

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**MANDİBULA SUBKONDİLER KIRIKLARDA KULLANILAN
FARKLI KALINLIKLARDAKİ TRAPEZOİDAL PLAKLARIN
BİOMEKANİK DEĞERLENDİRMESİ: SERVO HİDROLİK
TEST CİHAZIYLA IN VITRO ÇALIŞMASI**

İZZET İLKER AYDOĞAN

UZMANLIK TEZİ

AĞIZ DİŞ VE ÇENE CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

Danışman

PROF. DR. ERCAN DURMUŞ

KONYA-2023

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam boyunca tecrübelerini bana aktaran ve desteklerini her zaman hissettiğim danışmanlığımı üstlenen hocam Prof. Dr. Ercan DURMUŞ'a ayrıca hem teorik hem pratik olarak eğitimime katkı sağlayan bölümümüz hocalarım Prof. Dr. Abdullah KALAYCI, Prof. Dr. Hasan Küçükkolbaşı, Dr .Öğr. Üyesi Gökhan GÜRSES ve Dr. Öğr. Üyesi Ahmet AKTI'ya,

Uzmanlık eğitimim boyunca birlikte çalıştığım, desteklerini her zaman hissettiğim değerli araştırma görevlisi arkadaşlarım ve cerrahi ailesinin değerli personeline,

Beni büyüten, yetiştiren, bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan sevgili anneme, babama, kardeşime ve desteğini her daim hissettiğim çok kıymetli eşime

sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|----|
| SİMGELER VE KISALTMALAR | iv |
| ÖZET | v |
| ABSTRACT | vi |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Mandibula Anatomisi | 3 |
| 1.2. Çigneme Kasları | 5 |
| 1.3. Mandibular Kondilin Anatomisi | 6 |
| 1.4. Kırık Biyomekaniği | 9 |
| 1.5. Kırık İyileşmesi | 11 |
| 1.6. Kondil Bölgesi Kırıklarının Biyomekaniği ve Onarım Prensipleri | 13 |
| 1.7. Mandibula Kondil Kırıklarının Etiyolojisi | 15 |
| 1.8. Kondil kırıklarının Sınıflandırılması | 15 |
| 1.9. Kondil Kırıklarının Tanısı | 18 |
| 1.10. Mandibular Kondil Kırıklarının Görüntüleme Yöntemleri | 19 |
| 1.11. Mandibula Kondil Kırıklarının Tedavisi | 20 |
| 1.12. Kapalı Redüksiyon (Konservatif Tedavi) | 21 |
| 1.13. Açık Redüksiyon (Cerrahi Tedavi) | 23 |
| 1.15. Mandibular Kondil Kırıklarında Cerrahi Tedavi Yaklaşımları | 25 |
| 1.15.1. İntra-oral Yaklaşım | 25 |
| 1.15.2. Preaurikular Yaklaşım | 25 |
| 1.15.3. Retromandibular Yaklaşım | 26 |
| 1.15.4. Submandibular Yaklaşım | 27 |

| | |
|---|-----------|
| 1.15.5. Retroauricular Yaklaşım..... | 28 |
| 1.15.6. Endoskopik Yaklaşım..... | 29 |
| 1.16.Kırık Redüksiyonu ve Fiksasyon | 30 |
| 1.17. Titanyum Plak ve Vida Sistemleri..... | 32 |
| 1.17.1. Miniplaklar | 33 |
| 1.17.2. Mikro Plaklar | 34 |
| 1.18.Postoperatif Tedavi Yaklaşımı | 35 |
| 1.19. Mandibula Kondil Kırıklarının Komplikasyonları..... | 35 |
| 1.19.1. Maloklüzyon | 38 |
| 1.19.2. Mandibular Hipomobilité | 38 |
| 1.19.3. Ankiloz | 38 |
| 1.19.4. Asimetri | 39 |
| 1.19.5. Disfonksiyon/Dejenerasyon..... | 39 |
| 1.19.6. Kronik Ağrı..... | 40 |
| 2.GEREÇ VE YÖNTEM | 41 |
| 2.1. Modellerin Hazırlanması | 41 |
| 2.2. Deneysel kırık hatlarının oluşturulması..... | 42 |
| 2.3. Modellerin Fiksasyonlarının Yapılması..... | 43 |
| 2.4. Biyomekanik Fiksasyon Aygıtı ve Deney Düzenegi..... | 45 |
| 3. BULGULAR..... | 47 |
| 3.1. Deplasman Verileri..... | 47 |
| 3.1.1. 0.7mm Kalınlığındaki Trapezoidal Plak Grubu..... | 47 |
| 3.1.2. 1.6mm Kalınlığındaki Trapezoidal Plak Grubu..... | 47 |
| 3.1.3. 2mm Kalınlığındaki Trapezoidal Plak Grubu..... | 48 |
| 3.2. İstatistiksel analiz | 49 |
| 4. TARTIŞMA..... | 53 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER | 68 |
| 6.KAYNAKÇA..... | 70 |

SİMGELER VE KISALTMALAR

m: Musculus

a: Arter

v: Ven

n: Nervus

Lig: Ligament

mm: Milimetre

EAC: Dış kulak yolu

Ti: Titanyum

CAD-CAM: Bilgisayar destekli dizayn - bilgisayar destekli üretim

3D: Üç boyutlu

N: Newton

ark. : arkadaşları

% : Yüzde

° : Derece

± : Eksiği veya fazlası

> : Büyüktür

ÖZET

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

Mandibula subkondiler kırıklarda kullanılan farklı kalınlıklardaki trapezoidal plakların biomekanik değerlendirmesi: Servo hidrolik test cihazıyla in vitro çalışması

İzzet İlker AYDOĞAN

Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilimdalı

UZMANLIK TEZİ/KONYA-2023

Maksillofasiyal travmalar oldukça yaygın olmakla beraber,estetik ve fonksiyonel önemli değişikliklere de sebep olabilmektedir. Maksillofasiyal kırıkların %42'si mandibulada görülmektedir.Bunun öne çıkan nedeni ise mandibulanın,kafatasının hareket eden tek kemiği olmasıdır.Kondiler bölge kırıkları ise tüm mandibular kırıkların yaklaşık %25-%35'ini oluşturmaktadır ve bu kırıkların tedavisi ise hala ihtilaflıdır. Mandibular kondil kırıklarının tedavisinde açık ve kapalı yaklaşımlar tercih edilebilmekte ve izlenecek tedavinin seçiminde ise hasta ve hekime bağlı pek çok kriter söz konusu olmaktadır. Uygulanacak cerrahi tedavinin avantajları ise ; kırık fragmanların anatomik olarak redükte edilmesi,oklüzal stabilitenin sağlanması,erken fonksiyon kazandırılması ve daha iyi fasiyal simetri sağlanmasıdır. Fragmanların fikse edilmesinden sonra meydana gelen stres ise baskı,gerilim ve makaslama kuvvetleri olarak sınıflandırılmaktadır.

Tüm bunlardan yola çıkarak yapacağımız çalışmada,günümüzde subkondiler kırık fiksasyonunda geçerliliği temellendirilen trapezoidal plak kullanımının farklı kalınlıklarda fikse edilmesinin biomekanik değerlendirilmesi ve neticesinde klinik pratiğe aktarılmasında yol gösterici olması hedeflenmektedir.

Planladığımız bu çalışmada mandibulanın kortikokansellöz yapısını çok iyi taklit eden toplamda 30 adet hemimandibula örneği kullandık. Bütün modellerimize subsigmoidal başlayıp midramusta sonlanacak şekilde osteotomiler gerçekleştirerek subkondiler kırıklar oluşturduk. Gerçekleştirdiğimiz kırıklardan sonra ise özel olarak titanyum grade IV alaşımdan ürettirdiğimiz 0.7mm, 1.6mm ve 2mm kalınlıklarındaki trapezoidal plaklarla ve 2mm çaplı 7mm uzunluğundaki mini vidalarla kırık hatlarının fiksasyonlarını tamamladık.

Çalışmamızın hipotezi 0'ı plak kalınlıklarındaki artışın oransallığı biomekanik dirençlerinde aynı olmadığıydı. Yapmış olduğumuz biomekanik değerlendirmede elde ettiğimiz sonuçlar da hipotezimizi doğrular nitelikte bulunmuş olup, subkondiler sahadaki kırıklarda daha ince plak kullanımının mümkün olabileceğini ispatlamış bulunmaktayız.

Anahtar Kelimeler: subkondiler fraktür,maksillofasiyal travma,fiksasyon,trapezoidal plak

ABSTRACT

REPUBLIC of TURKEY

SELÇUK UNIVERSITY

FACULTY of DENTISTRY

Biomechanical assessment of different thickness of trapezoidal plates for mandibular subcondylar fracture : An in vitro study with a servohydraulic testing unit

İzzet İlker AYDOĞAN

Department of Oral and Maxillofacial Surgery

SPECIALTY THESIS/KONYA-2023

Although maxillofacial traumas are quite common, they can also cause significant aesthetic and functional changes. 42% of maxillofacial fractures are seen in the mandible. The prominent reason for this is that the mandible is the only moving bone of the skull. Condylar region fractures constitute approximately 25%-35% of all mandibular fractures, and the treatment of these fractures is still controversial. Open and closed approaches can be preferred in the treatment of mandibular condyle fractures, and there are many criteria depending on the patient and the physician in the selection of the treatment to be followed. The advantages of the surgical treatment to be applied are; anatomical reduction of fracture fragments, providing occlusal stability, early function and better facial symmetry. The stress that occurs after the fixation of the fragments is classified as compression, tension and shear forces. After fixation, deformation forces are seen in the bone. Compressive forces cause the bone to shorten and tension forces cause it to try to lengthen. While the fixation method is very important, it is still a controversial issue because the system to be used is expected to stabilize the entire fracture site with minimal stress. In a study in which three-dimensional titanium mini-plates were compared biomechanically, it was revealed that the most successful results were obtained with trapezoidal plates. In another study, the comparison of the plates used in different thicknesses was made, and the results were instructive in its clinical use.

Based on all these, our study aims to guide the biomechanical evaluation of the use of trapezoidal plate fixation at different thicknesses, whose validity is currently based in subcondylar fracture fixation, and its transfer to clinical practice as a result.

In our study, we use hemimandible models because of their similarity to natural bone. Models were prepared for subcondylar fracture with osteotomy from subsigmoidal notch to midramus mandible. Then fracture lines were fixated with custom made trapezoidal plates which their thickness 0.7mm, 1.6mm, 2mm and 2mm mini screws.

Our thought about this study when we planned that if the plate thickness was greater, it affected biomechanical resistant. This was our hypothesis null. The results we obtained in our biomechanical evaluation have also been found to confirm our hypothesis, and we have proven that it is possible to use thinner plates in fractures in the subcondylar area.

Keywords: subcondylar fracture, maxillofacial trauma, fixation, trapezoidal plate



1. GİRİŞ

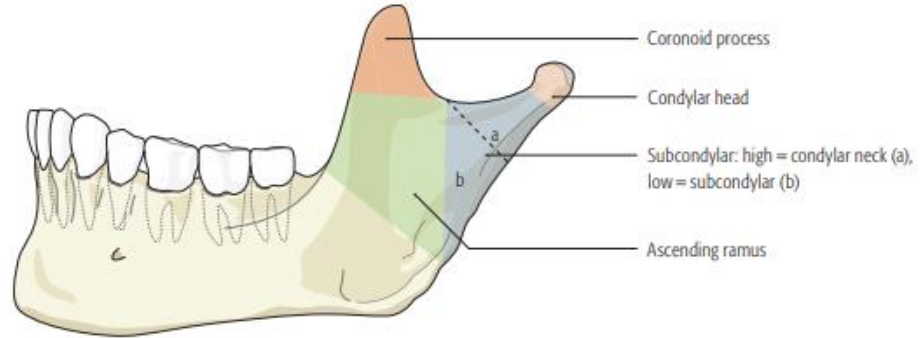
Mandibula kondil kırıklarının yönetimi, diğer mandibula kırıklarına kıyasla oldukça tartışmalı bir konu olmaya devam etmektedir. Eğitimli bir cerrah, açık cerrahi yaklaşımla kondili yaralanma öncesi duruma yeniden konumlandırma yeteneğine sahip olsa da, fasiyal sinir yaralanması, kanama, yara izi ve diğerleriyle ilişkili dezavantajlar geçerli bir endişe olmaya devam etmektedir. Kondil pozisyonundaki değişiklikler, bu hastaların geliştirebileceği maloklüzyona sekonder çok sayıda fonksiyonel bozuklukla sonuçlanabilir. Bu fonksiyonel eksiklikleri gidermek için kırık kemik segmentlerinin hassas hizalanmasının gerekli olup olmadığı çoğu durumda bir tartışma konusudur. Açık ve kapalı redüksiyon arasındaki seçimin net olduğu durumlar vardır, ancak birçok durumda bu o kadar belirgin değildir ve klinisyen kararlarının faydalarını ve risklerini tartmalıdır. Bu kırıkların doğru tedavisini seçme tartışmasını büyütmek için, kalıcı maloklüzyon, ramus yüksekliği kaybı, ankiloz ve fasiyal asimetri gibi uygunsuz kararlardan kaynaklanabilecek ilişkili komplikasyonlar, ikincil olarak ele alınması zor ve zordur. Temporomandibular eklem bölgesinin karmaşık anatomisini, kırık modellerini, her bir hastanın fonksiyonel zorluklarını, mevcut cerrahi tekniklerin/yaklaşımların ve mevcut sabitleme yöntemlerinin bilgisinin anlaşılması, olumlu sonuçlar elde etmek için çok önemlidir. Ek olarak, görüntüleme, sabitleme yöntemleri/malzemelerindeki güncel gelişmeler ve sanal cerrahi planlamanın tanıtılması, bu tür yaralanmaları uygun şekilde yönetmek için bize yeni ve değerli araçlar sağlıyor.

Maksillofasiyal kırıkların toplam %42'si, kafatasının en belirgin ve tek hareketli kemiği olduğu için mandibulada meydana gelir. Kondiler bölge kırıkları, tüm mandibula kırıklarının %25-35'ini oluşturur ve bunların tedavi yöntemleri halen tartışmalıdır, ancak iyileşme sırasında stabilizeyi korumak için en sık kullanılan yöntem internal rijit fiksasyondur (Sehgal ve ark 2014).

Tarihsel olarak, kondiler kırıklar, çeşitli immobilizasyon veya maksillomandibular fiksasyon biçimleriyle kapalı bir şekilde tedavi edildi ve büyük ölçüde olumlu sonuçlar alındı. Tedavinin amacı şekil ve fonksiyonun restorasyonu olmasına rağmen, kapalı tedavi, proksimal segmentin anatomik olarak yeniden konumlandırılması sağlanamadığından hastanın değişen bir anatomiye adaptasyonuna dayanır. Bununla birlikte, insan vücudunun dikkate değer bir uyum sağlama yeteneği

vardır ve intrakapsüler kırıklar, çok az yer değiştirme olan veya hiç yer değiştirme olmayan kırıklar, hemen hemen tüm pediatrik kondiler kırıklar ve tıbbi veya sosyal durumlar diğer tedavi biçimlerini engeller.

Osteosentezin anlaşılmasındaki ilerlemeler ve cerrahi anatominin takdir edilmesiyle, kondil kırıklarının açık redüksiyonu ve i fiksasyonu daha yaygın hale geldi. Zide ve Kent, mandibula kondil kırıklarının açık redüksiyon endikasyonlarını ilk olarak 1983'teki klasik makalelerinde zetlediler (Zide ve Kent 1983). Kondil bölgesine erişmek için çeşitli cerrahi yaklaşımlar tanımlanmış olup, anatomik redüksiyona ve kondilin daha erken işlev görmesine izin vererek, ankiloz veya ankiloz risklerini azaltır. azaltılmış işlevsel yetenekler. Bununla birlikte, cerrahlar arasında en iyi tedavi yöntemiyle ilgili tartışmalara yol amaya devam eden bazı kondil kırıkları vardır. Yönetim ne olursa olsun, başlangıç noktası kırık kondilin bölgesel anatomisi ve biyomekaniğinin tam olarak anlaşılmasıdır.



şekil 1.1. Mandibular ramusun anatomik komponentleri

Mandibula kondil bölgesi kırıkları yaygındır ve erişkinlerdeki tüm mandibula kırıklarının %9-45'ini ve çocuklardaki tüm mandibula kırıklarının yaklaşık %50'sini oluşturur. Birçok sınıflandırma sistemi, kondiler ve subkondiler kırıkları tanımlar; hiçbiri genel olarak kabul edilmez ve evrensel olarak kullanılmaz. Bu durum özellikle kondil kırığı çalışmaları karşılaştırıldığında bir sorun teşkil etmektedir. Günümüzde basit sınıflandırma sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Kırığın anatomik yerleşimini ele alırlar ve kondil başı, subkondiler kırıklar ve kondil başının çıkması gibi patolojik durumları birbirinden ayırırlar. Aynı zamanda, kırık segmentlerini içeren kemiklerin aılanmasını ele alır ve fragmanlar arasındaki teması tanımlar.

Kondil başı kırıklarında, kırık hattı temporomandibular eklemin (TMJ) kapsülünün içinden geçebilir, ancak sıklıkla kondil başı kırıklarında ekstrakapsüler bir bileşen bulunur. Bazı kondiler kafa kırıkları, başı sagittal olarak böler, burada bir kısım ramusun geri kalanıyla sağlam kalır. Subkondiler kırıklar kondilin altında bulunur ve yüksek (kondiler boyun) ve düşük subkondiler kırıklar olarak sınıflandırılabilir. Subkondiler kırıklar, kondiler çıkıntının tabanında veya sigmoid çentik seviyesinin altında bulunur. Sigmoid çentiğinin altındaki kırıklar, çıkan mandibular ramusun kırıklarıdır. Proksimal fragmanın çeşitli yer değiştirme ve dislokasyon modelleri mümkündür. Kondiler ve subkondiler kırıklar genellikle kapalı kırıklardır. Koronoid çıkıntı kırıkları nadirdir ve kondil çıkıntısı tutulmadan meydana gelebilir. İzole kırıklar, zigoma veya zigomatik ark kırıkları ile kombinasyon halinde ortaya çıkar ve marjinal, submarjinal, submuskuler tipler tarif edilmiştir. Koronoid kırıkları parçalı angulus ve ramus kırığının bir parçası olabilir (Ehrenfeld ve ark 2012).

Bu çalışmada, deneysel kondil kırığı oluşturulan ve üzerine 0.7mm, 1.6mm ve 2.0mm kalınlıklarındaki trapezoidal plaklarla fiksasyonu gerçekleştirilen 30 adet kortikokansellöz kemik yapısını birebir taklit eden yapay hemimandibula modelleri kullanılmıştır. Bu modellerin fiksasyonunun akabinde erken postoperatif stabiliteyi karşılaştırılması amaçlanmış olup, biyomekanik olarak değerlendirilmiştir.

1.1. Mandibula Anatomisi

Mandibula, alt çene kemiği olarak da bilinir. Mandibulayı “U” harfi şeklinde yatay görünümlü bir korpus ve bunun arka kısımlarına bağlı dikey uzanan iki adet ramus olarak incelemek mümkündür (Sancak ve ark 2002). Ramus mandibula ve korpus mandibula arkada angulus mandibula denilen bir açı yaparak birleşirler. Gonion olarak adlandırılan ve angulus mandibulada bulunan bu nokta önemli bir antropolojik noktadır (Yıldırım ve Anatomisi 2006). Processus coronoideus kişiden kişiye farklılık göstermekle birlikte m.temporalise tutunma noktası oluşturur (Drake ve ark 2007). Geniş, kalın olan ve arkaya doğru uzanan çıkıntısına processus condylaris adı verilir. Processus condylarisin üst ucu düz bir eklem yüzü oluşturur ve bu bölüm caput mandibula adını alır. Caput mandibulanın altındaki kısma collum mandibula denir (Özkan 2022).

Mandibula, kafa iskeletinin en büyük, en kuvvetli ve tek hareketli kemiğidir. Mandibula korpus mandibula, ramus mandibula ve angulus mandibula olmak üzere 3 ana yapıdan oluşmaktadır. Korpus mandibulanın tabanına basis mandibula, dişlerin bulunduğu kısma ise pars alveolaris adı verilir. Basis mandibularis, pars alveolarise oranla daha geniş bir kavise sahip olup, daha sağlam bir yapıya sahiptir. İki korpus mandibulanın orta hatta birleşim yerine simfiz mandibula adı verilir. Bu birleşimin alt ucunda trigonum mentale adı verilen bir üçgen saha bulunur ve bu sahanın tepesindeki çıkıntıya protuberencia mentalis (gnathion) denir. Ramus mandibula, kafa tabanına ve arkaya doğru uzanır.

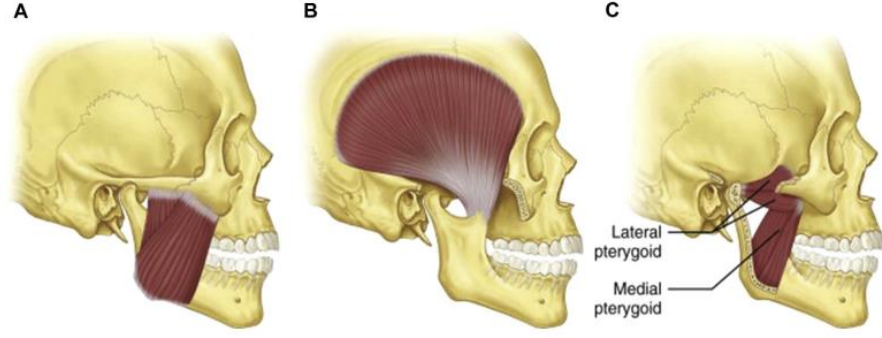
Angulus mandibula yakınlarındaki pürtüklü sahaya tuberositas masseterica denir. Buraya Musculus (M.) masseter tutunur. Bu çıkıntıların lingual kısmında kalan çıkıntıya ise tuberositas pterygoidea adı verilir ve buraya da M. Pterygoideus medialis tutunur. İç yüzünün ortasındaki deliğe foramen mandibulare adı verilir. Bu delik kemiğin içinde canalis mandibularis olarak devam eder ve korpus mandibulanın dış yüzünde foramen mentale olarak sonlanır. Foramen mandibulareyi önden çevreleyen çıkıntıya lingula mandibula denir. Bunun hemen altında başlayıp aşağı ve öne doğru uzanan yapıya da sulcus mylohyoideus adı verilir. Ramus mandibulanın alt kenarı ile korpus mandibulanın arka kenarının birleşim yerine angulus mandibula adı verilir. Angulus mandibulanın üst tarafında processus coronoideus, arkasında ise processus condylaris bulunur. Processus coronoideus ile processus condylarisin arasındaki oluğa incisura mandibula adı verilir. Processus coroneideus üçgen şeklindedir ve buraya M. Temporalis tutunur. Bu çıkıntının yapısı kişiden kişiye farklılık gösterir. Processus condylarisin ucundaki şişliğe caput mandibula, hemen altındaki dar kısma ise collum mandibula denir. Collum mandibulanın ön tarafındaki çukurluğa fovea pterygoideus denir ve buraya M. Pterygoideus lateralis tutunur. Caput mandibulare eklem yüzeyi ile kaplıdır ve os temporaledeki fossa mandibularis ile eklem yapar (Drake ve ark 2007).

Mandibula, external karotid arterin terminal dallarından kaynaklı zengin bir kan akışına sahiptir. Parotis bezinin derin lobuna gömülü olan internal maksiller arter bu dallardan biridir. Mandibulanın endosteal kanlanmasını sağlayan inferior alveolar artere kan akımını sağlar. Inferior alveolar arter, Mandibular foramen'den girerek, lingual kortekse yakın olarak, diş köklerinin altından, meduller kaviteyi geçerek ikinci premolar diş bölgesinden yükselerek mental foramen'den çıkar. Inferior alveolar arter

mental foramenden çıkmadan lingual ve mylohyoid dallarını verir. İnférieur alveolar arterin mental dalı ise mental sinirle beraber mental foramenden çıkarak submental, inferior labial ve fasiyal arterle anastomozlaşır. İnférieur alveolar sinir, mandibuler kanal içinde ilerleyerek mental foramenden çıkarak, mandibular dişleri ve alt dudak deri ve mukozasını innerve eder. İnférieur alveolar arter ve eşlik eden mental sinir her bir dişe küçük sinir dalları ve arterleri ile ulaşır (Drake ve ark 2007).

1.2. Çiğneme Kasları

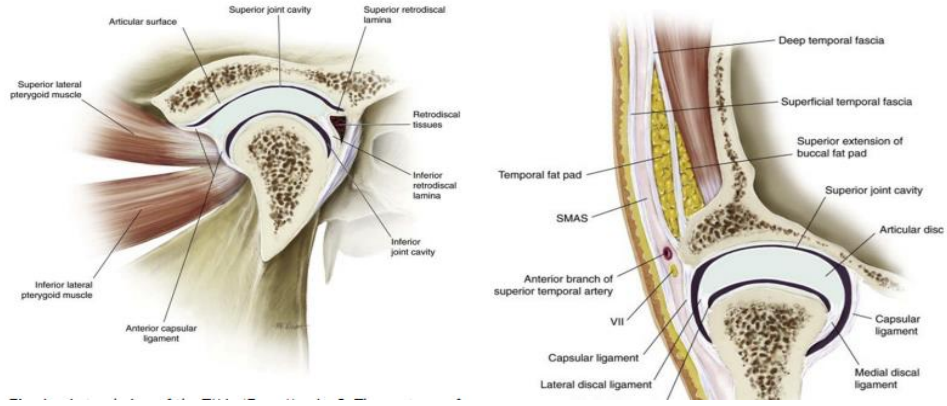
Masseter, medial ve lateral pterygoid ve temporal olmak üzere 4 adet çiğneme kası mevcuttur. Masseter kası, mandibula ramusun dış yüzünde uzanır. Temporal kası ise temporal fossadan çıkıp koronoid parçaya ve ramusun ön kenarına tutunur. Her iki pterygoid kas da infratemporal fossada bulunur. Tüm çiğneme kasları mandibular sinir tarafından innerve edilirler. Maksiller arter, fasiyal ve superfisiyal temporal arterin dalları tarafından kan akımları sağlanır. Masseter, medial pterygoid ve temporal kas, mandibulayı yukarıya doğru çeker. Lateral pterygoid kası mandibulayı öne iterek ağzın açılmasına yardımcı olur. Medial ve lateral pterygoid kasların bu zıt hareketleri mandibulanın yanlara doğru hareketini sağlar. Genel olarak, çiğneme kasları arka segmentleri yukarıya doğru çekme eğilimindeyken, hyoid üstü kaslar ön segmentleri aşağıya doğru çeker. Bunlara ek olarak kondil kırıklarında, lateral pterygoid kas kondil başını mediale doğru çekme eğilimi gösterir. Mandibula kırıklarında iki tür kas grubunun (hyoid üstü ve çiğneme kasları) hareketlerinin kırıklara etkisi ön plandadır. Diğer mandibulaya tutunan yüz kaslarının olası kırıklara etkisi minimaldir (Drake ve ark 2007).



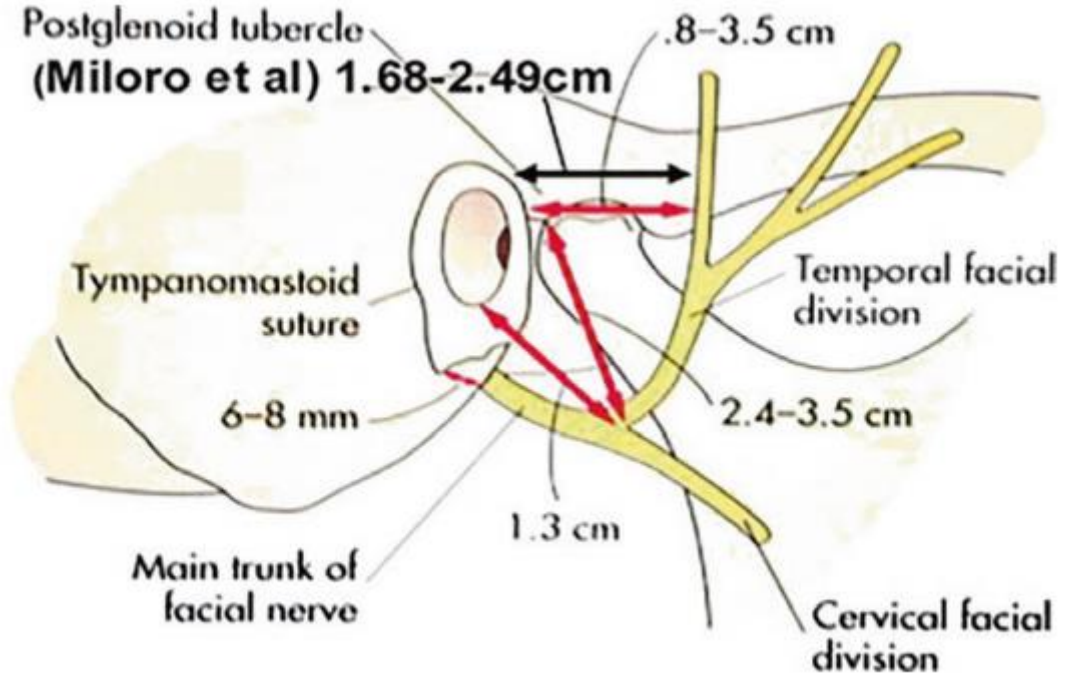
Şekil 1.2. a-m. Masseter b-m.temporalis c-m.medial ve lateral pteryoideus

1.3. Mandibular Kondilin Anatomisi

Fonksiyonel anatomi bilgisi, uygun yönetim için anahtardır. Kondil temporal kemikle eklem yapar ve pasif pozisyondayken glenoid fossa adı verilen bir içbükeylik içinde durur. Kondil başının eklem yüzeyi ve glenoid fossa, temporomandibular eklem (TMJ) bu boşluk içinde rotasyon ve translasyon hareketine izin veren yoğun fibrokartilaj bağ dokusu ile kaplıdır. Bikonkav disk, fossa ile kondil başı arasında yer alan ve TME boşluğunu üst ve alt bölme olarak ayıran önemli bir anatomik işarettir. Diskin üç bölgesi vardır, özellikle kalın bir ön bileşen üstte artiküler eminens ve lateral pterygoid kasa bağlanırken, alt bağlantı kondil boynunadır. Cerrahi açıdan bakıldığında, bu anatomik bölge vaskülerdir ve aurikülotemporal, masseterik ve derin temporal eklem ve lateral pterygoid kasta beslenir. Diskin orta bileşeni ince ve avaskülerdir ancak ağırlıklı olarak kondil ve temporal kemik arasındaki fonksiyona katkıda bulunur. Posterior bileşen de doğası gereği kalın olup, vasküler ve innerve olan retrodiskal dokuyu oluşturmak için karışır. Diskin medial ve lateral kısımları, kollateral bağlarla kondilin medial ve lateral kutuplarına bağlanır.



Şekil 1.3. Mandibular kondilin sagittal kesiti



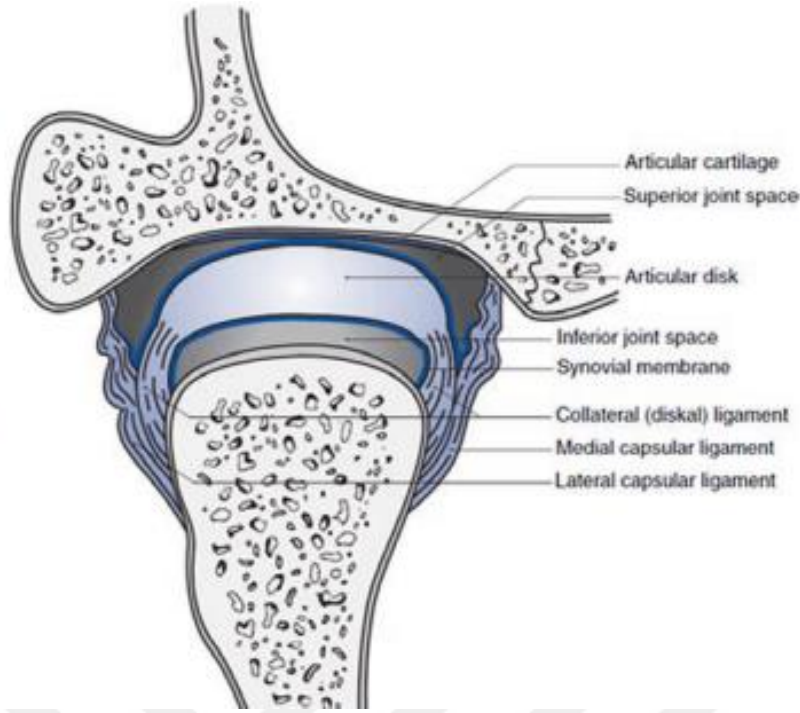
Şekil 1.4. Mandibular kondilin N.Faciais'in motor innervasyon gören dallarıyla olan anatomik ilişkisi

Fibröz bir kapsül tüm eklemi çevreler. Temporomandibular bağı oluşturan kapsülün yanal yönü, kondilin stabilitesine yardımcı olur ve birçok yaralanmada kırık segmentlerin yanal yer değiştirmesini sınırlarken, ince medial kapsül daha muhtemel bir medial yer değiştirmeye izin verir. Sfenomandibular ve stilomandibular olarak adlandırılan, yanal yönlerde stabilite ve harekete yardımcı olan iki kapsül olmayan bağ vardır. Kırık kondili güvenli bir şekilde yönetmek için cerrahın belirli damarların ve sinirlerin TME'ye yakınlığını tanınması çok önemlidir. TME'nin arteriyel beslenmesi,

dış karotisin yüzeysel temporal ve maksiller arterler olan iki uç dalından sağlanır. Yüzeysel temporal arter genellikle deri fapı içinde öne doğru çekilir ve görselleştirilirse genellikle kondile cilt yaklaşımı sırasında disseke edilir ve bağlanır. Maksiller arterin orta meningeal ve masseterik arterler gibi dallarının tanınması önemlidir. Orta meningeal arter kondilin medialinden geçer ve kondil başının yer değiştirmesi veya cerrahi yaklaşım nedeniyle yaralanma kaynağı olabilir. Masseterik arter, masseter kasının derinlerine girmeden önce koronoid çentiğın üzerinden geçer.

Kondile diğer vasküler beslenme, medüller kemik, periosteum ve lateral pterygoidden gelen kas bağlantısına ek olarak transvers fasiyal, posterior timpanik ve posterior derin temporal arterleri içerir. Travma ve kas ve periosteumun agresif diseksiyonu nedeniyle bozulmuş yer işaretleri, kondile giden kan akışını tehlikeye atabilir. Venöz dönüşü, retromandibuler ven yoluyla en sonunda dış jugulere geçen hem yüzeysel temporal hem de maksiller damarlara ek olarak retrodiskal pleksus tarafından ortaya çıkar. Kondil kırıklarında fasiyal sinir bütünlüğü risk altındadır. Cerrah fasiyal sinirin ve dallarının seyrini bilmelidir. Al-Kayat ve Bramley, dönüm noktası niteliğindeki 1979 makalesinde, ana gövdenin yerini ölçtüler. fasiyal sinir ve yolun kemik dış kulak yolunun alt kenarından en az 1,5 cm (veya daha fazla) uzakta olduğu bulundu. Bu çalışmada da sinirin temporal dalı zigomatik arkı kemik dış kulak yolunun önünden minimum 0,8 cm ve ortalama 2,0 cm mesafede kesmektedir. Canlı denekler üzerinde yapılan yüksek çözünürlüklü bir MRI çalışmasında minimum mesafe 1,7 cm ve ortalama 2,1 cm olarak ölçülmüştür (Milorio ve ark 2007). Fasiyal sinirin temporal ve zigomatik dalları temporoparietal fasyanın içinde veya derininde yer alır ve diseksiyon teknikleri sırasında yaralanabilir veya kesilebilir.

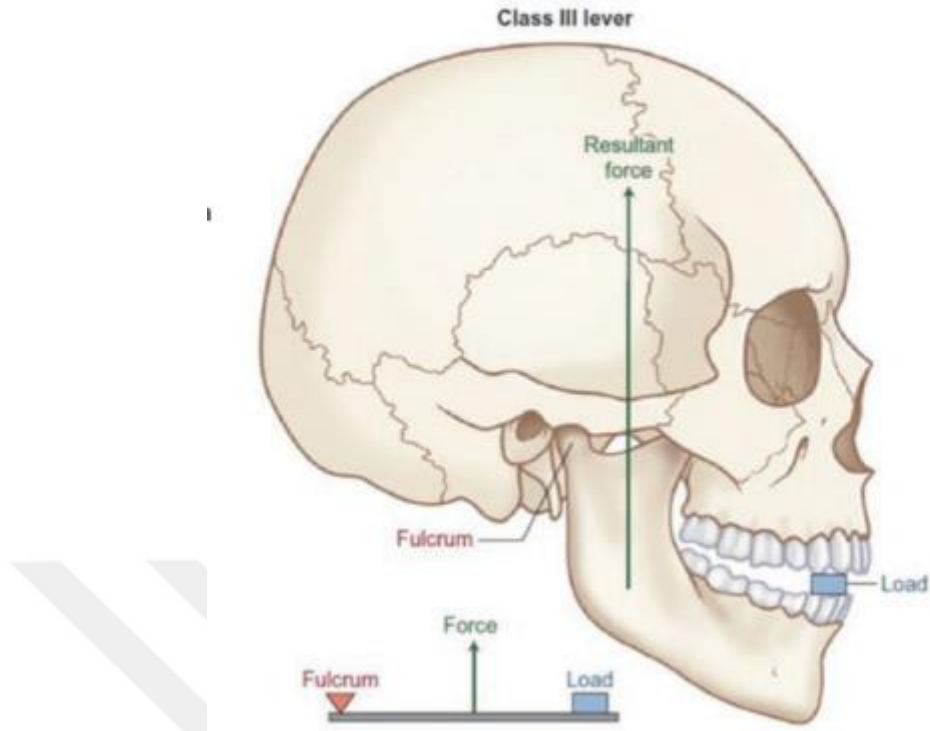
Parotideomassterik fasya, temporomandibular bağ ve kapsülün üzerinde yer alır. Bu fasya, alt zigomatik ark sınırına sıkıca yapışır. Yüzeysel yatırım fasyası, bu parotideomassterik fasyaya yüzeysel ayrı bir katman oluşturur. Temporal fasya superiorda temporalis kasındaki aponevrotik tendondan köken alan kalın bir tabakadır. Bu fasya aşağı doğru elmacık kemiğine doğru devam eder ve kabaca supraorbital kenar seviyesinde iyi tanımlanmış iki tabakaya ayrılır. Temporal yağ yastığı bu noktada temporalis fasyasının yüzeysel ve derin bileşenlerini ayırır. Bu ayrılmadan sonra daha kalın yüzeyel tabaka zigoma arkının yan yüzeyine tutunurken, ince derin tabaka arkın medial yüzeyinde periosteum ile birleşir.



Şekil 1.5. Temporomandibular eklemnin sagittal kesiti

1.4. Kırık Biyomekaniği

Mandibula, işlev sırasında bir sınıf III kaldıraca benzetilebilir. Ellis tarafından yapılan bir araştırma oklüzal kuvvetler ve temporomandibular eklem arasında mandibulanın sınıf 3 bir kaldıraç gibi çalıştığını göstermektedir (Ellis III ve Throckmorton 2005). Bu şekilde kuvvetin uygulanması mandibular kondilin zayıf kemik kısmı olarak değerlendirilmesini ispatlamaktadır. Kondiler bölgede görülen kırıklar genellikle kontralateral parasimfiz sahasına gelen direkt kuvvetlerin oluşturduğu gerilimle meydana gelmektedir (Walker ve MacLeod 2017). Zachariades tarafından yapılan bir sistemik derleme çalışmasında, kondiler kırıkların %72sinde beraberinde başka bir mandibular kırık olduğunu da doğrulamıştır (Zachariades ve ark 2006). Kondil boynunun görece daha dar ve ince yapıda olması ise bu sahaya gelen travmalardan açığa çıkan enerjinin, kondil boynunun daha kolay kırılarak travma enerjisinin orta kafa kaidesine aktarımının engellemesini sağlamaktadır (Kurimori ve ark 2018).



Şekil 1.6. Mandibular kondilin gelen kuvvetler neticesinde gösterdiği hareket patterni

Mandibula sert, deforme olmayan bir yapı olarak ele alınır. Bununla birlikte, dış müdahalelerin bir sonucu olarak, mandibulada gerilmeler ve stres üretilir. Bu gerilmelerin ve streslerin aralığı ve dağılımı, dış müdahalenin doğasına ve kemik dokusunun miktarı ve dağılımı da dahil olmak üzere mandibulanın özelliklerine ve geometrisine bağlıdır. Mandibula tek taraflı çiğneme ve kesici dişlerin fonksiyonu ile beraber çift kollu kaldıraç mekaniğine sahip bir kemiktir. Mandibula biyomekaniğinin anlaşılması çeşitli nedenlerden dolayı önemlidir. Dış koşullarının kemiğin modellenmesinde ve yeniden şekillenmesinde önemli bir rol oynadığı düşünüldüğünden, mandibular kemik yapısını belirleyen faktörlere ek olarak, diş kaybı, ortodontik tedavi, diş implantları veya rekonstrüktif cerrahi gibi klinik durumlar mandibula yüklenmesini değiştirecektir. Bu da mandibular kemiğin mimarisini etkileyebilir (Hammond ve ark 2016). Arendts ve Sigolotto, mandibula kortikal kemiğinin anizotropik olduğunu düşünmektedir. (Arendts ve Sigolotto 1990) Longitudinal yönde, bukko-lingual ve superior-inferior yönde olduğundan daha serttir. Hem bukko-lingual hem de supero-inferior yönlerdeki ortalama elastik modül, longitudinal yöndekilerin %40-70'i kadardır. Bukko-lingual ve supero-inferior yönlerin elastik modülü benzerdir. Bu nedenle, mandibulanın kortikal kemiğinin

longitudinal yönde daha yüksek bir elastik modül ve tüm enine yönlerde daha düşük bir elastik modül olduğu düşünülebilir. Mandibulanın dayanma gücü de longitudinal yönde transvers yöne göre daha fazladır. Bu durum mandibulanın sagittal bükülme hareketlerine en dayanıklı olduğunu gösterir.

Anterior segmenti oluşturan simfizis, parasimfizis ve korpustaki kırıklar 1960'lı yıllarda sinematograf yöntemiyle yapılan ve 1980-1990'lı yıllarda mandibulanın tübüler kemik olarak kabul edildiği çalışmalarla açıklanmayacak kırıklardır. Buradaki kırıklar daha çok diş köklerinin, mandibular kanal ve mental foramenin bu bölgede bulunması ve çiğneme kaslarının insersiyosunun burada bulunmasıyla açıklanabilir. Angulus ve posterior segment kırıkları ise kesitsel alan çalışmalarıyla açıklanmıştır. Kırık çizgisi sıklıkla sigmoid notch'dan ramusun üst kısmının arka sınırına oblik olarak aşağıya ve geriye doğru olur. Bu fraktürler subkondil fraktürleri olarak isimlendirilir. Kondil fraktürleri daha proksimale ulaşır, kırık kondil boynuna, eklem boşluğuna ulaşabilir. Ramus kırıkları nispeten az yer değiştirme gösterir. Çünkü, büyük ölçüde, kırık segmentlerin deplase olması; masseter ve medial pterygoid kaslar tarafından engellenir. Benzer şekilde, koronoid kırığının daha deplase hale gelmesi temporalis kasının insersiyosu tarafından engellenir (Hammond ve ark 2016).

1.5. Kırık İyileşmesi

Kırık; kemikteki damarların, havers kanallarının, periosteum ve çevresindeki yumuşak dokunun hasarlandığı, kırık uçlarındaki kemik dokunun nekroze olduğu bir yaralanmadır. İyileşmesi anatomik, biyomekanik, biyokimyasal faktörün etkileşimiyle gerçekleşir.

Kemikte direkt (primer) veya indirekt (sekonder) iyileşme olabilir. Doğrudan/direkt iyileşme (primer iyileşme): Kırık iyileşmesinin doğal sürecinde nadiren primer iyileşme görülür. Fragmanlar arasında hareketin olmadığı durumlarda, anatomik redükte pozisyonda doku kanlanmasında herhangi bir bozukluk yoksa, kallus oluşmadan, osteoblast ve osteoklast aktivitesiyle gerçekleşen iyileşmedir. Kırık, tam denge ve katı (rijid) tespit mevcudiyetinde primer olarak iyileşir. Primer kemik iyileşmesi; tam temasta (kontakt) iyileşme ve minimal boşluktaki (gap) iyileşme olarak iki farklı şekilde gerçekleşebilir.

Tam temasla (kontakt) iyileşme: Primer iyileşmede kırık fragmanları arasındaki mesafe 0,01 mm den az ise fragmanlar arası gerim %2'den azdır ve kontakt iyileşme görülür. (Shapiro 1988) Kırığa yakın bölgedeki osteonların uçlarında cutting cone (kesici konik uç) denilen üniteler bulunur. Cutting cone ünitesinin arka kısmındaki osteoblastlar, kemik matriksini, yeni havers sistemleri oluşturur. Havers sistemlerin damarlanmasıyla mezenkimal kök hücreler bu bölgeye taşınır. Köprüleşen osteonlar olgunlaşarak yeniden şekillenir ve lamellar kemik oluşur; böylece periosteal kallus oluşumu görülmeden iyileşme gerçekleşir.

Boşlukla (gap) iyileşme: Primer iyileşmede anatomik redüksiyon ve stabil şartlarda kırık fragmanları arasındaki mesafe 800 mikrometre – 1 mm'den az ise gap iyileşme görülür. İlk olarak kırık hattında lamellar kemik oluşumu uzun aksa dik bir şekilde gerçekleşir. Damarlanan, osteoprogenitör hücreler içeren osteonlar oluşur. Bu dönem 3–8 hafta sürer, ardından yeniden şekillenme gerçekleşir. Kırık uçları arasında direkt bağlantı varsa, osteonların uzanımıyla lamellar kemik oluşumu gerçekleşebilir; buna kontakt iyileşme denilir. Kırık uçları arasında boşluk (<1 mm) olduğunda osteoblastlar örgü kemik oluşturur ve yeniden şekillenme ile normal lamellar kemik dokusuna dönüşüm gerçekleşir; buna gap iyileşme denilir. (Marsell ve Einhorn 2010)

Dolaylı/indirekt (sekonder) iyileşme: Birçok kırık sekonder iyileşir. Sekonder iyileşmede kırık fragmanları arasında hareket olduğunda ilk olarak yumuşak kallus ve daha sonra sert kallus oluşur. Kırık bölgesinde subperiosteal alanda intramembranöz kemikleşme ile medüller sert kallus, kırık uçlarında ve periost dışında encondral kemikleşme ile yumuşak kallus oluşumu görülür.

Kemik iyileşmesi fiziksel, biyomekanik ve biyokimyasal etkilerin içinde bulunduğu karışık ve dinamik bir işlemdir. Uzun kemiklerde kemik iyileşmesi kırılma sırasındaki kanama ve enflamasyon ile başlar. Oluşan pıhtı ve granülasyon dokusu sayesinde kırık fragmanlar arası ilişki sağlanır. Bu aşamada enflamasyon ve revaskülarizasyonun belirtisi olarak, klinik olarak şişlik ve eritem izlenebilir. Üç ya da dört günlük süre içerisinde kırık hattının etrafı yumuşak doku ile sarılır. Bu safhaya “yumuşak kallus” adı verilir. Bu safha aylar sürebilir ve kırık fragmanlarını birbirine bağlar. “Sert kallus” ise yumuşak kallusun mineralizasyonu ve kemik yapıya dönüşümü sonucunda oluşur. Bu süreç yaklaşık olarak 2 aylık bir süreyi kapsar. Sert kallusun oluşmasından itibaren kırık bölgesi radyografik olarak iyileşmiş durumda

görülür. Ancak bu bölgede genellikle fazla miktarda kemik dokusu oluşur. Modeling ve remodeling işlemleri ile kortikal kallus yoğun kompakt kemiğe dönüşür. Açık redüksiyon ve internal rijit fiksasyon uygulandığı durumlarda ise kemikte primer iyileşme gerçekleşir ve kemik iyileşmesinin kartilaj ara evresi atlanmış olur. Yani yumuşak ve sert kallus oluşumu evreleri atlanır ve fragmanlar arasında direkt kemik oluşur. Fragmanların uygun pozisyonda birbirlerine yaklaştırılmaları, fragmanların daha iyi temasını ve hareketsizliğini sağlayarak ve böylelikle direkt kemik oluşumu hızlanmış olur (Marsell ve Einhorn 2010).

1.6. Kondil Bölgesi Kırıklarının Biyomekaniği ve Onarım Prensipleri

Mandibulanın çıkan dallarının anatomik özelliği kondiler bölge kırıklarının osteosentezi için büyük önem taşır. Frontal düzlemde, çıkan dal az ya da çok belirgin bir S-şekline sahiptir ve iç ve dış korteksler arasında uzanan süngerimsi kemiğin miktarı, hastanın yaşına, cinsiyetine ve bireyler arasındaki anatomik varyasyona bağlı olarak çok değişkendir. Bu bazen bir intramedüller aksenal gecikmeli vidanın yerleştirilmesini engelleyebilir. Tipik bir kondil boynu kırığı seviyesinde, yani sigmoid çentik seviyesinde, kesitler en kalın kortikal kemiğin kondil boynunun dış korteksinde dorsal ve lateral olarak yerleştiğini göstermektedir. Ventral olarak, dış ve iç korteksler, sigmoid çentik seviyesinde bıçak şeklindeki ince bir sırtta birleşir. Bu, tarihsel olarak, osteosentez plaklarının neden kondil boynunun eksenine dikey olarak yerleştirildiğini açıklayabilir (Meyer 2009).

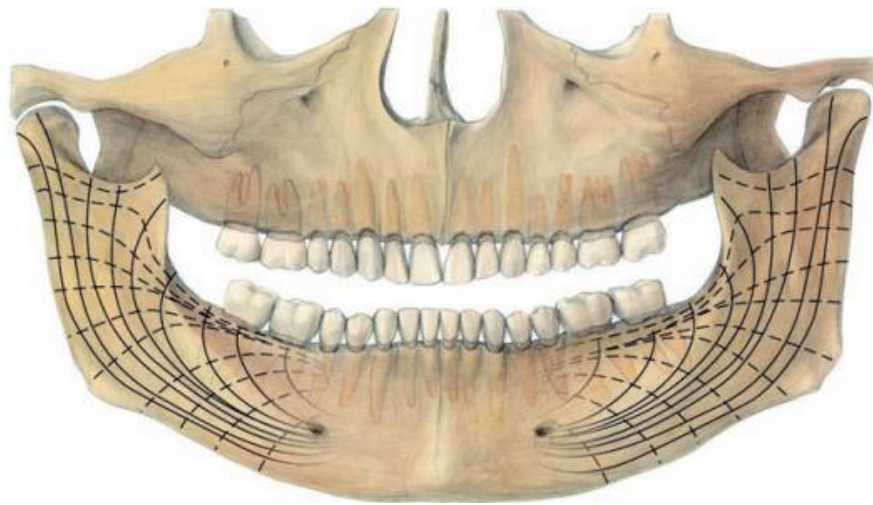
Çiğneme sırasındaki mandibular baskılar temel olarak çiğneme kaslarının kasılma kuvvetleriyle ilişkilidir: temporalis, masseter kasları, medial ve lateral pterygoid kaslar ve alçaltıcı kaslar. Bu kas kuvvetleri sırasıyla iki dış kuvveti daha indükler, yani dişler üzerine uygulanan reaktif ısırma kuvveti ve eklem içi temas noktasına uygulanan eklem içi reaktif kuvvet. Bu ısırma kuvvetlerini üreten kas kasılma kuvvetleri de dolaylı olarak bu kasların enine kesiti ölçülerek ve belirli bir çiğneme egzersizi sırasında elektromiyografik aktiviteleri kaydedilerek hesaplandı. Örnek olarak bir ısırma için elde edilen değerler birinci azı dişleri arasında gerçekleştirilen maksimum yoğunluktaki egzersizler şu şekildeydi:

- temporal kasın ön kısmı: her tarafta 412 N
- temporal kasın arka kısmı: her tarafta 169 N

- Masseter kası: her tarafta 475 N
- lateral pterygoid kas: her tarafta 418 N
- medial pterygoid kas: her tarafta 382 N
- aşağıya yönlendirici kaslar (bir bütün olarak kabul edilir): her tarafta 83 N

Aynı egzersiz için, statik denge denklemleri çözülerek hesaplanan eklem içi kuvvet, her bir taraf için 676 N idi; bu, temporomandibular eklem için en azından bu egzersiz için ağır yüklü bir eklem olduğu anlamına gelir. Mandibula'nın çıkan dalı ile ilgili olarak, bu dış kuvvetlerin, ramusun arka sınırında kondil boyun eksenine dikey ve paralel uzanan kompresif kuvvetler ve ayrıca aşağıda belirtilen kompresyon kuvvetlerine dik uzanan germe kuvvetleri ürettiği bulunmuştur. . Bu nedenle kondiler kırılma durumunda, fizyolojik çiğneme kuvvetleri kırık hattının ventral kısmında bir boşluk oluşturma eğilimindedir (Meyer 2009).

Kondiler bölgede ideal osteosentez hatları tanımlanabilir. Sigmoid çentiğin altında paralel uzanan superior, mandibular gövdede yer alan çizgiye benzer şekilde, bu bölgede yer alan gerilim kuvvetlerini eski haline getirmeyi amaçlar. Fonksiyon sırasında meydana gelebilecek dönme gerilmeleri (eksenel düzlemde) ve eğilme gerilmeleri (frontal düzlemde) olarak sagittal düzlemin dışında redüksiyonu sürdürmek ve kırığın ikincil bir yer değiştirmesine yol açmak için. Bu nedenle, günümüzde giderek artan sayıda yazar, Meyer ve diğerleri tarafından gösterildiği gibi, iki düz mini plakanın veya üç boyutlu bir trapezoidal plakanın kullanılmasını önermektedir (Meyer 2009).



Şekil 1.7. Mandibular kondiler sahadaki devamlı çizgileri kompresyon hattını, kesik çizgiler ise gerilim hatlarını göstermektedir

1.7. Mandibula Kondil Kırıklarının Etiyolojisi

Zamanın ilerlemesi, mandibula kırıklarının etiyolojisini kuşkusuz etkileyen sosyoekonomik, kültürel ve davranışsal faktörlerin değişmesine yol açacaktır. Şu anda, motorlu araç kazaları ve saldırılar, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki mandibula kırıklarının çoğunu oluşturmaktadır. Mevcut literatür, kondil kırıklarının tüm mandibula kırıklarının %25-35'ini oluşturduğunu belirtmektedir (Leonhardt ve Franke 2020). Literatürdeki ilk raporlar, insidansı %8 olarak ortaya koyarken, daha sonraki raporlar %76 olarak belirtmektedir. Kesin sayıdan bağımsız olarak, mandibular kondil kırıkları yaygındır (Larsen ve Nielsen 1976).

Mandibulada en zayıf bölge kondil boynu olması nedeniyle mandibulaya gelen kuvvetin dağılımı esnasında kırık daha çok bu sahada meydana gelir. Aynı zamanda bu fizyopatolojik olayla kraniyuma kuvvetin aktarılması da engellenmiş olmaktadır. Bu durum kondil kırıklarının yüksek insidansını da açıklamaktadır (Menon ve Sinha 2008).

1.8. Kondil kırıklarının Sınıflandırılması

Sınıflandırma, vakaların derlenmesi ve bildirilmesi ve uygun bir tedavi protokolünün belirlenebilmesi açısından çokça önemlidir fakat kondil kırıkları anatomik yapısı, anatomik komşulukları, oluşum mekanizması ve ilişkili yaralanmaları nedeniyle fazlasıyla karışık bir yapı göstermektedir ve bu nedenle sınıflandırma konusunda da birden çok görüş bulunmaktadır. Ayrıca bu sayılan nedenlerden dolayı da diğer çene yüz bölgesi yaralanmalarından farklı bir sınıflandırma gerektirmektedir. Genel olarak bu sınıflandırmalar; kırığın seviyesine, kırık parçalarının birbirlerine göre olan ilişkisine ve kondil başının eklem boşluğuna göre olan konumuna göre yapılmıştır. Günümüzde en çok kabul gören sınıflandırmalar şunlardır;

Lindahl Sınıflandırması (1977);

I. Kırığın lokalizasyonuna göre;

a) Kondil Başı Kırığı: Kondil başı, kondilin ön kısmının hemen altından başlayıp posterior kısmının 5 mm altında sonlanan iki noktayı birleştiren çizginin üzerinde kalan kısımdır, yani kondilin tüm superior yapısını içerir. Aynı zamanda

intrakapsüler kırıklar olarak da adlandırılır. Diğer kırıklara oranla daha az görülür. Bunun nedeni anatomik yapısı ve teşhisinin daha zor olmasıdır. Diğer kondil başı kırıklarının spesifik kırıkları; vertikal, kompresyon ve parçalı kırıklar olarak sınıflandırılabilir.

b) Kondil Boynu Kırığı: Kondil başının altında kalan ince kısımda oluşan kırık.

c) Subkondiler Kırık: Sigmoid çentiğin en derin noktası ile mandibula arka sınırının en konkav kısmının en derin noktasını birleştiren çizgide oluşan kırıklardır. Bazı yazarlar bu kırıkları ayrıca “düşük seviyeli” ve “yüksek seviyeli” olarak 2’ye ayırmaktadırlar.

II. Kondiler parçanın mandibulaya göre konumuna göre;

a) Deplasman Göstermeyen Kırık.

b) Deviye Kırık: Kondiler parça ile mandibular distal segment arasında kırık hattında dar bir açı oluşmuştur. Kırık parçaları hala temas halindedir ve parçalar üst üste binmemiştir.

c) Medial ya da Lateral Deplasman Gösteren Kırık: Kırık proksimal kondiler parçanın ucu, mandibular distal segmentin proksimal ucuna göre mediale ya da laterale doğru hareket etmiştir. Kapsülün yapısı ve lateral pterigoid kasın çekim kuvveti ile mediale deplase kırık daha sık görülmektedir.

d) Anterior ya da Posterior Deplasman Gösteren Kırık: Kırık proksimal kondiler parçanın ucu, mandibular distal segmentin proksimal ucuna göre anteriora ya da posteriora doğru hareket etmiştir. Oldukça nadir görülür.

e) Fragmanlar Arasında Temas Bulunmayan Kırık.

III. Kondiler parçanın glenoid fossaya göre konumuna göre:

a) Deplase Olmayan Kırık: Kondil başı glenoid fossada normal konumundadır.

b) Deplase Kırık: Kondil başı hala glenoid fossadadır ancak eklem boşluğu aralanmıştır.

c) Disloke Kırık: Kondil başı tamamen glenoid fossanın dışındadır. Eklem kapsülü zarar görmüştür. Kapsülün lateral kısmının kalın olmasından dolayı genellikle kapsülün medial kısmı hasar görür, buna lateral pterigoid kasın çekme kuvveti de eklenince antero-mediale dislokasyon gerçekleşir. En sık görülen disloke kırıklardır (Lindahl 1977).

MacLennan (1969) tarafından yapılan sınıflama ise daha basit ve aynı zamanda klinik uygulanabilirliği daha fazla olduğu için günümüzde hala kullanılan bir sınıflamadır. MacLennan'ın kondil kırığı sınıflandırması şu şekildedir (MacLennan 1969);

Sınıf I : Deplase Olmamış Kırık

Sınıf II : Deviye Kırık: Kırık parçalar arasında ayrılma ya da üst üste binme yoktur. Bir miktar açılma bulunabilir. Daha çok yaş ağaç kırığı şeklindedir.

Sınıf III : Deplase Kırık: Proksimal ve distal segmentlerin üst üste gelmesi ile oluşur. Bu üst üste gelme medial, lateral, anterior veya posteriora doğru oluşabilir. Daha önce de belirtildiği gibi lateral pterigoid kasın çekmesi nedeniyle mediale doğru deplase kırık daha çok görülür.

Sınıf IV : Disloke Kırık: Kondil başı tamamen glenoid fossanın dışındadır. Aynı zamanda eklem kapsülü de zarar görmüştür. Yine bu dislokasyonlar medial, lateral, anterior ya da posterior yönlerde olabilir.

Tedavi ve prognoz açısından yapılan bir diğer sınıflama da Spiessl ve Schroll (1972) tarafından yapılan sınıflamadır. Bu sınıflamaya göre kırık tipleri;

Tip I : Deplasmanlı kondil kırığı

Tip II : 30° Deplasman gösteren kondil basis kırığı

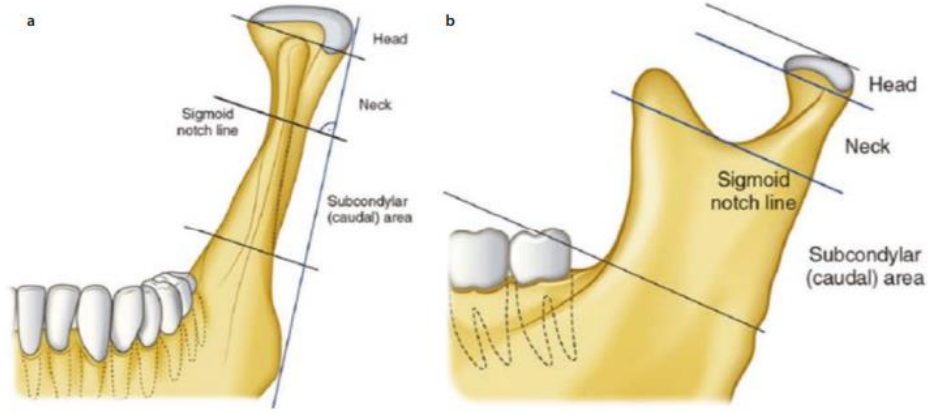
Tip III : 30° Deplasman gösteren kondil basis kırığı

Tip IV : >30° Deplasman gösteren kondil basis kırığı

Tip V : >30° Deplasman gösteren kondil boynu kırığı

Tip VI : Transkondiler kırık

Bu sınıflamaların haricinde pek çok sınıflandırma yapılmıştır, ancak bunlar daha özel ve karmaşık olduklarından dolayı klinik uygulamada yer bulamamıştır, daha çok bilimsel çalışmalarda istatistiksel nedenlerle ortaya atılmış ve bu şekilde değerlendirilmiştir (Group 2014).



■ Fig. 21.9 Illustration of a simplified classification system described by Ellis. a Coronal view. b Sagittal view (Adapted from Ellis and

Şekil 1.8. Ellis tarafından yapılan kondiler kırık sınıflaması

1.9. Kondil Kırıklarının Tanısı

Mandibular kondil kırıklarının ve TME yaralanmalarının teşhis ve tedavisi için detaylı bir muayene yapılması gerekmektedir. Bu muayene prosedürleri de klinik ve radyolojik muayeneden oluşmaktadır.

Maksillofasiyal travma hastasının kondil kırığına müdahale etmeden önce stabil durumda olması önemlidir. Alt çene yaralanması için konsültasyon, Advanced Trauma Life Support (ATLS) ekibi tarafından ikincil anketin tamamlanmasından sonra yapılır (Stewart ve ark 2022).

Kondil kırıkları için uygun bir sınıflandırma sistemi benimseme kararıyla karşılaştırılabilir şekilde, cerrahın ayrıca değerlendirme ve teşhis için organize bir sistematik planı olmalıdır. Yaygın klinik özellikler maloklüzyon, açık kapanış, temporomandibular eklem bölgesinde şişlik ve ağrı, azalmış mandibular fonksiyon ve çenede deviasyon veya asimetridir. Bir kondil kırığının teşhisine yardımcı olacak temel klinik özellikler şunları içerir:

1. Maksillofasiyal bölge derisi – çenede kontüzyonlar, sıyrıklar, laserasyon ve/veya orta yüz ve TME bölgesinde ekimoz veya hematoma.
2. Ağız boşluğundan veya dış işitsel kanaldan kanama – TME veya mandibula travmasını gösterebilir.

3. Yüzün asimetrisi – kondil segmentinin kırılması, ipsilateral ramusun kısılmasına ve kondil başının yerinden çıkmasına bağlı hematoma veya ödem nedeniyle şişmeye neden olabilir.

4. Maloklüzyon – tek taraflı bir kondil kırığı, ipsilateral posterior dişlerin erken temasına ve/veya kontralateral posterior açık kapanışa neden olacaktır. Bilateral kondil kırıkları belirgin bir ön açık kapanışa neden olabilir.

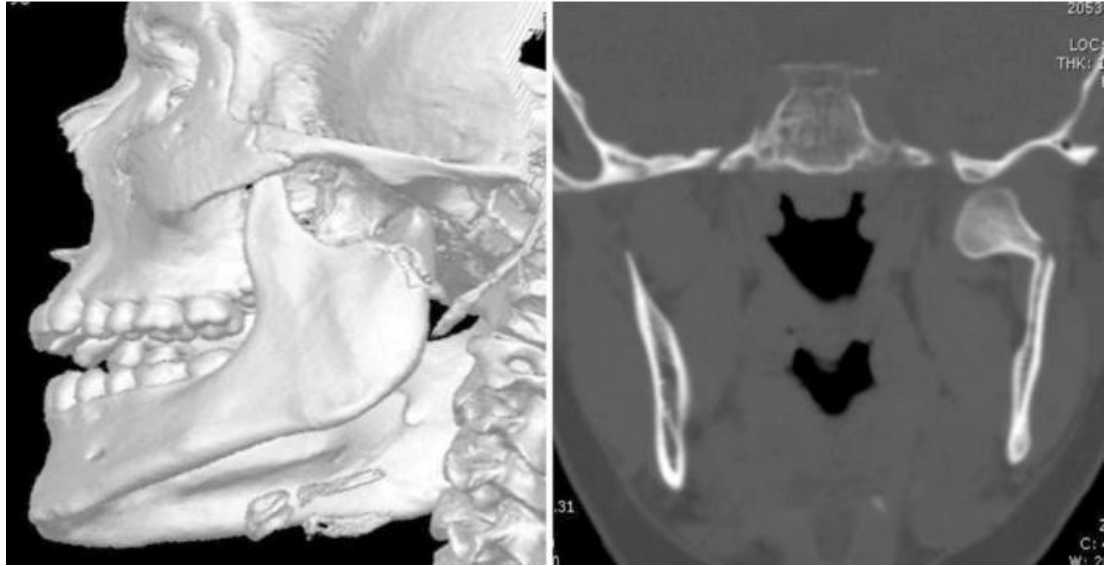
5. Orta hat sapması – istirahat halindeyken ve açılırken, tek taraflı kondiler kırıklarda mandibula ipsilateral tarafa deviyebilir.

1.10. Mandibular Kondil Kırıklarının Görüntüleme Yöntemleri

Bir hasta mandibular veya kondiler kırığı düşündürdüğü bir öykü ile başvurduktan sonra tanı ve değerlendirme için uygun görüntüleme elde etmek esastır. Düz radyografik filmler aracılığıyla bir kırığı belirlemek için, bu teknik filmlerden ikisinin birbirine dik açıda olmasını zorunlu kılar. Bu düz film görüntüleri dizisi (genellikle “çene dizisi” olarak bilinir), arka ön kafatası görüntüsü, iki yan oblik ve bir Towne görüntüsünden oluşur. Panoramik bir görüntü elde etmek de yararlıdır. Çoğu hastane travma merkezinde bilgisayarlı tomografinin (BT) kolaylığı ve düzenliliği ile, kondil kırıklarının teşhisi için maksillofasiyal BT taraması yeterlidir ve tercih edilir. Çoklu düzlemlerde yüksek kaliteli görüntüler sağlar ve kırık bölgesini ve yer değiştirme derecesini üç boyutlu olarak değerlendirebilir. Manyetik rezonans görüntüleme (MRI), cerraha yumuşak doku ayrıntıları için yardımcı olabilir, ancak BT'ye kıyasla daha az kemik çözünürlüğü mevcuttur. Maksillofasiyal travmanın aciliyetinde, bir MRG çalışmasını tamamlamak için ilgili zaman riski, muhtemelen maksillofasiyal BT görüntülemeye faydalı olan kondilin akut tanınmasından daha ağır basar. BT görüntülemenin diğer bir avantajı da bilgisayar destekli preoperatif sanal cerrahi planlama yazılımı için kullanılabilmesidir.



Şekil 1.9. Bilgisayarlı tomografi üzerinde, frontal ve aksiyel kesitlerde mandibular kondil fraktürü



Şekil 1.10. 3 boyutlu rekonstrükte edilmiş kondil kırığı ve onun frontal kesitteki görüntüsü

1.11. Mandibula Kondil Kırıklarının Tedavisi

Maksillofasiyal kompleksin herhangi bir kırılmasında olduğu gibi, tedavinin amacı işlevi ve formu yeniden oluşturmak olmalıdır. 1988'de RV Walker tarafından Journal of Oral and Maxillofacial Surgery'de yazılan dokunaklı bir mektup, tüm cerrahların üç ana hedefe odaklanması gerektiğini belirtti: TME'yi ve alt çeneyi normal, ağrısız bir fonksiyon aralığına döndürmek, kabul edilebilir oklüzyon ve son

olarak. Simetrisinin restorasyonu. Geleneksel olarak, kondiler kırıkların cerrahi olmayan tedavisi, ağız ve çene-yüz cerrahları arasında tercih edilen yönetim yöntemi olmuştur. Mantıklı olarak, RV Walker tarafından belirtilen hedeflere ulaşmak için kapalı tedavi, açık tedaviden daha az yüke sahiptir. 2015 yılında Kommers tarafından yapılan bir çalışmada, üç tek taraflı kondil kırığı vakası, 3044 çene-yüz cerrahına çevrimiçi bir anket olarak sunuldu. Yanıt veren 491 kişiden yalnızca bir vaka, yani açık redüksiyonla tedavi edilen maloklüzyonlu izole subkondiler kırık, cerrahlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir anlaşmaya sahipti (Kommers, 2015).

Kondili ortaya çıkarmak için yapılan cerrahi insizyon, damar ve fasiyal sinir hasarı riskinin yanı sıra sınırlı görünürlük, bu kırıkların redüksiyonunu ve fiksasyonunu en deneyimli cerrah için bile zorlaştırır. Kondil kırıkları, diğer mandibula kırıklarından farklı olarak, başarılı bir tedavi için segmentlerin hastalık öncesi hizalanmasına ihtiyaç duymaz. Çalışmalar, bu kırıkların açık redüksiyon iç fiksasyonu (ORIF) için mutlak ve göreceli endikasyonlar göstermiştir, ancak mutlak bir kapalı tedavi konusunda evrensel bir anlaşma yoktur (Ellis III, 2009).

1.12. Kapalı Redüksiyon (Konservatif Tedavi)

Kapalı yönetim, yumuşak bir diyetle basit gözlemden, tipik olarak bir fizyoterapi döneminin takip ettiği belirli bir immobilizasyon dönemine kadar uzanır. Kapalı tedavi, kırığın “kapalı redüksiyonu” anlamına gelmez, çünkü tedavinin amacı kemik segmentlerini hastalık öncesi anatomik konuma yeniden yerleştirmek değil, tedavinin nöromüsküler adaptasyon yoluyla mandibular fonksiyonun eski haline getirilmesine yardımcı olmaktır (Ellis III, 2009).

Çalışmalar, kapalı tedavinin avantajının, rejeneratif iyileşmeye yardımcı olacağından, kondilin vasküler, kaslı ve kırıkta bileşenlerinin yaralanmasını önlemek olduğunu bildirmiştir. Diğer çalışmalar, ameliyat edilmeyen kondilden potansiyel yükseklik kaybına rağmen, ortaya çıkan iskelet ve diş değişikliklerinin uyum sağladığını ve yeni bir eklem oluşturduğunu bildirmiştir. Literatürde, komplikasyonların nadir olduğunu ve radyografik bulgular ile postoperatif fonksiyonel sonuç arasında hiçbir korelasyon olmadığını belirten kapalı yönetimi destekleyen çok sayıda çalışma vardır (Smets, 2003).

Niezen ve araştırma ekibi, uzun yıllardır kondil kırıkları için kapalı tedavinin sonuçlarını inceledi. 2010 yılında kondil kırıklarının kapalı tedavisinden sonra hasta şikayetleri ile mandibular fonksiyon arasındaki ilişkiyi inceledi. 1 yıllık takiplerinde değerlendirilen 114 hastadan, kötüleşen mandibular fonksiyon için iki ana risk faktörü ağrı ve yaştı. Ağrı, azaltılmış ağız açıklığı ve tedavi gibi koruyucu faktörlere yol açar (Niezen, 2010).

Kapalı tedavi için evrensel bir mutlak endikasyon olmamasına rağmen, birçok araştırmacı kapalı tedavinin aşağıdakiler için yararlı olduğunu öne sürmüştür:

- Deplase olmayan veya tam olmayan kırıklar
- İzole intrakapsüler kırıklar
- Çocuklarda kondil kırıkları (mutlak kırıklar-açık tedavi endikasyonu olanlar hariç)
- Açıldığında sapma olmadan tekrarlanabilir oklüzyon

Daha önce de belirttiğimiz gibi kapalı tedavi ya da “konservatif tedavi” olarak da bilinen tedavi iki yoldan biriyle gerçekleştirilebilir. Her iki yöntem de, bölümün ilerleyen kısımlarında incelenen tedavi sonrası fizyoterapiden yararlanır:

Maksillomandibular sabitleme olmadan kapalı tedavi – kapalı tedavinin bu alt kümesine, hasta normal oklüzyon oluşturup sürdürebildiğinde izin verilir. Bir hasta yumuşak bir diyetle uymalı ve yakın gözetimi kabul etmelidir. Hasta, oklüzyonda bir değişiklik, açılıştaki sapma veya artan ağrı olup olmadığını kabul etmelidir, çünkü bu farklı bir tedaviyi gerektirebilir. Hastanın yaşına ve sistemik faktörlerine bağlı olarak, yaralanmadan 1 ila 3 hafta sonra hasta fizyoterapiye başlamalıdır.

Maksillomandibular fiksasyon ile kapalı tedavi – kapalı tedavinin bu alt grubu, ark barı, teller veya splintler yoluyla hareketsizlik ile başlar ve bir fizyoterapi dönemi ile sona erer. Hareketsizlik yaşı, kırık seviyesi, yer değiştirme derecesi, ek kırık varlığı gibi değişkenlere bağlı olarak 7 ila 21 gün arasında değişir. İmmobilizasyonun amacı, kırık segmentlerinin birleşmesine izin vermek, ancak kas atrofisini, eklem hipomobilitasını ve ankilozu önlemektir. Klinisyenler, kondiler segmentin konumuna nöromusküler bir adaptasyona yardımcı olmak için kısa bir kılavuz elastik periyodunu savunurlar (Ellis III, 2020).

1.13. Açık Redüksiyon (Cerrahi Tedavi)

Zide ve Kent, tüm mandibular kondil kırıklarının kapalı teknikten fayda görmediğini fark ettiler. 1983'teki dönüm noktası niteliğindeki makaleleri, vasküler ve sinir yaralanmasının doğasında var olan endişelere rağmen, bir cerrahın belirli kırık paternlerinin ve/veya hasta değişkenlerinin açık bir yaklaşım gerektireceğini fark edebilmesi gerektiğini belirtiyordu. Açık redüksiyon için mevcut endikasyonlar aşağıdaki gibidir (Zide, 1983):

Kesin endikasyonlar:

1. Kondilin orta kranial fossaya yer değiştirmesi.
2. Kapalı teknikle yeterli oklüzyon elde edilememesi.
3. Kondilin lateral ekstrakapsüler çıkığı.
4. TME kapsülü içindeki yabancı cisimler.
5. TME'nin işlevine yaklaşan mekanik tıkanıklık.
6. TME'de acil tedavi gerektiren açık yaralanma.

Rölatif endikasyonlar:

1. Şiddetli alveolar ridge atrofi nedeniyle splintlerin bulunmadığı veya imkansız olduğu dişsiz bir hastada bilateral kondil kırıkları.
2. Tıbbi durumlar nedeniyle splintleme önerilmediğinde veya fizyoterapinin mümkün olmadığı durumlarda tek taraflı veya çift taraflı kondil kırıkları.
3. Parçalı orta yüz kırıkları ile ilişkili iki taraflı kırıklar.
4. Diğer dentofasiyal deformitelerle ilişkili bilateral kırıklar.

Ellis'in kondil kırıklarının açık redüksiyonunu destekleyen birkaç önemli makalesi var. 146 hastadan oluşan bir çalışmada 65 hasta açık redüksiyonla tedavi edilmiştir. Kapalı teknikle tedavi edilen 81 hasta, yaralanma tarafında daha kısa arka yüz yüksekliğine sahipti, bu da açık gruba kıyasla daha fazla yüz asimetrisine yol açtı. İkinci bir çalışmada, açık redüksiyon hastalarının okluzal sonuçlarının daha iyi olduğunu kaydetti (Ellis, 2000).

Fasiyal sinir ile ilgili kondil kırığı açma kararında yaygın bir endişe vardır. Haug, yarısı açık tedavi ve diğeri kapalı tedavi olmak üzere 20 hastayı inceledi ve gruplar arasında motor veya duyuşal işlev açısından istatistiksel bir fark bulamadı (Haug, 2002). Açık grup, yara izi endişesi bildirirken, kapalı grup artan ağrı endişesi bildirdi. Danda'nın açık ve kapalı grupların sonuçlarını karşılaştıran yakın tarihli bir çalışması, açık gruptaki 16 hastanın %12,5'inin 2 haftada fasiyal sinir zayıflığı yaşadığını, Ellis tarafından yapılan benzer bir çalışmada ise 6 haftada %17,2 oranında zayıflık insidansı bulunduğunu buldu. Postoperatif ancak 6 ayda %0. Worsaae ve Chossegros tarafından yapılan ayrı araştırmalar, açık yaklaşım tedavisinden sonra hiçbir hipertrofik skar vakası bildirmedi.

Literatürdeki çok sayıda inceleme, bu tedavi grubu için postoperatif enfeksiyon ve iyileşme için minimum endişeyi destekleyecektir. Son 15 yılda kondil kırıklarının endoskopi yardımıyla açık tedavisinin ortaya çıkışı, çalışmalarda ümit verici sonuçlar göstermiştir. Geleneksel açık tekniklere kıyasla daha küçük insizyonlar ve yumuşak dokuda daha az retraksiyon ile daha düşük sinir yaralanması ve skar oluşumu riski bildirilmiştir. Chrcanovic tarafından yakın zamanda yapılan bir meta-analiz, kondiler kırıkların açık yönetiminin, maloklüzyon ve asimetri gibi azaltılmış komplikasyonların ölçümünde daha iyi klinik sonuçlara yol açtığını bulmuştur; ancak enfeksiyon gibi komplikasyonlar daha yüksekti. Cerrah, yaralanmaya yeterli erişim, ramusun distraksiyonu ve proksimal kondilin kontrolü ve manipülasyonu sağlayacak ve sabitleme için donanımın yerleştirilmesine izin verecek insizyonu seçmelidir.

Diakapitüler kırıklara preauriküler veya retroauriküler yaklaşımlarla erişilebilir. Boyun kırıklarına ağız içi, retromandibular submandibular ve retroauriküler insizyonlardan erişilebilir. Son olarak, ağız içi, retromandibular ve submandibular insizyonlarla taban kırıklarına erişilebilir. Tüm bu kesikler hem V hem de VII kranial sinirleri risk altında bırakır. Spesifik olarak, retromandibular yaklaşım, VII'nin marjinal dalı için daha yüksek bir insidansa sahip olacak ve preauriküler insizyon, VII'nin temporal ve zigomatik dallarını risk açısından en savunmasız bırakacaktır (Devlin, 2002). Cerrah, bu yaralanmalardan kaçınmak için bölgesel anatomi ve değişken diseksiyon teknikleri hakkında kapsamlı bilgiye sahip olmalıdır.

1.15. Mandibular Kondil Kırıklarında Cerrahi Tedavi Yaklaşımları

1.15.1. İntra-oral Yaklaşım

Bu yaklaşım cilt insizyonu skarı riskinden kaçınmak, fasiyal sinir hasarı riskini azaltmak ve postoperatif oluşabilecek fasiyal ödem potansiyel olarak azaltmak için kullanılır. Bununla birlikte, bu erişim görüşü sınırlandırmaktadır ve ek önlemler alınmadan kondil kırıklarının redüksiyonu için popüler olmamıştır. Transoral insizyon, çıkan mandibular ramusun ön yönü boyunca oluşturulur. Bu yaklaşım için fiksasyon teknikleri, yoğun ileri cerrahi eğitim, özel aletler ve dik bir öğrenme eğrisi gerektirir. Avantajları, fasiyal sinir hasarı ve görünür yara izi riski olmaksızın mükemmel fonksiyonel sonuçları içermektedir.

1.15.2. Preaurikular Yaklaşım

Bu insizyon en sık diakapitüler kırıklara erişmek için kullanılır. İnsizyondaki modifikasyondan bağımsız olarak sonuç, kondilin maksimum lateral ve anterior maruziyetine izin verir. Cilt insizyonu, kulağın tragus ve heliksini takip eden 2,5 cm'lik eğrisel bir çizgidir ve muhtemelen şakağa kadar uzanır. Bu uzatma, fasiyal sinirin zayıflamasına neden olabilecek gereksiz çekişi en aza indirmeye yardımcı olabilir. Derin temporal fasyanın beyaz parlak yüzeyel tabakasına ulaşmak için diseksiyon yapılır. Aurikülotemporal sinir ve yüzeyel temporal damarlar deri fapıyla öne doğru çekilebilir. Zigomatik arkın kökünde ve tragusa yakın olarak, derin temporal fasyanın yüzeyel tabakasından yağ yastığını ve bazen de fasyanın yüzeysel ve derin tabakaları arasındaki kapsüler damarı açığa çıkaran oblik bir kesi yapılır. Süpürme hareketiyle keskin bir periosteal asansör kullanılarak, yüzeysel tabakanın altı oyulur ve arkın üzerinde serbest bir şekilde disseke edilir; bu tabakaya ulaşıldığında kök ve yan yüzeydeki periosteum kesilebilir.

Arkın altındaki diseksiyon, eklem kapsülünün lateralinden yaklaşık 1 cm uzatılabilir. Subperiosteal diseksiyon daha sonra ilerleyebilir ve bu tabaka daha sonra fasiyal siniri koruyarak anterior olarak geri çekilebilir. Kondil başını ortaya çıkarmak için, yazarlar eklem aralığına girmek için kapsüler T-şekilli bir insizyonu tercih etmektedirler. Bu yaklaşımın dezavantajları, tüm uzunluğu boyunca potansiyel olarak estetik olmayan preauriküler kırışık izinin yanı sıra yüzeyel temporal arterden kanama

olasılığdır. Endaural teknik, yara izinin çoğunun tragusun arkasına gizlenmesine izin verir; ancak bu teknikte hafif bir perikondrit riski vardır (Tseng ve Shiao 2006).



Şekil 1.11. Preaurikular yaklaşımla gerçekleştirilen insizyon

1.15.3. Retromandibular Yaklaşım

Bu yaklaşımın avantajı kondil boyun bölgesine sağladığı erişimdir. Cilt insizyonu kulak memesinin 5-10 mm altında işaretlenir ve mandibulanın arka kenarına paralel olarak 3-4 cm uzunluğunda olmalıdır. Transparotis yaklaşım için, platizmanın diseksiyonundan sonra, parotis kapsülü dikkatlice tanımlanır ve fasiyal sinirin bukkal ve marjinal mandibular dalları arasındaki boşluktan yatay olarak bölünür. Sinirler güvenli bir şekilde yerleştirildikten sonra serbest olarak diseke edilebilirler ve pterygomasseterik askı açığa çıkarılabilir. Daha sonra, mandibulanın arka sınırı boyunca ve açının etrafından periost içine bir kesi yapılarak yukarı ve aşağı doğru retraksiyon yapılır. Son olarak, masseterin sıyrılması, redüksiyon ve fiksasyon için kondil boynu ve ramusun görselleştirilmesini sağlar. Retro-parotis diseksiyon yolu, parotis kapsülünü ihlal etmeden kırık bölgesini ortaya çıkarmak ve dolayısıyla sinir yaralanması riskini azaltmak için de kullanılabilir. Platizma ve derin servikal fasyanın yüzeysel tabakasının bölünmesini takiben diseksiyon, parotis kapsülünün arkasından

ramusun arka kenarına doğru ilerler. Askı, önde parotis bezini örten masseter kasını geri çekerek kesilir. Daha sonra refeksiyon üstün bir şekilde ilerleyerek kırık bölgesini açığa çıkarır.

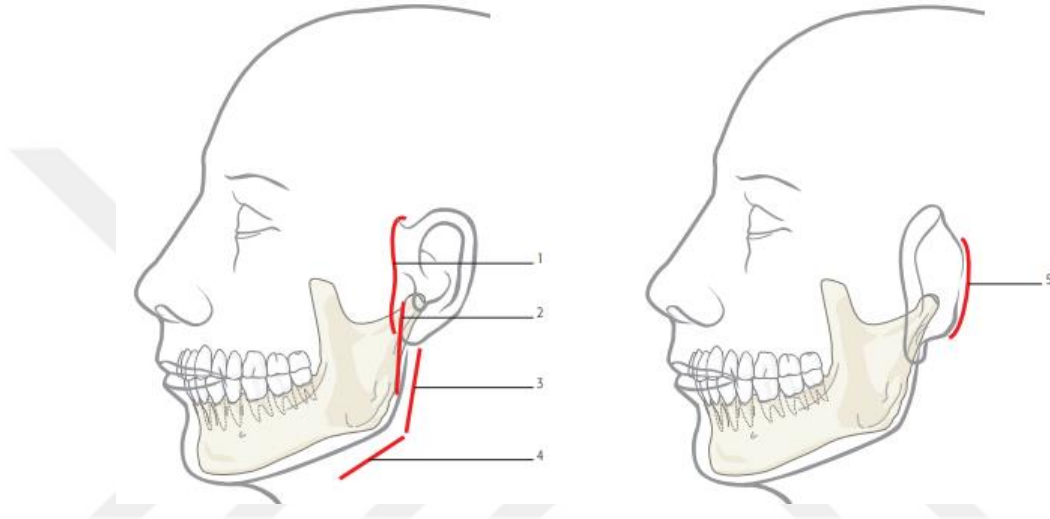


Şekil 1.12. Retromandibular yaklaşım için gereken insizyonun işaretlenmesi

1.15.4. Submandibular Yaklaşım

Bu yaklaşım, açık redüksiyon için tabana ve boyuna erişim gerektiğinde uygundur. Klasik submandibular insizyonun periangular bölgede hem geriye hem de yukarıya doğru hafifçe uzatılması, kırık bölgesine daha iyi erişim sağlayacaktır. İnsizyon, mandibulanın alt sınırının 2-3 cm altında işaretlenir ve yaklaşık 3-4 cm uzunluğundadır. Disseke edilen anatomik planlar arasında deri, deri altı yağ dokusu ve platizma yer alır. Platizmanın bölünmesinden sonra, fasiyal sinirin mandibular dalının

yaralanmasını ve yumuşak doku yansımaya izin vermek için bölünebilen fasiyal ven ve arterin yanlışlıkla kanammasını önlemek için derin servikal fasyanın yüzeysel tabakası boyunca titiz diseksiyon yapılır. . Kas askısı ve periosteumun yansımından sonra, fasiyal sinirin mandibular dalının üstün bir yönde dikkatli bir şekilde retraksiyonu tavsiye edilir. Bu giriş ile mini plak ve lag vida osteosentezi yapılabilmektedir.



Şekil 1.13. 1-preaurikular insizyon, 2-transparotid insizyon, 3-retromandibular insizyon, 4-submandibular insizyon, 5-retroaurikular insizyon

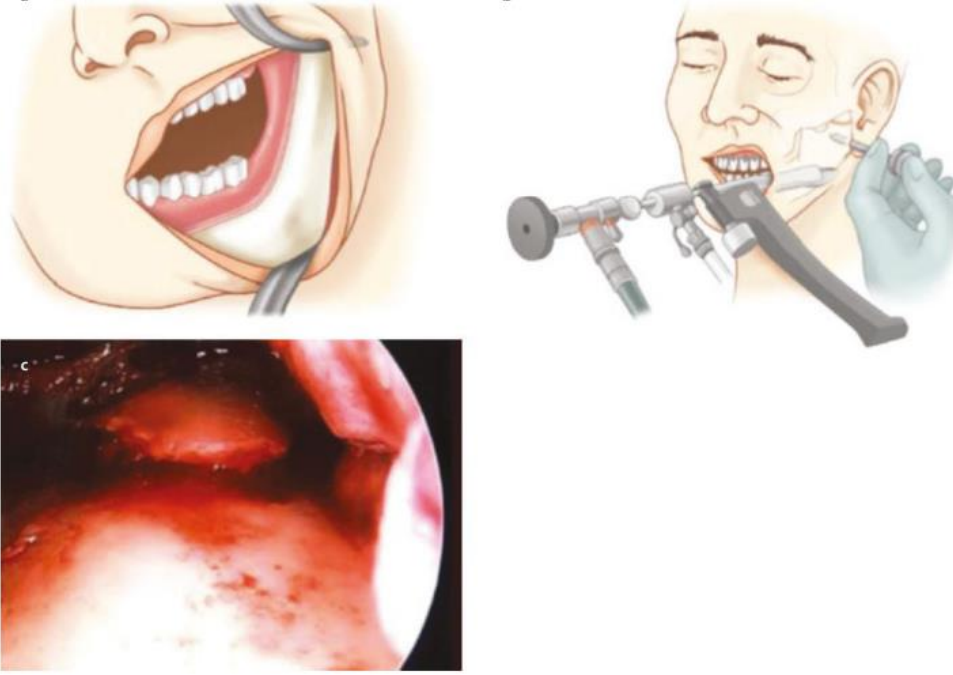
1.15.5. Retroauricular Yaklaşım

Postauriküler yaklaşım ilk olarak Bockenheimer tarafından tanımlanmış ve daha sonra Axhausen tarafından değiştirilmiştir (Kreutziger 1987). Bu insizyon postauriküler kıvrımda gizlendiği için en iyi estetik sonuca sahiptir. Bu yaklaşımın dezavantajları, işitme kanalının olası darlığı, kulak kıkırdağının nekrozuna potansiyel olarak yol açabilecek bir enfeksiyon ve kulak kepçesinin anestezisidir. Ameliyat sonrası erken dönemde gözlük kullanması gereken hastalarda bu yaklaşım önerilmez. Kapatma daha fazla zaman alır ve komplikasyonları en aza indirmek için titiz davranılmalıdır. Bu insizyonun kullanılması iyi posterior ve lateral eklem maruziyetine izin verirken, anterior maruziyet sınırlı olabilir. İnsizyon, postauriküler fleksuranın yaklaşık 3 mm posteriorunda ve paraleldir. İnsizyonun alt kısmı mastoid ucun üzerinde kıvrılırken, üstte kulak kepçesinin saç çizgisi içindeki bağlantısında

durur. Bir kez işaretlendikten sonra, insizyon keskin bir şekilde postauriküler kasa, mastoid kemiğin üzerindeki fasyaya ve superiorda temporalis fasyasına, öne doğru diseksiyona taşınır. Dış işitsel kanal (EAC) bir dönüm noktasıdır ve bu yaklaşımla üst ve alt yönlerde açığa çıkar. Daha sonra, kemik kırıkta kavşağında EAC'nin tam bir işlemi yapılır. Preauriküler yaklaşıma benzer şekilde, temporal fasya insizyonun üst noktasından kesilir. Bu fasya temporalis kasının üzerinde anterior-inferior yönde disseke edilir. Temporal yağ yastığının birleştiği yerde, yüzeysel tabaka zigomatik arkın üst sınırına yaklaşır yapıştıkça yükseltildiğinden aynı diseksiyon düzlemi gelişir. Anterior diseksiyon, fasiyal siniri koruyan subperiosteal düzlemde yapılır. Temporomandibular ligamanın ve kapsülün ön sınırı, bu diseksiyon ile ön işaretlerdir. Inferior diseksiyon, temporomandibular bağ ve kapsülün kondile bağlandığı noktada durur.

1.15.6. Endoskopik Yaklaşım

Schön ve meslektaşları tarafından 2001 yılında yapılan ayırt edici bir çalışma, bir endoskop yardımıyla yer değiştirmiş bir kondil kırığının açık redüksiyonu ve dahili sabitlenmesi için submandibular veya transoral bir yaklaşımın kullanıldığını göstermektedir (Schön ve ark 2002). Endoskopi destekli teknik, cerrahların geleneksel cerrahi yöntemlerde pek yaygın olmayan açılı matkaplar ve tornavidalar kullanmalarına izin verdi. Pilot çalışmadaki dokuz hastada redüksiyon ve sabitleme için ekstraoral insizyona ihtiyaç duyulmadı ve tüm hastalarda rezidüel fasiyal sinir yaralanması ve/veya diğer geleneksel yaklaşımlarda sıklıkla görülen skarlaşma görülmedi. Diğer yazarlar, hem submandibular hem de transoral insizyonların kullanımını teşvik etmektedir, çünkü ikincisi endoskop tekniği ve görselleştirmeye yardımcı olabilir. Bu teknik konusunda eğitim almış cerrahlar, insizyon ve retraksiyondan kaynaklanan artan sinir yaralanması riski olmaksızın rijit fiksasyonla hem anatomik redüksiyonun avantajlarını bildirmektedir. Hastanelerde mevcut olan teknoloji ve enstrümantasyonun sürekli ilerlemesiyle umudu savunur; bu tedavi metodolojisi ana akım olacaktır (Vural 2004).



Şekil 1.14. Endoskopik yaklaşım

1.16. Kırık Redüksiyonu ve Fiksasyon

Ellis'in daha önce 2000 yılında belirttiği gibi, plak ve/veya vida sabitlemeli stabil dahili sabitleme cihazlarındaki yenilikler, kondil kırıklarının açık tedavisinin uygulanabilirliğini artırmıştır (Ellis ve Throckmorton 2000). Hasta dentate ise, intraoperatif redüksiyon ve postoperatif fizyoterapi (potansiyel olarak 6-8 hafta) sırasında MMF için ark barlarının uygulanması faydalıdır (Ellis III ve Perez 2020). Segmentlerin fiksasyondan önce yaralanma öncesi pozisyona dönmesi çok önemlidir. Bir hemostat kullanımı minimal yer değiştirmiş kırıkta yardımcı olurken, mandibula'nın aşağı yönde ikili distraksiyonu, kondili tutmak için bir klemp veya plaka ile birlikte yer değiştirmiş kırıklarda yardımcı olur.

Ciddi şekilde medial olarak yer değiştirmiş kondil kırıklarında, Mikkonen ve Kannadasan, kondile görünürlük ve erişime yardımcı olmak için vertikal ramus osteotomisini savunan ayrı makalelere sahiptir (Kannadasan ve ark 2014). Bu teknikte kondil hastadan çıkarılır (kapsül ve disk sağlam tutulurken); daha sonra fiksasyon plakası, lateral ramusa fiksasyon için in vivo olarak geri gönderilmeden önce ameliyathane masasında ex vivo sabitlenir. Kondilden tüm periosteum ve kas bağlantılarının sıyırılmasının, teknik olarak, avasküler nekroz ve vida gevşemesi ve

donanım arızası ile rezorpsiyon riskinin artması olasılığı ile serbest greft olarak kullanılmasıyla sonuçlanacağını belirtmekte fayda var.

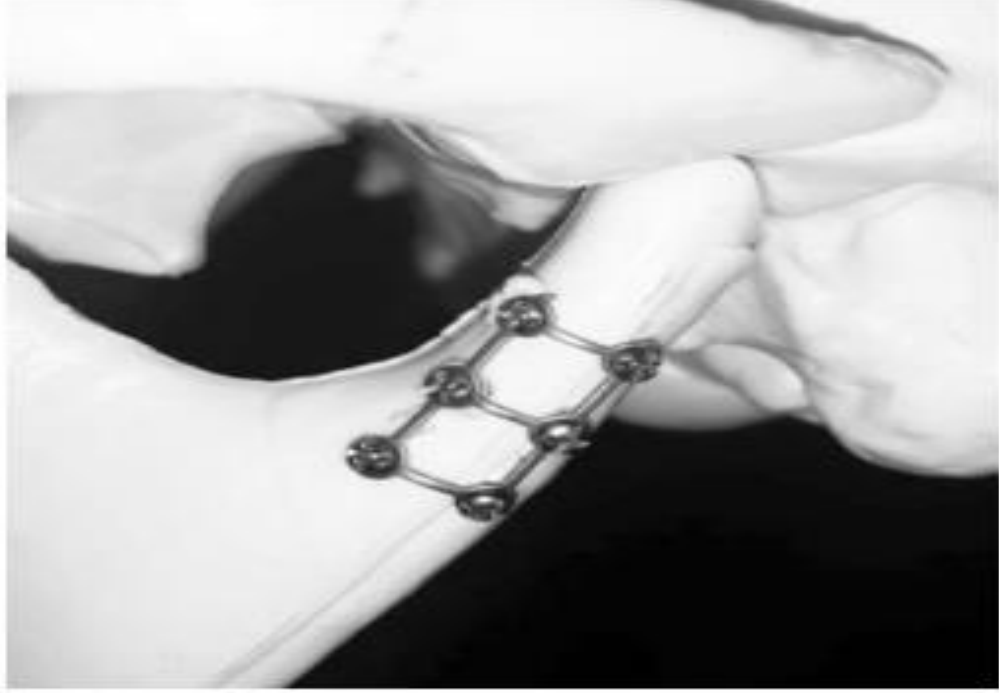


Şekil 1.15. Kondiler kırık hattında gerçekleştirilen mini plakla fragmanların fiksasyonu

Bu kırıkların tespiti için çeşitli plaklama yöntemleri mevcuttur. Titanyum plakalar ve vidalar hastane operasyon ortamında standarttır ve tek, çift veya geometrik plakaların kullanımı cerraha, kırık şekline ve segment görünürlüğüne bağlıdır. Tek plak, iki plak sabitleme yöntemiyle karşılaştırıldığında aynı fonksiyonel stabiliteyi sağlamasa da sınırlı erişim ve alan ile tek seçenek olabilir. Çalışmalar, tek bir plak seçildiğinde, kırığın her iki yanında en az iki vidanın yerinde olması gerektiğini göstermiştir. Mümkünse bi-kortikal vidaların bir avantajı vardır ve/veya 2.00 mm vidalarla tek güçlü kemik plakası. İkinci fiksasyon plağının ek faydası, kondilin tek bir plakla karşı konulamayan burulma kuvvetlerine karşı direnç göstererek stabilizasyonudur.

Choi tarafından yapılan bir araştırma, bir kondil kırığının ORIF'si için tek mini plak kullanılan 37 hastanın, iki mini plak sabitlemesi uygulanan grupla karşılaştırıldığında daha yüksek vida gevşemesi ve plak kırığı insidansına sahip olduğunu kaydetti (Choi ve ark 2001). Birkaç şirket, teorik olarak tek bir plaka yerleştirme kolaylığına sahip olan ancak ikinci sabitleme plakasıyla elde edilen

gelişmiş stabilite sağlayan geometrik plakalar tasarlamıştır. Şu anda önemini gösteren standardize edilmiş klinik çalışmaların eksikliği vardır, ancak bu sabitleme plakalarına yaklaşmak için minimal monokoritik vidaların kullanımı ile birlikte algılanan daha az periosteal şeritlenme kavramı, ideal osteosentez hatları boyunca yerleştirildiğinde optimum bir biyomekanik avantaj sağlayacaktır (Meyer ve ark 2006).



Şekil 1.16. Kırık fragmanlara uygulanan 6 delikli dikdörtgen şekilli mini plak uygulaması

1.17. Titanyum Plak ve Vida Sistemleri

Titanyum inert ve biyouyumlu bir materyaldir, yüksek biyomekanik özellikleri ve sertliğinin yanı sıra kolay şekillendirilebilir. Piyasada bulunan titanyum materyaller, titanyum ve oksijen içerir. Bugün titanyum, oksijen içeriğine göre I–IV arasında sınıflandırılır. Titanyum yaşayan doku ve kemikle kolaylıkla kaynaşır. Kemikle oluşturulan bu bağa osseointegrasyon adı verilir ve her iki doku arasındaki bu kaynaşma oldukça kuvvetlidir. Titanyum ve kemik arasındaki bağ, bağlanma yüzeyi boyunca ve ona dik gelen kuvvetlere karşı koyar. Titanyum kraniofasiyal cerrahide kullanılan diğer metallere göre (paslanmaz çelik, vityum) en iyi korozyon direnci gösteren materyaldir. Her ne kadar kemiğe oranla çok daha yüksek olsa da metallere oranla daha düşük elastik modülüse sahiptir. Ayrıca manyetik rezonans

görüntüleme (MRG) ve bilgisayarlı tomografi (BT) etkileşimi açısından daha uyumludur (Prein ve Berton, 1998)(e Oliveira ve ark 2017).

-Maksillofasiyal cerrahide sık kullanılan titanyumların içerikleri ve materyal özellikleri

Derece 1 Düşük oksijen içeriği düşük direnç

Derece 2 Standart oksijen, orta direnç

Derece 3 Orta dereceli oksijen miktarı, yüksek direnç

Derece 4 Yüksek oksijen miktarı, ekstra direnç

1.17.1. Miniplaklar

1976'da Champy ve Lodde tarafından 'dinamik osteosentez' ya da 'fonksiyonel stabil osteosentez' olarak adlandırılan miniplak osteosentezinin temel prensiplerinin ortaya konmasının ardından 1980 yılında Pape ve ark. İlk olarak kondil kırıklarında intra-oral redüksiyon ile miniplak osteosentezini rapor etmiştir (Champy ve Lodde 1976). Çene kırıklarının fiksasyonunda kullanılan miniplak sistemlerinde, plağın kolay bir şekilde uygulanabilmesi ve kırık iyileşmesi esnasında yeterli dirence sahip olması göz önünde bulundurulması gereken özelliklerdir (Laughlin ve ark 2007). Bu sebeple günümüzde barlı ya da barsız, 'L', 'ters L', 'T', 'çift T', 'Y', 'çift Y' gibi çeşitli şekil ve büyüklükte birçok farklı miniplak tipi kullanılmaktadır. Miniplaklar kalınlıklarına göre standart miniplak (2.0 mm), orta boy plak (1.5 mm) ve mikro plak (1.0 mm) olarak sınıflandırılabilir. Bunun yanı sıra bu sistemler, plakların vida yuvalarının yapısal özelliklerine bağlı olarak eksentrik kompresyon, dinamik kompresyon, kilitli miniplaklar olarak ta ayrılabilirler (ÖMEZLİ ve DAYI).



Şekil 1.17. 8 delikli mini plak örneği

1.17.2. Mikro Plaklar

Geleneksel miniplaklar ya da rekonstrüksiyon plakları mandibula kırıklarının tedavisinde oldukça sık kullanılmasına karşın fazla olan profil kalınlıkları sebebiyle enfeksiyon, yara iyileşmesinde gecikme, diş ve köklere zarar verilmesi, çevre sert ve yumuşak dokulara zarar verilmesi gibi komplikasyonlara zemin hazırlayabilmektedir (Burm ve Hansen 2010)

Standart miniplaklar 2.0 mm profile sahip iken mikro plaklar 1.0 mm ya da daha az kesit kalınlığına sahip sistemlerdir. Mikro plaklar; düşük profilleri sayesinde zigomatik ark, infraorbital kenar gibi yumuşak doku kalınlığının az olduğu sahalarda tercih edilirler. Mikro plakların daha az palpe edilebilir olması, daha az manipulasyon gerektirerek kemiğe kolay adapte edilebilmesi, iatrojenik zarar verme ihtimalinin daha düşük olması ve daha az komplikasyona sebep olması gibi avantajları vardır (Schortinghuis ve ark 1999).

Mandibula kırıklarının mikro plaklarla internal fiksasyonunun klinik sonuçlarının değerlendirildiği çalışmalarda, düşük profile sahip bu sistemlerde daha az komplikasyon oranı rapor edilmiştir (Burm ve Hansen 2010). Bunun yanı sıra Feller ve ark. osteosentez materyalinin boyutlarının mümkün olduğu kadar küçük tercih edilmesinin önde gelen amaçlardan birisi olması gerektiğini ve mikro plakların küçük boyutlarına rağmen miniplaklarla birlikte kullanıldıklarında yeterli stabilizasyon sağladıklarını belirtmişlerdir (Feller ve ark 2002).

Santler ve ark. mikro plakların yeterli stabilizasyon sağlamamalarına rağmen, yumuşak dokularda minimum kalınlık yaptıklarını, dolayısıyla özellikle çocuklarda kondil kırıklarının tedavisinde son derece avantajlı olduklarını bildirmişlerdir (Santler ve ark 1999).



Şekil 1.18. L şekilli mikro plak örnekleri

1.18. Postoperatif Tedavi Yaklaşımı

Hasta ister kapalı ister açık tedavi grubunda olsun, tümü, tipik olarak 6-12 haftalık bir süre içinde erken mobilizasyon ve rehabilitasyondan fayda görür. Kırık kondil tedavisinden sonra eklem hipomobilitesi ve/veya ankiloz endişeleri tüm cerrahları alarma geçirmelidir. Throckmorton tarafından hazırlanan bir rapor, hedef maksimum insizal açıklığın 12 haftadan önce 40 mm olduğunu ve bir kez karşılandığında, bakımın birkaç ay daha devam etmesi gerektiğini göstermiştir (Ellis ve Throckmorton 2000).

Elastik bantlar aracılığıyla okluzal rehberlik, hem kapalı hem de açık tedavinin postoperatif yönetimi için basit ve etkilidir. Ark bar bu teknik için bir zorunluluktur. 2 hafta boyunca günde 24 saat giyilen Sınıf II modelinde yalnızca ipsilateral tarafta bir ila iki lastik normal kas fonksiyonuna dönüş için yararlı olduğu kanıtlanmıştır. Fonksiyonel egzersizler de bu 2 haftalık dönemde faydalıdır. Çıkıntılı ve yanal hareketlerde başparmak parmak tekniği, dil bastırıcı ve çene hareketinin kullanımı öğretmek için çok önemlidir. Ağrı, hastanın performansını sınırlayabilir, bu nedenle egzersizden önce nemli ısı paketlerinin ve egzersizden sonra soğuk paketlerin kullanımının teşvik edilmesi, gerektiğinde uygun bir non-steroid anti-enflamatuvar kür ile birlikte yardımcı olabilir. Ellis, gelecekte ihtiyaç duyulduğunda rehber elastikler için fırsatlar sağlamak amacıyla, tek taraflı bir kırıkta 6-8 hafta ve iki taraflı kondiler çıkıntı kırıklarında 3-4 ay boyunca ark çubuklarının muhafaza edilmesini savunmuştur. Herhangi bir postoperatif fizyoterapi rutininde olduğu gibi, optimum sonuçlar için hasta uyumu ve rutin takip gereklidir (Ellis III ve Perez 2020).

1.19. Mandibula Kondil Kırıklarının Komplikasyonları

Transkütanöz yaklaşımlarla açık redüksiyon yapıldığında fasiyal sinirin yaralanması (özellikle preauriküler insizyonlarda temporal dal ve submandibuler insizyonlarda marjinal dal) veya görünür skarlar gibi cerrahi komplikasyonlar meydana gelebilir. Bu komplikasyonların riskini en aza indirmek için, sınırlı transoral insizyonların kullanıldığı endoskopik yardımcı teknikler geliştirilmiştir (Neuhaus ve ark 2022).

Kondil kırıklarının cerrahi tedavisi teknik olarak zahmetli olmaya devam etmektedir. Kırık tipi redüksiyon zorluğunu etkiler. Ciddi şekilde yer değiştirmiş ve

mediale doğru yer değiştirmiş veya baskın kırıklarda, açık redüksiyon zorlayıcı olabilir ve kondil parçasının anatomik olarak konumlandırılması her zaman mümkün olmayabilir. Spesifik bir yaklaşım veya plak fiksasyonu ile yeterli redüksiyona izin vermek ve böylece intraoperatif sürprizleri en aza indirmek için preoperatif görüntüleme de kondil başı pozisyonunun ve ufalanma bölgelerinin saptanması önemlidir.

Kondil çıkıntı bölgesindeki yoğun mekanik kuvvetler nedeniyle, subkondiler kırıklarda vakaların %5-10'unda, özellikle stabil olmayan plaklarla sınırlı fiksasyon kullanıldığında, plakların yorulma kırıkları veya vidaların gevşemesi nedeniyle osteosentez başarısızlığı meydana gelir. Kırık bölgesinde mikro hareketten kaçınmak için iki plaka ile hassas redüksiyon ve osteosentez önerilir (Neuhaus ve ark 2022).

Muhtemelen cerrahi tedaviden sonra aşırı yumuşak doku sıyrılması nedeniyle kondil başının avasküler nekrozu nadiren görülür. Bundan kaçınmak için lateral pterygoid kasını her zaman yapışık halde bırakmanız önerilir. Cerrahi olmayan veya cerrahi tedaviyi takiben, anormal şekilli kondil başları, kısaltılmış mandibular ramus yüksekliği veya fasiyal asimetri ile büyüme anomalileri nedeniyle TME'nin uzun süreli işlevi bozulabilir. Düzensiz kondiler çıkıntının sınırlı TME hareketliliği, kronik TME ağrısı ile çene açıklığında kontralateral kondilin fonksiyonel olarak yerinden çıkmasına neden olabilir. Skar oluşumu, iç düzensizlik, ağrı veya fonksiyonel bozukluklar gibi yumuşak doku komplikasyonları, cerrahi ve cerrahi olmayan tedavilerden sonra görülebilir (Neuhaus ve ark 2022).

Brandt ve Haug kondil kırığı tedavisinde kapalı redüksiyonun sonrasında komplikasyonların ve tedavi başarısızlığının yüksek oranda olduğunu bildirmişlerdir (Brandt ve Haug 2003). Bu hastalarda, kapalı redüksiyonun genellikle komplikasyonlarla sonuçlandığı için açık redüksiyonu tercih etmişlerdir.

Kondilin lateralden bakıldığında yüzdeki görüntüsü, normalde estetik referans noktası olarak kabul edilmez. Genelde hastalar yüzde skar oluşma riskinden haberdardır, fakat kondilin lateralinin azalmış konveksliğini farketmezler. Temporal ya da masseter atrofisi kondilin pozisyonunu öne çıkarabilir, fakat bunlar genellikle açık redüksiyon sonucunda oluşur (Assael 2003).

Ellis ve Throckmorton kondil kırıklarının kapalı ve açık redüksiyonu sonrasındaki fasiyal simetriyi değerlendirmişlerdir. Towne's ve panoramik radyografileri kullanarak, klinik inceleme olmadan; posterior fasiyal yüksekliği, orbital referans noktasından goniona ölçülmüşlerdir. Çalışmada iki yıl boyunca, kapalı redüksiyon grubunda ramus uzunluğundaki ortalama azalma sadece 2-5mm arasındaydı. Eğer radyografik büyütme dikkate alınırsa, değişikliklerin klinik olarak belirgin olmadığı açıktır ve kapalı redüksiyon geçiren hastaların çoğu bu tedavi metodu ile başarıyla tedavi edilmiştir (Ellis ve Throckmorton 2000).

Belirgin biçimde fonksiyonel olarak kısalmış ramus yüksekliği olan kondil kırıklarında yapılacak en iyi tedavi açık redüksiyondur. Silvennoinen ve ark. Bunu tedavi öncesi incelemede, kırık hastalarının %54'ü dişlerini normal oklüzyona getirebildiğinde, bu hastalar ameliyat ve intermaksiler fiksasyon olmadan başarılı bir biçimde tedavi edilebildiğinde göstermiştir. Bu hastaların sadece %9'u oklüzyon ve ekskürsiyonda tedavi öncesi incelemede, aşırı düzensizlik göstermiştir. Postoperatif sorunları olan hastaların neredeyse tamamı tedavi öncesi şiddetli fonksiyonel düzensizlik gösteren hastalardan oluşmaktadır (Silvennoinen ve ark 1994).

İster açık, isterse kapalı redüksiyonla tedavi edilsin kondil kırıklarının tedavisi sonrasında komplikasyonlar oluşur. Literatürün çoğunluğu kondil kırıklarının kapalı redüksiyonla tedavisi ile ilgili olduğu için, bu hastalarda komplikasyonlar hakkındaki bilgimiz, kondil kırıklarının açık redüksiyonla tedavisini takip eden komplikasyonlar hakkındaki bilgimizden çok daha fazladır. Eğer komplikasyonlar genel ya da rahatsız edici değilse, tedavi yöntemi önemli değildir. Hekimler komplikasyonları ayırt etmek için daha objektif bir bakış açısına sahiptirler ve hastanın farkında olmadığı komplikasyonları bulabilirler. Bu komplikasyonlar maloklüzyonlar, hipomobilité, asimetri, disfonksiyon/dejenerasyon, ve iyatrojenik zedelenmeler olarak sınıflandırılabilirler.

Travmayı tedavi eden herhangi bir çene-yüz cerrahı, tatmin edici ameliyat sonuçlarına rağmen, ameliyat sonrası komplikasyonların meydana gelebileceğini bilir. Kırık kondilin tedavisine özgü olarak, hem kapalı hem de açık yönetimde maloklüzyon, hipomobilité, ankiloz, asimetri, dejenerasyon ve/veya ağrı olacaktır (Ellis ve Throckmorton 2000).

1.19.1. Maloklüzyon

Kondilin büyüme merkezini etkileyen kırıklar, ilişkili maloklüzyon ve fasiyal asimetri ile birlikte bozulmuş büyüme paternine yol açacaktır. Ancak Ellis, kötü cerrahi teknik veya tedaviye bağlı maloklüzyon varsayımının tipik olarak böyle olmadığını bildirmektedir. Nöromüsküler sisteme adaptasyonlar ve yeni artikülasyonun nihai olarak yeniden kurulmasıyla birlikte arka dikey boyutun kaybı bu istenmeyen sonuca yol açabilir. Ameliyattan hemen sonra fizyoterapi ve elastikler yardımcı olabilirken, geç tedavi ortognatik cerrahi veya TME rekonstrüksiyonu gerektirebilir. Dişsiz hastalarda yeni bir protez ile düzeltme yardımcı olabilir (Ellis ve Throckmorton 2000).

1.19.2. Mandibular Hipomobilité

Hipomobilité, 40 mm'den daha az maksimum keser açıklığından (MIO) ankiloza kadar değişebilir. Sınırlı açılma geleneksel olarak bu kırıkların tedavi sonrası bir endişesi olsa da, bildirilen çalışmalarda hastaların %8-10'unda 35 mm'den daha az bir MIO meydana gelir. Bu sınırlama muhtemelen gecikmiş fizyoterapinin bir sonucudur ve hasta kapalı tedavi için daha uzun süre MMF'ye tabi tutulursa daha sık görülür. Bu komplikasyonun önlenmesi, kondil kırıklarının tedavisinde postoperatif fazda kritik öneme sahiptir (Ellis ve Throckmorton 2000).

1.19.3. Ankiloz

Kondil kırıkları ve ankiloz, maksillofasiyal cerrahla eş anlamlıdır. Neyse ki, literatür bu komplikasyonu kondil kırıklarının sadece %0,2-0,4'ünde bildirmektedir. Genellikle çocuklarda görülen istenmeyen sonuç, uygunsuz fizyoterapi ile ciddi menisküs bozulmasına bağlıdır. Erişkinlerde ankiloz tipik olarak mandibulanın genişlemesinin kondili üst yana doğru yer değiştirmeye zorlamasının bir sonucudur. Tedavi öncesi yeterli klinik ve radyografik görüntüleme yapılır. Onarım, boşluk artroplastisinden total eklem protezi ile değiştirmeye kadar değişebilir (He ve ark 2014).



Şekil 1.19. Ankiloz gerçekleşen bir temporomandibular eklem

1.19.4. Asimetri

Asimetri, kondil kırıklarının tedavisinden sonra sık görülür. Erişkinlerde tek taraflı kırıklarda yaralanan tarafa doğru açılmada asimetri görülür. Bu sonuç, muhtemelen lateral pterygoid arızasına bağlı olarak hastalarda %50'ye varan oranlarda bildirilmiştir. Çocuklarda, etkilenen hastaların %25'inde yaralanan kondilde büyüme bozuklukları görülür. Bu sonuçlar mandibular hipertrofiye veya hipotrofiye yol açabilir. Bu istenmeyen sonucu önlemenin anahtarı erken mobilizasyon ve fizyoterapidir (Ellis ve Throckmorton 2000).

1.19.5. Disfonksiyon/Dejenerasyon

Sadece hasarlı kondil disfonksiyona ve kondiler dejenerasyona duyarlı değil aynı zamanda kırılmamış taraf da hassastır. Çıkık kırıklar tipik olarak yer değiştirmemiş kırıklara kıyasla daha fazla disfonksiyona neden olur. Uzun süreli MMF dönemleri ve artan yaş bu sonuca katkıda bulunabilir. Kondil dejenerasyonu hem kapalı hem de açık tedavi yöntemleriyle ilişkilendirilmiştir. Hastalarda kırık iyileştikten sonra asemptomatik TME tıklaması, patlaması ve kilitlenmesi olabilir. Ne

yazık ki, bu sonuçlar tedaviden sonra yüksek bir potansiyele sahiptir, bu nedenle bu durumları ele almak için hasta eğitimi ve takibi gereklidir (Jones ve Van Sickels 1991).

1.19.6. Kronik Ağrı

Bu durum genellikle, tedavi kapalı yaklaşımla yapıldığında ortaya çıkar. Uygun anatomik dizilime izin veren açık redüksiyona kıyasla, kapalı redüksiyon hastalarının yeni kondiler segment birleşimine uyum sağlamak için uygun fizyoterapi kullanması gerekir. Paradoksal olarak, akut travma sonrası ağrı genellikle bir fizyoterapi programına sıkı sıkıya bağlı kalmayı engeller. Hemen tedavi sonrası fazda yetersiz veya gecikmiş rehabilitasyon maloklüzyona ve artrite neden olabilir. Kapalı tedavi için iyi hasta seçimi, cerrahın potansiyel bir kronik ağrı sonucunu önlemesi açısından kritik öneme sahiptir (Ellis III ve Perez 2020).

2.GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Değerlendirme Komisyonu'nun 18/05/2022 tarihli 2022/23 sayılı kararıyla etik açıdan uygun görülerek, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir. Çalışma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nce 22132010 proje numarası ile desteklenmiştir.

2.1. Modellerin Hazırlanması

Çalışmamızda mandibula subkondiler sahada meydana gelen kırıkların farklı kalınlıklardaki trapezoidal plaklarla fiksasyonun erken postoperatif dönemdeki biyomekanik farklılıklarının değerlendirmesini amaçlamaktadır. Bu sebeple çalışmamızda 15 adet 'SYNBONE' markasının '8950' ürün kodlu kortikokansellöz kemik yapısını birebir taklit eden mandibula modelleri kullanılmıştır.



Şekil 2.1. Çalışmamızda kullandığımız mandibula modeli

Modellerimiz dişleri üzerinde bulundurmasından dolayı iki santral diş arasından mentuma kadar olacak şekilde elmas separe yardımıyla hemimandibula haline getirilmiştir. Böylelikle toplamda 30 adet hemimandibula örneği elde edilmiş

oldu. Örnekler üzerinde var olan koronoid çıkıntılar ise kuvvet uygulanması esnasında engel oluşturduğundan dolayı, sigmoid çentiğın en derin olduğu noktadan anteriora doğru mandibula corpusuna paralel olacak şekilde yaklaşık 1cmlik bikortikal kesi yapılarak uzaklaştırılmıştır.

Bu modeller 10ar adet 0.7mm, 1.6mm, 2.0mm kalınlıklarındaki trapezoidal şekilli titanyum grade4 alaşımından üretilen plaklarla ve yine her birinde 4er adet olmak üzere toplamda 120 adet, 2mm çaplı 7mm uzunluğundaki titanyum mikro vidalar kullanılarak fiksasyonları gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.2. Çalışmamızda kullandığımız farklı kalınlıklardaki plaklar

2.2. Deneysel kırık hatlarının oluşturulması

Her bir modelde subkondiler kırık hattı oluşturmak için ise; cerrahi separe yardımıyla, sigmoid çentik-kondil boynu bağlantısının en derin noktasından başlatılan subsigmoidal osteotomi posteroinferior yönlendirilerek midramusta sonlandırılmıştır.

Sonrasında ise osteotomileri yapılan modeller üzerinde kurşun kalemle işaretleme yapılarak yerleştirilecek plakların üzerine gelecek vidaları için drill noktaları belirlenmiştir ve devamında vidaların yerleştirileceği yuvalar drill frez yardımıyla açılmıştır.

2.3. Modellerin Fiksasyonlarının Yapılması

Bu çalışmamızda modeller her bir grupta 10 model olacak şekilde toplam 3 gruba ayrılmıştır. Buna göre;

1.Grup: Modellerin her birine 0.7mm kalınlığındaki trapezoidal plaklar, 2mm çaplı 7mm uzunluğundaki vidalarla fiksasyonu gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.3. 0.7 mmlik plakla fiksasyonu gerçekleştirilmiş model örneği

2.Grup: Modellerin her birine 1.6 mm kalınlığındaki trapezoidal plaklar, 2mm çaplı 7mm uzunluğundaki vidalarla fiksasyonu gerçekleştirilmiştir.



şekil 2.4. 1.6mmlik plakla fiksasyonu gerçekleştirilmiş model rneği

3.Grup: Modellerin her birine 2.0 mm kalınlığındaki trapezoidal plaklar, 2mm çaplı 7mm uzunluğundaki vidalarla fiksasyonu gerçekleştirilmiştir.



şekil 2.5. 2mmlik plakla fiksasyonu gerçekleştirilmiş model rneği

2.4. Biyomekanik Fiksasyon Aygıtı ve Deney Düzeneği

Yapılacak biyomekanik test için kurulan deney sistemi, modellerin sabitlenerek test cihazına bağlanmasını sağlayan düzenek, basma kuvveti uygulayabilen bir servohidrolik test cihazı ve bu cihazın bağlı olduğu bir bilgisayardan oluşmaktaydı.

Deneyde kullanılan servohidrolik test cihazı, servo motor ve sürücü kontrollü elektromekanik test sistemine sahipti. Çekme, basma, eğme, sıyırma, yukarı ve aşağı yönde makaslama gibi testleri yapabilme ve bu test verilerini bilgisayara aktarabilme özellikleri vardı. Ayrıca 2000 kg yük kapasiteli, 1\3000 relatif yük ve 20 mikron uzama ölçümü hassasiyeti ile transvers yönde ayarlanabilme ve 0,05 mm/dk ve 400 mm/dk arasında ayarlanabilir test hızı özelliklerine sahipti.

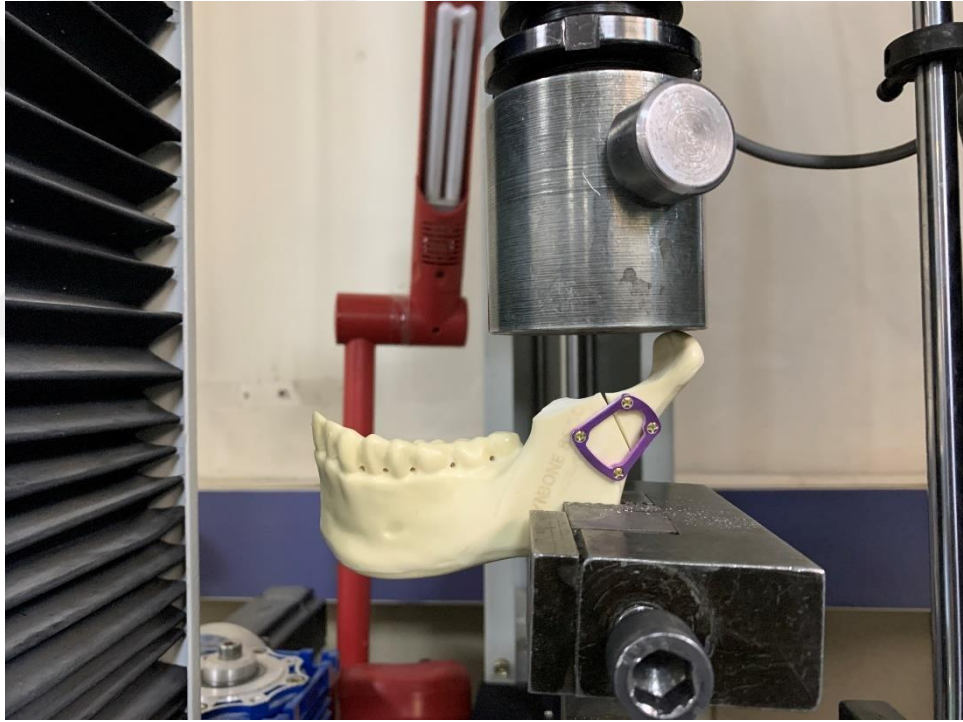


Şekil 2.6. Servo hidrolik test cihazı ve bilgisayarı

Fiksasyonları tamamlanan modeller deney düzeneğine sabitlenerek, kondil başının anterosüperiorundan kuvvet alacak şekilde cihaza adapte edildi. Yer değiştirme miktarı sıfırlanarak herhangi bir ön yükleme protokolü izlenmeden deneye başlandı. Her bir örneğe kondil başının anteriorundan kuvvet alıp angulus

mandibulanın merkez eksen olduğu anteroposterior yönde dönme hareketinin izlenebileceği doğrultuda, 1mm/dk hızda kuvvet uygulanabilecek Şekilde deneye başlandı.

Oluşan deplasman miktarları, servohidrolik test cihazı için özel olarak hazırlanmıŐ bir yazılımla, belirlenen kuvvet aralıklarında meydana gelen yer değiştirme miktarlarını ölçmeye imkn verecek Şekilde her bir örnek için ayrı ayrı olmak üzere dijital olarak kaydedildi. Bu alıŐma için değerlendirmek üzere belirlediğimiz deplasman değerleri ise 1.75mm ve 3.5mmydi. Bu deplasman değerlerine karşılık gelen kuvvet değerleri ise Newton birim olarak, program üzerinden kontrol edilerek ayrıca not edilmiştir.



Şekil 2.7. Anteroposterior yönde kondiler sahaya kuvvet gelecek Şekilde ayarlanmıŐ deney düzeneği ve kuvvete maruz kalan model rneği

3. BULGULAR

Yapılan testler sonucunda, test cihazının bağlı olduğu bilgisayar yardımıyla her bir örnek için ayrı ayrı yük/deplasman grafikleri elde edildi.

3.1. Deplasman Verileri

3.1.1. 0.7mm Kalınlığındaki Trapezoidal Plak Grubu

10 adet 0.7mm kalınlığındaki trapezoidal plak uygulanan modellerin 1.75mm ve 3.5mm deplasmanda izlenen kuvvet değerleri Newton cinsinden aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. 0.7lik plak grubunun 1.75mm ve 3.5mm deplasman değerlerinde maruz kaldığı kuvvet değerleri

| 0.7mm Plak grubu | 1.75 mm deplasman değeri | 3.5mm deplasman değeri |
|------------------|--------------------------|------------------------|
| 0.7-1 | 10.88N | 19.50N |
| 0.7-2 | 10.78N | 19.55N |
| 0.7-3 | 11.08N | 21.04N |
| 0.7-4 | 11.87N | 29.51N |
| 0.7-5 | 11.27N | 21.38N |
| 0.7-6 | 11.37N | 20.59N |
| 0.7-7 | 11.86N | 21.67N |
| 0.7-8 | 12.16N | 22.75N |
| 0.7-9 | 10.59N | 18.24N |
| 0.7-10 | 11.56N | 21.78N |

3.1.2. 1.6mm Kalınlığındaki Trapezoidal Plak Grubu

10 adet 1.6mm kalınlığındaki trapezoidal plak uygulanan modellerin 1.75mm ve 3.5mm deplasmanda izlenen kuvvet değerleri Newton cinsinden aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Çizelge 3.2. 1.6lık plakların 1.75mm ve 3.5mm deplasman değerlerinde maruz kaldığı kuvvetler

| 1.6mm Plak Grubu | 1.75mm deplasman değeri | 3.5mm deplasman değeri |
|------------------|-------------------------|------------------------|
| 1.6-1 | 11.87N | 27.36N |
| 1.6-2 | 11.18N | 25.10N |
| 1.6-3 | 11.28N | 29.22N |
| 1.6-4 | 12.06N | 39.13N |
| 1.6-5 | 11.57N | 31.67N |
| 1.6-6 | 11.37N | 31.48N |
| 1.6-7 | 10.98N | 31.77N |
| 1.6-8 | 11.77N | 31.58N |
| 1.6-9 | 11.37N | 25.50N |
| 1.6-10 | 12.85N | 32.07N |

3.1.3. 2mm Kalınlığındaki Trapezoidal Plak Grubu

10 adet 2mm kalınlığındaki trapezoidal plak uygulanan modellerin 1.75mm ve 3.5mm deplasmanda izlenen kuvvet değerleri Newton cinsinden aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Çizelge 3.3. 2mmlik plak grubunun 1.75mm ve 3.5mm deplasman değerlerinde maruz kaldığı kuvvet değerleri

| 2mm Plak Grubu | 1.75mm deplasman değeri | 3.5mm deplasman değeri |
|----------------|-------------------------|------------------------|
| 2-1 | 13.37N | 44.91N |
| 2-2 | 24.51N | 76.09N |
| 2-3 | 11.77N | 31.67N |
| 2-4 | 11.87N | 32.28N |
| 2-5 | 25.40N | 80.08N |
| 2-6 | 21.97N | 63.24N |
| 2-7 | 16.96N | 53.82N |
| 2-8 | 25.99N | 81.26N |
| 2-9 | 12.87N | 42.76N |
| 2-10 | 11.37N | 40.01N |

3.2. İstatistiksel analiz

Çalışma kapsamında her bir gruptan 10'ar örnek olmak üzere 0,7 mm, 1,6 mm ve 2 mm kalınlıklarında 30 plaka üzerinde, 1,75 mm ve 3,5 mmlik yer değiştirmelerde ve maksimum yük değerlerinde plak kalınlıkları arasında direnç miktarları bakımından anlamlı bir farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. İstatistiksel karşılaştırmalar SPSS 26 (SPSS Inc, Chiago, IL, ABD) istatistik programı aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Testlerin kararı öncesinde dağılımın normalliği Kolmogorov Smirnov ve Shapiro Wilk testleri ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ölçümlerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiş ve parametrik testlerin yapılması uygun bulunmuştur. İstatistiksel karşılaştırmalar tek yönlü Anova testi uygulanmış, anlamlı farklılık çıkması koşulunda gruplararası ikili karşılaştırma yapmak üzere post hoc testi olarak Bonferroni testi uygulanmıştır. Grupların kendi içlerinde 1,75 ve 3,5mm lik yer değiştirmelere verdiği direnç karşılığını karşılaştırmak üzere paired sample t test uygulanmıştır. Araştırmada istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir.

1,75 mm yer değiştirmede plaka kalınlıkları arasında direnç miktarları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($p < 0,001$). En yüksek direnç ortalaması 2 mm kalınlığındaki plaklarda olurken, en düşük direnç 0,7 mm kalınlığındaki plaklarda olup, 2 mm grubu diğer gruplardan anlamlı şekilde farklılaşmıştır.

Çizelge 3.4. 1,75 mm Yer Değiştirmeye göre Direnç Değerlerinin Karşılaştırılması

| | N | Ort. | S.S. | p |
|----------------|----|--------------------|------|-------|
| 0,7 mm | 10 | 11,34 ^a | 0,52 | |
| 1,6 mm | 10 | 11,63 ^a | 0,54 | |
| 2,00 mm | 10 | 17,61 ^b | 6,19 | 0,001 |
| Total | 30 | 13,53 | 4,55 | |

3,5 mm yer değiştirmede plaka kalınlıkları arasında direnç miktarları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($p < 0,001$). En yüksek direnç ortalaması 2 mm kalınlığındaki plaklarda olurken, en düşük direnç 0,7 mm kalınlığındaki plaklarda olup, üç grubun da birbiri arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Çizelge 3.5. 3,5 mm Yer Değiştirmeye göre Direnç Değerlerinin Karşılaştırılması

| | | N | Ort. | S.S. | p |
|--------|--------------|----|-------|-------|-------|
| 3,5 mm | 0,7 mm | 10 | 21,60 | 3,08 | 0,001 |
| | 1,6 mm | 10 | 30,49 | 4,05 | |
| | 2,00 mm | 10 | 54,61 | 19,34 | |
| | Total | 30 | 35,57 | 18,04 | |

Maksimum yük değerinde plaka kalınlıkları arasında direnç miktarları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($p<0,001$). En yüksek direnç ortalaması 2 mm kalınlığındaki plaklarda olurken, en düşük direnç 1,6 mm kalınlığındaki plaklarda olup, 0,7mm ve 1,6 mm kalınlığındaki plakaların direnç miktarları birbirine yakın bulunmuştur. 2mm grubu ise diğer gruplardan anlamlı şekilde farklılaşmıştır.

Çizelge 3.6. Maksimum Yük Değeri Yer Değiştirmeye göre Direnç Değerlerinin Karşılaştırılması

| | | N | Ort. | S.S. | p |
|-----------------|--------------|----|--------|-------|-------|
| Maksimum Yük | 0,7 mm | 10 | 145,66 | 14,84 | 0,001 |
| | 1,6 mm | 10 | 145,37 | 16,57 | |
| | 2,00 mm | 10 | 211,22 | 61,69 | |
| | Total | 30 | 167,41 | 48,24 | |

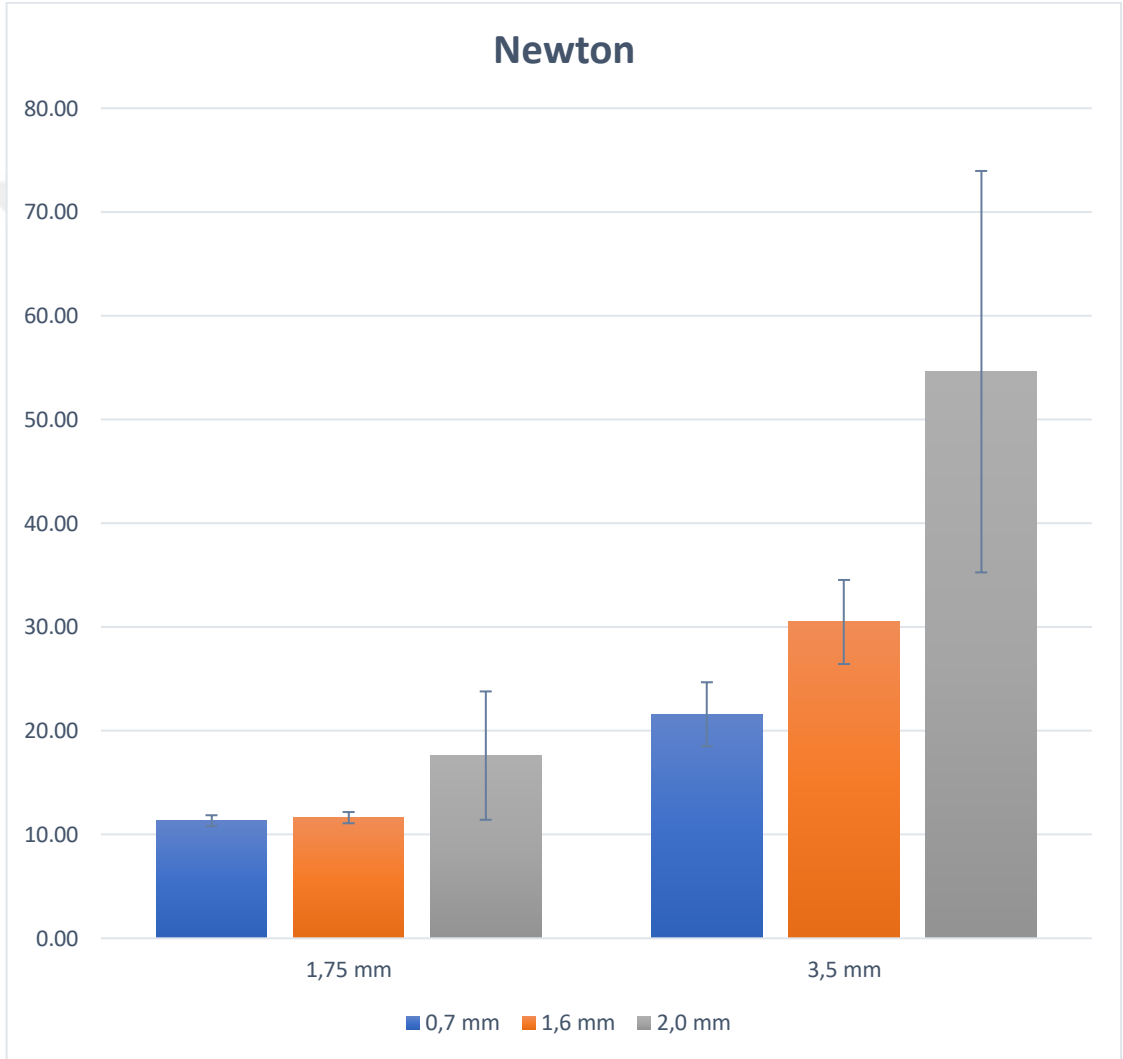
0,7 mm grubunun 1,75 ve 3,5 mm yer değiştirmede direnç değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). 3,5 mm yer değiştirmede direnç değeri anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur.

1,6 mm grubunun 1,75 ve 3,5 mm yer değiştirmede direnç değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). 3,5 mm yer değiştirmede direnç değeri anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur.

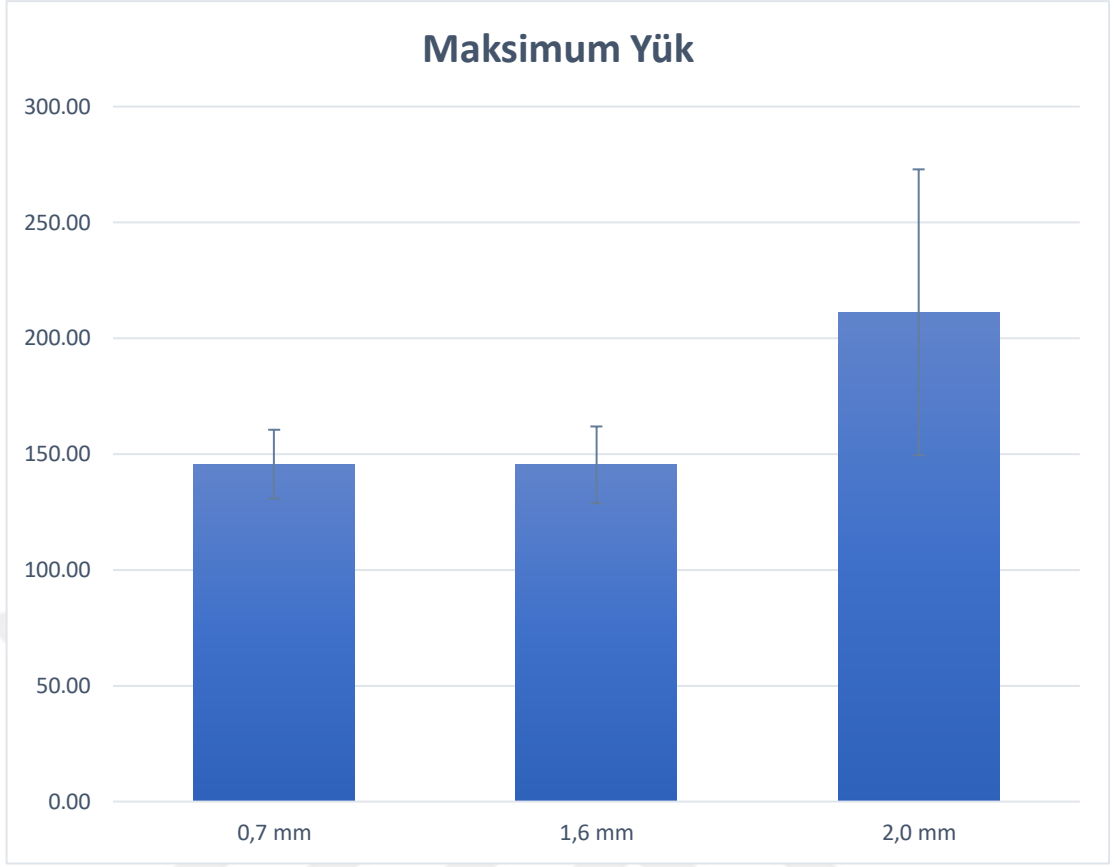
2,0 mm grubunun 1,75 ve 3,5 mm yer değiştirmede direnç değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). 3,5 mm yer değiştirmede direnç değeri anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur.

Çizelge 3.7. Grupların Kendi İçlerinde 1,75 ve 3,5 mm Yer Değişikliklerinin Karşılaştırılması

| | 1,75 mm | 3,5 mm | p |
|----------------|------------|-------------|-------|
| 0,7 mm | 11,34±0,52 | 21,60±3,08 | 0,001 |
| 1,6 mm | 11,63±0,54 | 30,49±4,05 | 0,001 |
| 2,00 mm | 17,61±6,19 | 54,61±19,34 | 0,001 |
| Total | 13,53±4,55 | 35,57±18,04 | 0,001 |



Şekil 3.1. Grupların 1.75mm ve 3.5mm deplasmandaki gösterdikleri kuvvet değerlerinin şematize hali



Şekil 3.2. Grupların maksimum yük ortalamaları

4. TARTIŞMA

Processus condylaris kırıkları maksillofasiyal alanın en çok görülen kırıklarındandır (Seemann ve ark 2007). Bu alanda meydana gelen kırıkların rijit internal fiksasyonla tedavisi, miniplak sistemlerindeki ilerlemeler ve biyomekanik ilkelerin daha net anlaşılmasıyla birlikte gittikçe daha da popüler hale gelmektedir (Haug ve ark 2002). Bunun yanı sıra bu kırık tipinin tedavisinde optimum planlama üzerine henüz net bir konsensus oluşturulamamıştır (Tominaga ve ark 2006).

Mandibula kırıkları en sık görülen yaralanmalardır (Rozeboom ve ark 2017). Maksillofasiyal bölge ve tedavileri özel bir yaklaşım gerektirmektedir. Tedavi edilmeyen kondil kırıkları, ramus yüksekliğinde azalma, yüz asimetrisi, temporomandibular eklem işlevinin kısıtlanması, çiğneme güçlüğü, kronik ağrı ve maloklüzyon gibi sorunlara sebep olabilmektedir. Bu durum da hastaların yaşam kalitesini ciddi anlamda düşürebilmektedir (Zhang ve ark 2016). Kırıkların tedavisi konusunda günümüzde hala bir fikir birliği yoktur. Mandibular kondil kırıklarının tedavisinde ise geçmişte sadece intermaksiller fiksasyon kullanılmıştır. Ancak açık redüksiyon ve internal fiksasyon son yıllarda popüler hale geldi. Kırık seviyesi, yer değiştirme miktarı ve yaş, tedavi planlamasına karar verirken göz önünde bulundurulması gereken önemli noktalardır (Al-Moraissi ve ark 2014).

Literatürde kırık fragmanların osteosentezi için kullanılan araçların tasarımını geliştirmeyi amaçlayan pek çok yayınlanmış çalışma mevcuttur. Üç boyutlu, bilaminar, rectangular yada çalışmamızda kullandığımız trapezoidal plaklar gibi mini plaklar Champy osteosentez tekniğinde kullanılan düz, monokortikal mini plaklara alternatif olarak geliştirilmiştir. Düz, doğrusal şekilli mini plakaları dikey barlarla birleştirerek iyileşme sırasında kırık hatlarında oluşabilecek bükülme ve torsiyonu azaltmak hedeflenmiştir. Birkaç çalışma, 3 boyutlu mini plak sistemlerinin düz olanlardan önemli ölçüde postoperatif morbidite ve kırık stabilitesi açısından simfiz, parasimfiz ve mandibular angulus bölgelerinde daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur. 3-boyutlu plakların, oblik kırıkların etrafında uygulanması mental foramen sahasının anatomik olarak daha zor ve komplike olması, intraoperatif zorluklara neden olmasından dolayı bu sahada kullanımı pek kabul görmemektedir (Kalfarentzos ve ark 2009).

Çenelerin biyomekanik çalışmaları için tavşan, koyun, domuz, insan kadavrası ve sentetik çene modelleri ex vitro modeller olarak kullanılmıştır. Celegatti Filho ve ark yaptığı çalışma sentetik mandibular modellerin hayvan veya insan kaynaklı modellerin seçiminde oluşabilecek yapısal farklılıkları ortadan kaldırdığını ortaya koymaktadır (Celegatti Filho ve ark 2015). Biz de bu sebepten çalışmamızda mandibulanın kortikokansellöz yapısını çok iyi taklit eden mandibula modelleri kullandık.

Bununla birlikte, mandibular kondil bölgesinin karmaşık ve değişken yüzeyi nedeniyle çalışmayı standardize etmek için sentetik poliüretan mandibula modelleri (Synbone) kullanmayı tercih ettik. Günümüzde biyolojik ve mekanik sistemleri değerlendirmek ve kırık parçalarının oluşturduğu biyomekanik sistemi ve kullanılan fiksasyon sistemlerini incelemek için kullanılan birçok deneysel ve teorik yöntem bulunmaktadır. Deneysel olarak rijit fiksasyon tekniklerinin stabilitesi biyomekanik test üniteleri ile test edilebilir. Bununla birlikte, en ciddi sorun, insan çiğneme kuvvetlerinin taklit edilmesidir (Murphy ve ark 1997). Çeşitli biyomekanik çalışmalar, kırıkları, farklı bölgelerdeki farklı sabitleme sistemlerini ve farklı yükleme koşullarında meydana gelen yer değiştirme ve gerilmeleri değerlendirmiştir. Bu çalışmalar ile aynı tespit sistemlerinin farklı kırık tipleri üzerindeki maksimum yer değiştirme miktarları, farklı tespit sistemlerinin aynı tip kırıklar üzerindeki çekme değerleri veya farklı yükleme koşullarında miniplak ve vida yüzeylerindeki gerilme dağılımları ölçülebilmektedir. . Açısal bölgeden metal bloklarla biyomekanik test ünitesine sabitlemek için mandibula modelleri kullandık ve kondil başına kompresyon kuvveti uygulandı. Testler sırasında kırık segmentlerinin 1,75 ve 3,50 mm yer değiştirmedeki direnç değerleri ve tespitin kırılmadan önceki maksimum direnç değerleri ölçülerek kuvvet-yer değiştirme grafikleri elde edildi.

Kondil kırıklarının tedavisi sonrası tek taraflı bölgeye tek okluzal temas yapıldığında maksimum ısırma kuvveti 210 N olarak kaydedildi (Wagner ve ark 2002). Maksimum ısırma kuvveti üretildiğinde ve bir ısırma düzlemi ile ölçüldüğünde, maksimum ısırma kuvvetinin yalnızca dörtte birinden biraz fazlası kondiler alana iletilmiştir (dos Santos Jr ve De Rijk 1995).

Tüm bu çalışmalara rağmen kondiler kırık sahasında iletilen kuvvetin tam olarak tespit edilebilip, aktarılmasının tam olarak mümkün olmadığı ortaya konmuştur (Pilling ve ark 2010).

Yapılan bir biyomekanik çalışmada ise araştırmacı triangular, quadrangular ve standart iki mini plakla kondiler kırıklardaki dayanımını kıyaslamış, yine bizim çalışmamızdakine benzer şekilde 1.75 mm ve 3.5mm'deki deplasman değerlerine karşılık gelen anteroposterior yönde kuvvet uygulayıp karşılık gelen değerleri belirtmiştir. Araştırmacının kullandığı plakların kalınlığı 1er mm'lik olup, gösterdiği dirençler ise ortalama olarak sırasıyla 41 N, 33 N ve 79 N olarak bulunduğunu söylemiştir fakat bu çalışmada farklı olarak 3 boyutlu plakların kullanıldığı modellere 1er adet kompresyon vidası ilave edilerek fiksasyonları gerçekleştirilmiştir (Kolsuz ve ark 2020). Bu çalışmadaki değerler ise bizim çalışmamızın üzerinde olduğunu bulduğumuz sonuçlar ile bu çalışmadan ayrıldığımızı belirtmemiz gerekmektedir çalışmalar arasındaki bu farklılığın sebebinin ise diğer çalışmada kullanılan kompresyon vidasından kaynakladığı tarafımızda düşünülmektedir.

Mandibula, iç gerilme ve sıkıştırma suşları oluşturan ağır fonksiyonel kuvvetlere tabidir. Mandibula kırıklarının başarılı osteosentezinin ancak yaranılmaya neden olan gerilme gerilimlerinin sübvansede edilmesiyle sağlanabileceği savunulmaktadır (Champy ve Lodde 1976). Kondil bölgesindeki germe ve kompresyon çizgileri belirlenmeye çalışılmış ve germe çizgilerinin ramusun sigmoid çentiğinin altında ve ona paralel uzandığı saptanmıştır (Meyer ve ark 2002). Bu biyomekanik konseptler, düz mini plaklar üzerindeki mekanik testlerle birlikte, bir kondil kırığının rijit fiksasyonu için tek bir düz mini plağın yeterli olmadığını ve hem sıkıştırma hem de çekme gerilimlerine karşı koymak için paralel olmayan konfigürasyona sahip iki düz mini plağın gerekli olduğunu açıkça ortaya koydu (Tominaga ve ark 2006). Geçtiğimiz on yılda, yeni üç boyutlu tek mini plakalar piyasaya sürüldü ve bazılarının paralel olmayan iki düz mini plakaya benzer veya daha iyi mekanik performansa sahip olduğu gösterildi. Bu tekli mini plakların birincil avantajı, açıkça cerrahi prosedürü kolaylaştırmasıdır (Johannesdottir ve ark 2017).

Trapezoidal mini plakın açık bir avantajı, kırık fragmanlara yerleştirilmesi için sadece 4 vidaya ihtiyaç duymasındır. Bu avantaj sadece cerrahi işlemleri kolaylaştırmakla kalmaz, aynı zamanda kemiğin lokal sertliğini de korur. Mevcut çalışmada gözlemlenen yamuk miniplağın bir diğer avantajı da kemikte düşük leke oluşturmamasıdır. Aşırı zorlanma vidaların gevşemesine ve dolayısıyla fiksasyonun başarısız olmasına neden olur (Shantavasinkul ve ark 2016). Mevcut sonlu eleman analizi modellerinde öngörülen minimum kondil başı yer değiştirmelerinin yanı sıra düşük kemik gerilmeleri, subkondiler kırıkların fiksasyonunda trapezoid plağın en iyi performansı göstereceğini düşündürmektedir. Mevcut klinik kanıtlar bu bulgularla uyumludur. Önceki klinik çalışmalar, trapezoidal mini plakalarla düşük bir osteosentez başarısızlığı riski bildirmiştir. Trapezoidal mini plağın olumlu performansı, mandibuladaki çekme ve sıkıştırma gerilme çizgilerini takip eden iki kola ve bu iki çubuğu birbirine bağlayan ve daha iyi mini plağın rijitliği sağlayan yatay çubuklara atfedilir (Meyer ve ark 2006). Başarısız mini plakların çoğu zayıf kemik durumu olan yaşlı kadınlarda olduğundan, mini plağın konumlandırılması veya zayıf kemik özellikleri. Kemik mekanik mukavemeti, kemik vidalarının stabilitesi için kritik bir faktördür. Bu nedenle, zayıf kemik özellikleri, optimal mini plak tasarımında bile yüksek bir risk faktörü olacaktır. Bu gibi durumlarda, ORIF kullanımından kaçınılması veya vidaların etrafında iyileşmeyi desteklemek için intermaksiller fiksasyon ile birleştirilmesi belirtilebilir. Önceki deneysel ve in vitro çalışmalar da trapezoidal mini plakanın olumlu performansını bildirdi. Meyer ve ark. (2002, 2007), kadavra mandibulaya sabitlenmiş trapezoidal mini plakaların mekanik performansını değerlendirmek için mekanik testler kullandı. Miniplağın kırılması veya vidaların gevşemesi olmaksızın 560 N'a kadar kondil içi reaksiyon yükü bildirdiler. Değerlendirme için sonlu eleman analizi modellemesini kullanan başka bir çalışma, yamuk mini plakanın iki düz mini plakadan benzer veya daha iyi sabitleme sertliğine sahip olduğunu göstermiştir (Darwich ve ark 2016).

Kadavra mandibulası biyomekanik olarak en uygun test modeli olmasına karşın; sınırlı elde edilmesinden dolayı pahalı olması, formalinle fiksasyonun sonuçları etkileyebilen fiziksel özellikleri değiştirmesi, koruyucu tedbirler alınmasına rağmen biyolojik tehlikeleri bulunması gibi dezavantajlarından dolayı çok tercih edilmemektedir (Haug ve ark 2002). Buna karşın şekli, büyüklüğü ve yoğunluğunun standardize edilebilmesi nedeniyle ideal çalışma modeli olarak sentetik poliüretan

hemimandibulaların kullanılması tavsiye edilmiştir (Asprino ve ark 2006). Bredbenner ve Haug farklı test modellerinde vidaların çıkarılma toraklarını karşılaştırmış ve sentetik mandibula biyomodellerinin standartizasyon sağlaması ve düşük maliyetli olması açısından avantajlı olduğunu rapor etmişlerdir (Bredbenner ve Haug 2000).

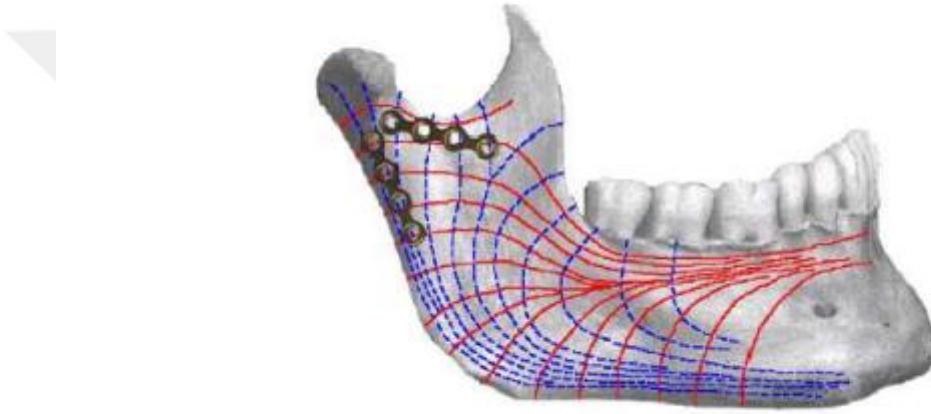
Çene hareketleri, çiğneme kasları tarafından kontrol edilmektedir. Bununla birlikte ligamentler ve eklem yüzeyleri gibi pasif yapıların da etkisi bulunmaktadır (Koolstra ve Van Eijden 1997). Mandibula, çiğneme kasları tarafından meydana gelen bu kuvvetlerin haricinde TME ve dişler tarafından oluşturulan reaksiyon kuvvetlerine de maruz kalmaktadır (Wong ve ark 2010). Ekleme gelen kuvvetlerin klinik olarak belirlenmesi, TME' nin ve nöromüsküler sistemin karmaşık yapısından dolayı son derece güç olmaktadır (Breul 2007). Bu sebeple TME' nin maruz kaldığı kuvvetlerin belirlenmesi analitik çalışmalarla sınırlı kalmıştır. Koolstra ve Van Eijden ağız açma esnasında çeneyi açan kas kuvvetlerinin, açılma esnasında maksimum olduğunu ve hareketin sonuna doğru bu kuvvetin dereceli olarak azaldığını bildirmişlerdir (Koolstra ve Van Eijden 1997). Bununla birlikte çiğneme kaslarının hareketi esnasında mandibulayı etkileyen pozitif tork kuvveti meydana gelmektedir. Ortaya çıkan tork kuvveti neticesi mandibular kondil artiküler eminense karşı baskı kuvveti oluşturur. Bu kuvvetler sonucu mandibular kondil, anteriosüperior-posterioinferior yönde tepki kuvvetlerine maruz kalmaktadır (Koolstra ve Van Eijden 1997).

Ziccardi ve ark. 1997 yılında mandibular kondil kırıklarında farklı fiksasyon tekniklerinin stabiliteelerini karşılaştırdıkları çalışmalarında bahsedilen matematiksel analizlere dayalı olarak çiğneme esnasında kondile gelen kuvvet vektörlerini taklit eden bir test sistemi geliştirmişlerdir (Ziccardi ve ark 1997). Bu sistemde, mandibula simfiz sahasından sabitlenirken, eyer şekilli metal bir rod -eklem reaksiyon kuvvet vektörünü taklit eder şekilde- posterioinferior yönde kondile kuvvet uygulamaktadır. Aynı zamanda ekleme gelen çiğneme kuvvetlerini doğru bir şekilde taklit etmek amacıyla, mandibula sagittal planda 15 derece inferiore ve koronal planda 10 derece laterale eğimlendirilmiştir. Mandibula kondil kırıklarıyla ilgili biyomekanik çalışmaların büyük bir kısmında Ziccardi ve ark.' ın uyguladıkları metodun kullanıldığı görülmektedir (Choi ve ark 1999).

Mandibula kondil kırıklarında çeşitli fiksasyon tekniklerinin stabilitelelerinin değerlendirildiği in vitro biyomekanik çalışmaların bir çoğunda miniplak/vida sistemleri kırılıncaya kadar kuvvet uygulanmış, kalıcı deformasyon başladığı anda meydana gelen yük/deplasman grafikleri değerlendirilmiştir (Asprino ve ark 2006). Bu çalışmalarda miniplak/vida sisteminin kalıcı olarak deforme olmaya başladığı yük miktarı 'Yield load ya da Peak load', bu değerdeki deplasman miktarı 'Yield displacement ya da Peak displacement', deplasmanın bir milimetresinde yüke gösterilen direnç 'stiffness' ve sistemde ulaşılabilen en yüksek kuvvet değeri ise 'Maksimum load' olarak ifade edilmiştir (Gealh ve ark 2009). Farklı olarak Alkan ve ark. Kondil kırıklarının fiksasyonunda mini adaptasyon, mini kompresyon ve rezorbe olabilen miniplak/vida sistemlerinin stabilitelelerini karşılaştırmış, 1.75 mm ve 3.50 mm deplasman değerlerini baz alarak, bu değerlerdeki ulaşılan kuvvet miktarını değerlendirmişlerdir (Alkan ve ark 2007). Çiğneme kuvvetlerinin kısmen kondiler sahaya taşınması nedeniyle bu bölgenin aşırı kuvvete maruz kalmadığı ve kondil kırığı bulunan bireylerde çiğneme kuvvetlerinin sağlıklı bireylere kıyasla daha az olduğu rapor edilmiştir (Talwar ve ark 1998). Bu sebeple plakta kırılmaya neden olan ve gerçekte ulaşılamaması mümkün olmayan maksimum yük/maksimum deplasman gibi tanımlanan uç parametreler çalışmamıza dahil edilmemiştir.

Çiğneme esnasında kondiler yapıya gelen kuvvetlerin maksimum değerleri henüz tam olarak belirlenememiştir (Pilling ve ark 2010). Throckmorton ve Dechow farklı yön ve büyüklükteki deneysel kuvvetlerin mandibular kondilde meydana getirdiği yük ve gerilim miktarlarını değerlendirmişlerdir (Throckmorton ve Dechow 1994). Yazarlar çalışmalarının sonucu olarak kondilin 0-210 N kuvvetlere maruz kaldığını bildirmişlerdir. Dos Santos ve Rijk TME'ye taşınan kuvvetlerin vektörel analizini yapmışlar ve çiğneme kuvvetlerinin % 31'inin eklem transfer edildiğini rapor etmişlerdir (dos Santos Jr ve De Rijk 1995). Benzer bir çalışmada Koolstra ve Van Eijden eklem reaksiyon kuvvetlerinin aynı tarafta molar sahadaki ısırma kuvvetlerinin % 65'ine ulaşabildiğini bildirmişlerdir (Koolstra ve ark 1988). Bu veriler, deneysel ortamda sağlam mandibulalar için yapılmış olan değerlendirmelerin sonuçlarıdır. Kırık ya da repoze edilmiş mandibular kondiler yapının daha farklı sonuçlar ortaya koyması muhtemeldir. Bununla birlikte kondil kırığı bulunan hastalarda eklem reaksiyon kuvvetlerine ait bir kayıtlı bulunmamaktadır. Talwar ve ark. Çift taraflı kondil kırığı bulunan hastalarda operasyondan 6 hafta sonra sağ ve sol

molar sahada maksimum ısırma kuvvetlerini sırasıyla 161.7 N ve 169.5 N olarak rapor ederken sağlıklı bireylerden oluşan kontrol grubunda bu değerleri 430.2 N ve 440.2 N olarak rapor etmişlerdir (Talwar ve ark 1998). Talwar ve ark. Yaptığı çalışmanın sonuçlarına dayanarak kondil kırığı bulunan bir bireyde ortalama çiğneme kuvvetinin 170 N olduğu varsayılırsa ve Dos Santos ve Rijk 'e göre bu kuvvetin % 31'inin kondile yansıdığı göz önünde bulundurulduğu zaman kondil kırığı bulunan bireylerde eklem reaksiyon kuvvetinin ortalama 50- 60 N olması beklenir (dos Santos Jr ve De Rijk 1995).

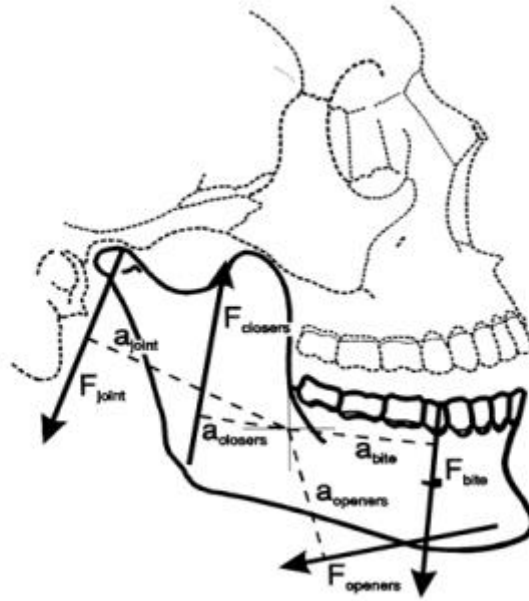


Şekil 4.1. Kondiler sahadaki mavi çizgiler kompresyon ve kırmızı çizgiler gerilim hatları

Mandibula gerilim/sıkışma, makaslama, burkulma ve eğilme olmak üzere dört tip yüklenmeye maruz kalabilir. Bunların ilk ikisi linear, diğer ikisi açısal yüklerdir (Wong ve ark 2010). Mandibulada, maruz kalınan kuvvetler neticesinde ve sahanın şekil ve yapısal özelliklerine bağlı olarak gerilim ve sıkışma alanları oluşmaktadır. Bu konsept kırıkların internal fiksasyonunda büyük önem arz etmektedir. Bununla birlikte kondil kırıklarının tek plak ile osteosentezinde, kondiler sahada meydana gelen bu mekanik zorlanma alanlarının önemi göz ardı edilmiştir (Meyer ve ark 2002). 'Dinamik osteosentez' ya da 'fonksiyonel stabil osteosentez' olarak adlandırılan miniplak osteosentezinin temel prensiplerinden birisi; plakların fonksiyon esnasında ortaya çıkan fizyolojik gerilim alanları boyunca yerleştirilmesi gerekliliğidir (Champy ve Lodde 1976). Champy ve ark.'nın angulus kırıkları için ortaya koydukları ve

günümüzde de halen geçerliliğini korumakta olan ideal osteosentez hattını, kondiler saha için ilk olarak Meyer ve ark. Belirlemişlerdir (Meyer ve ark 2002). Araştırmacılar kadavra mandibulası kullanarak, çiğneme esnasında kondil bölgesinde meydana gelen deformasyonu incelemişlerdir. Bu çalışmada sigmoid çentiğin alt kısmında ve ramusun anterior sınırı boyunca gerilme alanları, ramusun posterior sınırı boyunca da sıkışma alanları meydana geldiğini; dolayısıyla miniplakların bu bölgelere konulduğu zaman daha stabil osteosentez sağlanacağını bildirmişlerdir.

Tek miniplak ile kondil kırıklarının tedavisinde geleneksel olarak, plak kondil aksına paralel bir şekilde ve vertikal olarak yerleştirilmektedir (Eckelt 1991). Ellis ve Dean kondil kırıklarının rijit fiksasyonu ile ilgili yapmış oldukları çalışmalarında, tek miniplak yerleştirilirken kemiğin kalın olması ve vidalar için daha iyi destek sağlamasından dolayı plağın mandibulanın posterior sınırına yakın ve bu sınıra paralel yerleştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu fikri destekleyen çalışmalar oldukça fazladır (Eckelt 1991).

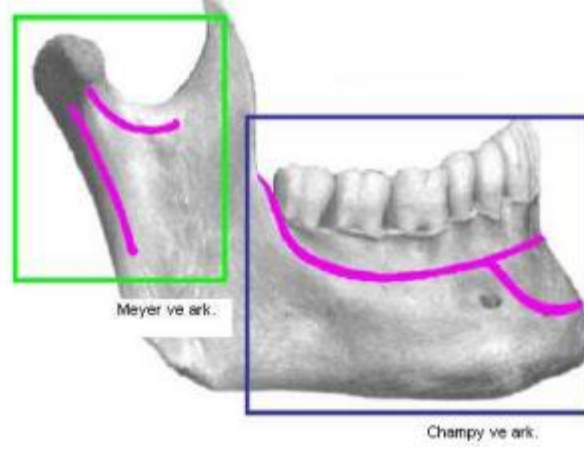


Şekil 4.2. Sagittal planda alt çenede oluşan kuvvetlerin şematize hali

Buna karşın Meyer ve ark. 2006 yılında yaptıkları deneysel çalışmada, kondil kırıklarının tedavisinde geleneksel tek plak uygulamasının fonksiyonel stabil osteosentez prensiplerine tamamen ters düştüğünü; bu prensipler doğrultusunda

plakların kompresyon alanlarına değil gerilim alanlarına konması gerektiğini bildirmişlerdir (Meyer ve ark 2006). Dolayısıyla, tek plak tercih edildiğinde ideal yerleşimin, gerilim alanlarına gelecek şekilde sigmoid çentiğe paralel olarak konulması gerektiğini öne sürmüşlerdir. Buna karşın bu bölgede kemiğin çok ince olmasından dolayı vidaların yeterli tutuculuk sağlayamaması, daha da önemlisi tek plağın bu sahaya konması sonucu kondiler fragmanda rotasyon meydana gelme ihtimali olduğunu da bildirmişlerdir (Meyer ve ark 2006).

Meyer ve arkadaşları, 3,5 yılı aşkın bir süre boyunca subkondiler kırıkların ORIF'inde trapezoidal kondiler plak tekniğini uygulamışlar ve 64 hastayı içeren hasta başına minimum 6 aylık takip ile klinik ve radyografik sonuçları değerlendirmişlerdir. Cerrahi prosedürün ortalama süresinin kırık başına 30 dakika olduğunu gösterdi ve tüm kırıklar bir trapez kondil plakası kullanılarak stabilize edildi. Plaka kırılması raporu yok. Tüm kırıklar, 6 aylık hatırlamada konsolide görünüyordu. Vakaların %83'ü ameliyattan hemen sonra azalma gösterdi. %6.6'sında sekonder yer değiştirme rapor edildi 6 ayın sonunda kırıkların %79'u radyografik olarak anatomik redüksiyon gösterdi ve hastaların %94'ünde oklüzyon tamamen restore edildi. Alt çene hareketleri vakaların %95'inde simetrikti ve hiçbir hastada ağız açıklığı 40 mm'den az değildi. Hiçbir temporomandibular eklem problemi bildirilmemiştir ve işlev sırasında eklemde ağrı veya gürültü olduğuna dair bir kanıt yoktur. Hastaların %98'i yara izi görünümünden memnun kalmıştır. Geçici veya kalıcı fasiyal sinir disfonksiyonuna dair kanıt yok. Büyümeye herhangi bir müdahaleyi önlemek için, hastanın genç yaşı dikkate alındığında, ameliyat sonrası dokuzuncu ayda yalnızca bir plakanın çıkarıldığı bildirilmiştir (Meyer 2009).



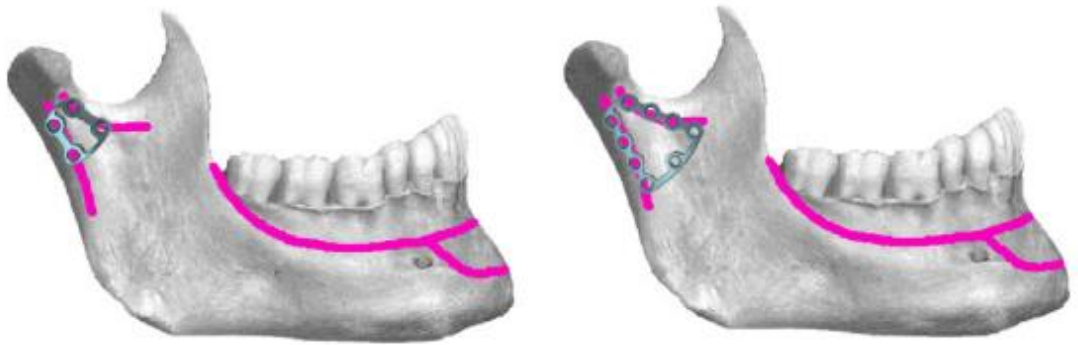
Şekil 4.3. Champy ve Meyer'e göre ideal osteosentez hatları

Bununla birlikte, proksimal segmentte yer olmaması nedeniyle kondil kırıklarını sabitlemek için iki plak kullanan osteosentez tekniğinin kullanımının mümkün olmadığı klinik durumlar vardır. Bu nedenle, bu çalışma, iki plaka kullanımının mümkün olmadığı durumlarda bir kondil kırığının stabil iç fiksasyonunda kullanılmak üzere trapezoidal bir plakanın mekanik performansını geliştirdi ve analiz etti.

Subkondiler kırıkların fiksasyonu ile ortaya çıkan kuvvetlerin yer değiştirmesine ve dağılımına karşı direnç, trapezoidal plakların posterior uzantısının, fiksasyon sisteminin ekstansiyonsuz plaklara göre yer değiştirme direncini arttırdığını göstermiştir.

Trapezoidal şeklindeki plaklarla elde edilen mekanik dayanım sonuçları olumlu olsa da bu plak modelinin piyasada bulunan tespit malzemelerine göre daha iyi mekanik özelliklere sahip olduğu düşünülmemelidir. Biyolojik davranışla ilgili olarak hala doğrulamaya ihtiyaç vardır ve trapezoidal plakalarının in vivo davranışını değerlendirmek için detaylı klinik araştırmalar gereklidir. Ancak kondil kırığının proksimal segmentinde iki ayrı plakın sabitlenmesinin mümkün olmadığı durumlarda bu çalışmada kullanılan kalıplara göre trapezoidal şeklindeki plak tespit için makul bir alternatif göstermektedir. Medikal literatürde in vitro gözlemlenen mekanik direnç değerlerine ve subkondiler kırıklarda trapezoidal şeklindeki plakların kullanımının yararlı olabileceği önerisine rağmen, sonuçların doğrudan in vivo durumlara aktarılması henüz mümkün değildir.

Trapezoidal kondiler plaklar, diğer geometrik plak şekillerinden daha iyi performans gösteriyor gibi görünmektedir; hatta bazı yazarlar, kondil kırığı olan hastalarda laboratuvar durumlarıyla karşılaştırıldığında daha düşük kuvvetler nedeniyle in-vivo sonuçların daha iyi olduğunu varsaymaktadır (Meyer ve ark 2006). Diğer çalışmalar, deltoid plakalara daha iyi biyomekanik (stabilite) özellikler bağlamıştır. Klinik çalışmalarda, trapezoidal plaklar için hata oranları %4,8 ila %6,6 arasında değişmekteydi, burada esas olarak fragmanlarda dislokasyonlar gözlemlendi ve plak kırığı görülmedi (Zrounba ve ark 2014). Karşılaştırıldığında, delta plakların uygulanmasıyla %20'ye varan bir komplikasyon oranı meydana geldi. Bununla birlikte, analiz edilen vaka sayısı buna uygun olarak düşük olduğundan, bu durum dikkatle yorumlanmalıdır. Bununla birlikte, tüm çalışmalar spesifik osteosentez materyallerinin kullanımı için iyi sonuçlar göstermiştir.



Şekil 4.4. İdeal osteosentez hatlarına yerleştirilen trapezoidal plakların şematize hali

Yine bir başka çalışmada trapezoidal ve delta şekilli plaklarla kondiler kırık tedavisi gerçekleştiren araştırmacı, her iki plak grubuyla da başarılı sonuçlar elde ettiğini ve en önemli avantajlarından biri olarak da konvansiyonel iki plak kullanımına göre daha ekonomik ve daha az operasyon süresi ile karşılaştığını bildirmiştir (Lata ve ark 2019).

Bir diğer sonlu elemanlar analizi yapılan çalışmada ise, 500 N'lik maksimum ısırma kuvveti için, üç boyutlu plaklar en düşük yer değiştirmeleri gösterirken ve lambda plak için daha iyi sonuçlar vermiştir. Yer değiştirmeler trapezoidal plak için daha yüksekken, ardından 2-düz plakla yapılan fiksasyon gelmekteymiş. Ancak 2-düz

plaklar kondil boynunun dar olması nedeniyle ve vidaların proksimal fragmanda çarpışmasını önlemek için hemen hemen paralel yönde yerleştirildi. Taban bölgesine uygulandığında, plakaların bu neredeyse paralel konfigürasyonu, daha önce gösterildiği gibi, sabitlemenin rijitliği için elverişsiz sonuçlara sahiptir. Kemikteki maksimal temel gerinme incelendiğinde, azaltılmış ısırma kuvveti değerleri yine tüm plakalar için kritik değerlerin çok altındaydı. 500 N'lik bir yükleme koşulu için, trapezoidal plak, dört vidanın tamamında açık ara en yüksek gerilmeleri gösterdi. Kalan plaklar için, klinik deneyime uygun olarak, proksimal fragmanda üst vidaların çevresinde maksimum gerinimler gözlenmiştir (Liokatis ve ark 2022).

Farklı bir in vitro çalışmada ise, araştırmacı 2 mm kalınlığında düz iki plak ve 2 mm kalınlığında Y şekilli plak kullanarak gerçekleştirdiği anteroposterior yüklemelerde 1mm, 3 mm ve 5mm deplasman değerlerini incelemiştir. Elde ettiği sonuçlarda ise, 1mmde izlediği deplasman kuvvetleri düz plaklar için ortalama 17 N iken, Y şekilli plaklar için 9 N çıkmıştır. 3 mmlik deplasman miktarında ise düz plaklar için ortalama 40 N iken, Y şekilli plaklar için ise 24 N çıkmıştır (de Souza ve ark 2018). Buradan yola çıkarak bu çalışmanın verileri bizim çalışmamızın verileriyle korelasyon gösterdiği tespitini yapmak mümkün olmaktadır.

Parçalar arası hareketlilik kaynamamaya, fibröz kaynamaya veya temporomandibular bozukluklara yol açabileceğinden stabil fiksasyon çok önemlidir. Çok rijit mini plaklarla sabitleme, transosseöz tellemekten daha fazla stabilite sağlar (Zachariades ve ark 2006). Kondil kırıklarının tedavisinde tek bir L, Y plak veya 3 boyutlu plaklar kullanılmıştır, bu da kondil boyun bölgesindeki çekme gerilimi modelini doğrular. Trapezoidal kondil plakları, kondil boynunun anatomik olarak daralmış bölgesine uyum sağlamak için şekillendirilmiş 3 boyutlu plaklardır. Trapezoidal plaklar, bir kol kondiler eksene paralel, ikinci kol ise mandibular çentiğe paralel olacak şekilde yerleştirilir. Bu nedenle, bu plak, azaltılmış donanımına sahip 2 tekli mini plak kriterlerini karşılar ve bu da daha az enfeksiyon oranına yol açar (Meyer ve ark 2007).

Trapezoidal kondiler plakalar, açıklanan deneylerde alt kondiler kırıkları stabilize edebildi ve fonksiyonel olarak stabil osteosentezin biyomekanik olarak gerekli ilkelerini yerine getirdi. Trapezoidal plaklar ile elde edilen birincil stabilite, tek plaklama teknikleri, aksiyal lag-vida osteosentezi ve sagittal düzlemde dikdörtgen

plaklar ile elde edilenden daha üstündü. Bunun nedeni hem 3 boyutlu konsept hem de yamuk şeklin kendisidir. Trapezoidal plaklar, bildiğimiz kadarıyla, şu ana kadar klinik kullanımdan önce deneysel olarak değerlendirilen tek cihazdır. Çeşitli boyutlar, bu plakaların çoğu durumda uygulanmasına izin verir. Plakların in vivo davranışını belirlemek için uzun vadeli klinik doğrulama gereklidir (Meyer ve ark 2007).

Yapılan bir diğer klinik çalışmada ise, radyolojik parametreler ilginç sonuçlar vermiştir. Konvansiyonel mini plaklarla tedavi edilen hastalarda açılanmada önemli bir artış ve sabit kırık segmentler arasındaki boşlukta bir artış olup, açılanmadaki artış analiz edildiğinde, sonuçlar postoperatif birinci ayın sonunda anlamlı değildi; postoperatif üçüncü ve altıncı ayların sonunda anlamlıydı. Bu sonuç, trapezoidal plakların kırık kondilin mediolateral yönde yer değiştirmesine direnç gösterdiğini ve stabiliteyi arttırdığını düşündürmüştür. Kırık segmentler arasındaki boşluk analizinde, sonuçlar birinci ve üçüncü ayın sonunda anlamlıydı. Bu, trapezoidal plakların sabit kondilin anteroposterior yönde yer değiştirmesine direnç gösterdiğini öne sürmüştür (Scott ve ark 2021).

Trapezoidal plaklar ile ilgili çeşitli biyomekanik çalışmalara göre, kondiler fragmanda makroskopik bir yer değiştirme meydana gelmemiştir ve mekanik gerinimlerin iyi bir şekilde sulandırılması gözlemlenmiştir. Plakanın kompakt tasarımı, düzlem dışı harekete veya torka karşı çok daha fazla direnç sunar. İlgili minimum donanım trapezoidal plakların, kararlılığı için daha fazla yardımcı olur. Roux'un maksimum minimum tasarım ilkesine göre, kemikteki maksimum kuvvet, minimum miktarda malzeme ile elde edilir (Lovald ve ark 2010).

Yine bir başka klinik çalışmada ise araştırmacı iki farklı grupta konvansiyonel iki düz plakla, trapezoidal plak uygulayarak tedavi ettiği kondiler kırık hastalarının iyileşme oranlarını göstermiştir. Trapezoidal plak, ön kolun ideal osteosentez hattı üzerinde, sigmoid çentiğin postero-inferiorunda kesin olarak konumlandırılmasına izin verirken, ön kol, bir gergi bandı plakası görevi görür ve çift plaka tekniğinin ön plakasının yerini almaktadır. Kondil boyununun eksenine boyunca yer alan arka kol kompresyon bölgesinde yer alır ve fiksasyonun rijitliği öncelikle plakların tasarımına, düzenlenmesine ve bu özelliklerin kortikal kemikteki gerinim modelini nasıl etkilediğine bağlı olduğunu söylemektedir. Trapezoidal plaklar, mandibulanın subkondiler kırığı bölgesinde en stabil fiksasyonu sağlıyor gibi görünmektedir.

Hastaların hiçbirinde plak kırığına bağılı olarak cerrahi bölgede oklüzal düzensizlik, enfeksiyon veya ağrı gibi herhangi bir klinik problem görülmediğini belirtmektedir. Reoperasyon gerekmemiştir. Trapezoidal plakların adapte edilmesi, paralel olmayan iki mini plakaya göre daha kolay olmaktadır. Küçük bir proksimal segmentte vida gereksinimi nedeniyle iki mini plağı yerleştirmek bazen zor olabilmektedir. Bu dezavantajın üstesinden gelmek için sabitleme için trapezoidal plaklar kullanılabilir kondil segmentin fiksasyonu için. Trapezoidal plak, kondilin farklı bölgelerindeki değişen gerilmeleri nötralize ederek yardımcı olur (anterior, posterior ve lateral). Trapezoidal plaklar küçük bir profile sahiptir; bu plaklar, subkondiler kırık durumunda olduğu gibi, sınırlı alanlara yerleştirilebilir (Adhikari ve ark 2021).

Farklı bir klinik çalışmada ise araştırmacı, trapzeoidal plaklarla, iki tane düz mini plak yerleştirerek gerçekleştirdiği çalışmasında şu sonuca varmaktaydı: Trapezoidal plaklar, takip süresi boyunca iki mini plaka fiksasyonuna eşit olarak çiğneme kuvvetlerini taşıyabildi ve donanım arızasına karşı koyabildi. Sabitleme için daha az sayıda plak ve vida gerektiğinden ve daha az operasyon süresi gerektiğinden, trapezoidal plak kullanımı iki boyutlu titanyum mini plaklardan daha uygun maliyetlidir (Oraby ve ark 2022).

Sagittal ramus osteotomisi ile ilgili biyomekanik çalışmalarda, yazarlar son nokta olarak 3 mm'lik bir yer değiştirme noktası kullanmışlardır. 1,75 ve 3,50 mm yer değiştirme yaratan yükleri, klinik başarısızlığın (plağın kırılması veya vidanın gevşemesi) deneysel olarak hesaplanan başarısızlık uç noktalarından önce meydana gelir (Ardary ve ark 1989). Bu sebepten dolayı biz de çalışmamızda referans noktaları olarak 1.75 mm ve 3.5 mmlerdeki deplasman değerlerini belirlemiş bulunmaktayız.

Gerçekleştirilen bir başka biyomekanik değerlendirme çalışmasında ise araştırmacı 0.6-1-1.5mm kalınlıklarındaki Y şekilli mini ve mikro plakları kondiler kırık sahasına uygulayarak yine anteroposterior yönde kuvvet uygulayarak sonuçlarını belirtmiştir. Elde ettiği sonuçlar da ise, 5, 10,15 mmlik deplasman değerlerini incelemiştir. 5 mm deplasman miktarında plaklarda izlediği direnç değerleri ise kalınlık sırasına göre şu şekildeydi: 34 N, 29 N, 33 Ndu (Celegatti Filho ve ark 2015). Bu çalışmanın verileri de yine bizim çalışmamızla korelasyon göstermekteydi ve incelendiğinde plakların kalınlıkları arasındaki orantının, deplasman değerlerine karşılık gelen kuvvetlerde izlenmediğini net bir şekilde ortaya

koymaktaydı. Bu da bizim çalışmamızın hipotezi olan daha ince plak kullanımının da başarılı olabileceği önermesini destekleyen bir sonuç olmaktadır.

Yapılan bir başka biyomekanik çalışmada ise araştırmacı çalışmasını koyun mandibulası üzerinde üçer üyeden oluşan üç grup ki bu gruplar; trapezoidal, delta ve iki düz mini plakla gerçekleştirmiştir. Plakların her birinin kalınlığı 2şer mmdir. Anteroposterior yönde kuvvet uygulayıp maksimum kuvvetlerdeki deplasman derecelerini karşılaştırmıştır (Saikia ve ark 2018). Elde ettiği veriler bizim çalışmamızın 2 mmlik trapezoidal plak grubuyla örtüşmektedir fakat bu çalışmadaki örnek sayısının az olması çalışmanın güvenilirliği açısından sorun teşkil etmektedir.

Çalışmamızda amaçladığımız, farklı kalınlıklarda kullanılan trapezoidal plaklar arasında artan kalınlık miktarına oranla deplasman değerlerine gösterdiği direncin ne derece değiştiğini göstermek ve literatüre bu noktada katkı sağlamaktır. Güncel yaklaşımlarda ve çalışmadan elde ettiğimiz sonuçlarda, en kalın plak grubu olan 2mm kalınlığındaki trapezoidal plak grubu en güçlü sonuçları göstermiştir fakat kalın plakların kullanılması kırık sahasında iyileşme gerçekleşikten sonra ilgili sahada yumuşak dokuyu daha fazla irrite edeceği ve zaman içerisinde palpe edilebilir hale gelmesi, ilerleyen dönemde çıkarılması gerekliliğine sebep olmaktadır. Buradan yola çıkarak daha ince plaklarla bu tedavilerin gerçekleştirilmesi ise hastanın tekrar cerrahi gereksinimine olan ihtiyacı ortadan kaldırması ve aynı zamanda cerrahi sahasında daha az yabancı cisim reaksiyonu ve beraberindeki fibrotik iyileşme gösteren subkutan dokuların azalmasına yardımcı olmaktadır.

Elde ettiğimiz sonuçlar ortaya koyduğumuz hipotezi destekler nitelikte olup, en ince plak grubumuz olan 0.7mm kalınlığındaki plakların da istenilen biyomekanik dayanımı sağlayabildiğini göstermiştir ve sanılanın aksine plakların kalınlıkları arasındaki orantısal artışın, deplasman değerlerine karşılık gelen kuvvet değerlerinde aynı oransallıkta olmadığını göstermiştir. Tüm bunlardan yola çıkarak daha ince plakların da subkondiler kırık sahasında kullanılabilceğini biyomekanik olarak göstermiş bulunmaktayız.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İki mini plak (çift plak tekniği), gerilim ve basınç kuvvetlerini en iyi nötralize ettikleri ve kondil kırıklarında daha fazla stabilite sağladıkları için en güvenilir olarak kabul edilir, ancak iki mini plakla tespit, tek mini plakla tespitten daha travmatik bir prosedür olabilir. Bu dezavantaj, Meyer ve arkadaşlarının anatomik koşulları dikkate alarak farklı bir trapez veya delta şekilli plaka tasarımı seçme kararıyla aşıldı. 3D plaklar, fonksiyonel olarak stabil osteosentez ilkelerine saygı duyar ve ikinci olarak, plağın 3D karakteristiğinden, gelişmiş stabiliteden, daha az periosteal diseksiyondan ve daha küçük plak boyutu ve daha fazla sertliğin avantajlarıyla birlikte küçük fragmanların olası osteosentezinden yararlanır (Haim ve ark 2011).

Subkondiler kırıklar için trapezoidal plakların birçok avantajı vardır. İlk olarak, dört kollu şekil tasarımları sıkıştırma ve çekiş hatlarına yerleştirilebilir. İkincisi, manipüle edilmeleri kolaydır ve yerleştirmek için daha az zaman gerektirirler, ancak sekiz deliğin delinmesini ve vida yerleştirilmesini gerektiren iki tekli mini plaka sistemi biyomekaniği kadar kararlıdır (Adhikari ve ark 2021). Trapezoidal plaklar çeşitli subkondiler kırıklara uygulanabilir. Mandibula'nın ideal gerilim ve kompresyon hattına göre hassas bir şekilde tasarlanmıştır ve ön ve yan yüzeylerde meydana gelen en yüksek çekme gerilmesi ve arka yüzeyde en yüksek sıkıştırma gerilmeleri ile çeşitli yük biçimlerini tolere edebilir (Jung ve ark 2022).

Trapezoidal kondiler plaklar, mandibulanın kondiler bölgesinin anterolateral ve posterolateral sınırlarında karşılaşılan gerilim, kompresyon ve burulma kuvvetlerine karşı gelişmiş biyomekanik stabilite sağlamalarını sağlayan bir ön ve bir arka kola sahiptir. Bu plakaları Champy'nin osteosentez hatları boyunca yerleştirmek de mümkündür.

Trapezoidal plak, şekli ve konfigürasyonu nedeniyle daha fazla stabilite sağladığı literatürdeki pek çok çalışma ile ortaya konmuştur (Bhowmick ve ark 2019). Kondil boynunda fonksiyonel olarak stabil osteosentez, iki plak kolu arasındaki geniş yüzey alanı ve minimum periosteal sıyrılma ve proksimal kan akışının maksimum korunması daha iyi iyileşme ile sonuçlanması kriterlerini tek bir plak ile karşıladığından daha avantajlıdır.

Sonuç olarak trapezoidal plak kullanımının avantajları yukarıda da literatürdeki örneklerce anlatılmıştır. İki kollu olması ve her bir kolun kondiler sahadaki gerilim ve kompresyon alanlarını karşılaması en büyük avantajıdır. Daha kısa sürede uygulanabilirliği, manipülasyon rahatlığı ve daha az malzeme kullanılarak uygulanması ekonomik olarak da avantajlı olmasını sağlamaktadır. Yaptığımız çalışmada 3 farklı kalınlıktaki plakların kalınlıkları arasındaki oranın, incelediğimiz deplasman değerlerinde aynı oransallıkta olmayışı daha ince plakların uygulanabilirliğinin önünü açmaktadır. Tüm bunlara rağmen yapmış olduğumuz çalışmanın limitasyonları sebebiyle daha ince trapezoidal plaklar kullanılmasıyla alakalı daha fazla biyomekanik ve daha da önemlisi klinik çalışmaya ihtiyaç olduğu yadsınamaz bir gerçekliktir.



6.KAYNAKÇA

- Adhikari M, Bhatt K, Yadav R, Mandal J, Bhutia O, Roychoudhury A, 2021. Fixation of subcondylar fractures of the mandible: A randomized clinical trial comparing one trapezoidal plate with two miniplates. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 50, 6, 756-62.
- Al-Moraissi E, El-Sharkawy T, El-Ghareeb T, Chrcanovic B, 2014. Three-dimensional versus standard miniplate fixation in the management of mandibular angle fractures: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 43, 6, 708-16.
- Alkan A, Metin M, Muğlali M, Özden B, Çelebi N, 2007. Biomechanical comparison of plating techniques for fractures of the mandibular condyle. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 45, 2, 145-9.
- Ardary WC, Tracy DJ, Brownridge II GW, Urata MM, 1989. Comparative evaluation of screw configuration on the stability of the sagittal split osteotomy. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*, 68, 2, 125-9.
- Arendts FJ, Sigolotto C, 1990. Mechanische Kennwerte des Human-Unterkiefers und Untersuchung zum» in-vivo «-Verhalten des kompakten Knochengewebes, ein Beitrag zur Darstellung der Biomechanik des Unterkiefers—Teil II-Mechanical Characteristics of the Human Mandible, and Investigation of the» in-vivo «Reaction of the Compact Bone: a Contribution to the Description of the Biomechanics of the Mandible—Part II.
- Asprino L, Consani S, de Moraes M, 2006. A comparative biomechanical evaluation of mandibular condyle fracture plating techniques. *J Oral Maxillofac Surg*, 64, 3, 452-6.
- Assael LA, 2003. Open versus closed reduction of adult mandibular condyle fractures: an alternative interpretation of the evidence. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 61, 11, 1333-9.
- Bhowmick RS, Bhowal K, Ghosh S, 2019. Plating systems for 3D stability of subcondylar fracture: A research article with review of literature. *International Journal of Orthopaedics*, 5, 2, 681-3.
- Brandt MT, Haug RH, 2003. Open versus closed reduction of adult mandibular condyle fractures: a review of the literature regarding the evolution of current thoughts on management1. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 61, 11, 1324-32.
- Bredbenner TL, Haug RH, 2000. Substitutes for human cadaveric bone in maxillofacial rigid fixation research. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 90, 5, 574-80.
- Breul R, 2007. Biomechanical analysis of stress distribution in the temporomandibular joint. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 189, 4, 329-35.
- Burm JS, Hansen JE, 2010. The use of microplates for internal fixation of mandibular fractures. *Plast Reconstr Surg*, 125, 5, 1485-92.

- Celegatti Filho TS, Rodrigues DC, Lauria A, Moreira RWF, Consani S, 2015. Development plates for stable internal fixation: study of mechanical resistance in simulated fractures of the mandibular condyle. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 43, 1, 158-61.
- Champy M, Lodde J, 1976. Mandibular synthesis. Placement of the synthesis as a function of mandibular stress. *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-faciale*, 77, 8, 971-6.
- Choi B-H, Kim K-N, Kim H-J, Kim M-K, 1999. Evaluation of condylar neck fracture plating techniques. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 27, 2, 109-12.
- Choi B-H, Yi C-K, Yoo J-H, 2001. Clinical evaluation of 3 types of plate osteosynthesis for fixation of condylar neck fractures. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 59, 7, 734-7.
- Darwich MA, Albogha MH, Abdelmajeed A, Darwich K, 2016. Assessment of the biomechanical performance of 5 plating techniques in fixation of mandibular subcondylar fracture using finite element analysis. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 74, 4, 794. e1-. e8.
- de Souza GM, Rodrigues DC, Celegatti Filho TS, Moreira RWF, Falci SGM, 2018. In-vitro comparison of mechanical resistance between two straight plates and a Y-plate for fixation of mandibular condyle fractures. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 46, 1, 168-72.
- dos Santos Jr J, De Rijk W, 1995. Vectorial analysis of the equilibrium of forces transmitted to TMJ and occlusal biteplane splints. *Journal of Oral Rehabilitation*, 22, 4, 301-10.
- Drake R, Vogl W, Mitchell A, 2007. Çeviri ed: Yıldırım, M. Tıp Fakültesi Öğrencileri için Gray's Anatomi., Güneş Tıp Kitabevi, Ankara.
- e Oliveira TRV, Kemmoku DT, da Silva JVL, Noritomi PY, Passeri LA, 2017. Finite element evaluation of stable fixation in combined mandibular fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 75, 11, 2399-410.
- Eckelt U, 1991. Tension bolt osteosynthesis for fractures of the mandibular condyle. *Deutsche Zeitschrift für Mund-, Kiefer-und Gesichts-Chirurgie*, 15, 1, 51-7.
- Ehrenfeld M, Manson PN, Prein J, 2012. Principles of internal fixation of the craniomaxillofacial skeleton, Thieme, p.
- Ellis E, Throckmorton G, 2000. Facial symmetry after closed and open treatment of fractures of the mandibular condylar process. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 58, 7, 719-28.
- Ellis III E, Perez D, 2020. Fractures of the condylar process of the mandible. In: *Facial trauma surgery*. Eds: Elsevier, p. 186-200.
- Ellis III E, Throckmorton GS, 2005. Treatment of mandibular condylar process fractures: biological considerations. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 63, 1, 115-34.
- Feller K-U, Richter G, Schneider M, Eckelt U, 2002. Combination of microplate and miniplate for osteosynthesis of mandibular fractures: an experimental study. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 31, 1, 78-83.

- Gealh WC, Costa JV, Ferreira GM, Iwaki Filho L, 2009. Comparative study of the mechanical resistance of 2 separate plates and 2 overlaid plates used in the fixation of the mandibular condyle: an in vitro study. *J Oral Maxillofac Surg*, 67, 4, 738-43.
- Group CC, (2014). *The first AO classification system for fractures of the craniomaxillofacial skeleton: rationale, methodological background, developmental process, and objectives*, SAGE Publications Sage UK: London, England. 7: 6-14.
- Haim D, Müller A, Leonhardt H, Nowak A, Richter G, Lauer G, 2011. Biomechanical study of the Delta plate and the TriLock Delta condyle trauma plate. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 69, 10, 2619-25.
- Hammond D, Whitty J, Wain R, McPhillips M, Ahmed W, 2016. Biomechanics of the mandible and current evidence base for treatment of the fractured mandible. *Surgical Tools and Medical Devices*, 617-33.
- Haug RH, Peterson GP, Goltz M, 2002. A biomechanical evaluation of mandibular condyle fracture plating techniques. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 60, 1, 73-80.
- He D, Cai Y, Yang C, 2014. Analysis of temporomandibular joint ankylosis caused by condylar fracture in adults. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 72, 4, 763. e1-e9.
- Johannesdottir F, Thrall E, Muller J, Keaveny TM, Kopperdahl DL, Bouxsein ML, 2017. Comparison of non-invasive assessments of strength of the proximal femur. *Bone*, 105, 93-102.
- Jones JK, Van Sickels JE, 1991. A preliminary report of arthroscopic findings following acute condylar trauma. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 49, 1, 55-60.
- Jung S, Nam OH, Fang Y-Q, Dismukhamedov S, Lee C, 2022. Reliability of a Trapezium Miniplate with Endoscope-Assisted Internal Fixation in Mandibular Subcondylar Fractures: A Three-Dimensional Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 11, 1, 207.
- Kalfarentzos EF, Deligianni D, Mitros G, Tyllianakis M, 2009. Biomechanical evaluation of plating techniques for fixing mandibular angle fractures: the introduction of a new 3D plate approach. *Oral and maxillofacial surgery*, 13, 139-44.
- Kannadasan K, Shenoy V, Kengagsubbiah S, Sathyabhama V, Priya V, 2014. Extra corporeal fixation of fractured mandibular condyle. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*, 8, 9, ZD41.
- Kolsuz N, Atali O, Varol A, 2020. Assessment of biomechanical properties of specially-designed miniplate patterns in a mandibular subcondylar fracture model with finite element analysis and a servohydraulic testing unit. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 58, 7, 848-53.
- Koolstra J, Van Eijden T, 1997. The jaw open-close movements predicted by biomechanical modelling. *Journal of biomechanics*, 30, 9, 943-50.
- Koolstra J, Van Eijden T, Weijs W, Naeije M, 1988. A three-dimensional mathematical model of the human masticatory system predicting maximum possible bite forces. *Journal of biomechanics*, 21, 7, 563-76.

- Kreutziger KL, 1987. Extended modified postauricular incision of the temporomandibular joint. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*, 63, 1, 2-8.
- Kurimori KT, Bastos EO, de Oliveira WA, Alonso N, 2018. Management of intracranial condylar fracture with intracranial migration. *Journal of Craniofacial Surgery*, 29, 6, 1416-20.
- Larsen OD, Nielsen A, 1976. Mandibular fractures: I. An analysis of their etiology and location in 286 patients. *Scandinavian journal of plastic and reconstructive surgery*, 10, 3, 213-8.
- Lata J, Verma N, Mahajan S, 2019. Evaluation of Efficacy of 3-Dimensional Delta Versus Trapezoidal Condylar Plates in Internal Fixation of Mandibular Subcondylar Fractures: A Clinical Study. *The Traumaxilla*, 1, 1, 11-21.
- Laughlin RM, Block MS, Wilk R, Malloy RB, Kent JN, 2007. Resorbable plates for the fixation of mandibular fractures: a prospective study. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 65, 1, 89-96.
- Leonhardt H, Franke A, 2020. Open versus Closed Treatment of Fractures of the Mandibular Condylar Process: A Prospective Randomised Multi-Centre Study: Eckelt U, Schneider M, Erasmus F, et al. *J Craniomaxillofac Surg*. 2006; 34: 306–14. In: 50 Landmark Papers every Oral & Maxillofacial Surgeon Should Know. Eds: CRC Press, p. 249-54.
- Lindahl L, 1977. Condylar fractures of the mandible: I. Classification and relation to age, occlusion, and concomitant injuries of teeth and teeth-supporting structures, and fractures of the mandibular body. *International journal of oral surgery*, 6, 1, 12-21.
- Liokatis P, Tzortzinis G, Gerasimidis S, Smolka W, 2022. Finite element analysis of different titanium miniplates: Evaluation of three-dimensional designs applied on condylar neck fractures. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, 123, 2, 184-90.
- Lovald S, Baack B, Gaball C, Olson G, Hoard A, 2010. Biomechanical optimization of bone plates used in rigid fixation of mandibular symphysis fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 68, 8, 1833-41.
- MacLennan W, 1969. Fractures of the mandibular condylar process. *British Journal of Oral Surgery*, 7, 1, 31-9.
- Marsell R, Einhorn TA, 2010. Emerging bone healing therapies. *Journal of orthopaedic trauma*, 24, S4-S8.
- Menon S, Sinha R, 2008. Gap arthroplasty for mandibular condyle dislocation and impaction into the middle cranial fossa. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 66, 11, 2390-3.
- Meyer C, 2009. Biomechanics of fractures of the condylar region and principles of repair. Harle F, Champy M, Terry BC. *Atlas of craniomaxillofacial osteosynthesis*, 8-9.
- Meyer C, Kahn J-L, Boutemi P, Wilk A, 2002. Photoelastic analysis of bone deformation in the region of the mandibular condyle during mastication. *Journal of cranio-maxillofacial surgery*, 30, 3, 160-9.

- Meyer C, Martin E, Jean-Luc K, Simone Z, 2007. Development and biomechanical testing of a new osteosynthesis plate (TCP®) designed to stabilize mandibular condyle fractures. *Journal of cranio-maxillofacial surgery*, 35, 2, 84-90.
- Meyer C, Serhir L, Boutemi P, 2006. Experimental evaluation of three osteosynthesis devices used for stabilizing condylar fractures of the mandible. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 34, 3, 173-81.
- Miloro M, Redlinger S, Pennington DM, Kolodge T, 2007. In situ location of the temporal branch of the facial nerve. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 65, 12, 2466-9.
- Murphy MT, Haug RH, Barber JE, 1997. An in vitro comparison of the mechanical characteristics of three sagittal ramus osteotomy fixation techniques. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 55, 5, 489-94.
- Neuhaus M-T, Gellrich N-C, Sander AK, Lethaus B, Halama D, Zimmerer RM, 2022. No significant bone resorption after open treatment of mandibular condylar head fractures in the medium-term. *Journal of Clinical Medicine*, 11, 10, 2868.
- Oraby M, Elprince NH, Elsheikh SA, Riad RH, 2022. TRAPEZOIDAL CONDYLAR PLATE (TCP) VERSUS TWO MINIPLATES IN TREATMENT OF SUBCONDYLAR FRACTURE (A RANDOMIZED CLINICAL TRIAL. *Alexandria Dental Journal*, 47, 1, 16-22.
- ÖMEZLİ DMM, DAYI DE, MANDİBULAR KONDİL KIRIKLARININ CERRAHİ TEDAVİSİNDE UYGULANAN ÇEŞİTLİ FİKSASYON SİSTEMLERİNİN BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İN VİTRO OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI.
- Özkan O, 2022. *Diş Hekimliği Anatomi Kitabı, Akademisyen Kitabevi*, p.
- Pilling E, Eckelt U, Loukota R, Schneider K, Stadlinger B, 2010. Comparative evaluation of ten different condylar base fracture osteosynthesis techniques. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 48, 7, 527-31.
- Rozeboom A, Dubois L, Bos R, Spijker R, De Lange J, 2017. Closed treatment of unilateral mandibular condyle fractures in adults: a systematic review. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 46, 4, 456-64.
- Saikia J, Kumar S, Jain H, Gupta A, 2018. Biomechanical Study of Trapezoidal Plate, Delta Plate and Miniplate in Subcondylar Fracture. *Journal of Clinical & Diagnostic Research*, 12, 10.
- Sancak B, Cumhuri M, Vakfi O, 2002. *Fonksiyonel anatomi: baş-boyun ve iç organlar. ODTÜ Geliştirme Vakfı.*
- Santler G, Kärcher H, Ruda C, Köle E, 1999. Fractures of the condylar process: surgical versus nonsurgical treatment. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 57, 4, 392-7.
- Schortinghuis J, Bos RK, Vissink A, 1999. Complications of internal fixation of maxillofacial fractures with microplates. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 57, 2, 130-4.
- Schön R, Gutwald R, Schramm A, Gellrich N-C, Schmelzeisen R, 2002. Endoscopy-assisted open treatment of condylar fractures of the mandible: extraoral vs intraoral approach. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 31, 3, 237-43.

- Scott C, Ramakrishnan K, Vivek N, Saravanan C, Prashanthi G, 2021. Does Three-Dimensional Plate Offer Better Outcome and Reduce the Surgical Time Following Open Reduction and Internal Fixation of Adult Mandibular Unilateral Subcondylar Fractures. A Randomized Clinical Study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 79, 6, 1330. e1-. e12.
- Seemann R, Schicho K, Reichwein A, Eisenmenger G, Ewers R, Wagner A, 2007. Clinical evaluation of mechanically optimized plates for the treatment of condylar process fractures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 104, 6, e1-e4.
- Sehgal S, Ramanujam L, Prasad K, Krishnappa R, 2014. Three-dimensional v/s standard titanium miniplate fixation in the management of mandibular fractures—A randomized clinical study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 42, 7, 1292-9.
- Shantavasinkul P, Akkus O, Palomo JM, Baumgaertel S, 2016. Surface strain distribution of orthodontic miniscrews under load. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 150, 3, 444-50.
- Shapiro F, 1988. Cortical bone repair. The relationship of the lacunar-canalicular system and intercellular gap junctions to the repair process. *JBJS*, 70, 7, 1067-81.
- Silvennoinen U, Iizuka T, Oikarinen K, Lindqvist C, 1994. Analysis of possible factors leading to problems after nonsurgical treatment of condylar fractures. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 52, 8, 793-9.
- Stewart BT, Mehta K, Drago M, Henry S, Joseph K, Strong K, Trostchansky JL, Jorgensen JJ, Leung GK-K, Abi-Saad GS, 2022. Global Survey of Demand-Side Factors and Incentives that Influence Advanced Trauma Life Support (ATLS) Promulgation. *World Journal of Surgery*, 46, 5, 1059-66.
- Talwar RM, Ellis III E, Throckmorton GS, 1998. Adaptations of the masticatory system after bilateral fractures of the mandibular condylar process. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 56, 4, 430-9.
- Throckmorton GS, Dechow PC, 1994. In vitro strain measurements in the condylar process of the human mandible. *Archives of oral biology*, 39, 10, 853-67.
- Tominaga K, Habu M, Khanal A, Mimori Y, Yoshioka I, Fukuda J, 2006. Biomechanical evaluation of different types of rigid internal fixation techniques for subcondylar fractures. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 64, 10, 1510-6.
- Tseng C-C, Shiao A-S, 2006. Postoperative auricular perichondritis after an endaural approach tympanoplasty. *Journal of the Chinese Medical Association*, 69, 9, 423-7.
- Vural E, 2004. Treatment of adult subcondylar mandibular fractures: closed vs open vs endoscopic approach. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 130, 10, 1228-30.
- Wagner A, Krach W, Schicho K, Undt G, Ploder O, Ewers R, 2002. A 3-dimensional finite-element analysis investigating the biomechanical behavior of the mandible and plate osteosynthesis in cases of fractures of the condylar process. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 94, 6, 678-86.
- Walker CJ, MacLeod SP, 2017. Anatomy and biomechanics of condylar fractures. *Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 25, 1, 11-6.

- Wong RC, Tideman H, Kin L, Merckx MA, 2010. Biomechanics of mandibular reconstruction: a review. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 39, 4, 313-9.
- Yıldırım M, Anatomisi İ, 2006. Genel Anatomi Lokomotor Sistem. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 88-220.
- Zachariades N, Mezitis M, Mourouzis C, Papadakis D, Spanou A, 2006. Fractures of the mandibular condyle: a review of 466 cases. Literature review, reflections on treatment and proposals. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 34, 7, 421-32.
- Zhang B, Yang M, Zhou Q, Liu Q, 2016. Delayed open reduction and single screw internal fixation as a treatment option in cases of failed non-surgical treatment of bilateral condylar head fractures with fragmentation. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 44, 10, 1655-61.
- Ziccardi VB, Schneider RE, Kummer FJ, 1997. Wurzburg lag screw plate versus four-hole miniplate for the treatment of condylar process fractures. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 55, 6, 602-7.
- Zide MF, Kent JN, 1983. Indications for open reduction of mandibular condyle fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 41, 2, 89-98.
- Zrounba H, Lutz J-C, Zink S, Wilk A, 2014. Epidemiology and treatment outcome of surgically treated mandibular condyle fractures. A five years retrospective study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 42, 6, 879-84.