamasyon ve minivida çevresindeki yumuşak dokudaki hiperplazi olduğu bilinmektedir.⁴ Uygulanan aparey nazal ve kesici diş bölgesinde rahatsızlık hissi yaratabilmekte ve yumuşak dokularda üst çene ülseri ve piyojenik granülom gibi durumlara neden olabilmektedir.^{14,15}

2.4. MARPE'nin Dental, İskeletsel ve Periodontal Etkileri

Minividaların gelişimi ile diş desteği olmadan RPE'nin ankrayı güçlendirilmiş ve kemik desteği ile doğrudan ekspansiyon kuvvetinin palatal kemiğe iletildiği bildirilmiştir. Bu uygulamanın maksimum iskeletsel genişletme, minimum dental ve alveolar tipping, daha iyi stabilite sağladığı bildirilmiştir.¹⁶ Chen Zong ve ark.¹⁷ MARPE uygulaması ile ilgili yaptıkları çalışmada konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) kullanarak iskeletsel ve dental değişimleri incelemişlerdir. 22 hastanın 15'inde paralel palatal sütür genişlemesi izlenirken, 4 kişide tipik V şeklinde genişleme görülmüş ve 3 kişide ters V şeklinde genişleme görülmüştür. Çalışmanın sonucuna göre toplam genişlemenin %59,23'ü iskeletsel, %40,96'sı dental genişlemeyi göstermiştir.

Genel olarak, kronolojik yaşın sütürün iskelet olgunlaşmasını öngörmede kesin bir indeks olmadığı bilinmektedir ve midpalatal sütürün gelişim evrelerinde kronolojik yaşa göre çok büyük değişkenlik vardır.¹⁸ Görsel analiz sisteminde KIBT kullanımı genel midpalatal sütür morfolojisini değerlendiren ilk sistemdir ve yeterli evreleme için tüm damak aksiyel kesitlerinin radyografik yorumlanmasını içermektedir. Midpalatal sütür füzyonunun derecesini tanımlamak için beş olgunlaşma aşaması (A-E) geliştirilmiştir. D ve E evrelerindeki hastalar, kısmen veya tamamen kaynaşmış midpalatal suture sahip olarak kabul edilmektedir.¹⁹

Nguyen'in yaptığı çalışmada servikal evre (CS) 4 veya üzeri olan iskeletsel gelişimini tamamlamış hastalar dahil edilmiş ve bu hastalarda MARPE apareyi ile üst çene genişletmesi yapılmıştır. Koronal ve aksiyel görüntülerde paralel açılma paterni ile birlikte %41 iskeletsel, %48 dental ve %12 alveoler bükülme görülerek genişleme meydana gelmiştir. Bu bulgular, iskeletsel gelişimini tamamlamış yetişkin hastalarda 7 mm'den küçük hafif ve orta derecede maksiller

transversal farklılıkların düzeltilmesi için MARPE'nin klinik olarak kabul edilebilir, cerrahi olmayan bir tedavi seçeneği olabileceğini düşündürmektedir.¹⁸

Sarraj ve ark.'nın¹⁶ yaptıkları çalışmada, hibrit MARPE ile tedavi edilen ortalama yaşı 14,9 olan 16 hasta (10 kadın ve 6 erkek) ile kemik destekli MARPE ile tedavi edilen ortalama yaşları 13,8 olan 20 hasta (17 kadın ve 3 erkek) karşılaştırılmıştır. Her iki grupta hastaların tamamında sütür açılması ve aksiyel kesitte paralel açılma paterni görülmüştür. Hibrit MARPE tedavisiyle elde edilen toplam genişleme 5,9±1,6 mm olarak bulunmuştur. Saf kemik destekli MARPE tedavisiyle elde edilen toplam genişleme miktarı ise 4,7±2,7 mm bulunmuştur. Hibrit MARPE tedavisinin uygulandığı grupta toplam genişleme %56 iskeletsel ve %44 dentoalveolar genişlemeyi içerirken, saf kemik destekli MARPE tedavisinin uygulandığı grupta toplam genişleme %83 iskeletsel ve %17 dentoalveolar genişlemeyi içermiştir. Çalışmanın sonucuna göre saf kemik destekli MARPE kullanımı, hibrit destekli MARPE kullanımına kıyasla daha az diş devrilmesi ve daha az bukkal kemik kaybı göstermiştir ve ayrıca daha büyük iskelet etkileri ve daha az dentoalveolar yan etkiler ile sonuçlanmıştır.¹⁶

Park ve ark.²⁰ yaptıkları çalışmada genç erişkinlerde MARPE sonrası iskeletsel ve dentoalveolar değişiklikleri KIBT ile değerlendirmişlerdir. İskeletsel olarak sagittal ve dikey yönlerde klinik olarak anlamlı değişikliklere neden olmamıştır. İskeletsel, alveolar ve dental ekspansiyon dereceleri sırasıyla %37, %22,2 ve %40,7 bulunmuştur.

2.5. MARPE'nin Solunum Yolları Üzerine Etkileri

Maksiller kemikler, burun boşluğunun anatomik yapısının yaklaşık yüzde 50'sini oluşturur. Hızlı üst çene genişletmesi maksiller dental arkin morfolojisini değiştiren tedavi şekli olduğundan nazal kavitenin geometrisini ve fonksiyonunu etkileyebilmektedir. Sistematik bir derlemede hibrit RME, diş destekli RME'den önemli ölçüde daha yüksek nazal hava yolu akışı ve daha düşük nazal direnç değerlerini indüklemiştir.²¹ Mehta ve ark.'nın²² yaptığı çalışmada hastalar üç gruba ayrılmıştır: (1) MARPE, (2) RPE ve (3) kontrol grubu. Uzun vadede MARPE, RPE ve kontrol grupları arasında nazofaringeal hacim dışındaki hava yolu parametrelerinde anlamlı fark olmadığı görülmüştür. Bu nedenle, hastanın yaşı ve büyümesi baskın faktörler olarak düşünülmüştür. Brunetto ve ark.'nın²³ gerçekleştirdikleri çalışmada MARPE uygulanan yetişkin obez olmayan obstrüktif uyku apnesi hastalarının klinik sonuçları kontrol grubuyla karşılaştırılmış ve MARPE endikasyonu doğru konulup uygulandığında, maksiller transversal yetmezliği olup obez olmayan genç erişkinlerde obstrüktif uyku apnesi için yardımcı bir tedavi olarak kabul edilmiştir.

2.6. MARPE'de Yaş, Cinsiyet ve Başarı Oranı

Başarılı ortopedik genişletme için olası bir belirleyici olarak midpalatal sütür olgunlaşmasının değerlendirilmesi önerilmiş olmasına rağmen normal radyolojik ekipman kullanarak obliterasyonu belirlemenin imkânsız olduğu bildirilmektedir. Bunun nedeni hastalarda histolojik analizin yapılamaması ve BT görüntüleriyle mikroskobik bir perspektiften değerlendirmenin neredeyse imkansız olmasıdır.^{24,25} Midpalatal sütürün histolojik özelliklerine ek olarak, maksiller bazal kemik genişletilmeye çalışıldığında kraniyofasial kompleks ve sirkummaksiller suturelardan mekanik direnç oluşmaktadır. Bu nedenle, sadece midpalatal sütür obliterasyonunu dikkate alarak MARPE'nin başarısını tahmin etmek, gerçek klinik bulgulardan farklı sonuçlar verebilmektedir. Cinsiyetle ilgili duruma bakıldığında, Oliveira ve ark.²⁶ MARPE'nin başarısında cinsiyetin bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Bunun aksine Choi ve ark.²⁷ erkeklerde sütürde açılma insidansının daha düşük olduğunu söylemişlerdir. Angelieri ve ark.²⁸ KIBT kullanarak yaptıkları bir araştırmada kronolojik yaşın ve cinsiyetin midpalatal sütürün olgunlaşma evresi ile bir ilişkisi olmadığını belirtmişlerdir. Jeon ve ark.²⁹ yürüttükleri çalışmada MARPE işlemi sonrası ileri yaşlarda özellikle erkeklerde maksiller sütür ayrılma olasılığının azaldığını belirtilmiştir. Aynı çalışmada 20 yaşından küçük yaş gruplarında sütür ayrılması ve cinsiyet arasında bağımsız bir ilişki ortaya çıkarken, 21 yaşından büyük yaş gruplarında özellikle erkeklerde artan yaşla birlikte sütür ayrılmama olasılığında istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir. Ayrıca 30 yaş üstü erkeklerde başarılı vaka olmadığı tespit edilmiştir.²⁹ De Jesus ve ark.³⁰ çalışmalarında ilerlemiş kemik olgunlaşması olan hastalarda MARPE başarısını araştırmışlardır. MARPE tedavisi ile beklenen başarı oranlarının 25 yaşına kadar %94,1, 30 yaşına kadar % 90 ve 37 yaşına

kadar %76 olduğu görülmüştür.

Oliveira ve ark.'nın²⁶ yaptığı bir çalışmada, ileri kemik olgunlaşması olan hastalarda yapılan MARPE tedavisinde B ve C sütür olgunlaşma aşamalarındaki tüm bireyler için %100 başarıyı temsil eden midpalatal sütür (MPS) açılması olduğu gösterilmiştir. Ayrıca MPS olgunlaşması arttıkça başarı oranı azaldığı görülmüştür. Persson ve Thilander⁷ histolojik çalışmalarında, özellikle 30 yaş civarında, ilerleyen yaşla birlikte MPS ossifikasyonunda bir artışın bulunduğunu gözlemlemişlerdir. Oliveira ve ark.'nın²⁶ yaptığı çalışmanın sonuçları ise cinsiyet ve bikortikal mini implant ankrajının MARPE başarısı ile ilişkili olmadığını göstermiştir. Sonuçlar, MARPE, MPS direncinin üstesinden gelebildiği sürece, MPS olgunlaşma aşamasına bakılmaksızın aynı büyüklükte maksiller genişlemenin meydana geleceğini göstermiştir.²⁶

2.7. MARPE'nin Relaps ve Stabilitesi

Lee ve ark.³¹ sonlu elemanlar analizi kullanarak yaptıkları çalışmada bikortikal mini implant ankrajı ile, mini implant stabilitesinde iyileşme, mini implant deformasyonu ve kırılmasında azalma, koronal düzlemde daha paralel genişleme ve artan iskeletsel genişleme ile sonuçlandığını göstermişlerdir. Ayrıca bikortikal mini implant ankrajının derinliği; mini implant stabilitesi, mini implant deformasyonu ve palatal genişleme miktarı üzerinde çok az etkiye sahip olmuştur. Kemik destekli palatal genişletme apareylerinin başarısı, ortopedik genişletme için uygulanmış yüksek kuvvetlere karşı stabil kalmasına dayanmaktadır.³¹ Choi ve ark.²⁷ transversal maksiller yetersizliği olan genç erişkinlerde MARPE uygulamasının uzun vadeli stabilitesini değerlendirmişlerdir. MARPE ile tedavi edilen ortalama yaşı 20,9±2,9 olan 20 hasta (10 erkek ve 10 kadın) genişletme işleminden sonra sabit ortodontik tedavi görmüştür. Tedavisi tamamlanan hastaların 2,5±1 yıllık retansiyon dönemindeki sonuçları incelendiğinde maksiller genişlik ve intermolar genişliklerdeki azalma miktarları sırasıyla 0,07 mm ve 0,42 mm olarak bulunmuş ve MARPE uygulaması klinik olarak kabul edilebilir stabil bir tedavi yöntemi olarak gösterilmiştir. Lim ve ark.³² çalışmalarında MARPE'den önce, hemen sonra ve 1 yıl sonra alınan dental, alveolar ve iskelet ölçümlerindeki farklılıkları değerlendirmişlerdir. MARPE'nin genç erişkinlerde maksillo-mandibular transversal tutarsızlıkları düzeltmek için etkili bir araç olarak kullanılabileceği ve genişletmeden istikrarlı sonuçlar verdiğini göstermiştir. Ancak genişletmeden önce birinci premolar bölgesindeki bukkal alveolar kemiği ince ve alveolar kret yüksekliği azalmış olan hastalarda alveolar dehiscens olasılığının dikkatle izlenmesi gerektiği vurgulanmıştır.³²

3. CERRAHİ DESTEKLİ HIZLI MAKSİLLER GENİŞLETME (SARPE)

Betts ve ark.^{33,34} yetişkinlerde maksiller genişletme için vaka seçiminde istenen genişletme miktarının önemli bir faktör olduğunu vurgulamışlardır. Genel bir kural olarak, 5 mm'den az transversal maksillomandibular uyumsuzluklar sadece ortopedik veya ortodontik kuvvetlerle kamufle edebilir. Ancak bu uyumsuzluk 5 mm'den fazla olduğunda cerrahi yardım gereklidir. Cerrahi destekli maksiller genişletme için hem SARPE hem de segmental osteotomi kullanılmasına rağmen, özellikle 8 mm'den fazla genişletme istendiğinde segmental osteotomide kararsız kalındığı bildirilmiştir.³⁵ Tüm maksillo-mandibular uyumsuzlukları düzeltmek için tek bir cerrahi prosedür planlandığında, tercih edilen seçenek sıklıkla segmental osteotomidir. Segmental osteotomi ile maksiller transversal yetmezliğin düzeltilmesi planlandığında maksilla ve mandibulanın dikey ve sagittal pozisyonu aynı anda yapılabilir. Öte yandan, maksiller transvers yetmezliğin SARPE ile düzeltilmesi ilk adım olarak yapılmakta ve maksilla ve mandibulanın diğer düzlemlerde uyumsuzlukları mevcutsa ayrı bir ikinci cerrahi uygulanabilmektedir.³⁶

3.1. SARPE Uygulama Prosedürü

Mandibular dentisyon, gerekli transvers genişletme miktarının değerlendirilmesine, ark koordinasyonunun sağlanmasına ve dental interdjitasyon ile ekspansiyon sonrası relapsın önlenmesine yardımcı olmak için ameliyattan önce dekompanse edilmelidir. Bu uygulamada diş destekli apareyin ameliyat öncesinde yerleştirilmesi ve ameliyat sırasında etkinleştirilmesi önerilir. Eğer kemik destekli distraktör apareyi uygulanacaksa maksiller kesiler yapıldıktan sonra distraktör ameliyathanede yerleştirilebilir. Ameliyat sırasında 1 mm genişletme yapılarak bırakılır. Kallus oluşumu için 5-7 günlük bir latent periyodu gereklidir. Hastanın yaşına bağlı olarak günde 0,25 ile 1 mm arasında

Genç hastalarda genişletme hızı daha fazla olabilmektedir. İstenen düzeltme elde edilene kadar genişletmeye devam edilir ve son olarak, nüksetmeyi önlemek adına düzgün kemikleşme için genişleticinin yerinde olduğu konsolidasyon süresi gerekmektedir. Bu süre hekimin tercihinin bağlı olarak 8 ila 20 hafta arasında değişmektedir.³⁷

Birçok araştırmacı ameliyat anında aparey aktivasyonunu önermiştir. Yapılan bu genişletme hem apareyin daha stabil olmasını sağlamak hem de maksillanın direnç merkezlerini zayıflatmakta ve ostetomi ile midpalatal sütür ayrılmasını kolaylaştırmaktadır. Bir diğer görüş ise midpalatal sütürün insiziv kanal önündeki bölümünün ileri yaşlarda kapanma göstermesinden dolayı ameliyat öncesi apareyin genişletilmesidir. Bu uygulama ile maksiller ayrılmanın kolaylaştırılabileceği düşünülmektedir.³⁸ Latent periyod sonrası post-operatif aparey aktivasyon miktarı 0.25 ile 1 mm arasında değişmektedir. Çok hızlı çevrilme yapıldığında sütür bölgesindeki kollajen liflerin teması kaybedebilir ve bu da yeni kemik büyümesinin durmasına ve dolayısıyla sütürde hatalı kaynamaya neden olabilmektedir. Buna karşılık, aşırı yavaş distraksiyon prosedürü, kemiğin istenen uzamasını engelleyen erken konsolidasyon riski doğurmaktadır. Literatürde farklı genişletme protokolleri olsa da üzerinde durulan protokoller günlük 0.25 ile 0.5 mm'lik uygulamalardır.³⁷

3.2. SARPE'nin Endikasyonları ve Komplikasyonları

Literatürde SARPE endikasyonları; maksiller ark uzunluğunu arttırmak, posterior çapraz kapanışı düzeltmek, daha fazla ortognatik cerrahi planlanmış olsa bile bir ön prosedür olarak maksiller arki genişletmek, çekimlerin endike olmadığı durumlarda çapraşık maksiller dişler için alan sağlamak, damak yarıkları ile ilişkili maksiller darlığı genişletmek, gülümserken geniş gözlenen siyah bukkal koridor alanlarını azaltmak ve ortopedik maksiller genişletme başarısız olduğunda sütür direncinin üstesinden gelmek şeklinde sıralanabilir.^{39,40} SARPE uygulamasının tedavi planında yerini alması için hastada el bilek filmi veya CVM değerlendirmesi ile büyümenin tamamlanıp tamamlanmadığına bakılmalıdır. İkinci olarak, hasta yetişkin olsa bile dental arki iyi hizalamak için 5 mm'den daha az genişletme gereken durumlarda cerrahi kontrendikedir. Komplikasyon oranı belirsiz olsa da literatürdeki çalışmalarda vakaların %1 ila %50'sinde komplikasyonlarla birlikte değişken sonuçlar bildirmektedir.⁴¹ Burun kanaması (%2,47) ve ameliyat sonrası ağrı (%2) en sık bildirilen minör komplikasyonlardır. Asimetri ve yanlış genişletme en sık görülen majör komplikasyonlardır (sırasıyla %38,45 ve %84,44).⁴²

Diğer sık görülen komplikasyonlardan biri dişeti çekilmesidir. Bu durum, özellikle hastanın ameliyattan önce ince fenotipe sahip diş eti varlığında ve oral hijyeninin zayıf olduğu durumlarda ortaya çıkmaktadır. Özellikle üst santral kesici dişlerin mezial bölgesindeki periodontal yıkım, köke yakın olması nedeniyle genişletme sırasında çok yaygın olarak görülmektedir. Geçici pulpa iskemisi olan olan dişlerde, SARPE sonrası maksiller dişlerin devitalizasyonu bir risk olarak kabul edilmektedir. Ayrıca bazı hastalarda palatal mukaza ülserasyonları görülebilmektedir. Aparey ile ilgili komplikasyonlarda apareyin kırılması, kitlenmesi ve gevşemesi gibi durumlar yaşanabilmektedir. Son olarak, SARPE'nin bir komplikasyonu olarak kanama, yaşamı tehdit edici olduğu bildirilmektedir. Pterygoid ayrılma, özellikle kanamada artmaya sebep olan komplikasyon olasılığını önemli ölçüde artıran kritik bir cerrahi manevradır.³⁷

3.3. SARPE'nin İskeletsel, Dental ve Periodontal Etkileri

Gauthier ve ark.⁴³ yaptıkları çalışmada 6 aylık takipten sonra SARPE'nin çoğu maksiller posterior dişte bukkal alveolar kemik kalınlığında önemli bir azalmaya ve palatal alveolar kemik kalınlığında önemli bir artışa neden olduğunu göstermişlerdir. Buna ek olarak her iki santral dişin mezial yönünde interproksimal alveolar krest seviyesinde azalma görülmüştür. Byloff ve ark.'nın yaptıkları çalışmada yaşları 18 ile 41 arasında değişen 14 hastaya Hyrax apareyi yerleştirildikten sonra SARPE uygulaması yapılmıştır. SARPE ile genişletmede paralel bir iskelet genişleme etkisinin minimal olduğu görülmüştür. Apareyin dişlere uyguladığı kuvvet ile her iki maksiller segmentte lateral rotasyon görülmüştür. Maksilladaki devrilmenin sadece dişsel değil aynı zamanda iskeletsel de olduğu saptanmıştır.⁴⁴

Chamberland ve ark.'nın yaptıkları çalışmada SARPE sonrası %47

iskeletsel ve %53 dental genişleme gözlenmiştir. SARPE ile birinci molar dişlerdeki ortalama maksimum genişleme miktarı 7,48±1,39 mm ve ameliyat sonrası ortodontik tedavi sırasında ortalama nükssetme miktarı 2,22±1,39 mm olarak ölçülmüştür. SARPE yapılan bireylerde nüksün neredeyse tamamının dişsel kaynaklı olduğu görülmüş, SARPE sonrası ölçülen iskeletsel genişlik toplam genişliğin %47'sini oluştururken dişsel relapstan dolayı iskeletsel genişliğin toplam genişleme içerisindeki oranı artmış ve bu oran %68'e çıkmıştır. Ayrıca çalışmaya göre SARPE uygulaması ile segmental Le Fort 1 osteotomisinin seçiminde transvers genişletmenin stabilitesinden ziyade aşırı dar bir maksillada tek aşamalı segmental osteotominin risk ve morbiditesine göre karar verilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.⁴⁵ Bortolotti ve ark.⁴⁶ SARPE'nin ani iskeletsel ve dişsel etkilerini incelemişler ve etkinin esas olarak molar seviyesindeki diş hareketlerinden kaynaklandığı belirtmişlerdir. Çalışmaya göre iskeletsel etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur, ancak klinik öneminin düşük olduğu görülmüştür.

Kayalar ve ark.⁴⁷ yaptığı çalışmada iskeletsel transvers maksiller yetmezliği olan 10 hastada Hyrax apareyi ve 10 hastada hibrit Hyrax apareyini kullanmışlardır. KIBT taramaları cerrahi destekli hızlı palatal genişletmeden önce (T0), aktif genişletme fazının sonunda (T1) ve 6 aylık retansiyon döneminden sonra genişletici çıkarılırken (T2) alınmıştır. Her iki grupta da V paternli sütür açılması görülmüş ve elde edilen iskeletsel etkiler retansiyon periyodunda sabit kalmıştır. Benzer iskeletsel etkileri ve daha az dental ve periodontal yan etkileri olan minimal invaziv hibrit apareylerin, SARPE prosedürlerinde diş destekli apareylere bir alternatif olabileceği düşünülmüştür.⁴⁷

Zandi ve ark.⁴² transvers maksiller yetmezliği olan 30 hastaya diş destekli (n = 15) veya kemik destekli (n = 15) SARPE uygulamışlardır. Koronal KIBT görüntülerinin değerlendirilmesi sonucunda, hem diş hem de kemik destekli tekniklerin maksiller dentoalveolar segmentlerin dışı doğru devrilmesine neden olduğu gösterilmiştir. En büyük genişleme, nazal tabana doğru kademeli bir azalmayla (V-şekilli genişleme) dental ark seviyesinde meydana gelmiştir. Kemik destekli aparey direnç merkezlerine daha yakın yerleştirildiği için paralel açılma paterni olacağı düşünülmüştür. Fakat osteotomi yapılsa da maksilla kraniuma bağlıdır, bu yüzden distraksiyon maksillada kaldırıcı görevi yapar ve maksillanın segmentlerinde lateral rotasyon görülmektedir.⁴²

3.4. SARPE'nin Solunum Yolları Üzerine Etkileri

Erişkin hastalarda cerrahi destekli maksiller genişletmenin nazal hava yolu ve nazal solunum şekli üzerindeki etkileri, nazal obstrüksiyonun varlığına, nedenine, konumuna ve ciddiyetine bağlıdır. Bireysel yanıtlarda geniş varyasyonlar beklenmelidir ve bu prosedür mutlaka hava yolu boyutlarında bir iyileşme ile sonuçlanmaz.⁴⁸ Buck ve ark.⁴⁹ sistematik derlemede orofaringeal hacim üzerindeki etki hakkında sonuçlar çıkarmak için kanıtların hala zayıf olduğu vurgulamışlardır. Bu noktada SARPE endikasyonu, esas olarak hava yolu değişiklikleri için değil, ortodontik düzeltmeye dayalı olmaya devam etmektedir.⁴⁹ Vinha ve ark.⁵⁰ çalışmalarına maksiller darlığı olan ve gece polisomnografisi ile doğrulanmış OUA'si bulunan toplam 16 katılımcı dahil etmişlerdir. SARPE'nin maksiller transvers yetmezliği ve çapraz kapanışı olan hastalarda OUA'yı azaltmada, gündüz uyukuluğunu azaltmada ve doğru diş oklüzyonunu desteklemede etkili olduğu gösterilmiştir.⁵⁰

3.5. SARPE'de Yaş, Cinsiyet ve Başarı Oranı

Ortopedik maksiller ekspansiyon ile SARPE uygulaması arasında tercih yaparken yaşın önemli faktör olduğunu kabul eden birçok araştırmacı bulunmaktadır.³⁶ Epker ve Wolford⁵¹, 16 yaşın üzerindeki hastalarda maksiller genişletme için cerrahi yardım önermişlerdir.⁵¹ Timms ve Vero¹, ortopedik maksiller genişletmeyi önermek için üst sınır olarak 25 yaşı tavsiye etmişlerdir.¹ Mommaerts⁵², ortopedik maksiller genişletmenin 12 yaşından küçük hastalar için endike olduğunu ve 14 yaşından büyükler için kortikotomilerin genişletmeye karşı direnç alanlarını serbest bırakmak için gerekli olduğunu belirtmiştir. Alpern ve Yurosko⁵³ cinsiyetin de bir seçim kriteri olarak düşünülmesi gerektiğini öne sürmüşlerdir. 25 yaş üstü erkekler ve 20 yaş üstü kadınlarda genişletme için cerrahi yardıma ihtiyaç olunacağını ileri sürmüşlerdir.⁵³

3.6. SARPE'nin Relaps ve Stabilitesi

Bazı araştırmacılar SARPE'den sonra retansiyonun gereksiz olduğunu savunurken, bazı araştırmacılar 2 ila 12 ay arasında değişen retansiyon süresini önermektedir. Yapılan çalışmalara göre SARPE için nüks

oranları %5 ila %25 arasında değişmektedir.³⁶ Maksillanın lateral rotasyonu sonrasındaki asimetrik genişleme ve midpalatal sütürda kimeleşmenin yetersiz olması relapsın bilinen nedenleridir. Bir çalışmanın sonucuna göre, genişletmeden 7 ay sonra dahi yetişkinlerdeki sütürda tam bir kaynaşma olmadığı ve ayrıca kemik yoğunluğunun preoperatif dönemden daha düşük bulunduğu vurgulanmıştır.⁵⁴ Fisher ve ark.⁵⁵ osteojenik distraksiyon yönünde uzanan kas liflerinin distraksiyon yönünde paralel uzanması gerektiğini vurgulamışlardır. Bundan kaynaklı maksiller genişletmeye dik olan buccinatorius ve risorius kasları maksiller genişletme için olumsuz faktörler olarak düşünülebilir.⁵⁵

Aşırı genişletme uygulamaları açısından farklı görüşler mevcuttur. Chamberland & Profitt'e göre, "Klinisyenler SARPE ile elde edilen transvers dental genişleme miktarının yaklaşık üçte birinin kaybını beklemelidir". "Rutin aşırı genişletme osteotomi ile yapılan genişletme protokolünün bir parçası olmalıdır." diye önermişlerdir.⁴⁵ Marchetti ve ark.⁵⁶ yaptıkları çalışmada SARPE'den 2 yıl sonra kaninler ve molarlar arası mesafelerde sırasıyla %29 ve %36 oranında nüks bulunmuştur. Buna karşılık, Le Fort I segmental osteotomisinin 2 yıl sonra kaninler ve molarlar arası mesafelerde sırasıyla %25 ve %20 oranında nüks bulunmuşlardır. Bu nedenle, Le Fort I segmental osteotomi daha istikrarlı uzun vadeli sonuçlar vermekte, özellikle molarlar bölgesinde daha az genişletme yapıldığında daha az nüks görülmektedir.⁵⁶

Starch-Jensen ve ark.'nın SARPE ile Le Fort I osteotomisini karşılaştırdıkları derlemede, her iki yöntemin de etkin bir şekilde iskeletsel ve dental olarak transversal uzunluğu arttırdığı ancak dental ekspansiyon açısından relapsın SARPE'de daha yüksek oranda olduğu gözlenmiştir.⁵⁷ Koudstaal ve ark.'nın yaptığı çalışmada kemik destekli apareye karşı diş destekli aparey ile yapılan SARPE uygulamalarının karşılaştırılması amaçlanmıştır ve 12 aylık takip sonrası her iki grupta da diş seviyesinde ölçülen genişlemenin stabil kaldığı ve aşırı genişletmeye ihtiyacın olmadığı sonucuna varılmıştır. Maksiller segmental devrilme miktarı her iki grupta eşit bulunmuş ve nüksü etkilememiştir.⁵⁸

Oliveira ve ark.⁵⁹ çalışmalarında SARPE ve MARPE uygulamasında tedavi öncesinde ve sonrasında dental ve iskeletsel durumun değerlendirilmesi için KIBT almışlardır. MARPE hastalarında bulunan paralel genişleme paterni, palatin kemiğin piramidal prosesinde ve sfenoid kemiğin pterygoid prosesinde bulunan sütürların ayrılma olasılığının daha yüksek olduğunu göstermiştir. SARPE damak tarafında daha fazla olacak şekilde açılma gösterirken, MARPE koronal kesitte daha paralel bir açılma göstermiştir. Palatal düzlemde her iki yöntemde de anterior genişleme posterior genişlemeden daha fazla bulunmuş, ancak bu fark MARPE'de çok daha az saptanmıştır. MARPE tedavisindeki bu enine artışa en fazla katkıda bulunan etki iskelet genişleme (2.27 mm) olmuştur, bunu alveolar proses'deki enine genişleme (1.59 mm) ve diş genişlemesi (1.39 mm) izlemiştir. SARPE'de görülen daha fazla genişleme, daha büyük dental genişleme (3.86 mm) ve alveolar bukkal eğimden (3.94 mm) kaynaklanmıştır. Ayrıca neredeyse hiç iskeletsel etki saptanmamıştır. SARPE grubunda alveolar proste ve destek dişlerde daha fazla bukkal devrilme gözlenmiştir. MARPE'de orta yüz genişlemesi ve burun boşluğu genişlemesi daha fazla bulunmuştur. Ayrıca, MARPE kullanıldığında sütürların % 53'ünde pterygoid lateral ve media plaklarının ayrıldığını belirtmişlerdir. Bu etkilerin ışığında MARPE genişletmesinden hemen sonra yüz maskesi tedavisi uygulandığında, maksiller protraksiyona direnç azaltarak ve böylece anteroposterior ortopedik sonuçları güçlendirerek Sınıf III maloklüzyon tedavisi için önemli bir fayda sağlanabilir. Bir sonlu eleman çalışmasında MARPE ile arka dişlerin minimal eğim gösterdiği vurgulanmış ve bu sonuca dayanarak MARPE'nin yetişkinler ve dolikofasiyal anormallikleri olan hastalar için faydalı olabileceği düşünülmüştür.⁵⁹

4. SONUÇLAR

- 30 yaşına kadar maksiller darlığı olan bireylerde daha az komplikasyon ihtimali ile MARPE uygulaması avantajlı olarak düşünülebilir.
- SARPE ve MARPE uygulamalarının her ikisinde de bukkal kemik kaybı görülmüştür. MARPE ve SARPE arasında karşılaştırmalara bakıldığında genişleme paterninde MARPE paralel patern gösterirken, SARPE V paterni göstermiştir. Bundan dolayı periodontal sağlığı uygun olmayan hastalarda saf kemik destekli

apareyler düşünülebilir.

- MARPE’de birkortikal yerleştirme tekniği yerleştirme derinliği önemli olmaksızın stabilite ve başarıyı arttıran bir faktördür.
- Tedavi yönteminin seçiminde kronolojik yaştan ziyade maksiller sütür olgunluk evrelendirmesi veya servikal vertebra maturasyon aşamasına bakılarak karar verilebilir.
- Solunum ile ilgili problemi olan hastalarda diğer şartlar da uygun ise MARPE uygulaması düşünülebilir.
- MARPE uygulamasında sagittal ve vertikal yönde değişiklik çok fazla olmadığı için doligofasiyal hastalarda düşünülebilir.
- 20 yaş üstü erkek hastalarda MARPE başarıları düşmektedir. Uygulama öncesi hastalara başarısızlık ihtimalinden bahsedilmesi önemlidir.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu makale, sempozyum ya da kongrede sunulan bir tebliğin içeriği geliştirilerek ve kısmen değiştirilerek üretilmemiştir.

Bu çalışma, yüksek lisans ya da doktora tezi esas alınarak hazırlanmamıştır.

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

This article is not the version of a presentation.

This article has not been prepared on the basis of a master’s/ doctoral thesis.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

ethic.selcukdentaljournal@hotmail.com

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: KHT (%100)

Veri Toplanması | Data Acquisition: KHT (%90), EA (%10)

Veri Analizi | Data Analysis: KHT(%90),EA(10)

Makalenin Yazımı | Writing up: KHT(%70), EA (%30)

Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: EA(%70), KHT(%30)

KAYNAKLAR

- Timms D, Vero D. The relationship of rapid maxillary expansion to surgery with special reference to midpalatal synostosis. *British Journal of Oral Surgery* 1981;19:180-196.
- Agostino P, Ugolini A, Signori A, Silvestrini-Biavati A, Harrison JE, Riley P. Orthodontic treatment for posterior crossbites. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014;8:CD000979.
- Ugolini A, Doldo T, Ghislanzoni LTH, Mapelli A, Giorgetti R, Sforza C. Rapid palatal expansion effects on mandibular transverse dimensions in unilateral posterior crossbite patients: a three-dimensional digital imaging study. *Progress in orthodontics* 2016;17:1-7.
- Brunetto DP, Sant'Anna EF, Machado AW, Moon W. Non-surgical treatment of transverse deficiency in adults using Microimplant-assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE). *Dental press journal of orthodontics* 2017;22:110-125.
- Profitt WR, Henry W. *Contemporary orthodontics*. St Louis, MO: Mosby Inc; 2000.
- Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material: a histologic microradiographic study. *American journal of orthodontics* 1975;68:42-54.
- Persson M, Thilander B. Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *American journal of orthodontics* 1977;72(1):42-52.
- Kapetanović A, Theodorou CI, Bergé SJ, Schols JG, Xi T. Efficacy of Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE) in late adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis. *European journal of orthodontics* 2021;43:313-323.
- Hartono N, Soegiharto BM, Widayati R. The difference of stress distribution of maxillary expansion using rapid maxillary expander (RME) and maxillary skeletal expander (MSE)—a finite element analysis. *Progress in Orthodontics* 2018;19:1-10.
- Wehrbein HL, Glatzmaier J, Mundwiler U, Diedrich PR. The Orthosystem--a new implant system for orthodontic anchorage in the palate. *Journal of orofacial orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopädie : Organ/official journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie* 1996;57:142-153.
- Wilmes B, Nienkemper M, Drescher D. Application and effectiveness of a mini-implant-and tooth-borne rapid palatal expansion device: the hybrid hyrax. *World J Orthod* 2010;11:323-330.
- Kumar N, Desai A, Nambiar S, Shetty S. Miniscrew Assisted Rapid Palatal Expansion (Marpe)-Expanding Horizons To Achieve An Optimum In Transverse Dimension: A Review. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine* 2021;8:389-403.
- Akdoğan ET. Cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme vakalarında konvansiyonel kemik testere ve piezo cerrahisinin klinik ve radyolojik olarak incelenmesi, Marmara Üniversitesi (Türkiye) 2017.
- Bud E, Bicá C, Păcurar M, Vaida P, Vlasa A, Martha K. Observational study regarding possible side effects of Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expander (MARPE) with or without the use of Corticopuncture Therapy. *Biology* 2021;10:187.
- Farronato G, Giannini L, Galbiati G, et al. Tessuti orali e trattamento ortodontico: Effetti avversi più comuni. *Minerva Stomatologica* 2013;62:431-446.
- Sarraj M. Comparison of Skeletal and Dentoalveolar Changes between Two Bone-Borne Maxillary Expanders: West Virginia University; 2020.
- Zong C, Tang B, Hua F, He H, Ngan P. Skeletal and dentoalveolar changes in the transverse dimension using microimplant-assisted rapid palatal expansion (MARPE) appliances. Paper presented at: *Seminars in Orthodontics* 2019;25:46-59.
- Nguyen UK. Retrospective Evaluation of Skeletal, Dentoalveolar, and Periodontal Changes of Microimplant Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE) In Skeletally Matured Patients: West Virginia University; 2017.
- Angelieri F, Cevidanes LHS, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara JA. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;144:759-769.
- Park JJ, Park Y-C, Lee K-J, Cha J-Y, Tahk JH, Choi YJ. Skeletal and dentoalveolar changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion in young adults: A cone-beam computed tomography study. *The Korean Journal of Orthodontics* 2017;47:77-86.
- Bazargani F, Magnuson A, Ludwig B. Effects on nasal airflow and resistance using two different RME appliances: a randomized controlled trial. *European Journal of Orthodontics* 2018;40:281-284.
- Mehta S, Wang D, Kuo C-L, et al. Long-term effects of mini-screw-assisted rapid palatal expansion on airway: A three-dimensional cone-beam computed tomography study. *The Angle orthodontist* 2021;9:195-205.
- Brunetto DP, Moschik CE, Dominguez-Mompell R, Jaria E, Sant'Anna EF, Moon W. Mini-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE) effects on adult obstructive sleep apnea (OSA) and quality of life: a multi-center prospective controlled trial. *Progress in Orthodontics* 2022;23:1-11.
- Angelieri F, Cevidanes LH, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara Jr JA. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2013;144:759-769.
- Wehrbein H, Yildizhan F. The mid-palatal suture in young adults. A radiological-histological investigation. *The European Journal of Orthodontics* 2001;23:105-114.
- Oliveira CB, Ayub P, Angelieri F, et al. Evaluation of factors related to the success of miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *The Angle Orthodontist* 2021;91:187-194.
- Choi S-H, Shi K-K, Cha J-Y, Park Y-C, Lee K-J. Nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion results in acceptable stability in young adults. *The Angle Orthodontist* 2016;86:713-720.
- Angelieri F, Franchi L, Cevidanes L, et al. Cone beam computed tomography evaluation of midpalatal suture maturation in adults. *International journal of oral and maxillofacial surgery* 2017;46:1557-1561.
- Jeon JY, Choi S-H, Chung CJ, Lee K-J. The success and effectiveness of miniscrew-assisted rapid palatal expansion are age- and sex-dependent. *Clinical oral investigations* 2022;26:2993-3003.
- de Jesus AS, de Oliveira CB, Murata WH, Suzuki SS, dos Santos-Pinto A. Would midpalatal suture characteristics help to predict the success rate of miniscrew-assisted rapid palatal expansion? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2021;160:363-373.
- Lee RJ, Moon W, Hong C. Effects of monocortical and bicortical mini-implant anchorage on bone-borne palatal expansion using finite element analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2017;151:887-897.
- Lim H-M, Park Y-C, Lee K-J, Kim K-H, Choi YJ. Stability of dental, alveolar, and skeletal changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *The Korean Journal of Orthodontics* 2017;47:313-322.
- Betts N, Vanarsdall R, Barber H, Higgins-Barber K, Fonseca R. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery* 1995;10:75-96.
- Betts NJ. Surgically assisted maxillary expansion. *Atlas of the oral and maxillofacial surgery clinics of North America* 2016;24:67-77.
- Woods M, Wiesenfeld D, Probert T. Surgically-assisted maxillary expansion. *Australian dental journal* 1997;42:38-42.
- Suri L, Taneja P. Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics* 2008;133(2):290-302.
- Sygourous A. Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion. an Evaluation of Two Different Surgical Techniques and Their Effect on Maxillary Dentoskeletal Complex Based on Cone-Beam Computed Tomography: a Retrospective Clinical Study, Marmara Üniversitesi (Turkey); 2013.
- Cureton SL, Cuenin M. Surgically assisted rapid palatal expansion: orthodontic preparation for clinical success. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics* 1999;116:46-59.
- Koudstaal MJ, Poort L, Van der Wal K, Wolvius E, Prah Andersen B, Schulten A. Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): a review of the literature. *International journal of oral and maxillofacial surgery* 2005;34:709-714.

40. Bretos JLG, Pereira MD, Gomes HC, Hino CT, Ferreira LM. Sagittal and vertical maxillary effects after surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME) using Haas and Hyrax expanders. *Journal of Craniofacial Surgery* 2007;18:1322-1326.
41. Carvalho P, Moura L, Trento G, et al. Surgically assisted rapid maxillary expansion: a systematic review of complications. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2020;49:325-332.
42. Zandi M, Miresmaeili A, Heidari A. Short-term skeletal and dental changes following bone-borne versus tooth-borne surgically assisted rapid maxillary expansion: a randomized clinical trial study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery* 2014;42:1190-1195.
43. Gauthier C, Voyer R, Paquette M, Rompré P, Papadakis A. Periodontal effects of surgically assisted rapid palatal expansion evaluated clinically and with cone-beam computerized tomography: 6-month preliminary results. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2011;139:S117-S128.
44. Byloff FK, Mossaz CF. Skeletal and dental changes following surgically assisted rapid palatal expansion. *The European Journal of Orthodontics* 2004;26:403-409.
45. Chamberland S, Proffit WR. Closer look at the stability of surgically assisted rapid palatal expansion. *Journal of oral and maxillofacial surgery* 2008;66:1895-1900.
46. Bortolotti F, Solidoro L, Bartolucci ML, Incerti Parenti S, Paganelli C, Alessandri-Bonetti G. Skeletal and dental effects of surgically assisted rapid palatal expansion: a systematic review of randomized controlled trials. *European Journal of Orthodontics* 2020;42:434-440.
47. Kayalar E, Schauseil M, Kuvat SV, Emekli U, Fıratlı S. Comparison of tooth-borne and hybrid devices in surgically assisted rapid maxillary expansion: a randomized clinical cone-beam computed tomography study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery* 2016;44:285-293.
48. Pereira-Filho V, Monnazzi M, Gabrielli MAC, et al. Volumetric upper airway assessment in patients with transverse maxillary deficiency after surgically assisted rapid maxillary expansion. *International journal of oral and maxillofacial surgery* 2014;43:581-586.
49. Buck LM, Dalci O, Darendeliler MA, Papadopoulou AK. Effect of surgically assisted rapid maxillary expansion on upper airway volume: a systematic review. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2016;74:1025-1043.
50. Vinha PP, Eckeli AL, Faria AC, Xavier SP, de Mello-Filho FV. Effects of surgically assisted rapid maxillary expansion on obstructive sleep apnea and daytime sleepiness. *Sleep and Breathing* 2016;20:501-508.
51. Epker B. Dentofacial deformities. *Surgical-Orthodontics Correction* 1980:356-371.
52. Mommaerts M. Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1999;37:268-272.
53. Alpern MC, Yurosko JJ. Rapid palatal expansion in adults: with and without surgery. *The Angle Orthodontist* 1987;57:245-263.
54. Petrick S, Hothan T, Hietschold V, Schneider M, Harzer W, Tausche E. Bone density of the midpalatal suture 7 months after surgically assisted rapid palatal expansion in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139 4 Suppl:S109-116.
55. Fisher E, Staffenberg DA, McCarthy JG, Miller DC, Zeng J. Histopathologic and biochemical changes in the muscles affected by distraction osteogenesis of the mandible. *Plastic and reconstructive surgery* 1997;99:366-371.
56. Marchetti C, Pironi M, Bianchi A, Musci A. Surgically assisted rapid palatal expansion vs. segmental Le Fort I osteotomy: transverse stability over a 2-year period. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery* 2009;37:74-78.
57. Starch-Jensen T, Blæhr TL. Transverse expansion and stability after segmental Le fort I osteotomy versus surgically assisted rapid maxillary expansion: a systematic review. *Journal of oral & maxillofacial research* 2016;7(4).
58. Koudstaal M, Wolvius E, Schulten A, Hop W, Van der Wal K. Stability, tipping and relapse of bone-borne versus tooth-borne surgically assisted rapid maxillary expansion; a prospective randomized patient trial. *International journal of oral and maxillofacial surgery* 2009;38:308-315.
59. de Oliveira CB, Ayub P, Ledra IM, et al. Microimplant assisted rapid palatal expansion vs surgically assisted rapid palatal expansion for maxillary transverse discrepancy treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2021;159:733-742.