



T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI
ANKARA 1. BÖLGE KAMU HASTANELERİ BİRLİĞİ GENEL
SEKRETERLİĞİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ANKARA EĞİTİM ve ARAŞTIRMA HASTANESİ
ORTOPEDİ ve TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ

ANTERİOR KOLON – POSTERİOR HEMİTRANSVERS TİP
ASETABULUM KIRIKLARINDA MODİFİYE STOPPA
YAKLAŞIMI KULLANILARAK UYGULANAN FARKLI
FİKSASYONLARIN BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

Dr. Oğuzhan TANOĞLU

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Kadir Bahadır ALEMDAROĞLU

ANKARA

2017

**T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI
ANKARA 1. BÖLGE KAMU HASTANELERİ BİRLİĞİ GENEL
SEKRETERLİĞİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ANKARA EĞİTİM ve ARAŞTIRMA HASTANESİ
ORTOPEDİ ve TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ**

**ANTERİOR KOLON – POSTERİOR HEMİTRANSVERS TİP
ASETABULUM KIRIKLARINDA MODİFİYE STOPPA
YAKLAŞIMI KULLANILARAK UYGULANAN FARKLI
FİKSASYONLARIN BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Dr. Oğuzhan TANOĞLU

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Kadir Bahadır ALEMDAROĞLU

ANKARA

2017

TEŞEKKÜR

Sağlık Bakanlığı Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinde aldığım uzmanlık eğitimim esnasında; bilimsellikten ödün vermeyen yaklaşımı, insanlığı ve cerrahisi ile bana her zaman örnek olan, tez konumu belirlememde ve tezimin her aşamasında sabırla ilgisini esirgemeyen, birlikte çalışmaktan her daim keyif aldığım sayın hocam Prof. Dr. Kadir Bahadır ALEMDAROĞLU'na, cerrahi deneyimi ve bizlere aktardığı engin bilgisine, her türlü zorlukla başa çıkabilmemiz için bizleri her daim cesaretlendirmesinden ve her zaman bizlerin arkasında olmasından ötürü sayın hocam Doç. Dr. Serkan İLTAR'a, bilgisi, görgüsü ve deneyimleri ile iyi bir doktor olarak yetişmem için tüm desteklerini ve bilgi birikimlerini esirgmeden benimle paylaşan değerli büyüklerim Doç. Dr. Veysel Ercan DİNÇEL'E, Op. Dr. Ahmet ÖZMERİÇ'e, Op. Dr. Özgür ŞAHİN'e ve eğitimim süresince kliniğimizden ayrılan değerli hocam Prof. Dr. Nevres Hürriyet AYDOĞAN'a ve değerli büyüklerim Op. Dr. İlhami TELLİ ve Op. Dr. Talip Kara'ya emeklerinden ötürü teşekkürü bir borç bilirim.

Uzmanlık eğitimim süresince nezaketiyle, bilgi ve görgüsüyle beni aydınlatan sayın hocam Prof. Dr. Cem Nuri AKTEKİN'e, desteklerini her daim hissettiğim sayın ağabeylerim Op. Dr. Abdurrahman SAKAOĞULLARI'na, Op. Dr. İsmail Murad PEPE'ye, Op. Dr. Onur KOCADAL'a ve Op. Dr. Kubilay Uğurcan CERİTOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Uzmanlık eğitimim sırasında bir süre doktor olarak çalıştığım, kendimi geliştirmemi, global düşünmeyi ve farklı bir vizyon sahibi olmamı sağlayan Klinikum Wolfsburg, Orthopädie, Unfall- und Handchirurgie bölümü doktorları Chefarzt Dr. Med. Wolfgang KLEIN, Dr. med. Helmut-Siegfried NEUMANN, Dr. Med. Christoph EICHHOLZ, Dr. Michael ZUMBAUM ve Dr. Med. Axel GÄNSSLEN'e ve asistan doktor arkadaşlarıma saygılarımı sunuyorum.

Birlik ve beraberlik içerisinde, özveri ile çalıştığım, kendilerinden çok şey öğrendiğim ve bildiklerimi paylaşmak için elimden geleni yaptığıma inandığım

doktor arkadaşlarım ve ağabeylerim, Op. Dr. Mehmet Uysal'a, Yrd. Doç. Dr. Cem Yalın KILINÇ'a, Op. Dr. Selahattin ÖZCAN'a, Doç. Dr. Ferhat SAY'a, Op. Dr. İrfan ÖZEL'e, Op. Dr. Deniz GÜL'e, Op. Dr. Mehmet YÜCENS'e, Op. Dr. Emre GÜLTAÇ'a, Op. Dr. Alper ÖZTÜRK'e, Op. Dr. Ahmet Suphi DİKMEN'e, Op. Dr. Aykut KOÇAK'a, Dr. Orkun YILMAZ'a, Dr. Gökhan ARICAN'a, Dr. Mehmet Burak GÖKGÖZ'e, Dr. İzzet Özay SUBAŞI'na, Dr. Hamit Çağlayan KAHRAMAN'a, Dr. Emre ATMACA'ya, Dr. Hayri Can TAŞKENT'e, Dr. Sefa GÖK'e ve birlikte çalışmaktan keyif aldığım servis ve ameliyathanede görevli tüm doktor, hemşire, teknisyen ve personellerimize saygı ve sevgilerimi sunuyorum.

Tez konumun araştırılması, biyomekanik testlerin yapımı ve tezimin yazımı sürecinde bilgi birikimi ve deneyimiyle her türlü imkanı bana sunan, bilimsel anlamda bana yeni ufuklar açan TOBB ETU Makine Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Teyfik DEMİR ve Doktora Öğrencisi Fatma Kübra ERBAY'a saygı ve sevgilerimi sunuyorum.

Beni yetiştiren, emeklerini ve desteklerini benden esirgemeyen, varlıklarıyla onur duyduğum annelerim ve babalarım Fadime ve Sami TANOĞLU'na, Tülay ve Rıza ÇELİKKOL'a, canım ablam Eda TİRYAKİ, biricik yeğenim Cem Ilgar TİRYAKİ ve değerli ağabeyim Doç. Dr. Ahmet TİRYAKİ'ye, sevgili kardeşlerim Dr. Dt. Ongun ÇELİKKOL ve Dr. Dt. Berk ÇELİKKOL'a, Almanya'daki ikinci ailem dediğim AYBASTI ailesine ve tüm aileme sevgi ve saygılarımı sunuyorum.

Her anımı neşeli kılan, insani değerlerini örnek aldığım, bana her zaman destek olup yoluma ışık tutan, bana hep pozitif düşünceler aşılayan, hayatımda iyi ki varsın dediğim biricik eşim, hayat arkadaşım Dr. Ceyda TANOĞLU'na ve hayatımın anlamı, gülüşüyle içimi ısıtan, babalığın güzelliklerini bana yaşatan canım kızım İpek TANOĞLU'na teşekkürlerimi sunuyorum.

Dr. Oğuzhan TANOĞLU
Ankara 2017

ÖZET

Günümüzde asetabulum kırıkları tüm erişkin yaş gruplarında artan sıklıkla görülmektedir. Anterior kolon - posterior hemitransvers tip kırıklar, sıklıkla 60 yaş üzeri hastalarda görülen ve tedavisi zor olan kompleks bir asetabulum kırığıdır. Bu çalışmamızdaki amacımız, yapay kemik modelleri üzerinde yaratılan kırık modellerine farklı fiksasyon yöntemleri uygulanarak, dinamik ve statik yüklenmeler ile bu fiksasyon yöntemlerinin rijiditeleri ve kırık deplasman miktarlarını biyomekanik açıdan karşılaştırmaktır.

Çalışmamızda, her grupta 6 adet yapay kemik modeli üzerinde anterior kolon-posterior hemitransvers tip asetabulum kırığı yaratılarak 3 farklı fiksasyon yöntemi ile kırık fiksasyonunu sağladık. Dinamik ve statik aksiyel yüklenme testlerinde fiksasyonların rijiditeleri ve kırık hattındaki deplasman miktarları ölçüldü.

Çalışmanın sonucunda, 2. Grupta kullanılan suprapektineal plak üzerinden posterior kolon vidası ve infrapektineal plak uygulamasının dinamik testlerde, CL değerinde 3. Grup ile karşılaştırıldığında ($p=0.037$), EL değerinde 1. ve 3. Gruplarla karşılaştırıldığında deplasman miktarları istatistiksel olarak anlamlı derecede az bulunmuştur (sırasıyla $p=0.037$ ve $p=0.016$). Statik testlerde, 2. Grupta DL değerindeki deplasman miktarları 3. Grup ile karşılaştırıldığında ($p=0.004$) ve FL değerindeki deplasman miktarları 1. Grup ile karşılaştırıldığında ($p=0.025$) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde az bulunmuştur. Fiksasyon uygulanan gruplar birbirleriyle karşılaştırıldığında ortalama rijitlik değerleri içerisinde en yüksek rijiditeye 2. Grubun (158,52 N/mm.) sahip olduğu fakat bu değer istatistiksel olarak anlamlı fark içermediği gözlenmiştir.

Bu sonuçla; en güvenilir fiksasyon yöntemi olarak, anterior kolon - posterior hemitransvers tip asetabulum kırıklarının cerrahi tedavisinde modifiye Stoppa yaklaşımı kullanılarak suprapektineal plak üzerinden posterior kolon vidası ve infrapektineal plak uygulamasının kullanılmasını öneriyoruz.

SUMMARY

Currently, acetabulum fractures are seen with an increasing incidence in all adult age groups. Anterior column posterior hemitransvers type acetabular fractures are seen frequently over 60 year-old adults and the surgical treatment of these fractures are very difficult for trauma surgeons. In this study we aimed to create a fracture models on the artificial bone and performed different fixation methods for these fractures. The stiffnesses and the amount of fracture displacements of these fixation groups were compared biomechanically under the static and dynamic axial loading conditions.

In our study, we created six anterior column posterior hemitransvers fracture models on artificial bone in each groups and fixed all groups with three different fixation methods. Under the dynamic and static axial loading conditions, we measured the results of fixation stiffnesses and the amount of fracture displacements.

According to the study results, posterior column lag screws over the suprapectineal plate and infrapectineal plate fixation method in Group 2 showed the highest stiffness (158.52 N/mm.) among the fixation groups but this value was not statistically significant.

In dynamic loading tests, displacement amounts of CL point in Group 2 were significantly lower than Group 3 ($p=0.037$) and displacement amounts of EL point in Group 2 were significantly lower than Group 1 and 3 (respectively $p=0.037$ and $p=0.016$).

In static loading tests, displacement amounts of DL point in Group 2 were significantly lower than Group 3 ($p=0.004$) and displacement amounts of FL point in Group 2 were significantly lower than Group 1 ($p=0.025$).

As a result of this study, we advise to use the posterior column lag screws over the suprapectineal plate and infrapectineal plate fixation method by using the

modified Stoppa approach for the surgical treatment of the anterior column posterior hemitransvers type acetabular fracture as the most reliable fixation method.



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iii
ÖZET.....	v
SUMMARY	vi
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
GRAFİK DİZİNİ.....	xiv
TABLO DİZİNİ.....	xiv
RESİM DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. TARİHÇE	3
2.1.1. Konservatif Tedavinin Tarihçesi.....	3
2.1.2. Cerrahi Tedavinin Tarihçesi.....	4
2.2. ANATOMİ.....	10
2.2.1. Kalça Gelişimi.....	10
2.2.2. Asetabular İşaret Noktaları	11
2.2.3. Asetabular Yapı.....	13
2.2.4. Radyografik Anatomi.....	15
2.2.5. Asetabulumun Pozisyonu.....	18
2.2.6. Asetabulumun Biyomekaniği.....	19
2.2.7. Asetabulum'un Kan Dolaşımı.....	21
2.2.8. Kapsüler ve Labral Kan Dolaşımı.....	23
2.2.9. Nörolojik Anatomi	24
2.3. ASETABULUM KIRIKLARININ BİYOMEKANIĞI	25
2.3.1. Normal Kalça Biyomekaniği	25
2.3.2. Asetabulum Kırık Fiksasyonunun Biyomekaniği	30
2.4. ASETABULUM KIRIKLARININ OLUŞ MEKANİZMASI VE	
SINIFLAMASI.....	31
2.4.1. Yaralanma Mekanizması.....	31

2.4.2. Kırık Tanısı	34
2.4.3. Asetabulum Kırıkları Sınıflaması	35
2.4.3.1. Letournel – Judet Sınıflaması	36
2.4.3.2. AO/OTA Pelvis ve Asetabulum Kırıkları Sınıflaması.....	36
2.4.3.3. Letournel – Judet Sınıflaması (AO/OTA Kırık ve Çıkık Sınıflaması)	37
2.4.3.3.1. Basit Kırıklar (Anterior, Posterior veya Her İki Segmenti içeren Kırıklar).....	37
2.4.3.3.1.1. Posterior Duvar Kırıkları (A1).....	37
2.4.3.3.1.2. Posterior Kolon Kırıkları (A2).....	39
2.4.3.3.1.3. Anterior Duvar Kırıkları (A3.1).....	42
2.4.3.3.1.4. Anterior Kolon Kırıkları (A3.2, A3.3).....	42
2.4.3.3.1.5. Transvers Kırık (Kısmi Eklem İçi Tip B1).....	43
2.4.3.3.2. Kompleks Kırıklar (Asetabulum veya Pelviste İki ya da Daha Fazla Kırık).....	45
2.4.3.3.2.1. Posterior Kolon ve Eşlik Eden Posterior Duvar Kırığı (A2.3).....	45
2.4.3.3.2.2. Transvers (B1) ve Eşlik Eden Posterior Duvar Kırığı	46
2.4.3.3.2.3. T Tipi Kırıklar, Eklem Yüzeyinin Bir Kısmını İçeren (B2)	46
2.4.3.3.2.4. Anterior Kolon ve Posterior Hemitransvers Kırık (B3).....	48
2.4.3.3.2.5. Çift Kolon Kırığı (Komplet Eklem Tipi C).....	50
2.4.3.3.3. Değişken ve Eklem Dışı Kırık Varyantları	56
2.5. ASETABULUM KIRIKLARININ TANISI VE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	56
2.5.1. Klinik Değerlendirme.....	56
2.5.1.1. Pelvik Görüntüleme	57
2.5.1.2. Asetabulum Görüntülenmesi.....	57
2.5.1.2.1. Anteroposterior Görüntüleme	58
2.5.1.2.2. Obturator Oblik Grafi.....	59
2.5.1.2.3. İliak Oblik Grafi.....	59
2.5.1.3. Bilgisayarlı Tomografi.....	60

2.5.1.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MR).....	62
2.5.1.5. Postoperatif Değerlendirme	64
2.5.1.6. Komplikasyonların ve Eşlik Eden Yaralanmaların Görüntülenmesi	65
2.6. ASETABULUM KIRIKLARININ TEDAVİSİ.....	67
2.6.1. Konservatif Tedavi Kriterleri.....	67
2.6.2. Asetabulum Kırıklarının Konservatif Tedavisi.....	68
2.6.2.1. Eklem Yüzeyinin Değerlendirilmesi: Roof-Ark Ölçümü	68
2.6.2.2. Anestezi Altında Stres Muayenesi	70
2.6.2.3. Posterior Duvar Kırıklarının Konservatif Tedavisine Karar Vermede Tomografi Görüntüleme ve Anestezi Altında Stres Muayenesi	70
2.6.2.4. Konservatif Tedavide Güncel Yaklaşımlar.....	71
2.6.3. Asetabulum Kırıklarının Cerrahi Tedavisi.....	72
2.6.3.1. Cerrahi Yaklaşımın Seçimi	72
2.6.3.1.1. Kocher-Langenbeck Yaklaşımı.....	73
2.6.3.1.2. Trokanterik Flip Osteotomi ve Kocher-Langenbeck Yaklaşımı	73
2.6.3.1.3. İlioinguinal Yaklaşım.....	74
2.6.3.1.4. Stoppa Yaklaşımı	74
2.6.3.1.5. Genişletilmiş İliofemoral Yaklaşım (GI)	74
2.6.3.1.6. İki Aşamalı Yaklaşımlar	75
2.6.3.1.7. Perkütan Fiksasyon	75
2.6.3.2. Özel Durumlar.....	76
2.6.3.2.1. İlişkili Kırıklar.....	77
2.6.3.3. Gecikmiş Kırık Endikasyonları.....	78
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	81
4. BULGULAR.....	94
5. TARTIŞMA	100
6. SONUÇ.....	106
7. KAYNAKLAR	107

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Obturator oblik grafide önemli kemik noktaların belirlenmesi. 1. İliopektineal çizgiden geçip anterior kolona uzanan hat 2. Asetabulumun posterior duvarına karşılık gelen noktalar	8
Şekil 2. İliak oblik grafide önemli kemik noktaların belirlenmesi 1. İlioiskial çizgi posterior kolonun kenarını göstermektedir 2. Asetabulumun anterior duvarını gösteren çizgi.	8
Şekil 3. Anterior, Medial ve Posterior Roof Arc	10
Şekil 4. Asetabulum ve Hemipelvisin lateralden görünümü, Asetabulumun iki önemli işaret noktası: ASIS ve İliopektineal eminens	12
Şekil 5. Asetabulum ve Hemipelvisin medialden görünümü.....	12
Şekil 6. Anterior (pembe) ve Posterior (mavi) kolon	13
Şekil 7. Standart anteroposterior pelvis grafisi [29]	16
Şekil 8. Sağ kalçanın Obturator veya internal oblik grafisi [29]	17
Şekil 9. Sağ kalçanın İliak veya eksternal oblik grafisi [29]	17
Şekil 10. Asetabulumun at nalı şeklindeki kırkırdak yüzeyi.....	20
Şekil 11. Sağ kalça asetabulumun lateral tarafının kanlanması.....	21
Şekil 12. Superior gluteal arterin dalları, (1) supraasetabular ve (2) asetabular dalları; anterior inferior iliak spina (3), lateral femoral sirkumfleks arterin çıkan dalı (4), superior gluteal arterin derin dalı (5), kaldırılmış gluteus medius (6), eklem kapsülü (7), trokanter major (8), rektus femoris kası (9), tensor fascia lata (10).....	23
Şekil 13. Tek ayak üzerinde duruş sırasında kalçaya binen yükler	25
Şekil 14. a. Sağlam pelvis yapısına bağlı olan asetabulumuna gelen yükün dağılımı... 27	
Şekil 15. Koronal kesit, kalça 20° iç rotasyonda, abduksiyon-adduksiyon hareketleri ile uygulanan kuvvetin ileildiği asetabular bölgeler,	32
Şekil 16. a. Fleksiyondaki dize alınan darbe ile patella kırıkları, dizin posteriora çıkışı, posterior çapraz bağ yaralanmaları ve asetabulum posterior duvar kırıkları görülebilmektedir. b. Trokanter majora direkt travma ile transvers ya da anterior tip kırıklar sıklığı.	33

Şekil 17. Asetabulum kırıklarının uluslararası sınıflaması a. Tip A kırıklar: tek kolon ya da duvar kırıkları b. Tip B kırıklar: transvers veya T tipi her iki kolonu içeren kırıklar, eklem kıkırdağının bir kısmının aksiyel iskelete bağlı kaldığı kırıklar c. Tip C kırıklar: her iki kolonu içeren kırıklar, eklem kıkırdağının tamamının aksiyel iskeletten ayrıldığı kırıklar.....	35
Şekil 18. Posterior Duvar Kırıkları a. Tip A1.1: tek parçalı kırık b. Tip A1.1: posterior duvar kırığı en iyi obturator oblik grafide görülmektedir. c. Tip A1.1: Posterior duvar kırığı bilgisayarlı tomografide aksiyel kesitte izlenmektedir. d. Posterior duvar kırıkları bazen AP pelvis grafisinde de izlenebilmektedir.....	39
Şekil 19. Posterior kolon kırığı.....	40
Şekil 20. Posterior Kolon Kırıkları a. Tip A2.1: Posterior kolon kırığı iskium içerisinde sınırlı kalmaktadır. b. Tip A2.2: Obturator foramenin içerisinden geçen, posterior duvara kadar genişleyen tipik posterior kolon kırığı c. Tip A2.3: Posterior duvar kırığı da içeren posterior kolon kırığı.....	41
Şekil 21. Anterior kolon kırıkları. a. Çok düşük. b. Düşük. c. Orta. d. Yüksek.	43
Şekil 22. Transvers kırıklar a. Kotiloid fossa boyunca uzanan infratektal kırık b. Kotiloid fossanın üzerinden jukstatektal kırık c. Superior yük taşıyan bölgeden geçen transtektal kırık.....	44
Şekil 23. a. Standart posterior kolon ve posterior duvar kırığı. Duvar kırığı kuadrilateral köşeyi içermez b. Kuadrilateral bölgeyi içeren posterior duvar kırığı. Posterior kolon kırığı ile birlikte.	46
Şekil 24. T tipi kırık.....	47
Şekil 25. Anterior kolon ve posterior hemitransvers tip kırık, posterior parça genellikle aşağı seviyededir ve nondeplasedir. a. Tip B3.1: anterior duvar ve posterior hemitransvers kırık b. Tip B3.3: anterior kolon ve aşağı seviyeli posterior hemitransvers kırık c. Anterior kırık yukarıda iliak kanada ulaşmaktadır (B3.2) d. Bilgisayarlı tomografi sagittal kesitte, anterior kolon kırığına sıklıkla eşlik eden aşağı seviye posterior kolon kırığı (kırmızı ok) e. Bilgisayarlı tomografi koronal kesitte, aşağı	

seviye posterior kolon kırığı (kırmızı ok) f. Bilgisayarlı tomografi koronal kesitte, anterior kolon kırığına eşlik eden femur başının anteriora deplasmanı	49
Şekil 26. Tip C: çift kolon asetabulum kırığı, asetabulumun eklem yüzünü tüm bileşenlerine ayırır. Yüzen asetabulum ya da T tipi kırığın varyantı olarak adlandırılabilir.	51
Şekil 27. Tip C çift kolon kırığı, yüksek seviye a. C1.1 her kolon tek parça b. C1.2 posterior kolon tek parça ve anterior kolon iki veya daha fazla parçalı c. C1.3 posterior kolon kırığı ile birlikte posterior duvar kırığı, anterior kolon çok parçalı. Bu kırıkta posterior duvar kırığının iyi redükte edilmemesi kalçanın instabilitesine yol açar.....	53
Şekil 28. C2, çift kolon kırığı, düşük seviye.....	53
Şekil 29. Tip C3 çift kolon kırığı. Kırık hattı sakroiliak ekleme uzanır.	54
Şekil 30. Anterior kolon posterior hemitransvers, transvers ve çift kolon kırıkları arasındaki farkları gösteren şema A1: Anterior kolon posterior hemitransvers kırık, A2: Anterior duvar posterior hemitransvers kırık, A3: A1 ve A2 kırıkların medialden görünümü B: Çift kolon kırığı C1: T tipi kırık C2: C1 kırığın medialden görünümü	55
Şekil 31. Kalçanın AP grafisi, önemli kemik işaret noktaları 1. asetabulumun posterior duvarı 2. asetabulumun anterior duvarı 3. roof (dome ya da tektum) 4. gözyaşı damlası 5. ilioiskial çizgi (posterior kolon) 6. iliopektineal çizgi (anterior kolon).....	58
Şekil 32. Obturator oblik grafi (Judet) 1. anterior kolon 2. posterior duvar	59
Şekil 33. Iliak oblik grafi (Judet) 1. posterior kolon 2. anterior duvar	60
Şekil 34. a. sağ asetabulumda üç arkın yerleşimleri gösterilmektedir. b. BT görüntüleri asetabulumun tepe noktasından itibaren 10 mm. lik alanı göstermektedir.....	69
Şekil 35. Kırık hatlarının ölçüm noktaları	91

GRAFİK DİZİNİ

Grafik 1. Posterior duvar kırığı olan asetabulumda yükün eklem tümüne, superiora, anteriora ve posteriora dağılımları	28
Grafik 2. Aksiyel basma testleri ve rijitlik değerleri.....	96

TABLO DİZİNİ

Tablo 1. Posterior asetabulum kırıkları ve kalça stabilitesi (intakt kapsül varlığında).....	18
Tablo 2. Posterior asetabulum kırığı ve kalça stabilitesi (posterior kapsül yokluğunda).....	18
Tablo 3. Letournel – Judet Sınıflaması	36
Tablo 4. Kapsamlı Asetabulum Kırıkları Sınıflaması	37
Tablo 5. Yük Uygulanmadan Önce ve Yük Uygulandıktan Sonra Kırık Hattındaki Deplasman Miktarları ve İstatistiksel Değerlendirmesi	94
Tablo 6. Deplasman miktarlarının gruplara göre ortalama ve standart sapmaları	94
Tablo 7. Gruplar arası deplasman miktarlarının karşılaştırılması	95
Tablo 8. Grupların rijitlik değerleri	96
Tablo 9. Rijitlik değerlerinin karşılaştırılması	97
Tablo 10. Yük uygulanmadan önce ve yük uygulandıktan sonra deplasman miktarları ve istatistiksel değerlendirme	97
Tablo 11. Deplasman miktarları ortalama ve standart sapmaları	98
Tablo 12. Deplasman miktarlarının karşılaştırılması	98

RESİM DİZİNİ

- Resim 1.** Iliopektineal eminens, asetabulumun anterior duvarının anterior inferior parçasında bulunmaktadır..... 15
- Resim 2.** Martı kanadı işareti, eklem yüzünün impaksiyonunu gösterir ve kötü prognozun belirteçidir. a. AP grafi b. Bilgisayarlı tomografi koronal kesit..... 50
- Resim 3.** Çift kolon kırığının radyolojik bulgusu. Obturator oblik grafide sakruma bağlı kalan ilium parçası ‘Spur işareti’ olarak adlandırılır..... 52
- Resim 4.** Multitravma sonrası geniş Morel-Lavalle lezyonu..... 57
- Resim 5.** a. Sağ kalçanın femur ile birlikte üç boyutlu tomografi görüntüsü b. üç boyutlu tomografi görüntüsünden femurun uzaklaştırılması ile çift kolon kırığının görülmesi 62
- Resim 6.** a. 11 yaşındaki bir hastanın sağ kalçasının obturator oblik grafisi, femur başına yakın görünen küçük parlak alan posterior duvara karşılık gelen bir parça b. bilgisayarlı tomografide sağlam olan sol kalçanın posteriorunda kemikleşme bölgesi görülmektedir. Hasarlanan sağ kalçanın posteriorunda küçük kemik fragmanları göze çarpmaktadır. c. MR sagittal kesitte kıkırdak spesifik sekansta posterior duvar kırığı parçasının superiora deplasmanı izlenmektedir (siyah ok)..... 62
- Resim 7.** Sol kalçanın posterior çıkığı sonrası 1. yıl aksiyel MR kesitinde küçük deplase kemik parça ve labral defekt izlenmektedir (büyük ok). Femur başı ve asetabulum arasında kıkırdak kaybı (kısa oklar)..... 63
- Resim 8.** Posterior kalça çıkığı sonrası siyatik siniri deplase eden heterotopik ossifikasyon (kalın oklar). Femur başının yuvarlaklığı bozulmuş ve impaksiyon nedeniyle subkondral kist oluşumları (ince ok). 65
- Resim 9.** Kırık modelinin medialden görünümü 82
- Resim 10.** Kırık modelinin lateralden görünümü 82
- Resim 11.** Kırık hattının merkez noktasının belirlenmesi 83
- Resim 12.** Template yardımıyla plak kalıplarının alınması a. anteriordan görünüm b. medialden görünüm..... 84

Resim 13. Plakların ilk ve son deliklerinin standart yerleşimlerinin modeller üzerinde işaretlenmesi (siyah nokta ile işaretli).....	85
Resim 14. Kırık modellerinin kesici motor ile oluşturulması.....	86
Resim 15. Suprapektineal plakların 1. ve 12. deliklerinin eksantrik drill guide yardımıyla delinmesi.....	86
Resim 16. Suprapektineal plakların ve plak üzerinden posterior kolon vidalarının yerleştirilmesi	87
Resim 17. Suprapektineal plak üzerinden posterior kolon vidası ve infrapektineal plak yerleştirilmesi	88
Resim 18. Suprapektineal plak ve vertikal infrapektineal plakların yerleştirilmesi ..	88
Resim 19. Poliüretan malzeme içerisinde anatomik pozisyonda sabitlenen model ..	89
Resim 20. Tek ayak üzerinde durma pozisyonunda asetabulum Austin Moore tipi protezle aksiyel yönde kuvvet uygulanması.....	90
Resim 21. Test düzeneği ve yüke karşı yer değiştirme miktarlarının kamera aracılığıyla ölçülmesi.....	92

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Asetabulum kırıkları, genç bireylerde genellikle yüksek enerjili travma sonucu oluşan, farklı kırıklar ve çoklu organ yaralanmalarının eşlik ettiği, mortalite ve morbiditesi yüksek yaralanmalardır. 35 yaş üstü hastalarda osteoporotik değişiklikler nedeniyle orta ve hafif enerjili travmalar sonucunda da görülebilmektedir [1]. Asetabulum kırıkları ender görülmektedir ve tüm pelvis kırıklarının %10'unu oluşturur [1]. En sık posterior duvar kırığı görülmekte ve tüm asetabulum kırıklarının %24'ünü oluşturmaktadır [2]. Motorlu araç sayısındaki artışla birlikte asetabulum kırıklarının da görülme sıklığı artmaktadır.

Asetabulumun yerleşimi, pelvisin 3 boyutlu yapısı ve bölgenin karmaşık anatomisi nedeniyle önceki yıllarda çoğunlukla konservatif tedaviler tercih edilirken, hastanın immobilizasyonuna bağlı gelişen komplikasyonlar ve eklem içi kırığın anatomik olmayan redüksiyonu sonrası gelişen erken koksartroz nedeniyle son 30 yıl içerisinde asetabulum kırıklarının cerrahi tedavisi konusunda birçok gelişme kaydedilmiştir. Günümüzde halen konservatif yöntemler (traksiyon, kontrollü yük verme vb.), perkütan in situ fiksasyon ve akut total kalça artroplastisi kullanılabilmesine rağmen standart tedavi, açık redüksiyon ve internal tespittir [1, 3]. Matta ve arkadaşları, bu tip kırıklarda anatomik redüksiyonun elde edilmesinin kritik olduğunu, deplasman miktarının 1 - 2 mm.' den fazla olmasının posttravmatik artroz gelişimine ve kötü klinik sonuçlar elde edilmesine yol açacağını belirtmişlerdir [4]. Bu gelişmelere rağmen halen ideal cerrahi teknikler konusunda tartışmalar, araştırmalar ve bilinmeyenler devam etmektedir.

Asetabulum kırıkları sonrası oluşan posttravmatik dejeneratif artrit patogenezi tam olarak bilinmemekle birlikte farklı teoriler tartışılmaktadır. Klinik olarak eklem anatomik olmayan redüksiyonu ve hızlanmış dejeneratif değişiklikler arasında sıkı bir ilişki olduğu bilinmektedir [5]. Travma sırasında eklem yüzeyinde oluşan hasarı belirlemek zor olmasına rağmen eklem patogenezinde rolü olabilir. Hangi predispozan faktörlerin artrit gelişimine yol açtığı kesin olmamakla birlikte, eklemdaki biyomekanik değişikliklerin artrit gelişiminde ana neden olduğu

şüphesizdir. Birçok çalışma, asetabulum kırıklarının biyomekanik sonuçlarına odaklanmıştır. Bu çalışmalar 3 benzer kategoride değerlendirilebilir: (1) eklem içi temas alanı ve basınç; (2) eklem uyumunun kaybı ve kırık sonrası instabilite; (3) kırık fiksasyonunun sertliği.

Literatürde, özel kırık tiplerinin tedavisinde kullanılan teknikler ve fiksasyon stabilitesi hakkında sınırlı sayıda yayın bulunmaktadır [6]. Çoğu çalışma, farklı fiksasyon tiplerinde sertlik ve dayanımı araştırmayı amaçlarken çalışmalar arası deneysel yük karakteristiği konusunda anlamlı değişkenlikler (100 N – 2000 N) mevcuttur. Buna ek olarak, kadavra örneklerinin değişkenlikleri grup içerisinde karşılaştırmada güçlükler yaratmaktadır.

Kompleks kırıklardan biri olarak değerlendirilen anterior kolon – posterior hemitransvers tip asetabulum kırıklarının cerrahi tedavisinde son yıllarda sıklıkla kullanılan Stoppa yaklaşımı, ilioinguinal yaklaşıma bir alternatif olarak gelişmiştir [7]. Bu yaklaşım, anterior duvar, anterior kolon, transvers, T tipi kırıklar, anterior kolon/duvar ve posterior hemitransvers ile çift kolon kırıklarının tedavisi için tarif edilmiş olup, başlarda nadiren ilioinguinal yaklaşımın lateral penceresi ile kombine edilmiştir [8]. Sonraları, kullanım alanı genişledikçe, lateral pencere ile kullanımı artmıştır [7, 9]. Güncel literatürde, modifiye Stoppa yaklaşımı ile anterior kolon – posterior hemitransvers tip asetabulum kırıklarında farklı lokalizasyonlara yerleştirilen plak ve vida kombinasyonlarının kırık fiksasyonu üzerine olan etkilerini biyomekanik açıdan araştıran yeterli sayıda yayın bulunmamaktadır.

Bu deneysel tez çalışmamızda, modifiye Stoppa yaklaşımı ile anterior kolon – posterior hemitransvers tip kompleks asetabulum kırıklarında farklı lokalizasyonlara yerleştirilen plak ve vida kombinasyonlarının kırık üzerine etkilerinin, yapay kemik modeli (Sawbone) üzerinde kırık modeli yaratılarak biyomekanik olarak sayısal değerlerle incelenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. TARİHÇE

2.1.1. Konservatif Tedavinin Tarihçesi

Ciddi iskelet travmasının sonucu olarak deplase asetabulum kırıkları oluşmaktadır. Tarihsel olarak bu tip yaralanmalar göreceli olarak nadir görülen yaralanmalardır. Asetabulum anatomik yerleşimi ve pelvik kemiklerin 3 boyutlu yapısı nedeniyle bu tarz yaralanmaların cerrahi tedavisi zor olmaktadır. Bu yaralanmaların sıklığı ile ilgili ilk tanımlamalar, ciddi travmaya maruz kalan hastaların yapılan otopsileri sonucu tanımlanmıştır [10].

1788 yılında Callisen tarafından bir asetabulum kırığı olgusu sunuldu fakat bu olguda anlamlı olmayan tanımlamalar mevcuttu [10].

1821 yılında Cooper, asetabulum kırığı hakkında ilk detaylı tanımı yayınladı. Bu olgu, otopside pelvis içine femur başının santral çıkışını tanımlamaktaydı [11].

Schroder 1909 yılında 49 olguluk ilk detaylı çalışmasını yayınladı [10]. Bu olguların çoğunluğu, hemorajik şok ya da geç gelişen intraabdominal sepsis nedeniyle ölen hastaların otopsi sonuçlarıydı. Bu raporda yaralanmanın erken tanısında, trokanter majörün kemik çıkıntısının yokluğu, etkilenen ekstremitedeki kısıklık, kalça hareketlerindeki kısıtlılık ve rektal muayenede pelvis içindeki kemik belirteçler gibi fizik muayene bulguları incelenmişti [10, 12, 13].

Skilern 1911 yılında ek olarak 4 olguyu asetabulum ‘taban’ kırığı olarak tanımladı [14].

Whitman 1920 yılında, proksimal femurun medializasyonunun, trokanter majörün sıkışmasına bağlı olarak abduksiyon kaybına neden olduğunu ve bir tedavi

yöntemi olarak alt ekstremitenin manipülasyonunun normal abdüksiyonu sağlayacağını savundu [13].

Palmer 1921 yılında yayınladığı santral kalça çıkığı raporunda, zamanın güncel tıp kitaplarının asetabulum kırıklarının tanı ve tedavisinden bahsetmediğini belirtti [12].

MacGuire 1926'da, proksimal femura perkütan yerleştirilen pin yardımıyla lateral traksiyon altında, yaklaşık 3 ay süren bir immobilizasyon tedavisi tanımladı [15].

1931'de Bergmann ve 1932'de Dyes, travmatik kalça çıkığı sonrası femur başı avasküler nekrozunu ilk kez yayınladılar [16, 17].

Phemister 1934'de travmatik kalça çıkığı sonrası femur başı avasküler nekrozu gelişen 4 olguda, femur başının kollapsını önlemek için iyileşme döneminde uzun süreli ağırlık asılmasını önerdi [18].

1936 yılında Campbell, asetabulum kırığının eşlik ettiği posterior kalça çıkığının tedavisi hakkında bir yazı yayınlamıştır [19]. Asetabulum kırıklarına genellikle travmatik kalça çıkıklarının eşlik ettiğini, hızlı tanı ve kalça redüksiyonunun, kalçada onarılamayacak hasarları önleyeceğini belirtti.

2.1.2. Cerrahi Tedavinin Tarihçesi

Levine 1940'lı yılların başında, santral asetabulum kırığının açık redüksiyon ve internal fiksasyonuna ilişkin erken dönem başarılı sonuçlarını yayınladı [20]. Bu olgudaki çift kolon asetabulum kırığının, Smith-Peterson insizyonu kullanılarak internal iliak fossaya bir adet plak konularak tedavi edildiği bildirildi. Bu yayın, takip süresi kısa olmasına rağmen, agresif tedavinin savunulduğu ilk yayındır.

1940'lı yıllardan önce asetabulum kırıkları nadir rastlanılan vakalardı. 2. Dünya savaşı sırasında bu tarz yaralanmaların insidansında artış olduğu gözlemlendi. Armstrong ve arkadaşları, Kraliyet hava kuvvetlerindeki deneyimlerini yayınladılar [21].

Bu çalışmadaki sınıflama özellikle 4 tip yaralanmayı içermektedir:

- 1- Basit çıkık
- 2- Çıkıkla birlikte asetabular kenar kırığı
- 3- Çıkıkla birlikte asetabulum kuadrilateral yüzey kırığı
- 4- Çıkıkla birlikte femur başı kırığı

Yazarlar santral ve posterior çıkıklarda kalça artrodezini önermekteydiler. Deplase kemik parçalarının olduğu kırıklarda siyatik sinir palsisi gözlemlenmiştir. Bu tarz kırıklarda tedavi amacıyla kırığın eksplorasyonu ve kemik fragmanın uzaklaştırılması önerilmiştir. Urist ve arkadaşları, Birleşik devletler ordusu personelinin tedavi sonuçlarını yayınladılar[22]. 27 vakalık posterior duvar kırığı ve kalça kırığı olan hastalarda cerrahi tedavinin başarılı sonuçları olduğunu bildirmişlerdir. Kırık tedavisinin başarısının anatomik olarak tam düzeltilmiş bir asetabulumla sağlanacağını, bunun da sadece cerrahi tedavi ile mümkün olacağını belirtmişlerdir.

1950 yılında Thompson ve Epstein, kalça kırığı ve kırıklarını daha önceden Armstrong'un yaptığı sınıflamayı değiştirerek 5 alt sınıfa ayırmışlardır [22]. Cerrahi sırasında eklem içi serbest eklem parçalarının rutin olarak çıkarılmasını savunmaktaydılar. Stewart ve Milford, 100'den fazla asetabulum kırığı hastasının cerrahi sonuçlarını yayınladılar [23]. Urist'in kalça posterior kırıklı çıkığının konservatif tedavisi sonrası %30 iyi-mükemmel sonuç almasına karşın Stewart ve Milford'un tedavi sonuçlarında %52 iyi-mükemmel arası sonuç elde etmişlerdir. Buna benzer olarak, ventral kırıklı çıkıkların konservatif tedavisi sonucunda %100 iyi-mükemmel sonuç elde ederken, cerrahi tedavisi ile %30 iyi-mükemmel sonuç elde etmişlerdir. Eichenholtz, sadece medikal komorbiditesi olmayan hastalarda açık

redüksiyon - internal fiksasyon yapılmasını önermiştir [24]. Knight ve Smith, asetabulumun santral çıkıklarının redüksiyonunu tanımladılar. Yazarlar, kemik parçanın redüksiyonu için redüksiyon kleminin kullanımını önermişlerdir [25]. Bu yazarlar, kırığın radyolojik özelliklerine göre kırık tiplerini vertikal (kolon tipi kırıklar) ve horizontal (transvers tip kırıklar) olarak sınıflamışlardır. Tedavide asetabulumun ‘kırık taşıyan kubbesinin’ onarılmasını savunmuşlardır. Bu nedenle, horizontal kırıklar için anterior (iliofemoral) ve vertikal kırıklar için de posterior yaklaşımın kullanılmasını savunmaktaydılar. Hasta serilerinin çoğunluğu posterior kolon yaralanmalarını içermekteydi [25].

1960lı yılların başında, Pearson ve arkadaşları, asetabulum kırıklarındaki yaralanma mekanizmalarını, trokanter majör üzerine ağır bir sarkaç ile vurarak yeniden oluşturmuşlardır [26]. 1962 yılında Brav, 523 kalça kırıklı çıkığı olan hastanın 264 tanesinin 2 yıllık takip sonuçlarını yayınladı. Bunun sonucunda bazı önerilerde bulundu [27]:

- 1- Mümkünse kalça çıkığının erken tanısı ve redüksiyonu,
- 2- Redüksiyon sonrası anteroposterior ve lateral grafilerin çekilmesi,
- 3- Kapalı redüksiyon başarısızsa ya da eklem içi sıkışan fragman varlığında açık redüksiyon yapılması,
- 4- Tüm kırığın eşlik etmediği anterior ya da basit çıkıklarda 3 hafta süreyle cilt traksiyonu uygulanmasını, ağırlık vererek mobilizasyona travma sonrası 12. haftada başlanmasını, posterior çıkıklarda 6 hafta iskelet traksiyonu sonrası en erken 12-16. haftalarda mobilizasyonu önermiştir.

1961’de Rowe ve Lowell, ‘asetabulum kırıkları sonuçları’ isimli önemli yazılarını yayınlamışlardır [28]. Bu retrospektif çalışma 93 asetabulum kırığı hastasının 9’unun en az 1 yıllık takip sonuçlarını içermekteydi. Bu çalışma, yaralanma ilişkili faktörlerin uzun dönem sonuçlarla ilişkisini inceleyen ilk çalışmaydı.

Bu çalışmada, uzun dönem takipte önemli rol oynayan kırık anatomisiyle ilgili 4 farklı değişken belirlenmiştir:

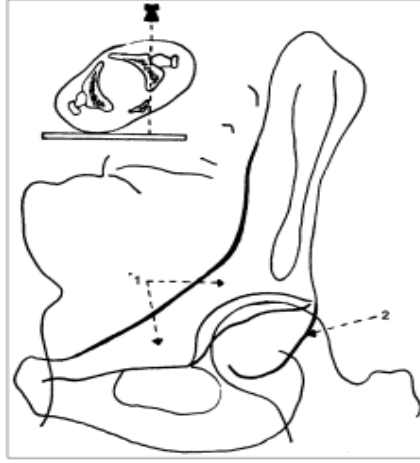
- 1- İntakt superior asetabulum (Yük taşıyan çatı),
- 2- Femur başı ile superior asetabulum arasındaki normal bir ilişki sağlanması,
- 3- İntakt femur başı (femur başında impaksiyon olması ya da femur başı kırığı olması hızlı kalça artrozu ile sonuçlanmıştır.)
- 4- Stabil bir kalça eklemi (geç dönemde kalçanın sublüksasyonu veya instabilitesi post-travmatik artroz ile sonuçlanmıştır.)

Rowe ve Lowell bu çalışmada ilk kez pelvisin oblik grafisini tanımlamışlardır. Grafi hasta prone yatarken, sağlam kalçanın 60 derece rotasyonu ile kırığın değerlendirilmesini önermiştir.

Judet ve arkadaşları 1964 yılında, 'Asetabulum kırıkları, sınıflaması ve açık redüksiyon için cerrahi yaklaşımlar' isimli çalışmalarını yayınladılar [29]. Bu yazıda pelvisin anteroposterior ve 45 derece oblik grafileri tanımlanmıştır (Şek. 1-2). Günümüzde de yaygın olarak kullanılan 'Judet grafisi' olarak sonradan isimlendirilen bu grafiler, anteroposterior, obturator oblik ve iliak oblik görüntüleri içermektedir. Bu grafilerle kırık anatomisinin ve sınıflamasının anlaşılmasında bir adım öteye geçilmiş olup bazı büyük avantajlar sağlayan prensipler saptanmıştır [29]:

- 1- Asetabulumun 3 farklı plandaki grafilerinin dikkatlice incelenmesi,
- 2- Anterior ve posterior kolonu içeren basit cerrahi terimler oluşturulmuştur.
- 3- Preoperatif kırık şeklinin anlaşılması, uygun cerrahi yaklaşımın ve redüksiyonun sağlanması,
- 4- Asetabulum kırıklarının anatomik sınıflamasının kullanılmaya başlanması,
- 5- Urist'in önerilerine benzer olarak eklem yüzeyinin anatomik redüksiyonunu savunmuşlardır.

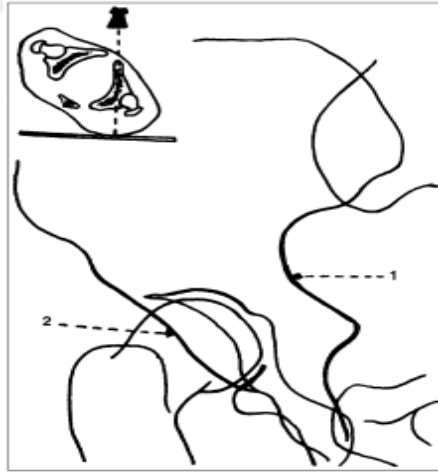
6- Eklem yüzeyi impaksiyonunun ilk kez marjinal impaksiyon olarak tanımlanması



Şekil 1. Obturator oblik grafide önemli kemik noktaların belirlenmesi.

1. İliopektineal çizgiden geçip anterior kolona uzanan hat 2. Asetabulumun posterior duvarına karşılık gelen noktalar

Wade R. Smith, Fractures of the Pelvis and Acetabulum, 2007



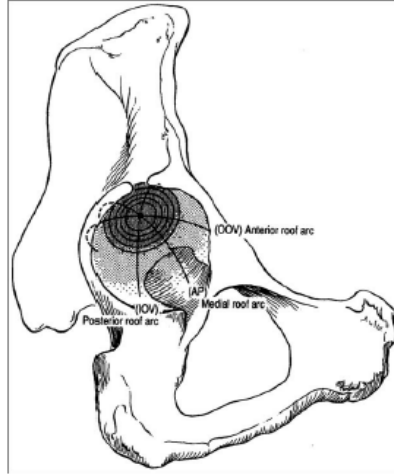
Şekil 2. İliak oblik grafide önemli kemik noktaların belirlenmesi 1. İlioiskial çizgi posterior kolonun kenarını göstermektedir 2. Asetabulumun anterior duvarını gösteren çizgi.

Wade R. Smith, Fractures of the Pelvis and Acetabulum, 2007

1973 yılında Nerubay ve arkadaşları, 11 asetabulum kırığı hastasının tedavi sonuçlarını yayınladılar [30]. Bu çalışma, 1961 yılındaki Rowe ve Lowell'ın çalışmasının sonuçlarını teyit eder nitelikteydi. Barnes ve Stewart, asetabulumun santral kırıklarının kapalı redüksiyon ve traksiyon ile 3 ay süreyle konservatif

tedavisini önermekteydiler [31]. Carnesale ve arkadaşları konservatif tedaviyi savunmaya devam etmekle birlikte ‘kırıklı-çıkığı olan hastalarda sağlam bir yük taşıyan çatının varlığının konservatif tedaviye imkan vereceğini fakat hasarlı bir asetabulumun uygun tedavisinin belirsiz olduğunu’ belirtmişlerdir [32]. 1974 yılında Epstein, posterior kırıklı-çıkık hastalarının uzun dönem takip sonuçlarını yayınlamıştır [33]. Kalça kırıklı-çıkıklarının halen açık redüksiyonunun sağlanmasını savunmalarına rağmen sadece tek büyük posterior fragmanı olan hastalarda sonuçların daha iyi olduğunu belirtmişlerdir. 1986 yılında Matta, asetabulum kırıklarında konservatif tedavinin modern temellerini açıkladığı iki yazısını yayınlamıştır [34, 35]. Matta, kendi araştırmasında Rowe ve Lowell ile Nerubay’ın çalışmalarını temel almıştır. Her iki yazar da ‘yük taşıyan çatının’ sağlamlığının önemini belirtmiştir. Matta, AP ve 45 derece oblik Judet grafilerini kullanarak ‘Roof Ark Ölçümü’ terimini tanımlamıştır. Bu ölçüm, kırık sonrası superior asetabulumun sağlam kalan miktarını tahmin etmekte kullanılmıştır (Şek. 3). Bunun sonucunda konservatif tedavi için roof ark kriterleri oluşturulmuştur. 1988 yılındaki yayınında, her üç grafide roof ark açısının 45 derece ve üzerinde olmasının traksiyonsuz kalça-asetabulum ilişkisinin düzgün olarak sürdürüldüğünü ve konservatif tedavi için posterior duvar kaynaklı bir instabiliteye neden olmadığı görüşünü belirtmiştir[36].

Asetabulum kırıklarının tarihçesine bakıldığında, cerrahi tedavinin yıllar içerisinde arttığı görülmektedir. Günümüzde tıbbi teknolojinin de ilerlemesiyle tanı ve tedavi konusunda ciddi gelişmeler sağlanmıştır. Tüm bu gelişmelere rağmen halen farklı asetabulum kırık tiplerinde ideal cerrahi yöntemler ve yaklaşımlar konusunda geçmişte olduğu gibi günümüzde de ortak bir görüş birliği bulunmamaktadır.



Şekil 3. Anterior, Medial ve Posterior Roof Arc

Wade R. Smith, Fractures of the Pelvis and Acetabulum, 2007

2.2. ANATOMİ

Kalça ekleminin en önemli özellikleri; geniş hareket açıklığı, yüksek stabilitesi ve neredeyse sürtünmesiz kayma mekanizmasıdır. Bu karışık anatomi nedeniyle kalça ekleminin zedelenmesi sonucunda tekrar düzeltilmesi normalden daha fazla zorluk içermektedir. Normal bir anatominin tam anlamıyla sağlanması bu nedenle mümkün olmamaktadır [37].

2.2.1. Kalça Gelişimi

Kalça ekleminin oluşumunun erken dönemi, embriyonun alt ekstremité tomurcuklarının oluşmaya başladığı 4. haftada başlamakta ve 16. haftada tamamlanmaktadır [38, 39]. Femur başı ve asetabulumun kilitli yapısı primitif kondroblastlar tarafından oluşturulur. Femur başı, kondroblastların oluşturduğu yoğun küreden merkezi olarak gelişmektedir. Bu yapıyı çevreleyen kıkırdak örtü ile üç disk şeklindeki kitle ilium, iskium ve pubis kemiklerini oluşturmaktadır [38-40]. Gelecekte oluşacak eklem boşluğu, örtü ile femur başı arasındaki hücrelerin apoptozisi ile oluşmaktadır. 8. haftanın sonunda gelişen kalçanın kan akımı tam anlamıyla sağlanmıştır.

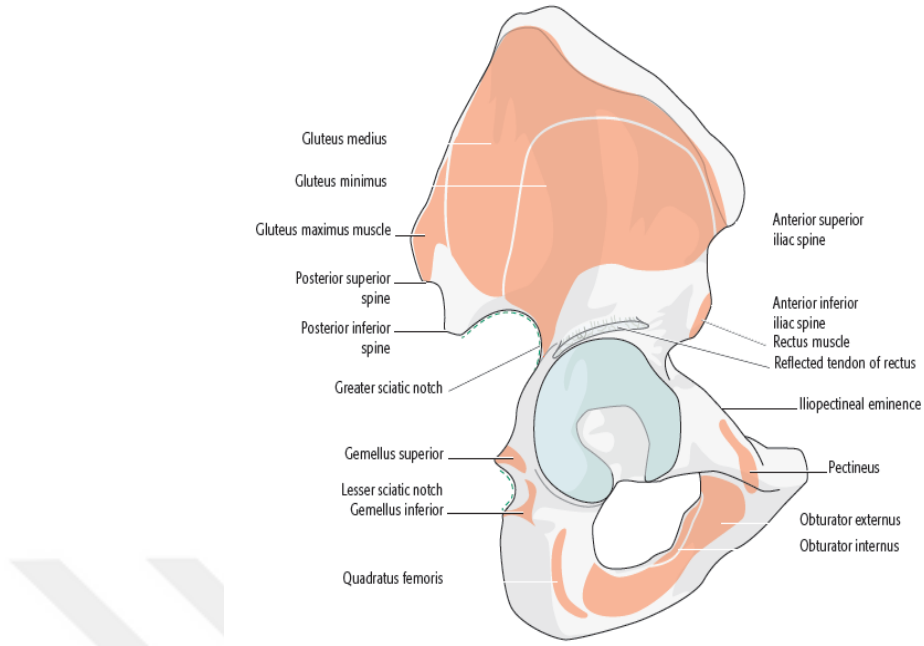
16. haftanın sonunda, ilium, iskiüm ve pubis kemiklerinin kemikleşme merkezleri ve triradiat kırkırdak belirir [38, 40]. Kalça kalan fetal dönemde büyümeye devam eder fakat diğer morfolojik değişiklikler infantil döneme kadar gözlenmez.

Asetabulum ve labrumun nihai morfolojik özellikleri, infantil ve çocukluk döneminde kazanılmaktadır [41, 42]. Sonuç olarak, pelvis oluşturan üç innominat kemik birleşerek şekillenir, doğumda tamamı kırkırdak olan kalça 1. yaşa kadar bu şekilde kalmaktadır. Bu innominat kemiklerin arasında T şeklinde kırkırdak bir yapı bulunmaktadır.

Triradiate kırkırdak, anterior duvarın, posterior duvarın ve asetabulum çatısının gelişiminden ve asetabulumun son halindeki derinliğinden sorumludur. Triradiate kırkırdak asetabulumun lateralinde, merkezde hyalin kırkırdak ve etrafında fibrokartilajdan oluşan dairesel bir dudak yapısının oluşumunu arttırır. Bu kırkırdak çanak, femur başının şekillendirici uyarısı altındaki asetabuler epifizlerin yerleştiği ve büyüme tamamlandığındaki olgun asetabulumun çoğunu şekillendiren yapıdır. Os asetabuli, 7 yaşından sonra şekillenmeye başlar ve 9 yaşından önce gelişimini tamamlayarak kapanır [42]. Triradiate kırkırdak, 14-16 yaşlarında kapanır fakat asetabulum epifizleri 18 yaşına kadar açık kalabilir [43].

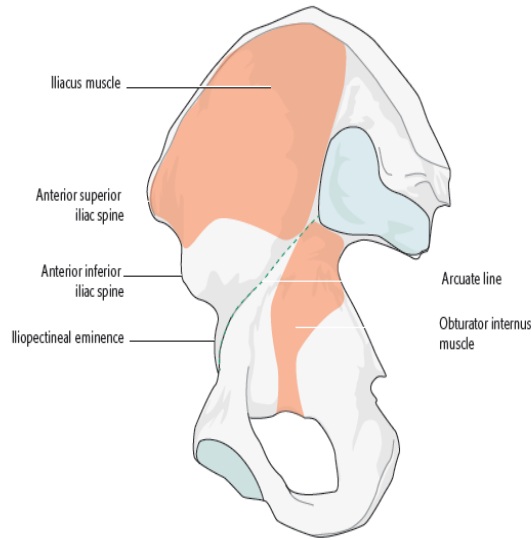
2.2.2. Asetabular İşaret Noktaları

Asetabulumun iç ve dış yüzlerindeki belirli kemik işaret noktaları doğal anatominin rehberi olarak kullanılabilir. İlk işaret noktası anterior superior iliak spinadır (ASIS). Obez hastalarda dahi cilt altında palpe edilebilmesinden dolayı ideal bir işaret noktasıdır. Genellikle anterior kolon, anterior duvar ve iliak krestin yerini tanımlamada kullanılmaktadır. Lateral femoral kutanöz sinir bu noktanın 2 cm. medial ve inferiorunda yer alır [44]. İliopektineal eminens, triradiate kırkırdığın pubik kalıntısıdır ve koronal planda asetabulumun medial kenarını belirten önemli bir işaret noktasıdır (Şek. 4, Şek. 5) [37, 45].



Şekil 4. Asetabulum ve Hemipelvisin lateralden görünümü, Asetabulumun iki önemli işaret noktası: ASIS ve İliopektineal eminens

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015



Şekil 5. Asetabulum ve Hemipelvisin medialden görünümü

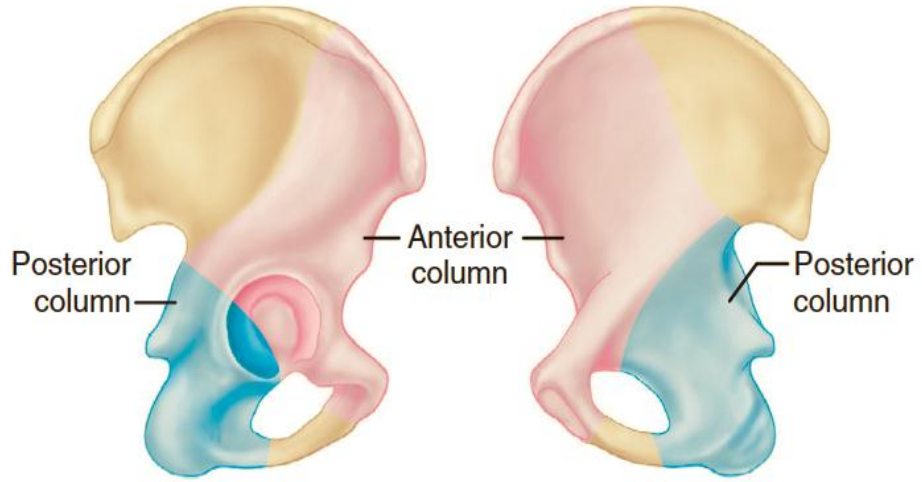
Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

2.2.3. Asetabular Yapı

Asetabulum, 6 adet bileşenden oluşan kompleks bir yapıdır.

- 1- Anterior Kolon
- 2- Posterior kolon
- 3- Anterior duvar
- 4- Posterior duvar
- 5- Asetabular Dome veya Tectum (Roof)
- 6- Medial Duvar

Bu yapılar femur başını yaklaşık 170° kaplar [46]. Anterior ve posterior kolonlar asetabulumun yapısını sağladığı gibi, asetabulumu pelvisin geri kalan kısmına bağlar (Şek. 6) [29].



Şekil 6. Anterior (pembe) ve Posterior (mavi) kolon

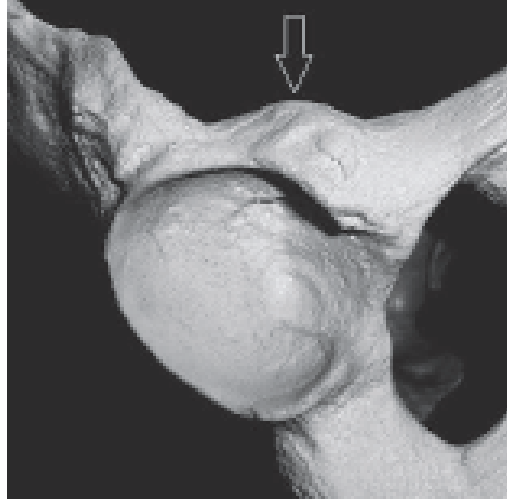
Azar, Frederick M., S. Terry Canale, and James H. Beaty. Campbell's operative orthopaedics. Elsevier Health Sciences, 2016.

Asetabulum, iki kolonun birleşiminden oluşan 'Ark Konkavitesi' [29] ile yükün superiora iletilmesini sağlar. İki kolon, yaklaşık 60° açıyla sakroiliak eklemin anteroinferioruna ve büyük siyatik çentiğın superioruna bağlanır. Bu bağlantı oldukça yoğun bir kemik bölge oluşturur ve asetabulum kırıkları bu bölgeyi hiçbir zaman içermezler [29]. İki kolonun birleşim noktasında bulunan yoğun kortikal iliak kemikten oluşan 'kilit taşı' asetabulum çatısını destekler [29].

Anterior kolon, ilium ve pubik kemiklerin birleşiminden oluşmaktadır. İliumun posterosuperiorundan pelvik brim boyunca uzanıp pubik tüberküle ulaşır. Genişliği lateralde anterior superior iliak spina'ya kadar uzanmaktadır. Anterior ark, alt kısmında anterior duvarı desteklemektedir.

Posterior kolon, transvers planda kalın, yoğun ve kama şeklinde bir kemik yapısı oluşturur. Kolonun arka tarafında sakrotuberöz ve sakrospinöz ligamentler büyük ve küçük siyatik foramenleri oluşturur. Posterior kolon, asetabulumun posterior yarısını anterolateralde destekler. Posterior kolonun medial kısmı quadrilateral eklem yüzeyidir. Posterior duvar lateralde bu yapıya kadar uzanır.

Asetabular soket, anterior duvar, posterior duvar, dome ve medial duvardan oluşur. Anterior duvar, pubisle direkt bağlantılıdır ve önde pubik kemiğın medial kısmının anterioruna uzanır. Anterior duvar ve anterior rim değışken morfolojilere sahiptir. Anterior duvarın medialinde pelvik rim üzerinde bir oluk bulunmaktadır. İliopektineal eminensin lateralindeki bu olukta iliopsoas tendonu bulunur. İliopektineal eminens, kalça ekleminin anterior ve medial kısmını belirten önemli bir işaret noktasıdır (Res. 1).



Resim 1. Iliopektineal eminens, asetabulumun anterior duvarının anterior inferior parçasında bulunmaktadır.

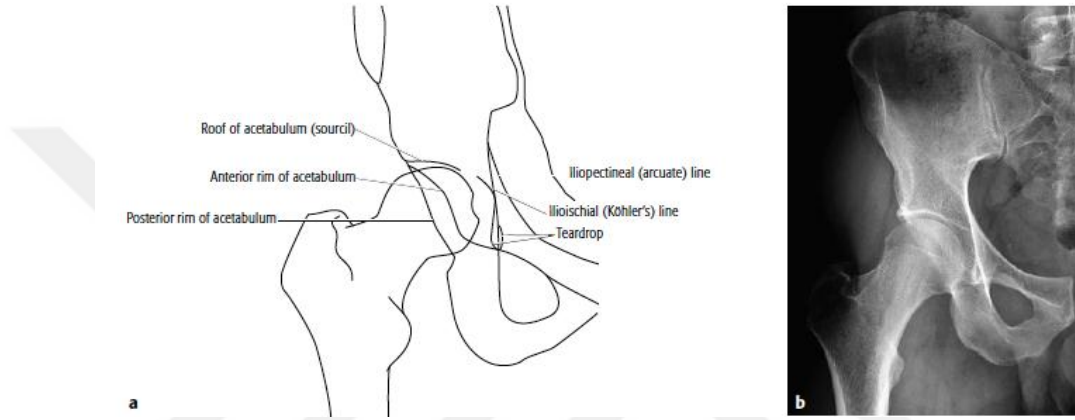
Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Posterior duvar, anterior duvara göre daha lateralde ve büyüktür. Lateral kenarı dik yerleşimli ve eğik şekillidir. Posterior duvar asetabulumun en çok yaralanan kısmıdır ve iki kolonun oluşturduğu ark'ın desteğinden uzakta kalmaktadır. Posterior duvar kırığı; en sık karşılaşılan, kolayca kırılan ve kalçanın stabilitesi için önemli olan kırıklardır [47]. Medial duvar, asetabular fossanın lateral tarafını ve kuadrilateral bölgenin medialini içermektedir. Asetabular fossa, eklem içermeyen santral bir boşluktur. İçerisi 'Pulvinar' ismi verilen yağ dokusu ve ligamentum capitis femoris (ligamentum teres) ile doludur. Bu yapılar işlevlerinin tam olarak bilinmemesi nedeniyle genellikle dikkate alınmamaktadır. Kemik fossa ve yağ dokusu birlikte eklem yüzeylerine binen yükü dağıtmaktadır [48]. Çok sayıda foramina vasıtasıyla obturator arterin dalı olan küçük arterioller, yağ dokusunu geçerek her iki duvarın ve dome bölgesinin beslenmesini sağlar [49].

2.2.4. Radyografik Anatomi

Direkt grafide asetabular yapıları tanımak ve ayırt etmek zor bir durumdur. Direkt grafide altı radyolojik işaret noktası tanımlanmıştır (Şek. 7) [29] :

- 1- İliopubik çizgi (arkuat çizgi)
- 2- İlioiskial çizgi
- 3- Gözyaşı damlası
- 4- Kaş yapısı
- 5- Anterior dudak
- 6- Posterior dudak

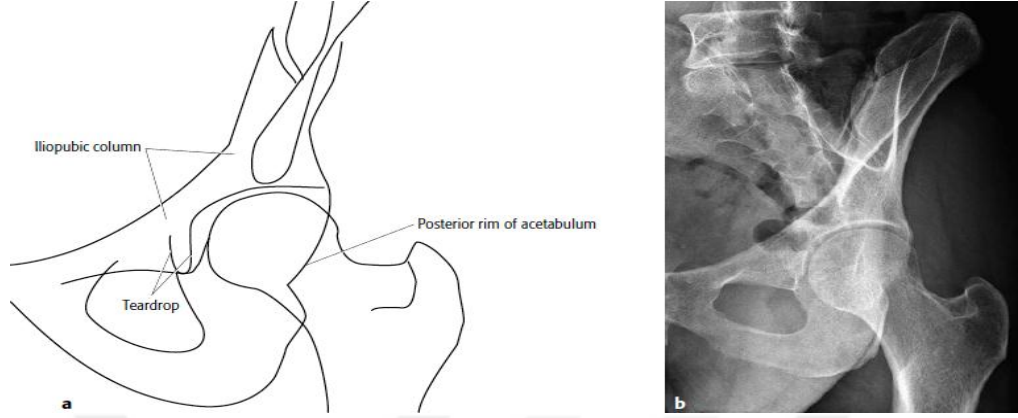


Şekil 7. Standart anteroposterior pelvis grafisi [29]

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Bu işaret noktalarından herhangi birinin bozulması durumunda altta yatan bir kırıktan şüphelenilir ve direkt grafide bu yapıların dikkatlice incelenmesi önemlidir. İliopubik çizgi, anterior kolonun medial kortikal sınırına karşılık gelmektedir. İlioiskial çizgi ise posterior kolonun medial kortikal sınırına karşılık gelir. Gözyaşı damlası, kuadrilateral bölgenin medialinin anterior parçasını ve asetabular fossanın lateralinin anteroinferior parçasının sınırını belirler. Bu işaret noktası, asetabulumun medial duvarının pozisyonunu belirtir ve deplasmanı protrüzyo asetabuli olarak adlandırılır. Kaş yapısı, asetabular dome'un superior parçasının çoğunu içermektedir. Anterior ve posterior dudaklar, anterior ve posterior duvarların lateral kortikal sınırlarını belirler. Asetabulumu değerlendirirken direkt ve oblik (Judet) grafileri, anterior ve posterior kolon ile duvarları belirlemede önemlidir. Cerrah, bilgisayarlı tomografinin (BT) kullanıma girmesine rağmen direkt ve oblik grafileri mutlaka

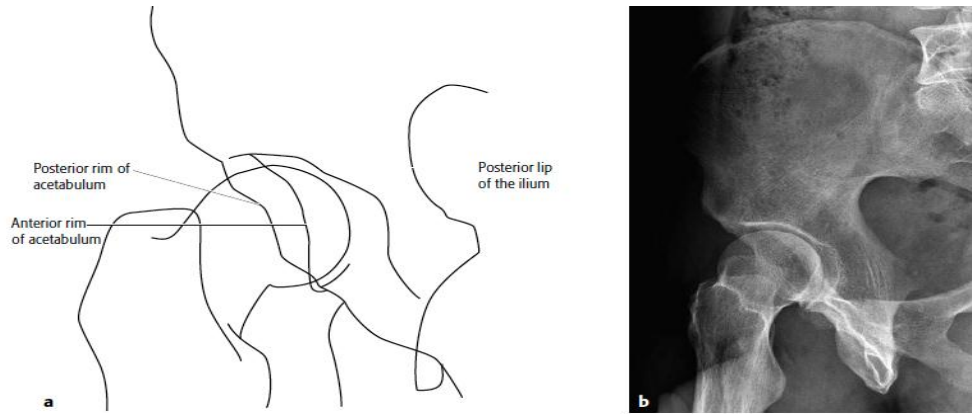
birlikte değerlendirmelidir. Obturator oblik (internal oblik) grafisi, anterior kolon ve posterior duvarı göstermektedir (Şek. 8).



Şekil 8. Sağ kalçanın Obturator veya internal oblik grafisi [29]

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Obturator oblik grafisi, ilgilenilen kalçanın 45° iç rotasyonuyla elde edilir. İliak oblik (eksternal oblik) grafisi, posterior kolon ve anterior duvarın incelenmesinde kullanılmaktadır (Şek. 9).



Şekil 9. Sağ kalçanın İliak veya eksternal oblik grafisi [29]

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

İliak oblik grafisi, ilgilenilen kalçanın 45° dış rotasyona çevirilmesi ile elde edilir.

Kalça Ekleminin Stabilitesi

Kalçanın stabilitesinin sağlanmasında en önemli kemik yapı posterior duvardır. Travma araştırmaları kalçanın stabilitesinin büyük oranda posterior duvarın sağlam olmasına ve daha az oranda da sağlam bir kapsüle bağlı olduğunu göstermektedir. Bir kadavra çalışmasında, posterior duvarın %25'i zedelendiğinde tüm kalçaların stabil kaldığı fakat posterior duvarın %33'ünün zedelenmesi sonucu kalçaların %75'inin stabil kaldığı görülmüştür (Tablo 1) [47]. Posterior duvarın %50'si zedelendiğinde tüm kalçaların instabil olduğu görülmüştür [47]. Posterior kapsül tamamen kaldırıldığında kalça stabilitesi, posterior duvar zedelenmesi %25 olan grupta %84 ve posterior duvar zedelenmesi %33 olan grupta %14 olarak bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 1. Posterior asetabulum kırıkları ve kalça stabilitesi (intakt kapsül varlığında)

Fragman Boyutu %	Stabil %	İnstabil %
25%	100	0
33%	75	25
50%	0	100
75%	0	100

Tablo 2. Posterior asetabulum kırığı ve kalça stabilitesi (posterior kapsül yokluğunda)

Fragman Boyutu %	Stabil %	İnstabil %
0	100	0
25	89	11
33	14	86
50	0	100

2.2.5. Asetabulumun Pozisyonu

Pelvis ile asetabulum arasındaki en önemli ilişkiler versiyon ve inklinasyondur [50-52]. Versiyon, anterior ve posterior duvarları birbirine bağlayan çizginin, santral horizontal çizgiye olan açısı ya da sagittal plana göre asetabulumun ortalama açılma düzlemidir [46]. İnklinasyon, superolateral asetabulumdan inferomedial fossaya uzanan hattın, merkez vertikal çizgiyle arasındaki açı ya da

transvers planda asetabulumun açılma düzlemidir [51]. Ortalama anteversiyon 16-21° arasındadır [46, 53]. Erkeklerde ortalama 12-20° olan anteversiyon kadınlarda 15-24° ölçülmüştür [46, 53]. Ortalama inklinasyon 48° ölçülmüştür ve cinsiyetler arası ufak farklar bulunmaktadır [46].

Asetabular yönelim, pelvik tilt veya rotasyon, asetabular tilt ve vücut postüründen etkilenmektedir. Asetabular anteversiyon ve inklinasyon, pelvik tilt nedeniyle farklı değerler alabilir [46, 50, 52]. Anterior pelvik tilt sonrası, asetabular anteversiyon ve abdüksiyonda azalma izlenmektedir [52]. Pelvik tilt sırasında, örneğin oturur pozisyondan yatar konuma geçişte, anteversiyonda sırasıyla ortalama 36° ve 11° gibi büyük azalmalar dikkat çekmiştir [52]. Pelvik tilt kadınlarda erkeklerden daha fazla ölçülmüştür. Bu artış sadece hastanın konumu ile değil pelvik insidans (sakral end plate ile asetabulum merkezi arasındaki açı) gibi morfolojik faktörler nedeniyle de değişmektedir [50].

2.2.6. Asetabulumun Biyomekaniği

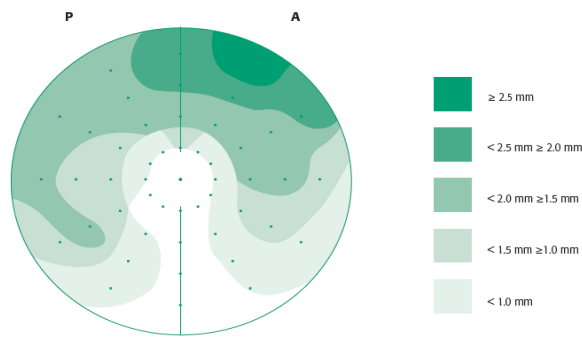
İki kolon, anterior ve posterior duvarlarla birlikte, farklı yüklenmelere karşı dinamik bir deformasyona izin vermektedir [54, 55]. Ufak yüklenmelerde, yalnızca anterior ve posterior duvarlar yükü aktarır, asetabular dome femur başı ile temas etmez. Yük arttıkça, kolonlar birbirinde ayrılır ve duvarların deforme olmasına izin vererek, asetabular dome'un yükü aktarmasını sağlar. Anterior duvar, esneyebilen posterior duvardan daha sert bir yapıdır [55]. Bu nedenle yüklenme karşısında posterior duvar daha fazla deforme olmaktadır [55]. Vücut ağırlığının %30'undan daha az yüklenmelerde, posterior duvar anterior duvardan 40 kat daha fazla deforme olmakta, daha fazla yüklenmelerde bu oran 3 katına kadar düşmektedir [55]. Yürüyüş gibi fizyolojik yüklenmelerde, neredeyse tam temas ve yükün global dağılımı oluşmaktadır [54]. Asetabulum, anterior ve posterior kolon yüklenme sırasında temas yüzeyini arttırmak için deforme olur. Asetabulumun anterior ve posterior kenarlarını birleştiren transvers ligament, gerginliğini koruyarak şiddetli deformasyonu

önlemekte ve iki kolon arasında yer alan kemik bağlantıyı (kuadrilateral bölgeyi) desteklemektedir.

Kilit fonksiyonu üstlenen labrum, vücuttaki diğer mekanik tamponlar olan labral ya da meniskal yapılardan farklı iki biyomekanik etkiye sahiptir [56]. İlk fonksiyonu, eklem içerisinde negatif basınç oluşturup ‘vakum’ etkisi yaratarak eklem stabilitesini sağlamasıdır [57]. Araştırmalar, labrum yırtığı ya da eksizyonunun asetabulumla oranla femur başında artmış harekete neden olduğunu ve kalçanın daha az güçle disloke edilebildiğini göstermiştir [58]. İkinci ve önemli fonksiyonu ise periferik kompartmanlara sinovial sıvının sızmasını engelleyerek basınçlı bir santral kompartman yaratmaktır. Eklem içerisindeki bu basınç etkisi, eklem yüzeyine eşit sıvı dağılımını sağlar, yağlanmayı artırır ve sürtünmeyi azaltır [57, 59]. Ek olarak, bu yüksek basınç sinovial sıvının, kıkırdak yüzeyler tarafından emilmesini artırarak kıkırdağın beslenmesini sağlar [57].

Asetabular Kıkırdak

Asetabular yuva kıkırdak ile kaplanmıştır. Asetabulum at nalı veya yarım ay şeklindedir. Bu nedenle anterior, posterior ve dome bölgesinin çoğunda kıkırdak bulunurken medial ve inferiorda bulunmamaktadır (Şek. 10).



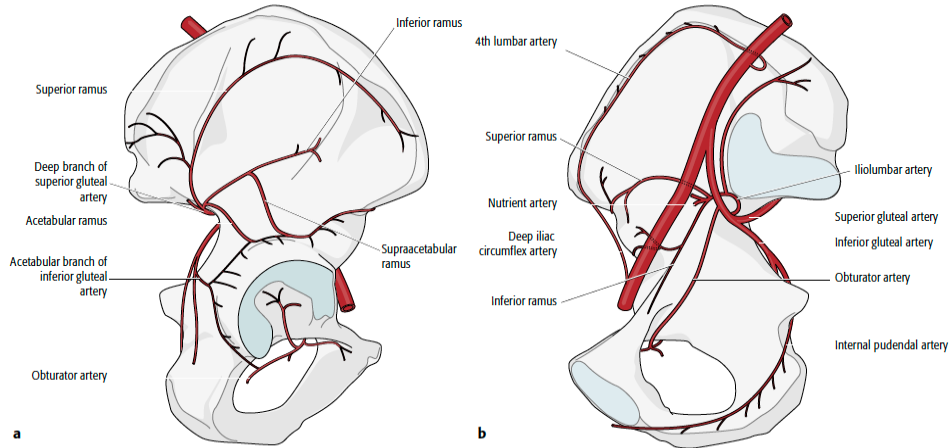
Şekil 10. Asetabulumun at nalı şeklindeki kıkırdak yüzeyi Kurrat ve ark. tarafından 10 hastada yapılan ortalama kıkırdak kalınlıklarının dağılımı [60]. Anterior (A) ve Posterior (P)

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Matematiksel araştırmalar, kıkırdak yüzeyin temas stresini dengeli olarak dağıttığını ve makaslama kuvvetlerini engellediğini göstermiştir. Bu nedenle at nalı şekli, asetabulum ve femur başı kıkırdağının uzun ömürlü olmasını sağlamaktadır. Labrum, transvers asetabular ligamentle devam eden asetabulum dış kenarını dairesel olarak saran bir dokudur [61]. Labrum asetabulumun lateral kenarından uzanan lastiğe benzer bir çıkıntıdır. Asetabular yuvayı derinleştirip asetabulumla birlikte %33 oranında hacmi arttırmaktadır [61]. Labrum, asetabular eklem temas alanını %22 oranında arttırırsa da temas kuvvetlerinin dağılımına katılımı konusu tartışmalıdır [56, 61]. Labrum, asetabular kıkırdakla yaklaşık 1-2 mm.'lik geçiş bölgesi ile birleşmektedir.

2.2.7. Asetabulum'un Kan Dolaşımı

Asetabulumun kanlanması, medialden iliolumber, obturator ve 4. lomber arterden, lateralde ise superior ve inferior gluteal arterler ile medial femoral sirkumfleks arterlerden olmaktadır (şek. 11) [49].

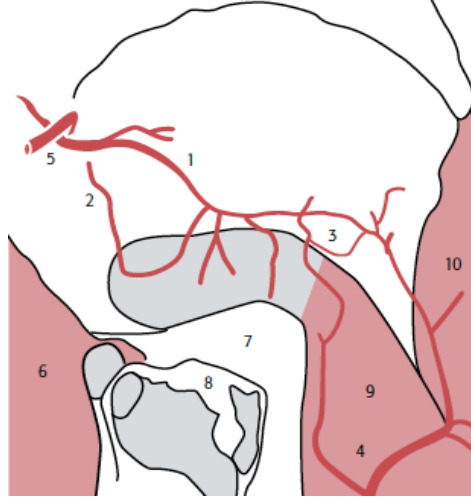


şekil 11. Sağ kalça asetabulumun lateral tarafının kanlanması
B. İntrapelvik bölgenin kanlanması

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

İliolomber arter, internal iliak arterin posterior gövdesinden ya da obturator arterden köken almaktadır [49]. İliolomber arter, yüzeysel ve derin olmak üzere ikiye ayrılır. Hastaların yarısında, besleyici arter iliama sakroiliak eklemin anteriorundan ve pelvik brim'in lateralinden girer. Bu anatomik farklılık, pelvik brim'in medialine girildiğinde arterin zedelenmesi sonucu kanamaya yol açması nedeniyle önemlidir. Arterin yeri belirlendiğinde, kanama olasılığına karşı arter bağlanabilir. Obturator arter, obturator kanaldan çıkarak superior pubik ramus ve kuadrilateral bölgeye dallar verir [49]. Medial sirkumfleks arterin dallarıyla anastomoz yaparak, transvers ligamentin derinlerinden geçerek eklem girer ve asetabulumu dal verir. Kuadrilateral köşeye medialden subperiosteal ulaşım istendiğinde bu arter korumaya alınmalıdır.

Superior gluteal arter, asetabulumun lateral kısmının ana besleyici arteridir. Bu arter, yüzeysel ve derin olarak ikiye ayrılır. Superior gluteal arterin derin dalı, superior, inferior, supraasetabular ve asetabular dallara ayrılır. Superior dalı, derin ve yüzeysel sirkumfleks arter ve iliolomber arter ile anastomoz yapmaktadır. Inferior dalı, pelvik brim boyunca uzanmaktadır [49]. Supraasetabular dal, asetabulum çatısını beslemek için gluteus minimus kası ile birlikte ilerler [49, 62]. Asetabular dal, gluteus medius ile inferiora ilerleyerek, asetabulum çatısını ve posterosuperior asetabulumu beslemektedir. Asetabular ve supraasetabular dallar, iliolomber arter ve lateral femoral sirkumfleks arterin çıkan dalı ile anastomoz yapmak için interspinöz krest boyunca devam eder (Şek. 12)[49].



Şekil 12. Superior gluteal arterin dalları, (1) supraasetabular ve (2) asetabular dalları; anterior inferior iliak spina (3), lateral femoral sirkumfleks arterin çıkan dalı (4), superior gluteal arterin derin dalı (5), kaldırılmış gluteus medius (6), eklem kapsülü (7), trokanter major (8), rektus femoris kası (9), tensor fascia lata (10)

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Superior gluteal arter ve dalları, ilium etrafında interspinöz çıkıntı ve siyatik notch seviyesinde iliolumber ve sirkumfleks iliak arterlerle anastomoz yapar.

Inferior gluteal arterin iki asetabular dalı vardır. Bir dalı, dış rotatorların derinine girerek asetabulumun posterior duvarını besler [62]. Diğer distal asetabular dal, inferior gemellus ve kuadratus femoris kasları arasından geçerek medial femoral sirkumfleks arterle asetabulumun posteriorunu beslemek için anastomoz yapar [62].

2.2.8. Kapsüler ve Labral Kan Dolaşımı

Posterosuperior ve posterior kapsülün kan dolaşımı, superior ve inferior gluteal arterlerden, anterior kapsülün kan dolaşımı lateral sirkumfleks arterden sağlanmaktadır. Kapsüler damarlar, femur başı ve asetabulum arasında uzanan damar ağı oluşturmaktadır. Gluteus medius kasının ve dış rotatorların kesilmesi kalçanın kan akımını azaltmakta ve buna ek olarak kapsülotomi yapılması femur başı ve asetabulumun kan dolaşımını etkilememektedir [62].

Labrum, periasetabular damar ağı tarafından beslenmektedir. Bu damarlar, periost üzerinden ilerleyip, labrumun kemiğe yapışma noktasından girerek serbest ucuna kadar ilerler [63, 64]. Kapsül, kemik asetabular halka ve sinovial membran, labrumun beslenmesine anlamlı bir katkıda bulunmaz [65].

2.2.9. Nörolojik Anatomi

Pelvis içerisinde iki önemli pleksus bulunmaktadır: Lomber ve Sakral Pleksuslar

Lomber pleksus, ilk üç lomber sinirin anterior dallarını ve 4. lomber sinirin anterior dalının bir kısmını içermektedir. İliopsoas kası boyunca ilerlemektedir. Hipogastrik, ilioinguinal, genitofemoral ve lateral femoral kutanöz siniri içeren kısa dalları vardır. Lomber pleksusun terminal dalları femoral ve obturator sinirlerdir.

Obturator sinir, L2-3-4 sinirlerinden dallar olarak sakroiliak eklemin önünden iliopektineal çizgiyi takip ederek obturator orifise ilerleyerek obturator damarlarla birlikte pelvisten çıkar. Adduktor brevis kasının etrafında terminal dalına ayrılarak adduktorları ve eksternal obturator kasları innerve eder.

Femoral sinir, L2-3-4 sinirlerinden dal olarak iliopsoas kasının yan tarafından ilerleyip, femoral arktan geçer. Terminal dallar; internal ve eksternal muskulokutanöz, femoral ve internal safen siniri içerir.

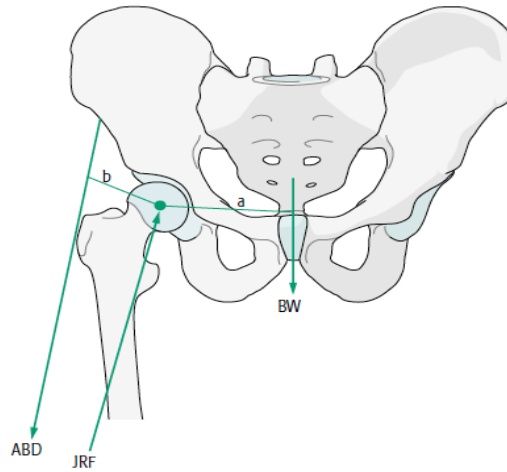
Sakral pleksus, lumbosakral sinirlerin (L5 anterior dalı ile L4 anastomozu) ve ilk 4 sakral sinirin anterior dallarının birleşmesinden oluşur. Bu pleksus, siyatik sinirin ana yapısını oluşturur. Posterior dallar, superior gluteal sinir, dış rotatorlara giden dallar ve inferior gluteal siniri oluşturur. Siyatik sinir, büyük siyatik çentikten çıkarak %85 oranında piriformis kasının ön tarafından seyrederek. Ardından obturator internusun ve gluteal sling'in arkasından geçerek uyluğa girer. Asetabulum ya da pelvise yönelik cerrahi girişimlerde siyatik sinir çok önemli bir yapıdır. Siyatik

sinirin peroneal dalı, asetabulumun posterioruna yakın komşuluğu nedeniyle kırık ya da çıkıklarda ciddi anlamda yaralanabilmektedir.

2.3. ASETABULUM KIRIKLARININ BİYOMEKANİĞİ

2.3.1. Normal Kalça Biyomekaniği

Kalça eklemi, yuvarlak bir baş ve yuva gibi basit bir eklem gibi görünmekle birlikte aslında yükün eklemi geçtiği ve dağıtıldığı kompleks bir yapıdır. Yükün kalça eklemine geçmesi karışık bir mekanizmadır ve tam olarak aydınlatılamamıştır. Tek ayak üzerindeki pozisyonda kalçaya binen yük ana olarak iki kaynaktan gelmektedir: vücut ağırlığı (VA) ve abduktör moment (ABM). Tek ayak üzerinde durma pozisyonunda, iki güç dengede durmaktadır. Abduktör güç, kısa moment kolundan dolayı vücut ağırlığından fazladır ($VA \times a = ABM \times b$) (Şek. 13).



Şekil 13. Tek ayak üzerinde duruş sırasında kalçaya binen yükler

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

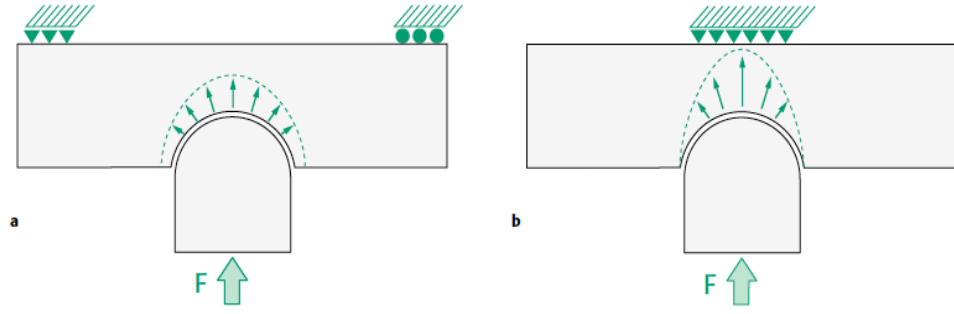
Eklem reaktif kuvveti (ERK), kalçaya gelen mekanik yüklerin toplamıdır. ERK, yürüyüş sırasında ortalama $2.5-2.8 \times VA$ ve yürüyüşün salınım fazında $0.1-0.5 \times VA$ 'dır [66-68]. Koşu sırasında $4.8-5.5 \times VA$ ve tökezleme sırasında $8 \times VA$ kadar

olduğu ölçülmüştür. Sedanter aktivite sırasında tek bacak üzerinden kalçaya binen yük $1.0-1.8 \times VA$ ve yataktan oturur pozisyona geçişte $0.8-1.2 \times VA$ olarak ölçülmüştür.

ERK, resimdeki kalçaya binen yüklerin toplamına göre hesaplanmasına rağmen eklem temas basınçları direkt olarak ölçülebilir. Normal yürüyüş sırasında, temas basınçları 3-5 MPa ve salınım fazında 0.5 MPa, en yüksek değer olarak 5-10 MPa'dır. Oturur pozisyondan ayağa kalkarken, kasların etkisiyle posterior asetabulumda basınç 18 MPa'ya kadar yükselmektedir [66-68].

Bir çok çalışma temas yüzeylerinin kalça eklemine binen yüke bağımlı olduğunu göstermektedir. Kalçaya binen yüklerle birlikte, femur başı ve asetabulum arasındaki temas noktaları artmaktadır [54, 69]. Buna rağmen bazı çalışmalar [70-72], düşük yüklenmelerde bile asetabulumun superiorunun bu yüke maruz kaldığını göstermiştir. Bu çalışmalar, tipik olarak vücut dışına alınan asetabulum rijit kuvvet uygulayan bir kol yardımıyla oluşturulan modellerle yapılmıştır.

1990'lı yılların ortalarında, Olson ve arkadaşlarının [73, 74] bulduğu metod ile abduktor mekanizma taklit edilerek sağlam pelvise kalça aracılığıyla yük verilmesi yöntemi geliştirildi. Bu çalışmada sağlam kalçayla yapılan yüklenmenin sonuçları literatürdekinden farklı olarak bulundu. Diğer araştırmacılar [54, 70-72], sağlam innominat kemikten ayrılan asetabulum yük vermekteydiler. Bay ve arkadaşları [75], bu iki farklı yüklenme deneyini aynı gün gerçekleştirdiler. Bu karşılaştırmada, yükün abduktor mekanizmanın canlandırıldığı sağlam pelvis yapısına kalça aracılığıyla uygulanmasıyla, sağlam innominat kemikten ayrılan asetabulum uygulanmasını karşılaştırdılar. Aynı yükün farklı modellere uygulanmasıyla farklı yük dağılımlarının oluştuğunu gözlemlədiler. Bu sonuçlara göre, sağlam bir pelvis yapısından ayrılan asetabulumda kalça aracılığıyla iletilen yükün en çok superior asetabulum (Dome) ve daha az olarak da anterior ve posteriora dağıtıldığı görüldü [75](Şek. 14).



Şekil 14. a. Sağlam pelvis yapısına bağlı olan asetabulumuna gelen yükün dağılımı
b. Pelvisten ayrılan asetabulumuna gelen yükün dağılımı

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Bu teori, asetabulumuna uygulanan yükün pelviste yarattığı deformasyon teorisini desteklemekteydi. Bu çalışmada aynı yükün, pelvisten ayrılan asetabulumda deformasyon kaybına neden olduğu test edilmiştir [73, 75]. Aynı deformasyon kaybı bulguları finite element modelinde de tespit edilmiştir.

Asetabular labrumun işlevine artan bir ilgi vardır. Çoğu yazar [58, 59, 76, 77], labrumun kalça stabilitesinde rol oynadığına inanmaktadır. Bazı araştırmacılar çalışmalarında, vücuttan uzaklaştırılan asetabulum ya da rijit finite element modellerini kullanmaktadırlar [58, 76]. Konrath ve arkadaşları [56], tek ayak üzerinde duran sağlam bir kalçada labrumun tamamen çıkarılmasının eklem içi yüklenmede herhangi bir değişikliğe neden olmadığını bildirmişlerdir.

Asetabulum Kırıkları

Posttravmatik dejeneratif artrit patogenezi bir çok teori üretilmesine rağmen halen tam olarak aydınlatılamamıştır. Klinik olarak eklem yüzeyinin kötü redüksiyonunun, hızlanmış eklem değişiklikleriyle ilişkisi bulunmaktadır [5]. Kırık sırasında eklem kıkırdağında oluşan hasarın ölçülmesi mümkün olmamakla birlikte eklem dejenerasyonunda anlamlı olabileceği düşünülmektedir. Eklem dejenerasyonunun patogenezinde hangi faktörlerin etkili olduğu bilinmemekle birlikte biyomekanik faktörlerin büyük rolü olduğu şüphesizdir. Bir çok çalışma biyomekanik sonuçlara odaklanmıştır. Bu çalışmalar üç gruba ayrılabilir: 1) eklem

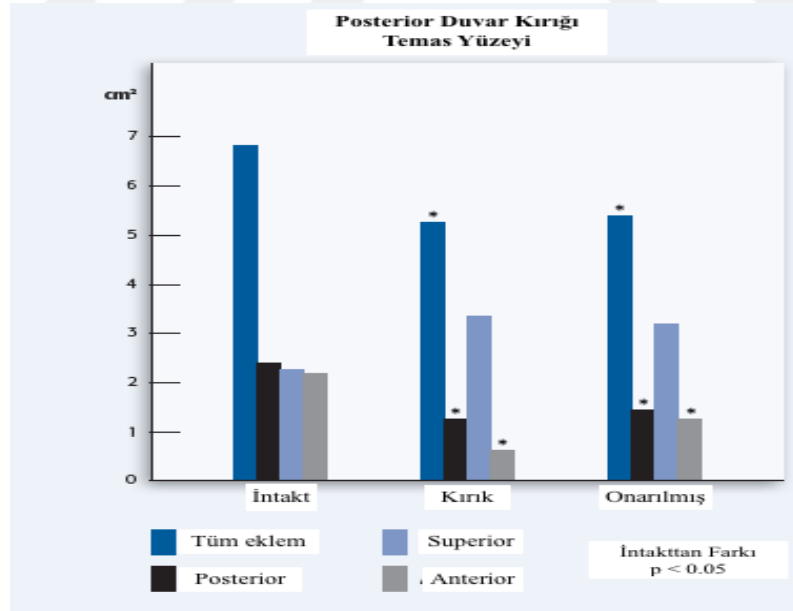
içi temas alanı ve basınç, 2) kırık sonrası oluşan instabilite ve eklem uyumunun kaybı, 3) kırık fiksasyonunun dayanıklılığı.

Asetabulum Kırıklarının Eklem İçi Karakteristikleri

Temas alanı ve basınç üzerine odaklanan çalışmalar, artan stresin eklem kırırdağının adaptasyon kapasitesini aşarak eklemde dejeneratif değişikliklere neden olduğunu tartışmaktadır. Bu çalışmalar, abduktor mekanizmanın sağlam olduğu kadavra pelvislerde, Fuji prescale filmlerle kayıt alınarak eklem içi stresleri inceleyen modeller kullanılmaktadır. Tüm kırık tiplerinde, superior asetabulumdaki artan temas yüzeyleri ve uygulanan stresler incelenmiştir [74, 78-81].

Posterior duvar kırıkları, asetabulumun superiorunda temas alanını ve basıncı artırıp, anteroposterior duvarlardaki temas alanlarını ve basınçlarını azaltmaktadır (Grafik 1).

Grafik 1. Posterior duvar kırığı olan asetabulumda yükün eklem tümüne, superiora, anteriora ve posteriora dağılımları



Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Bu değişiklikler, posterior duvar kırığının vida ile veya buttress plağı ile rijit fiksasyonu sonrası geri gelmemektedir [74]. Posterior duvar kırığının boyutu büyüdükçe temas alanı azalmasına rağmen en fazla değişiklik küçük kırık fragmanlarında görülmüştür [81]. Olson ve arkadaşları [82], posterior duvar kırığını fikse ederken kalsiyum fosfat çimentosu kullanmışlardır.

Jukstatektal transvers kırıklarda (bilgisayarlı tomografide subkondral arkın 9 mm olduğu) basamak ya da malredüksiyon durumlarında temas basınçlarında anlamlı değişiklik tespit edilmemiştir [78]. TranstektaI transvers kırıklarda (bilgisayarlı tomografide subkondral ark 1 mm) basamaklanmış malredüksiyonda temas basınçlarında (20 MPa) artış izlenmiştir. Basamaklanmış transtektaI kırıklarda, superiorda artmış basınçlar asetabulumun vücuttan ayrıldığı modellerden elde edilmiştir. Tüm bu değişiklikler, 10 MPa basınç artışı yaratmaktadır. Bu bulgular, büyük serili asetabulum kırıklarının cerrahi tedavi sonuçlarını yansıtmaktadır.

Kalça İnstabilitesi

Bazı yazarlar [47, 83-85], posterior duvar kırığı sonrası kalça instabilitesi raporlamışlardır. Posterior duvar kırıklarının ölçümü ile 3 grup oluşturuldu: 1) küçük fragman ve stabil kalça, 2) orta büyüklükte fragman ve göreceli stabilite, 3) büyük fragman ve instabil kalça. İki çalışma [47, 84], insan anatomik kalça modeli kullanmış olmasına rağmen bir çalışma [83] izole posterior duvar kırıklı hastaların bilgisayarlı tomografi sonuçlarını yayınlamıştır. Moed ve arkadaşları [85], intraoperatif stres testini skopi eşliğinde kullanmıştır.

Klinik olarak, asetabulumun yük taşıyan kısmı roof ark ölçüleriyle belirlenmiştir [34, 36]. Bu ölçüm, asetabulumun geometrik merkezinden vertikal çizilen bir çizgi ile anteroposterior ve Judet grafilelerde kırık çizgisinin ekleme giriş noktası arasındaki açının ölçülmesiyle bulunmuştur [36]. Anteroposterior ve 45° oblik grafilelerde eklem yüzeyinin sağlam kalan kısmı belirlenmiştir. Olson ve Matta [86], roof ark açısı 45° ve üzerinde olan kırıklarda, femur başının superior asetabulum ile ilişkisinin düzgün olduğu ve konservatif tedavi edilen kalçalarda yük verilmesi sonrası kırıkların stabil kaldığı sonucuna ulaşmışlardır [36]. Bilgisayarlı

tomografi görüntülemeleri de bu sonucu doğrulamaktaydı. Ekleme vertexin 10 mm ve daha aşağısından giren kırıkların, bilgisayarlı tomografide roof ark açıları 45° olarak bulunmuştur [86]. Konservatif tedavi kriteri, traksiyon olmadan kalçanın superior asetabulumla ilişkisinin uyumlu olması olarak belirtilmiştir.

Vrahas ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada [87], kadavra asetabulumlarına roof ark açıları 30°, 60° ve 90° olan transvers kırık modelleri yaratılarak, femurun asetabulumuna göre stabilitesi ölçülmüştür. Bu çalışmada, asetabulumun sağlam kalan eklem yüzeyi ile femur başının uyumu arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda, 60° ve 90° roof ark açısı olan kırıkların kalçada instabilite yaratmadığı fakat 30° roof ark açısı olanların kalçada instabilite yarattığı sonucuna ulaşılmıştır.

2.3.2. Asetabulum Kırık Fiksasyonunun Biyomekaniği

Özel asetabulum kırık tiplerinde kullanılan fiksasyon yöntemlerinin stabilitesi üzerine yapılan çalışmalar sınırlıdır. Çoğu çalışmada, farklı kırık fiksasyonlarının göreceli sertliği ve dayanımının karşılaştırılması amaçlanmış olmakla birlikte deneysel yük uygulama karakterlerinde anlamlı farklar bulunmaktadır. Goulet ve arkadaşları [88], kadavra modelinde parçalı posterior duvar kırıklarına uyguladıkları dört farklı fiksasyon yönteminin sertlik ve dayanımını ölçmüşlerdir. Transvers uzanımlı posterior duvar kırığında buttress plak ve interfragmenter lag vidasının en rijit fiksasyon sağladığını bulmuşlardır. Konsantrik posterior duvar kırığında buttress ve Spring plaklarının en ideal fiksasyon olduğunu savunmaktadırlar.

Sawaguchi ve arkadaşları [89], kadavra üzerinde transvers kırıklarda farklı fiksasyon yöntemleri üzerine çalıştılar. Kırık fiksasyonunda farklı plak ve vida kombinasyonları kullanmışlardır. Kullanılan implantlar arasında sertlik açısından anlamlı bir fark bulamazlarken, 1600 N (ERK'nın yaklaşık 2-3 katı) yüke kadar hiç bir plakta yetmezlik ve kırık hattında anlamlı derecede açılma oluşmadığını tespit ettiler. Sentetik pelvis modelinde yaratılan jukstatektal transvers kırık fiksasyonunda,

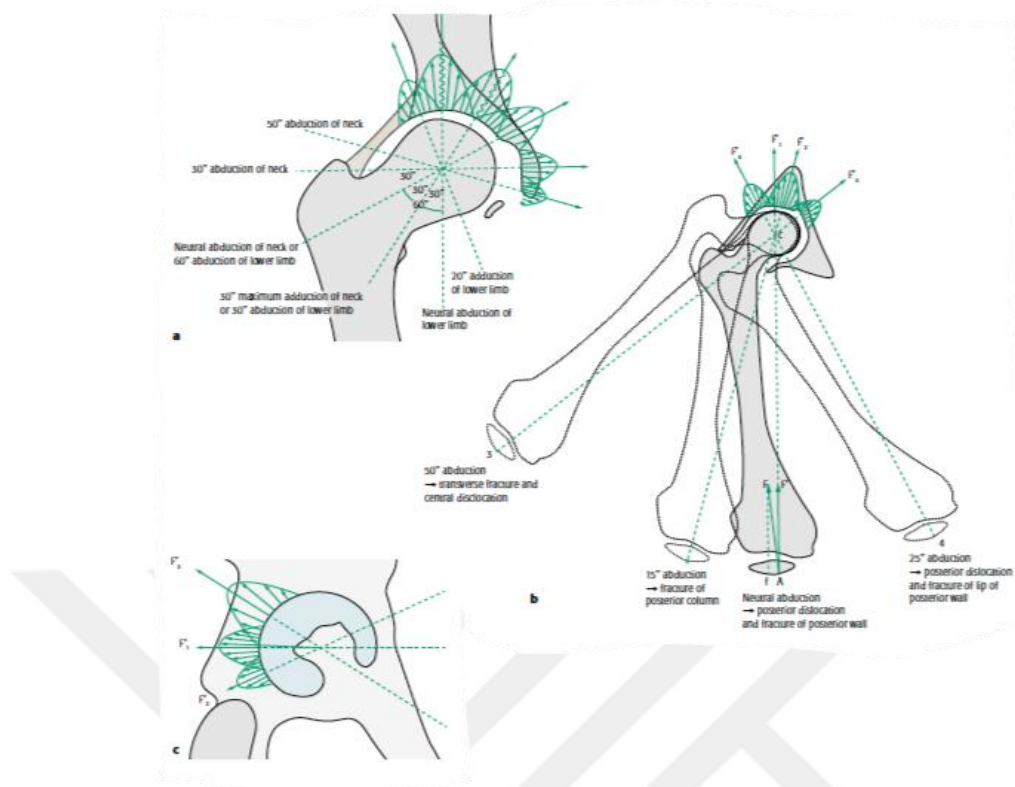
posterior kolona 3.5 mm rekonstruksiyon plağı ve 6.5 mm. anterior kolon vidası kombinasyonunun rijiditeyi arttırdığını belirtmişlerdir.

Posterior kolon osteotomileri incelendiğinde, 3.5 mm. lag vidası ve 3.5 mm. aralıklı doldurulan rekonstruksiyon plağının, kırık hattında 3.5 mm. lag vidası ve anteroposterior plak kombinasyonundan daha az harekete izin verdiğini belirtmişlerdir [90]. Simonian ve arkadaşları [91], T tipi asetabulum kırıklarında anterior, posterior ve kombine yaklaşımlarla yapılan üç farklı fiksasyon yöntemi tanımladılar. Bu gruplar arasında düşük yüklenmeler (150 N) sırasında kırık deplasmanı açısından anlamlı fark bulunmamıştır. Bu nedenle yazarlar, Kocher-Langenbeck insizyonu kullanılarak yerleştirilen tek plak ve lag vidasının, Kocher-Langenbeck ve ilioinguinal yaklaşımın kombine edildiği çift plak uygulaması ile benzer dayanıma sahip olduğu sonucuna varmışlardır. Biyomekanik testlerin çoğunda yürüyüşün salınım fazında tipik olarak 200-400 N yük uygulanmaktayken, burada uygulanan yükün az olduğu düşünülmüştür [66-68]. Literatürdeki iki çalışma, kilitli plakların kırık stabilizasyonuna etkisini incelemiştir. İlk çalışma, kilitli plakların transvers kırık fiksasyonuna etkisini incelemiştir [92]. İkinci çalışma ise kuadrilateral bölge kırıklarında farklı açılardaki kilitli plakların fiksasyona etkisini incelemiştir [93]. Her iki çalışmada da kilitli ve kilitsiz plaklarla benzer sonuçlar elde edilmiştir.

2.4. ASETABULUM KIRIKLARININ OLUŞ MEKANİZMASI VE SINIFLAMASI

2.4.1. Yaralanma Mekanizması

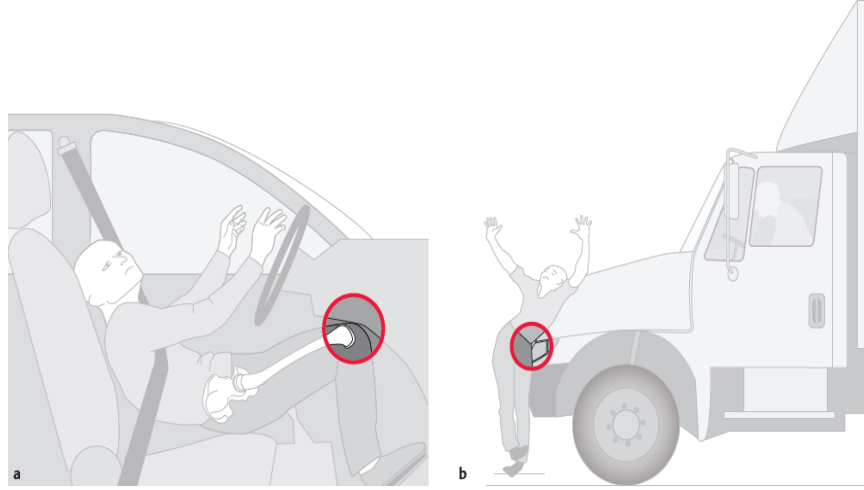
Klasik asetabulum kırıklarını laboratuvar ortamında yaratmak güçtür fakat kırık tipi ve kırığı oluşturan güç arasında klinik bir ilişki bulunmaktadır [5]. Asetabulum kırıkları, femur başından asetabulumla iletilen kuvvet sonucu oluşmaktadır. Asetabulum kırık tipleri, darbe sırasında femur başının asetabulum içerisindeki pozisyonuna bağlıdır (Şek. 15).



Şekil 15. Koronal kesit, kalça 20° iç rotasyonda, abduksiyon-adduksiyon hareketleri ile uygulanan kuvvetin iletiildiği asetabular bölgeler,
 B) Horizontal kesit, dize uygulanan kuvvetin asetabulumda iletiildiği bölgeler,
 C) Dıştan görünüm, kalça fleksiyon pozisyonunda dize uygulanan kuvvetin asetabulumda iletiildiği bölgeler gösterilmektedir.

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Dakin ve arkadaşları [94], asetabulum kırık tiplerinin motorlu araç kazalarında çarpmanın tipine bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışma Letournel'in çalışmasını destekler niteliktedir [5]. Ayakta ya da oturur pozisyonda olmak, kalçanın abduksiyon ya da adduksiyonu, iç ya da dış rotasyonu, fleksiyon veya ekstansiyon pozisyonları kırık tipini değiştirmektedir. Dashboard tipi yaralanmada fleksiyonda olan dize etkiyen kuvvetle, lateralden alınan darbenin trokanter major aracılığıyla, ayağa alınan darbenin yukarıya iletilmesiyle ya da direkt lumbosakral bölgeye uygulanmasıyla asetabulumun farklı bölgelerinde kırıklar meydana gelebilmektedir (Şek. 16).



Şekil 16. A) Fleksiyondaki dize alınan darbe ile patella kırıkları, dizin posteriora çıkığı, posterior çapraz bağ yaralanmaları ve asetabulum posterior duvar kırıkları görülebilmektedir. B) Trokanter majora direkt travma ile transvers ya da anterior tip kırıklar sıktır.

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Trokanter majora direkt darbe ile farklı kırık tipleri oluşmaktadır:

- Kalça nötral pozisyonda, anterior kolon – posterior hemitransvers tip,
- Kalça dış rotasyonda, anterior tip kırıklar,
- Kalça iç rotasyonda, posterior duvar veya kolonun transvers kırıkları,
- Kalça abduksiyonda, inferomedial asetabular kırıklar,
- Kalça adduksiyonda, superolateral asetabular kırıklar,
- Kalça ekstansiyonda, transtekal transvers kırıklara neden olabilmektedir.

Araçta bulunan yolcuların kırık tipleri içerisinde en kötüsü, emniyet kemeri takılı değilken ön hava yastıklarının açılması ile alt ekstremiteler ve pelvise alınan darbeler sonucu oluşan kırıklardır. Yüksek enerjiye kısa süre içerisinde maruz kalmak kötü sonuçlara neden olmaktadır.

Yüksek enerjili travma sonucu oluşan asetabulum kırıklarına vücudun diğer bölgelerindeki yaralanmalar da eşlik edebilmektedir. Özellikle fleksiyon pozisyonundaki dizde patella kırıkları, posterior çapraz bağ yaralanmaları sıktır ve

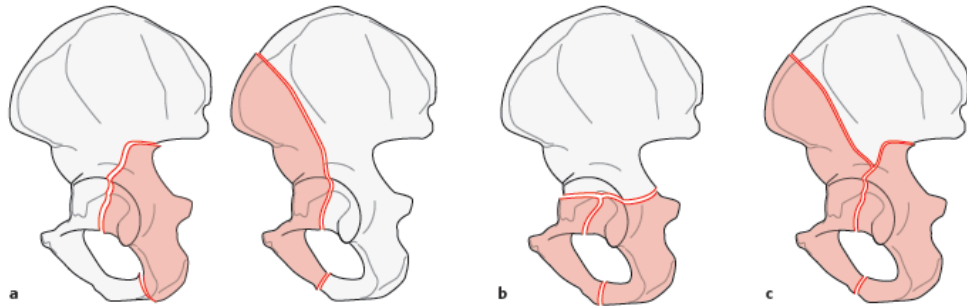
gözden kaçmaktadır. Emniyet kemeri kullanan yolcularda, hava yastıkları nedeniyle darbe ayaktan aktarıldığı için ayak, ayak bileği ve diz çevresi kırıkları sık görülmektedir. Pelvisin kapalı bir halka yapısında olması nedeniyle asetabulum kırıklarına özellikle sakroiliak yaralanmalar eşlik edebilmektedir. Asetabulum cerrahisi sonrası devam eden pelvik ağrı durumlarında simfizis ve sakroiliak yaralanmalar dikkatlice incelenmelidir. Başarılı bir asetabulum cerrahisi sonrası, 3-4 yıllık süreçte ağrılı bir kalça şikayeti olan hastalarda, kalça hareketleri iyi ve radyolojik sonuçlar mükemmel olsa bile, genel yaklaşım total kalça artroplastisi yapılması şeklindedir. Bu hastalarda kalça ağrısı azalmamakta ve sonraki dönemde sakroiliak eklem artritisi tanısı konulmaktadır. Ağrı, sakroiliak enjeksiyon ve artrodez sonrası azalmaktadır.

2.4.2. Kırık Tanısı

Asetabulum kırığına yaklaşımda cerrah, kırığın tipini, deplasman miktarını ve eklemi ilgilendiren ek yaralanmaları radyolojik olarak değerlendirmelidir. Tanı süreci; tedavi planını, cerrahi yaklaşımı ve kullanılacak fiksasyon yöntemini belirlemede yardımcıdır. Kırığın anatomik tipi, düşük ya da yüksek enerjili travma sonrası oluşması, çıkığın eşlik etmesi, kırık deplasmanının yönü, kırık fragmanlarının sayısı ve eklem yüzeyinin hasarı gibi etmenler asetabulum kırıklarında prognozu belirleyen etmenlerdir. Sınıflama sistemleri, gözlemcilere göre değişmeyen, klinikle ilişkili, güvenilir ve kullanımı pratik olmalıdır. Letournel - Judet sınıflaması güvenilir bir sınıflamadır [95]. O'Toole ve arkadaşları [96], direkt grafilerin bilgisayarlı tomografi görüntüleri ile desteklenmesinin bu sınıflamanın güvenilirliğini kanıtladığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte, asetabulum kırıklarında hiç bir sınıflamanın tam olarak güvenilir ve geçerli olmadığını belirtmişlerdir. Anatomik temelli bir sınıflama olan Letournel - Judet sınıflaması, kullanılabilir ve tedaviye yön verebilecek en iyi sınıflama olarak değerlendirilmektedir.

2.4.3. Asetabulum Kırıkları Sınıflaması

Letournel – Judet sınıflaması, anatomik temelli ve tüm kırıkları basit ve kompleks kırıklar olarak iki ana gruba ve bu grupları da altgruplara ayırmaktadır. Bu sınıflama, klinik olarak cerrahi yaklaşıma, redüksiyona ve fiksasyon yöntemine karar verilmesinde faydalıdır. Sınıflama içerisinde, kalça çıkığı, marjinal impaksiyon, deplasman ve fragmentasyon miktarı hakkında bir bilgi bulunmamaktadır. Sonuçları etkileyen bu değişkenleri de içeren, uluslararası kullanılabilir bir sınıflama ihtiyacı doğmuş ve AO/OTA kırık ve çıkık sınıflamasından [97] temel alan daha detaylı bir sınıflama sistemi oluşturulmuştur. Bu sınıflama, Letournel'in anatomik sınıflamasının AO/OTA detaylı sınıflamasına adapte edilmesi ve Müller [97] tarafından tanımlanan eklem sınıflamasına göre yeniden düzenlenmesiyle oluşturulmuştur. Tip A kırıklar, eklem yüzünün avulsiyonu ya da rim kırıklarını içermektedir. Tip B kırıklar, eklem yüzeyinin bir parçasını içeren ve Tip C kırıklar da eklemin tamamını içeren kırıklar olarak tanımlanmıştır (Şek. 17).



Şekil 17. Asetabulum kırıklarının uluslararası sınıflaması a. Tip A kırıklar: tek kolon ya da duvar kırıkları b. Tip B kırıklar: transvers veya T tipi her iki kolonu içeren kırıklar, eklem kırığının bir kısmının aksiyel iskelete bağlı kaldığı kırıklar c. Tip C kırıklar: her iki kolonu içeren kırıklar, eklem kırığının tamamının aksiyel iskeletten ayrıldığı kırıklar

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

2.4.3.1. Letournel – Judet Sınıflaması

Basit kırıklar, anterior, posterior segment ya da her ikisini de içeren kırıklardır. Bu grup, anterior kolon, anterior duvar, posterior kolon, posterior duvar ve transvers kırıkları içermektedir. Kompleks kırıklar, transvers ya da T tipi, duvar kırıklarıyla birliktelik gösteren her iki kolon kırıklarını içerir. Bu sınıflama sistemi, kırığın yeri ve uygun cerrahi yaklaşım hakkında cerraha bilgi vermektedir (Tab. 3).

Tablo 3. Letournel – Judet Sınıflaması

Basit Kırıklar
Posterior Duvar
Posterior Kolon
Anterior Duvar
Anterior Kolon
Transvers
Kompleks Kırıklar
T Tipi
Posterior Duvar - Posterior Kolon
Posterior Duvar - Transvers
Anterior Kolon / Duvar - Transvers
Anterior Kolon / Duvar - Posterior Hemitransvers
Çift Kolon

2.4.3.2. AO/OTA Pelvis ve Asetabulum Kırıkları Sınıflaması

AO/OTA modifikasyonu [98] ve Letournel- Judet sınıflaması birlikte daha detaylı bir tanımlama ve dökümantasyon kolaylığı sağlamaktadır. Brandser ve Marsh [99] tarafından önerilen modifikasyon sonucu, anatomik kırık tipleri duvar, kolon ve transvers kırıklar olarak altgruplara ayrılmıştır.

AO sınıflaması, anatomik bölge, segment, tip, grup ve altgruplar olarak ayrılmaktadır [97]. AO sınıflamasına göre, asetabulumun anatomik lokalizasyonu 62 numaradır. Kırıklar, Tip A, parsiyel eklemi içeren kırıklar, Tip B, transvers veya T tipi eklem yüzeyinin bir kısmının aksiyel iskelete bağlı olduğu ve Tip C, her iki kolonu içeren ve aksiyel iskelete bağlı hiçbir parçası olmayan kırıklardır. Tip C

kırıklar, yüzen asetabulum olarak adlandırılır. Bu sınıflamanın altgrupları tabloda tanımlanmıştır (Tab. 4).

Tablo 4. Kapsamlı Asetabulum Kırıkları Sınıflaması

Tip A (62 A)
Parsiyel eklem içi, tek kolonu içeren
A1 Posterior duvar kırığı
A2 Posterior kolon kırığı
A3 Anterior duvar ya da anterior kolon kırığı
Tip B (62 B)
Parsiyel eklem içi (transvers ya da T tipi, çift kolonu içeren)
B1 Transvers kırık
B2 T tipi kırık
B3 Anterior kolon - posterior hemitransvers kırık
Tip C (62 C)
Komplet eklem içi (Çift kolon kırığı; yüzen asetabulum)
C1 Çift kolon kırığı, yüksek seviye
C2 Çift kolon kırığı, düşük seviye
C3 Çift kolon kırığı, sakroiliak eklemi içeren

2.4.3.3. Letournel – Judet Sınıflaması (AO/OTA Kırık ve Çıkık Sınıflaması)

2.4.3.3.1. Basit Kırıklar (Anterior, Posterior veya Her İki Segmenti içeren Kırıklar)

2.4.3.3.1.1. Posterior Duvar Kırıkları (A1)

Tüm posterior duvar kırıkları aynı özelliklere sahiptir:

- Tümü dashboard tipi (diz fleksiyonda) yaralanma sonucu oluşur ve diz yaralanmaları sıktır.

- Kalçanın posteriora çıkığı sıktır, sıklıkla posterior duvar kırıkları ile birlikte görülmektedir.

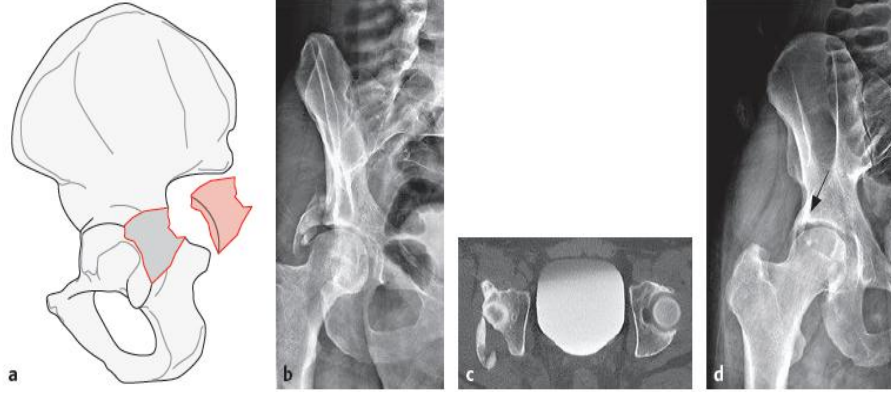
- Posterior çıkıklar prognozu ciddi anlamda etkiler, kalçanın avasküler nekrozu ve siyatik sinir hasarı sıklığı artmaktadır.

Posterior duvar kırıkları; posterior kolon (A2), transvers (B1), T tipi kırık (B2) veya çift kolon kırığı (C) gibi yaralanmalarla birlikteyse kalça kapalı redükte edilebilse bile instabilite yaratabilmektedir. Kırık fragmanının çok küçük ve kalçanın stabil olduğu durumlar haricinde cerrahlar açık redüksiyona yönelmektedir.

Posterior duvar kırıkları, roof'un posterior boynuzu, kotiloid fossa ve kuadrilateral bölge hariç her zaman posterior eklem yüzeyini içermektedir. Kalça kırığı durumunda asetabulum kenarının çökmesi sık rastlanan bir durumdur. Bu parçanın tespit edilmesi önemlidir aksi takdirde posterior duvarın redüksiyonunu engelleyebilir ve eklemde uyumsuzluk yaratabilir. Diğer bir önemli nokta posterior duvarın kapsüle yapışma yeridir. Bu bölge posteriordaki parçanın beslenmesini sağlamaktadır. Kapsülün dönmesi ya da cerrahi sırasında bu bölgenin zedelenmesi sonucunda iyileşme tehlike altında kalmaktadır. Düzgün yapılan bir açık redüksiyon, kalçanın stabil kalmasını ve eklem uyumunu sağlayarak erken dejeneratif artrit gelişimini engellemektedir. Cerrahi sonrası iyi sonuçlar, eklem anatomik restorasyonu ve eklemde çöken parçaların düzeltilmesi ile elde edilmektedir.

Tek Parçalı Kırıklar (A1.1)

Tek büyük parçanın olduğu ve kırığın eşlik ettiği kırıklardır. Posterior parça, posteriora, superiora ve posteroinferiora deplase olabilir. Posterior ve posteroinferior kırıklarda kalça fleksiyonda instabilken, posterosuperior kırıklarda kalça ekstansiyonda bile instabildir. Kalça redükte pozisyonda kalmaz ve acil cerrahi gerektiren bir durumdur (Şek. 18).



Şekil 18. Posterior Duvar Kırıkları a. Tip A1.1: tek parçalı kırık b. Tip A1.1: posterior duvar kırığı en iyi obturator oblik grafide görülmektedir. c. Tip A1.1: Posterior duvar kırığı bilgisayarlı tomografide aksiyel kesitte izlenmektedir. d. Posterior duvar kırıkları bazen AP pelvis grafisinde de izlenebilmektedir.

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Çok Parçalı Kırıklar (A1.2)

Posterior duvar çok parçalıdır ve bu durum cerrahiyi zorlaştırmaktadır. Parçalar: posterior, posterosuperior ve posteroinferiorde görülebilmektedir.

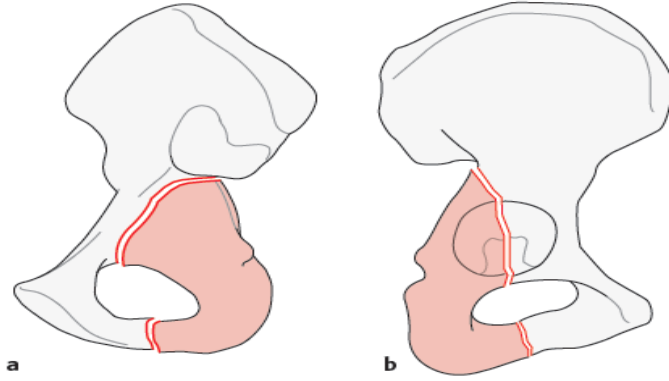
Marjinal İmpaksiyon (A1.3)

Bu tip kırıklar prognostik anlam taşımaktadırlar. Eklem yüzeyi çökerek altta bulunan subkondral kemiğe saplanır. Cerrahi sırasında bu parçaların tanınmaması, posterior duvarın anatomik redüksiyonunu engeller. Bu parçalar kan akımı desteğini kaybetmiş olabilir ya da cerrahi sırasında düzeltilse bile postoperatif dönemde tekrar impakte olabilir. Özellikle posterosuperior bölgedeki impaksiyonlar önemlidir çünkü bu bölge asetabulumun yük taşıyan kısmına denk gelmektedir.

2.4.3.3.1.2. Posterior Kolon Kırıkları (A2)

Posterior kolon kırıkları, büyük siyatik notchtan retroasetabular bölüme kadar uzanabilmektedir. Kırık hattı, posterior asetabular eklem yüzünün bağlantılı olduğu,

femur başından yükün iletildiği roof'a kadar ayrılabilir. Kırık hattı aşağı doğru inerek kotiloid fossadan obturator halkanın genellikle orta noktasında iskiopubik bölgeyi kırar (Şek. 19).



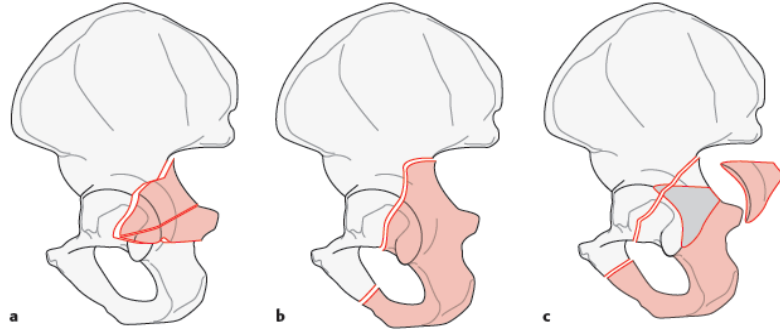
Şekil 19. Posterior kolon kırığı

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Posterior kolon kırıkları genellikle posteromediale doğru deplase olur ve femur başı deplase olan parça ile birlikte bulunur. Obturator ve iliak oblik grafilerin her ikisinde de sağlam bir anterior kolon ile birlikte posterior kolon kırığı gözlenir. Kalçanın redükte edilmesi, eklem uyumunu ve stabilitesini sağlarken, bilgisayarlı tomografi daima eklem içi anlamlı bir basamaklanma olup olmadığını göstermektedir. Bu nedenle çoğu vakada açık redüksiyon ve stabil bir fiksasyon tercih edilmektedir.

İskium Kırıkları (A2.1)

Kolon kırığı, iskium kırıkları içerisinde yer almaktadır. Aslında bu kırıklar, geniş posterior duvar kırıkları olup posterior kolon boyunca devam edip kuadrilateral bölgeye uzanmaktadırlar (Şek. 20).



Şekil 20. Posterior Kolon Kırıkları a. Tip A2.1: Posterior kolon kırığı iskiyum içerisinde sınırlı kalmaktadır. b. Tip A2.2: Obturator foramenin içerisinde geçen, posterior duvara kadar genişleyen tipik posterior kolon kırığı c. Tip A2.3: Posterior duvar kırığı da içeren posterior kolon kırığı

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Obturator Halka Boyunca (A2.2)

Bu kırıklar, gözyaşı damlasının korunduğu, obturator halka boyunca uzanan kırıklardır. Kuadrilateral bölgeden anteriora ya da pelvik brim'e doğru kırık hattı ilerlerse gözyaşı damlası görünümü bozurmaktadır. Bu az görülen bir kırık varyasyonudur ve tipik olarak kırık hattı oblik olarak iskiopubik koldan inferior pubik ramusa uzanmaktadır.

Posterior Kolon Kırığına Eşlik Eden Posterior Duvar Kırığı (A2.3)

Letournel – Judet sınıflamasında basit kırıklar sınıflaması içerisinde yer almayan bu kırık tipi, AO/OTA modifikasyonu içerisinde yer alır. Posterior kolon kırıkları, posterior duvarın bir kısmını da içermektedir. Posterior duvar kırıklarında, kırığın yeri (posterior, posterosuperior veya posteroinferior), kırık parçalarının sayısı ve marjinal impaksiyonun varlığı önemlidir. Posterior duvar kırıklarında kalça genellikle instabildir ve açık redüksiyon gerektirmektedir.

Anterior Kolon veya Duvar, Eklem Bir Kısımını İçeren Kırıklar (A3)

İzole anterior kırıklar nadir görülmektedir. Lateral kompresyon tipi yaralanmalarda, anterior kolon kırıkları eklem kadar uzanabilmektedir. Bu tip

kırıklar asetabulum kırığından çok pelvik halka kırığı olarak adlandırılmaktadır. Kırık oluşum mekanizması, kalça dış rotasyon pozisyonunda trokanter majora gelen darbe sonucu oluşmaktadır. Anterior duvar kırıkları, nadiren kalçanın anteriora çıkığı ile birlikte olabilir. Anterior eklem yüzeyinin bir kısmını içeren kırıklar aşağıdaki gibi gruplandırılmaktadır:

2.4.3.3.1.3. Anterior Duvar Kırıkları (A3.1)

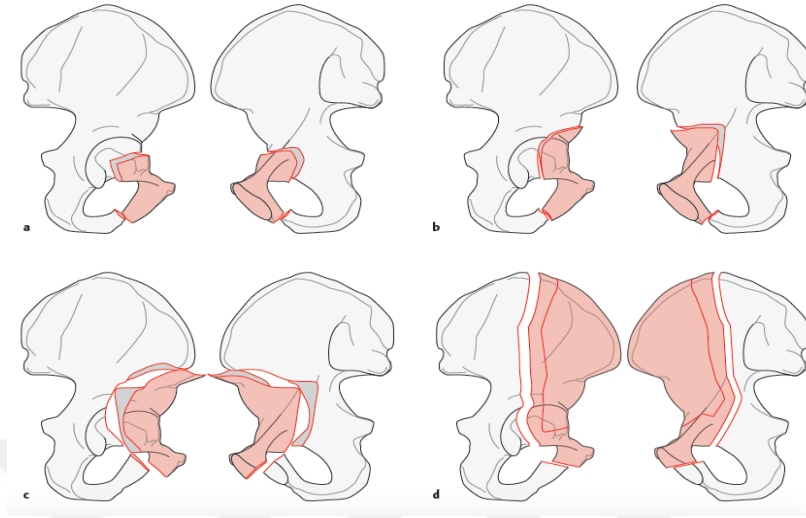
İzole anterior duvar kırıkları ender görülmektedir ve kalçanın abduksiyon ve dış rotasyon pozisyonundayken aldığı darbe etkisiyle çoğunlukla kalçanın anteriora çıkığı ile birlikte görülmektedir. Anterior duvar kırıkları, asetabulumun anterior sınırından başlayarak yukarıda anterior inferior iliak spinaya ve aşağıda kotiloid fossaya uzanır. Genellikle asetabulumun anterior eklem yüzeyinin ufak bir parçasını içermektedir. Bazı anterior duvar kırıklarına impaksiyon da eşlik edebilmektedir.

2.4.3.3.1.4. Anterior Kolon Kırıkları (A3.2, A3.3)

Asetabulum kırıklarının yaklaşık %5'ini oluşturmaktadır. Anterior kolon kırığı, iliak krestin ortasından iskiopubik kola kadar uzanmaktadır. Anterior innominat kemik kırığı 4 tipe ayrılmaktadır:

- *Çok düşük*: eklem yüzeyinin küçük bir kısmını içeren ve çıkıkla birlikte olması durumunda redüksiyon sonrası stabil bir kalçanın olduğu kırıklar (A3.3),
- *Düşük*: anterior inferior iliak spinanın arkasında yer alan ve femur başı ile asetabulum uyumunun tam olduğu kırıklar (A3.3),
- *Orta*: anterior inferior ve anterior superior iliak spinadan geçip iskiopubik segmente uzanan kırıklar (A3.2),
- *Yüksek*: iliak krestin anterior yarısından geçerek anterior superior iliak spinanın arkasından asetabular roof'a ve anterior duvara uzanır. Genel olarak,

posterosuperiordaki yük taşıyan bölgenin korunduğu kırıklarda prognoz daha iyi olmaktadır (A3.2) (Şek. 21).



Şekil 21. Anterior kolon kırıkları. a. Çok düşük. b. Düşük. c. Orta. d. Yüksek.

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Düşük kırıklar genellikle asetabulumun küçük bir bölgesini ayırmaktadır. Bu tip kırıklar, genellikle gözden kaçan asetabulum yaralanmalarıdır ve lateral kompresyon tipi pelvik halka yaralanmalarında görülmektedir. Asetabulum kırığı nadiren açık redüksiyon gerektirir ve genel olarak sonuçlar tatmin edicidir. Anterior kolon kırıkları tek (a1), iki (a2) ve çok parçalı (a3) olarak görülebilmektedir. Anterior kolon ve duvar kırığının birlikteliğine sıklıkla posterior kolon kırığı da eşlik etmektedir.

2.4.3.3.1.5. Transvers Kırık (Kısmi Eklem İçi Tip B1)

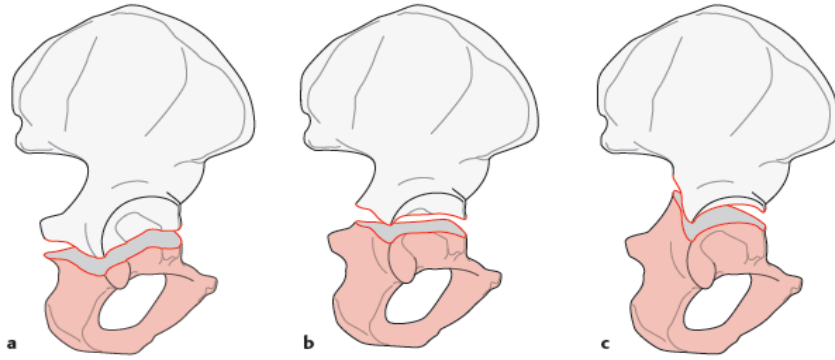
Transvers Kırıklar (B1)

Transvers kırıklar asetabulum kırıklarının %7.5'i kadardır. Bu kırıklar, hemipelvisi ikiye bölerek kolonları birbirinden ayırır. Kırık hattı genellikle superior rim boyunca yukarıya doğru ilerler. İki kırık fragmanı oluşur: iliak ya da asetabular

roof'a bağılı superior parça ve duvar ya da kolonun parçasını içeren iskiopubik segment.

Transvers kırıklarda, deplasman miktarı ve santral dislokasyon varlığı prognostik olarak farklıdır. Distal parça simfizis pubisten içeri doğru dönerken tam santral çıkık varlığında kalça zedelenmiş sakroiliak ekleme doğru dönmektedir. T tipi kırıklar yüksek enerjili makaslama kuvvetleri sonucu oluşur. Bu kırıklar basit görünmesine rağmen kötü prognoza sahiptir.

Asetabular eklem yüzeyinden geçen kırık hattı, yük taşıyan bölgenin sağlam kalan miktarını ve prognozu belirlemektedir. Bu bağlantıyla transvers kırıklar altgruplara ayrılır (Şek. 22).



Şekil 22. Transvers kırıklar a. Kotiloid fossa boyunca uzanan infratektal kırık b. Kotiloid fossanın üzerinden jukstatektal kırık c. Superior yük taşıyan bölgeden geçen transtektal kırık

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

İnfratektal (B1.1)

Bu kırıklar, anterior ve posterior duvarların inferior parçalarını kırarak, kotiloid fossayı horizontal olarak ayırır. Düşük transvers kırık, geride kalan sağlam eklem yüzeyi ile eklem uyumu sağlanabilirse konservatif olarak tedavi edilebilir (Res. 27).

Jukstatektal (B1.2)

Bu kırıklar, anterior ve posterior duvarları kırarak, kotiloid fossanın en üst noktasından horizontal olarak geçer ve roof genellikle sağlam kalır. Infratektal kırıklara göre daha instabildir ve genellikle cerrahi tedavi gerektirir (Res. 27).

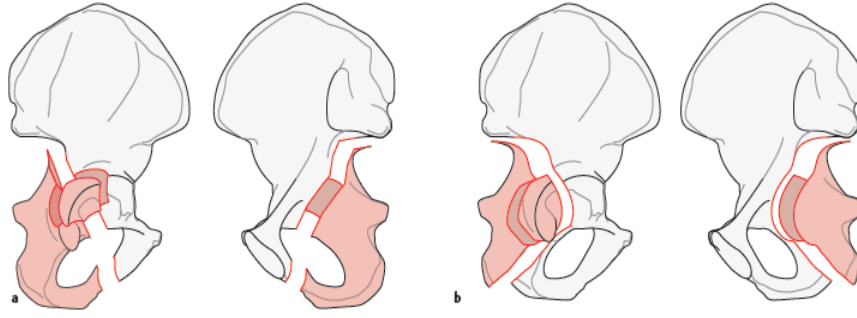
Transtektal (B1.3)

Bu kırıklar, ana yük taşıyan roof bölgesini kırar ve asetabulumun çok küçük bir kısmının iliak kanada bağlı kalmasına neden olur. Bu gruplar içerisinde en kötü prognoza sahip olan kırık tipidir.

2.4.3.3.2. Kompleks Kırıklar (Asetabulum veya Pelviste İki ya da Daha Fazla Kırık)

2.4.3.3.2.1. Posterior Kolon ve Eşlik Eden Posterior Duvar Kırığı (A2.3)

Tüm asetabulum kırıklarının %3'ünü oluşturur. Posterior duvar kırığı bu birliktelikte daha önemlidir. Kalça neredeyse tüm vakalarda çıkıktır ve duvar kırığı ile bağlantılıdır. Posterior kolon kırığı, duvar kırığının superiorundan başlar ve büyük siyatik notch'a kadar ulaşır. Genellikle kolon az deplase ya da nondeplasedir (Şek. 23).



Şekil 23. a. Standart posterior kolon ve posterior duvar kırığı. Duvar kırığı kuadrilateral köşeyi içermez b. Kuadrilateral bölgeyi içeren posterior duvar kırığı. Posterior kolon kırığı ile birlikte.

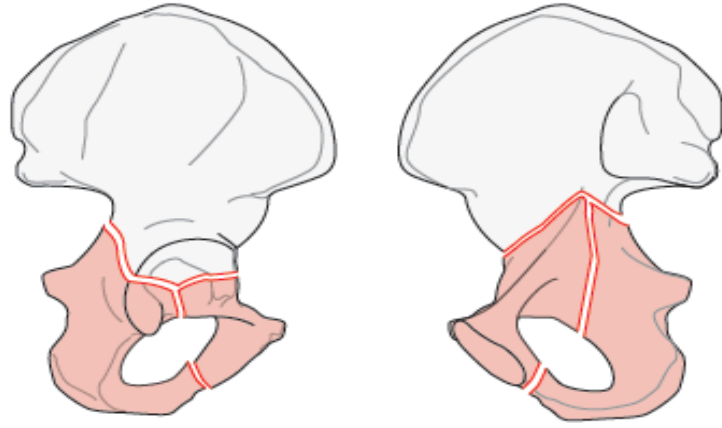
Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

2.4.3.3.2.2. Transvers (B1) ve Eşlik Eden Posterior Duvar Kırığı

Letournel bu kırığı, kompleks kırıklar içerisinde değerlendirir. Tüm kırıkların %20'sini oluşturur, ikinci en sık görülen kompleks kırık tipidir ve çıkık her zaman eşlik etmektedir. Çıkıkla birlikte eklem kapsülünde büyük bir zedelenme oluşur. Siyatik sinir hasarı ve avasküler nekroz olasılığı yüksektir. Özellikle genç hastalarda, cerrahi sırasında posterior duvar kırığı transvers parçaya iyi fikse edilmezse transvers parçada postoperatif deplasman görülebilmektedir. Transvers parçanın ve posterior duvarın deplase olduğu durumlarda redüksiyon ve fiksasyon zorlaşmaktadır.

2.4.3.3.2.3. T Tipi Kırıklar, Eklem Yüzeyinin Bir Kısımını İçeren (B2)

Transvers kırığa ek olarak asetabulumu vertikal olarak ayıran T tipi kırık bulunmaktadır (Şek. 24).



Şekil 24. T tipi kırık

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Vertikal kısım, asetabulumun santral parçasını ve iskiopubik parçayı ayırır. Bu hat, saf transvers kırıklardan farklıdır. Vertikal hat obturator halkayı bir yerinden kırar ve anterior ile posterior kolonları birbirinden ayırır. Posterior T tipi kırıklar, yalnızca iskial kırık içeren ve obturator foramenin içine girmeyen kırıklardır. Saf transvers kırıklarda femur başının deplasman miktarı değişkendir fakat çok yüksek enerji sonucu oluşan santral dislokasyon sık görülmektedir.

T tipi kırığın tanımlanması cerrahi açıdan önemlidir. Yalnız transvers tip asetabulum kırığında anteriordan ya da posteriordan cerrahi yaklaşım her iki kolonun fiksasyonu açısından yeterli olabilirken, her iki kolonun birbirinden ayrıldığı T tipi kırıklarda tek kolonun fiksasyonu diğer kolon için yeterli olmamaktadır. Bu nedenle, asetabulum anatomik onarımı her iki kolona da ulaşarak sağlanabilmektedir.

Direkt grafilerin dikkatlice incelenmesi tanı koymak için önemlidir. Bilgisayarlı tomografi görüntüleri vertikal bir ayrılmanın varlığını kesin olarak göstermektedir.

Eski yayınlara göre T tipi kırıklar asetabulum kırıkları içerisinde en kötü prognoza sahip olan kırıklardır. En iyi merkezlerde bile anatomik redüksiyon oranları %60'dan azdır. Femur başı ve eklem kıkırdağında zedelenmeler ve komplikasyonlar sık görülmektedir.

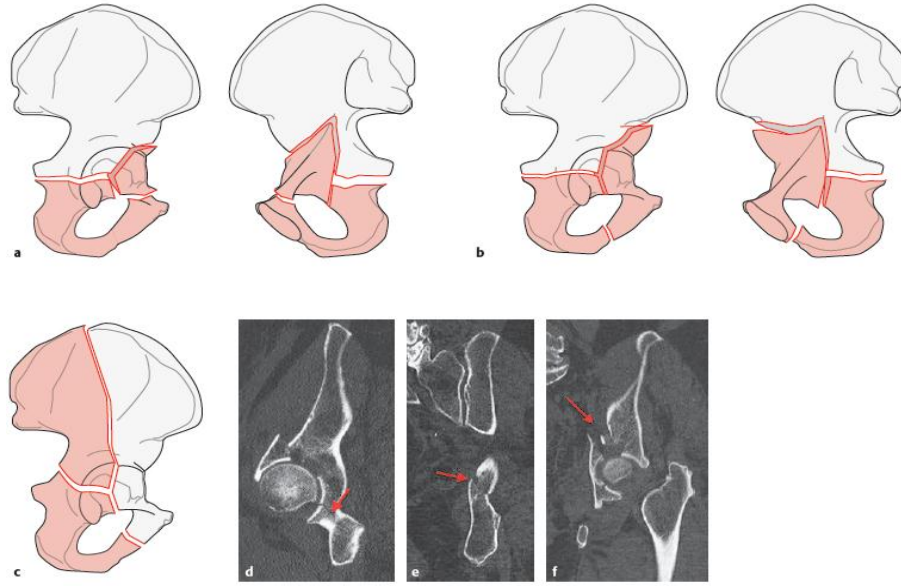
Posterior duvar kırığı ile birlikte görülen T tipi kırıklar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- posterior duvar kırığı yok
- posterior duvar kırığı, tek parçalı
- posterior duvar kırığı, çok parçalı
- posterior duvar kırığı, çok parçalı ve marjinal impaksiyon var

Posterior duvar kırığının eşlik ettiği T tipi kırıklara genellikle kalçanın posteriora çıkığı da eşlik etmektedir ve kötü prognoza sahiptir.

2.4.3.3.2.4. Anterior Kolon ve Posterior Hemitransvers Kırık (B3)

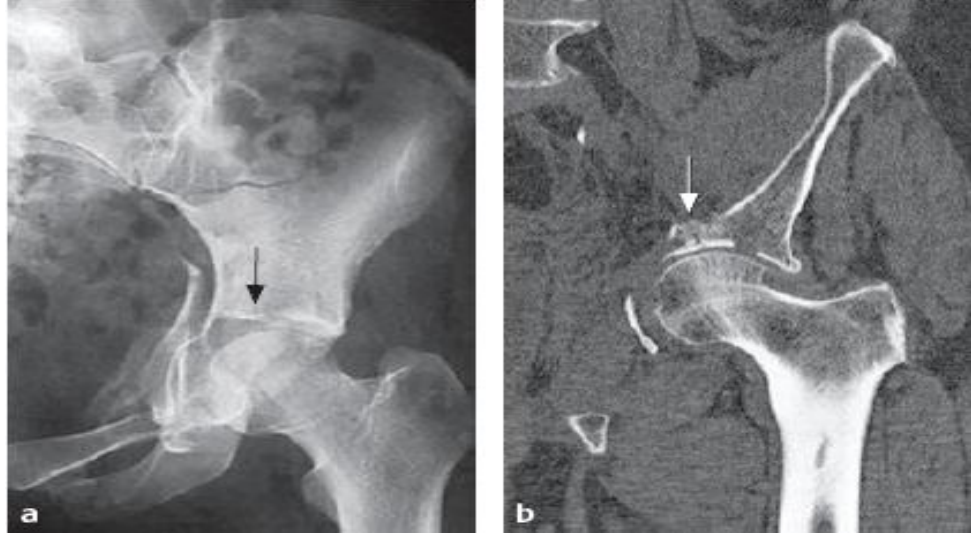
Tüm kırıkların %7'sini oluşturmaktadır ve T tipi kırığın bir varyantıdır. Bu kırıklar en iyi bilgisayarlı tomografi ve 3 boyutlu Bilgisayarlı tomografi görüntüleme ile görülmektedir. Genellikle yaşlı hastalarda siktir [100]. Bu kırık tipinde, anterior kolon ya da duvar kırığına transvers kırığın posterior kısmına benzeyen bir posterior kolon kırığı eşlik eder. Femur başı anteriora disloke ya da sublüksedir ve en iyi obturator oblik grafi ya da bilgisayarlı tomografide izlenebilir. İliak oblik grafide, iliak kanattaki kırık nondeplase ve aşağı seviyededir. Posteriodaki bu kırık hattı, anterior parçanın, standart anterior kolon kırığına göre daha fazla anteriora deplasmanına neden olur. İliak kanada bağlı kalan sağlam bir eklem parçası her zaman bulunur ve posterior kolon her zaman iliak kanada bağlı kalır (Şek. 25).



Şekil 25. Anterior kolon ve posterior hemitransvers tip kırık, posterior parça genellikle aşağı seviyededir ve nondeplasedir. a. Tip B3.1: anterior duvar ve posterior hemitransvers kırık b. Tip B3.3: anterior kolon ve aşağı seviyeli posterior hemitransvers kırık c. Anterior kırık yukarıda iliak kanada ulaşmaktadır (B3.2) d. Bilgisayarlı tomografi sagittal kesitte, anterior kolon kırığına sıklıkla eşlik eden aşağı seviye posterior kolon kırığı (kırmızı ok) e. Bilgisayarlı tomografi koronal kesitte, aşağı seviye posterior kolon kırığı (kırmızı ok) f. Bilgisayarlı tomografi koronal kesitte, anterior kolon kırığına eşlik eden femur başının anteriora deplasmanı

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Bu kırık tipine göreceli olarak az rastlanmaktadır fakat kırığın tanınması cerrahi olarak önemlidir. Deneyimsiz bir cerrah tarafından anteriordaki ana kırık bölüm farkedilemeyip posterior yaklaşım denenebilir. Posterior parçanın anatomik redüksiyon ve fiksasyonu, anterior parçada daha fazla görülen deplasmanı ve femur başının anteriora subluksasyonunu düzeltmez. Bu kırıklarda eklem yüzeyinde impaksiyon izlenebilir. Bu impaksiyon radyolojik olarak anterior parçanın subkondral çizgisinde yükselme olarak izlenir ve buna ‘martı kanadı işareti’ denir (Res. 2).



Resim 2. Martı kanadı işareti, eklem yüzünün impaksiyonunu gösterir ve kötü prognozun belirteçidir. a. AP grafi b. Bilgisayarlı tomografi koronal kesit

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Bu tip kırıklar, anterior kolon kırığının seviyesine göre altgruplara ayrılır:

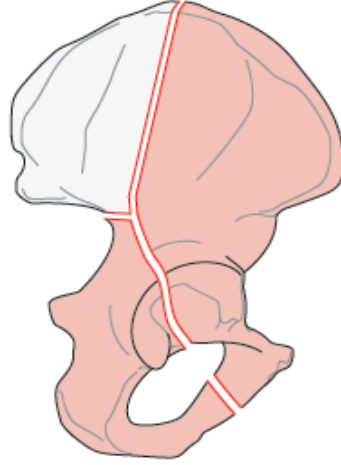
- B3.1: anterior duvar,
- B3.2: anterior kolon (yüksek seviye)
- B3.3: anterior kolon (aşağı seviye)

Kırık parçalarına göre:

- anterior kolon, tek parça
- anterior kolon, iki parçalı
- anterior kolon, çok parçalı

2.4.3.3.2.5. Çift Kolon Kırığı (Komplet Eklem Tipi C)

Çift kolon kırığı (%22) en sık görülen asetabulum kırığıdır. Bu kırık, asetabulum seviyesinden iki kolonu birbirinden ayırır ve koronal planda iliuma kadar ilerler (Şek. 26).



Şekil 26. Tip C: çift kolon asetabulum kırığı, asetabulumun eklem yüzünü tüm bileşenlerine ayırır. Yüzen asetabulum ya da T tipi kırığın varyantı olarak adlandırılabilir.

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Koronal planda, transvers kırık iliumu ve T tipi kırık, eklem yüzeyinin çoğunluğu anterior parçada kalacak şekilde kolonları birbirinden ayırır. Komplet eklem kırığı olarak nitelendirilen bu kırık, asetabulumun aksiyel iskeletle bağlantısı kalmamasından dolayı ‘yüzen asetabulum’ olarak da adlandırılır. Lateral kompresyon nedeniyle oluşan bu kırıkta başın santral dislokasyonu sık görülmektedir. Asetabulum duvarlarındaki hasar miktarı, cerrahi yaklaşımı ve prognozu etkilediğinden iyi tanımlanmalıdırlar.

Radyolojik bulgular, femur başının santral dislokasyonu, iliuma uzanan kırık hattı ve ‘spur işareti’dir (Res 3).



Resim 3. Çift kolon kırığının radyolojik bulgusu. Obturator oblik grafide sakruma bağlı kalan ilium parçası ‘Spur işareti’ olarak adlandırılır.

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Spur işareti en iyi obturator oblik grafide görünmektedir. Bu kemik işaret noktası, anterior kolonun redükte edilmesi gereken parçasını işaret etmektedir. Spur, iliumun aksiyel iskelete bağlı kalan kısmıdır.

Özellikle bilgisayarlı tomografi ve 3 boyutlu tomografide, koronal kesitte eklem yüzeyindeki kırıklar görülebilmektedir. Bu kırıklar, özellikle asetabular roof'ta parçalanma gösterebilmektedir. Ayrılmış ve dönmüş olan ya da cerrahi sırasında kan dolaşımı zedelenen trianguler roof kırığı kötü prognoza sahiptir.

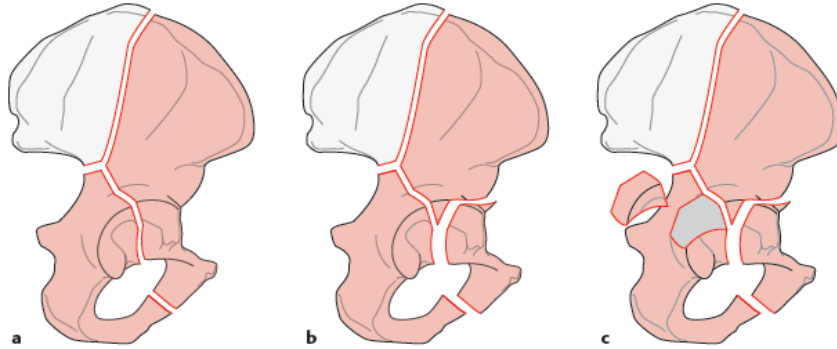
Ilium kırığının seviyesine göre kırık tipleri:

Çift Kolon Kırığı, Yüksek Seviye (C1)

Kırığın ilium parçası iliak kreste uzanmaktadır.

- C1.1: her kolon tek parçadır. (Tipik kırık)
- C1.2: posterior kolon tek parça, anterior kolon iki veya daha fazla parça
- C1.3: posterior duvarda parçalanma, anterior kolon kırığında parçalanmanın miktarına göre (a1, a2, a3) ve posterior duvar kırığının parçalanma ve

zorluk derecesine göre (b1, b2, b3) gruplara ayrılmaktadır. Bunlara C2 ve C3 varyantları da denilmektedir (Şek. 27).



Şekil 27. Tip C çift kolon kırığı, yüksek seviye a. C1.1 her kolon tek parça b. C1.2 posterior kolon tek parça ve anterior kolon iki veya daha fazla parçalı c. C1.3 posterior kolon kırığı ile birlikte posterior duvar kırığı, anterior kolon çok parçalı. Bu kırıkta posterior duvar kırığının iyi redükte edilmemesi kalçanın instabilitesine yol açar.

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

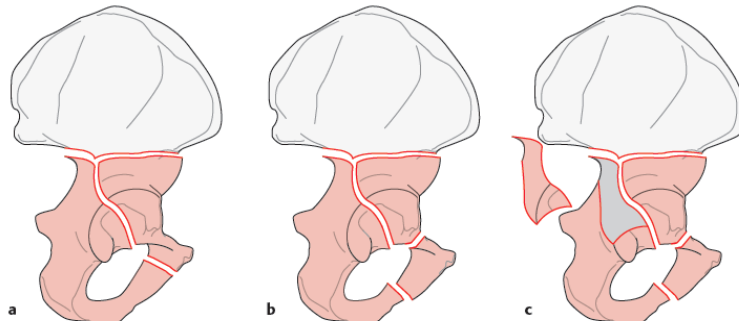
Çift Kolon Kırığı, Aşağı Seviye (C2)

C2 grubu kırıklarda, kırık hattı anteroinferior iliak spinaya yakın bölgeye uzanır.

C2.1: her kolon, tek parçalı (Şek. 28-a)

C2.2: posterior kolon, tek parçalı. Anterior kolon, en az iki parçalı (Şek. 28-b)

C2.3: posterior kolon kırığına eşlik eden posterior duvar kırığı (Şek. 28-c)

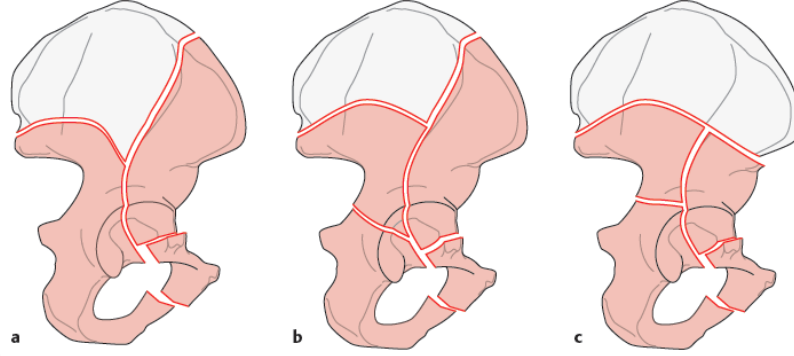


Şekil 28. C2, çift kolon kırığı, düşük seviye

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Sakroiliak Eklemi İçeren Çift Kolon Kırığı (C3)

Bu kırık tipinde kırık hattı sakroiliak ekleme ulaşır (Şek. 29).



Şekil 29. Tip C3 çift kolon kırığı. Kırık hattı sakroiliak ekleme uzanır.

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

C3 kırığın altgrupları:

C3.1

Posterior kolon tek parçalıdır (Şek. 29-a).

- yüksek seviye anterior kolon kırığı
- aşağı seviye anterior kolon kırığı
- yüksek seviye, çok parçalı kırık
- aşağı seviye, çok parçalı kırık

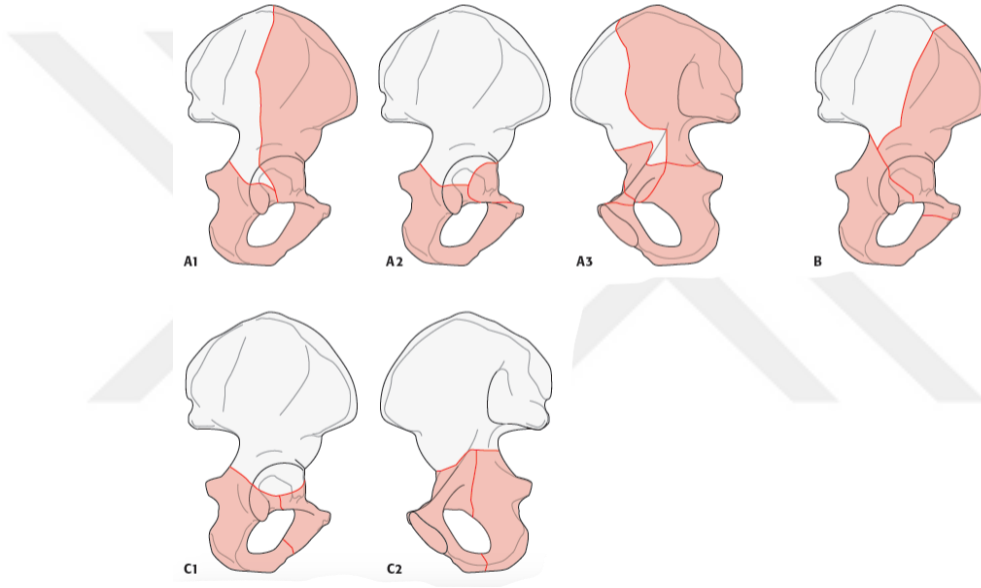
C3.2

Posterior kolon kırığı çok parçalıdır ve anterior kolon kırığının seviyesi yüksektir (Şek. 29-b)

C3.3

Posterior kolon çok parçalıdır. Anterior kolon kırığı aşağı seviyededir (Şek. 29-c). Önemli prognostik kriterler; parçalı kırık olması, marjinal impaksiyon varlığı ve anterior kolon parçalanmasıdır.

Tanı aşamasında, kırığın transvers, anterior kolon - posterior hemitransvers veya çift kolon kırığı olduğunu ayırt edebilmek, cerrahi yaklaşımdaki hataları ve redüksiyon zorluklarını azaltır (Şek. 30).



Şekil 30. Anterior kolon posterior hemitransvers, transvers ve çift kolon kırıkları arasındaki farkları gösteren şema **A1:** Anterior kolon posterior hemitransvers kırık, **A2:** Anterior duvar posterior hemitransvers kırık, **A3:** A1 ve A2 kırıklarının medialden görünümü **B:** Çift kolon kırığı **C1:** T tipi kırık **C2:** C1 kırığının medialden görünümü

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Çift kolon asetabulum kırıklarında, en uygun tedavi yönteminin hangisi olduğu halen bilinmemektedir.

2.4.3.3.3. Değişken ve Eklem Dışı Kırık Varyantları

Asetabulumun karışık üç boyutlu yapısı nedeniyle mevcut sınıflamalara uymayan kırık tipleri görülebilmektedir. Yüksek kalitede radyolojik görüntülemeler ve dikkatli bir inceleme ile yaralanmanın ayırıcı tanısı yapılabilmektedir.

2.5. ASETABULUM KIRIKLARININ TANISI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

2.5.1. Klinik Değerlendirme

Anamnez

Her tedavi kararının başlangıç aşamasında olduğu gibi hastanın medikal ve travma sonrası durumu değerlendirilmelidir. Hastanın yaşı, eşlik eden hastalıkları ve kemik kalitesi tedavi seçimini etkilemektedir. Yaralanma mekanizmasının öğrenilmesi cerrahın kırık hakkında fikir sahibi olmasını sağlayabilir. Genellikle ciddi asetabulum kırıkları trokanter majora direkt gelen darbeler ile oluşmaktadır. Dashboard tipi yaralanmalarla birlikte diz çevresi yaralanmaları sıktır ve gözden kaçırılmamalıdır.

Fizik Muayene

Pelvik kırıklarla birlikte kanama ve ilişkili yaralanmalar sık görülmektedir. Etkilenen ekstremitenin pozisyonu yaralanma hakkında bilgi verebilmektedir. Örneğin iç rotasyonda duran kalçada posterior çıkık ve dış rotasyonda duran kalçada anterior çıkık düşünülmelidir. Diz ya da trokanter major etrafındaki sıyrıklar travma mekanizması hakkında bilgi verebilir. Dizin posteriora çıktığı, patella kırığı, açık yaralar ya da Morel-Lavalle lezyonu (Res. 4), peroneal ya da siyatik sinir hasarı dikkatlice incelenmelidir. Bu tip yaralanmalarda sinir hasarı sıklıkla eşlik etmektedir ve sinir hasarının varlığı mutlaka kayıt altına alınmalıdır.



Resim 4. Multitravma sonrası geniş Morel-Lavalle lezyonu

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Radyolojik Değerlendirme

Radyolojik değerlendirme, kırığın doğru tespiti ve cerrahi planlaması için gereklidir. Tanıda sıklıkla, AP pelvis ve Judet grafileri, bilgisayarlı tomografi, 3 boyutlu tomografi ve daha az sıklıkla da manyetik rezonans görüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır.

2.5.1.1. Pelvik Görüntüleme

Asetabulum kırıklarına sıklıkla pelvik halka ve sakroiliak yaralanmalar eşlik etmektedir. Bu nedenle AP pelvis, inlet ve outlet grafiler mutlaka çekilmelidir.

2.5.1.2. Asetabulum Görüntülenmesi

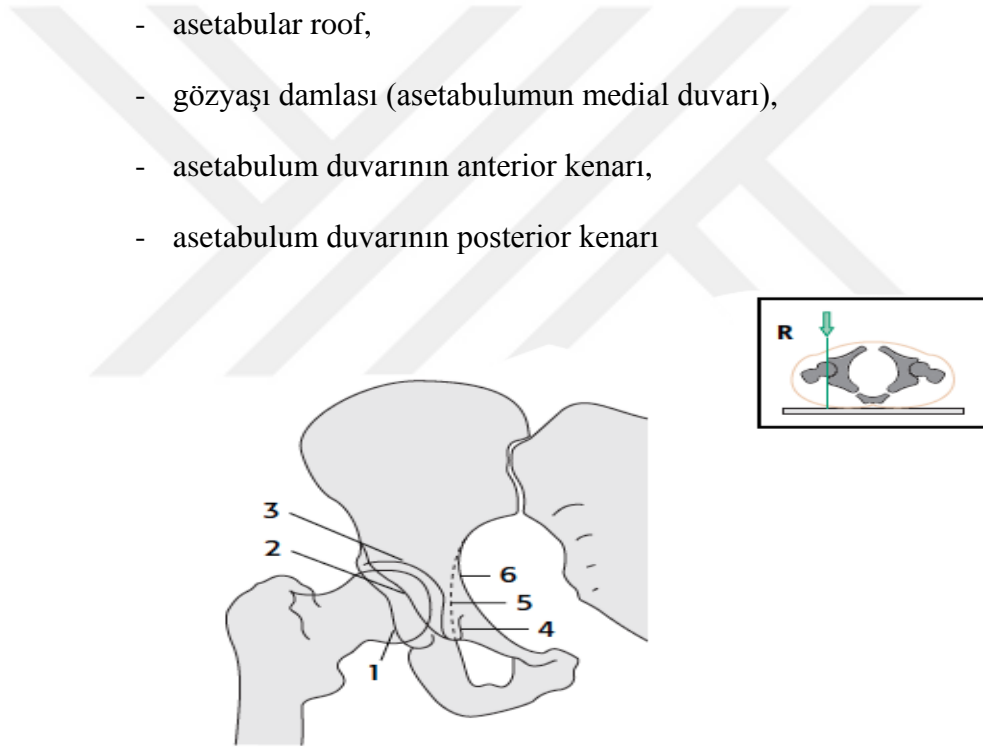
AP pelvis grafisi ile birlikte Judet'in [29] tanımladığı oblik grafilerin (iliak ve obturator oblik) çekilmesi önerilir. Bu üç grafinin dikkatlice değerlendirilmesi bir çok vakada tanıyı koydurmaktadır. Bu grafiler incelenirken cerrahın bir pelvis maketi ile kırığı zihninde canlandırması önerilmektedir. Üç boyutlu tomografinin

kullanıma girmesi bu grafilerin önemini azaltmamıştır fakat grafilere ek olarak üç boyutlu tomografinin kullanımı kırık paternini anlamayı kolaylaştırmaktadır.

2.5.1.2.1. Anteroposterior Görüntüleme

AP grafide altı önemli kemik işaret noktası görülmektedir (Şek. 31):

- iliopektineal çizgi (pelvik brim ve anterior kolonun kenarı),
- ilioiskial çizgi (posterior kolonun kenarı),
- asetabular roof,
- gözyaşı damlası (asetabulumun medial duvarı),
- asetabulum duvarının anterior kenarı,
- asetabulum duvarının posterior kenarı



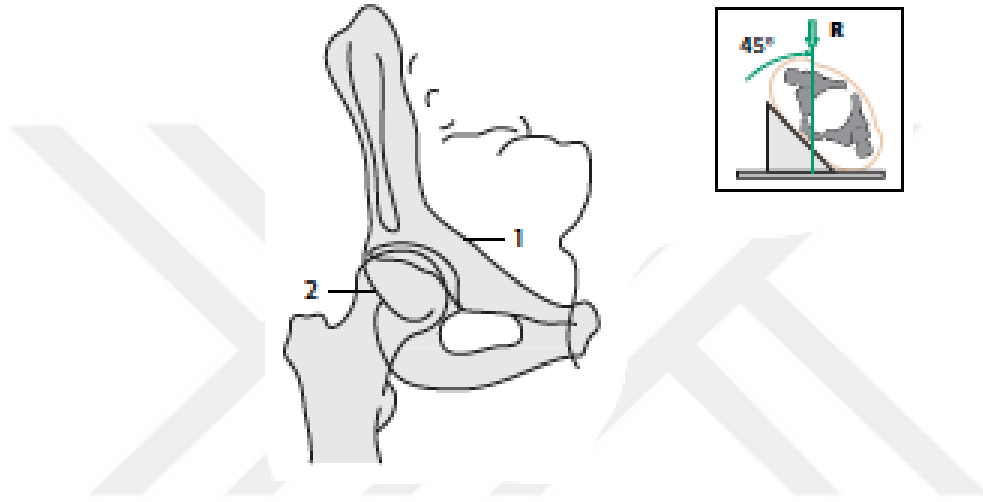
Şekil 31. Kalçanın AP grafisi, önemli kemik işaret noktaları 1. asetabulumun posterior duvarı 2. asetabulumun anterior duvarı 3. roof (dome ya da tektum) 4. gözyaşı damlası 5. ilioiskial çizgi (posterior kolon) 6. iliopektineal çizgi (anterior kolon)

Ruedi, T. P., & Murphy, W. M. (2000). Principles of fracture management (pp. 729-49). Stuttgart: Thieme

Gözyaşı damlası karışık bir anatomik yapıdır. Gözyaşı damlasının tabanı, obturator fossanın üst kenarı, kotiloid fossanın lateral kenarı ve medialde ise obturator kanalın dış duvarı tarafından oluşturulur.

2.5.1.2.2. Obturator Oblik Grafi

Obturator oblik grafi, etkilenen kalçanın 45° açıyla yukarı kaldırılması ile elde edilir (Şek. 32). Etkilenen taraf pelvisin iç rotasyonu ile obturator foramen bir bütün olarak gözlenir. Grafide, anterior kolon ve posterior duvar görülebilmektedir. İliak kanat geniş olan kenarından dik olarak görülebilir ve çift kolon kırıklarında izlenen ‘spur işareti’ bu grafide izlenebilir.



Şekil 32. Obturator oblik grafi (Judet) 1. anterior kolon 2. posterior duvar

Ruedi, T. P., & Murphy, W. M. (2000). Principles of fracture management (pp. 729-49). Stuttgart: Thieme.

2.5.1.2.3. İliak Oblik Grafi

İliak oblik grafi, sağlam olan pelvis kısmının 45° yükseltilmesi ile çekilir (Şek. 33). Bu grafide, iliak kanat tamamen görülür, özellikle posterior kolon ve asetabulumun anterior duvarı gözlemlenir.

Akut yaralanmalı hastalarda pelvisin iç veya dışa rotasyonu ağrıya neden olduğundan röntgen tüpüne 45° açı verilerek grafilerin çekilmesi daha kolaydır.



Şekil 33. Iliak oblik grafi (Judet) 1. posterior kolon 2. anterior duvar

Ruedi, T. P., & Murphy, W. M. (2000). Principles of fracture management (pp. 729-49). Stuttgart: Thieme

2.5.1.3. Bilgisayarlı Tomografi

Bilgisayarlı tomografi görüntülemesi, asetabulum kırıklarının tanı ve tedavisinde kırığın üç boyutlu olarak algılanmasını sağladığı için önemlidir. Konvansiyonel tomografi ile ince kesitler alınarak kısa süre içerisinde yaralanma bölgesi hakkında optimal görüntülemeler elde edilir. Ardışık kesitler 2.5 mm aralıklarla pelvisin taranmasını sağlar. Multidedektör tomografi ve yüksek hızlı hesaplama teknolojisi ile farklı planlardaki görüntüler ve üç boyutlu yapılandırma elde edilebilir.

Bilgisayarlı tomografinin bir diğer avantajı da, direkt grafiler gibi hastayı çevirmeye ya da pozisyon vermeye gerek kalmadan tüm görüntülemenin yapılabilmesidir. Aksiyel tomografi görüntüleri normal kesitsel anatomiyi göstermektedir [101-103]. Kadavra pelvisinin aksiyel kesitleri ile tomografi görüntülemesi arasında mükemmel bir anatomik ilişki vardır.

Rutin kullanılan aksiyel tomografi görüntüleri, asetabulum kırığının tipini, duvar kırıklarını, asetabulum dome'undaki yük taşıyan bölgenin impaksiyonunu ve parçalanmanın derecesini, eklem içi fragmanları, femur başı hasarını, pelvik hematomları, sakroiliak eklem bütünlüğünü direkt grafilerden daha hassas gösterdiği kanıtlanmıştır [95, 96, 104-106]. Femur başının sublüksasyon ya da dislokasyonu

genellikle direkt grafilerde görülmektedir. Bilgisayarlı tomografi direkt grafilerde görülemeyen dislokasyon ya da subluksasyonları göstermede yararlı olabilmektedir.

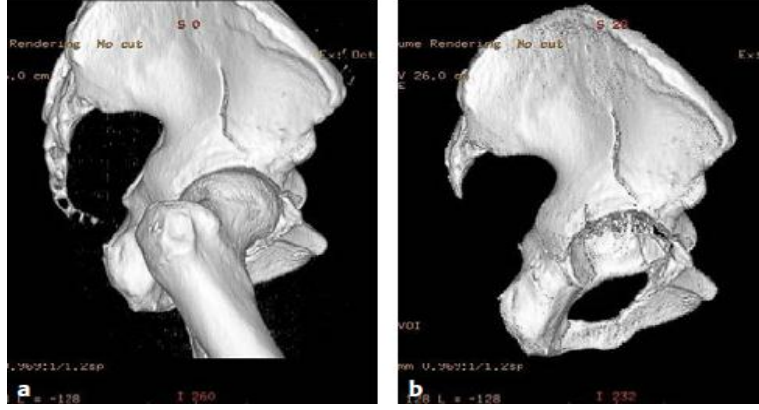
Multiplanar Rekonstrüksiyon

Multiplanar rekonstrüksiyon, koronal ve sagittal planlarda farklı kalınlıklarda kesitler yaratabilmektedir. Yeni yazılımlar hızlıca rekonstrüksiyonların oluşturulmasını sağlamaktadır. Aksiyel kesitlerle elde edilemeyen görüntüler multiplanar rekonstrüksiyonla vurgulanabilmektedir [107].

Üç Boyutlu Bilgisayarlı Tomografi

Yazılımlar aracılığıyla oluşturulan üç boyutlu tomografi, asetabulum kırıklarının tanısında daha değerli görseller yaratmaktadır. Üç boyutlu tomografinin sağladığı avantajlardan biri de kırığın görüntülenmesini engelleyen anatomik yapıların görüntülerden uzaklaştırılabilmesidir (Res. 5).

Üç boyutlu tomografiler, hangi kırıklara cerrahi müdahale gerekeceğini anlamakta ve cerrahi tedavinin planlanmasında önemlidirler. Üç boyutlu tomografi, rutin bilgisayarlı tomografilerde izlenen marjinal impaksiyon ve eklem içi kemik parçalar gibi detaylar konusunda halen tam anlamıyla yeterli değildir [108]. Bu nedenle, koronal ve sagittal kesitler karar vermeye yardımcıdır [101]. Üç boyutlu tomografi görüntüleri, doğru cerrahi yaklaşıma karar verilmesinde ve komplikasyonların önlenmesinde çok değerli bir görüntüleme yöntemidir.

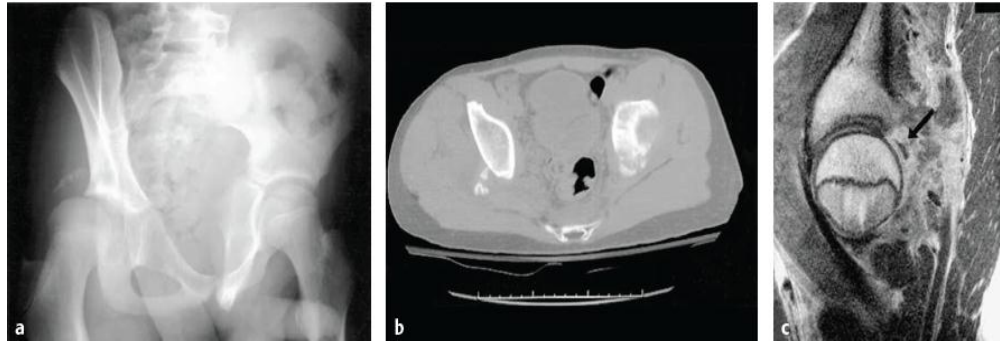


Resim 5. a. Sağ kalçanın femur ile birlikte üç boyutlu tomografi görüntüsü b. üç boyutlu tomografi görüntüsünden femurun uzaklaştırılması ile çift kolon kırığının görülmesi

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

2.5.1.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MR)

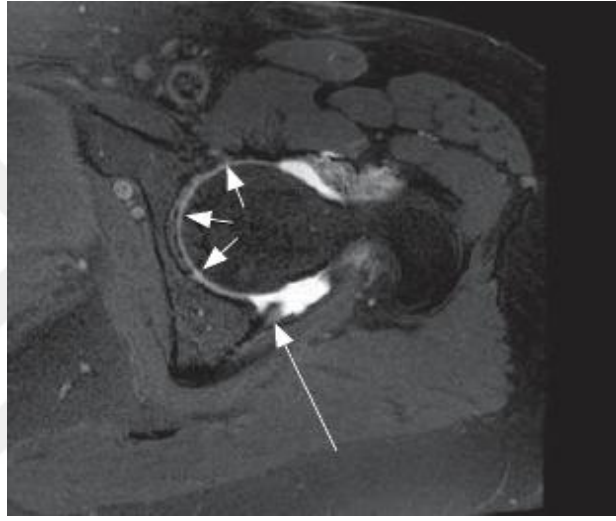
Direkt grafiler ve tomografi görüntüleri kırık hakkında yeterli bilgi vermesine rağmen özellikle çocuklarda kemiklerin tam olarak kalsifiye olmamasından kaynaklı manyetik rezonans görüntülemeye ihtiyaç duyulabilir. Bu yaş grubunda, posterior duvar kırıklarının boyutları MR ile daha iyi görüntülenebilmektedir (Res. 6)[109].



Resim 6. a. 11 yaşındaki bir hastanın sağ kalçasının obturator oblik grafisi, femur başına yakın görünen küçük parlak alan posterior duvara karşılık gelen bir parça b. bilgisayarlı tomografide sağlam olan sol kalçanın posteriorunda kemikleşme bölgesi görülmektedir. Hasarlanan sağ kalçanın posteriorunda küçük kemik fragmanları göze çarpmaktadır. c. MR sagittal kesitte kırıkta spesifik sekansta posterior duvar kırığı parçasının superiora deplasmanı izlenmektedir (siyah ok).

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

MR görüntüleme, yumuşak doku detayları ve multiplanar görüntü kapasitesi açısından üstünlük sağlamaktadır. MR görüntüleme, kortikal ile kansellöz kemiği ve labrum ile eklem kıkırdağını birbirinden ayırt edebilmektedir. Yaralanmanın kemik ve yumuşak dokuda oluşturduğu değişiklikler sıvı duyarlı sekanslarda yüksek sinyaller olarak elde edilir. Yağ baskılı sekanslarda, sıvılardaki ve kemik iliğindeki değişiklikler göze çarpmaktadır [110]. Travma MR protokolünde yağ baskılı sekanslar mutlaka bulunmalıdır. Yüksek çözünürlüklü teknikler, femur başındaki kıkırdak ve labrumdaki hasarların tespitine izin verir (Res. 7).



Resim 7. Sol kalçanın posterior çıkığı sonrası 1. yıl aksiyel MR kesitinde küçük deplase kemik parça ve labral defekt izlenmektedir (büyük ok). Femur başı ve asetabulum arasında kıkırdak kaybı (kısa oklar)

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Yüksek kontrastlanması nedeniyle MR görüntüleme, gizli femur başı zedelenmesi ve erken iskemik değişiklikleri belirlemede bilgisayarlı tomografiden daha duyarlıdır [111]. Asetabulum kırığı sonrası yaşlı hastalarda osteoartritin belirlenmesinde ve kalça artroplastisi kararı verilmesinde MR görüntüleme yardımcı olabilmektedir.

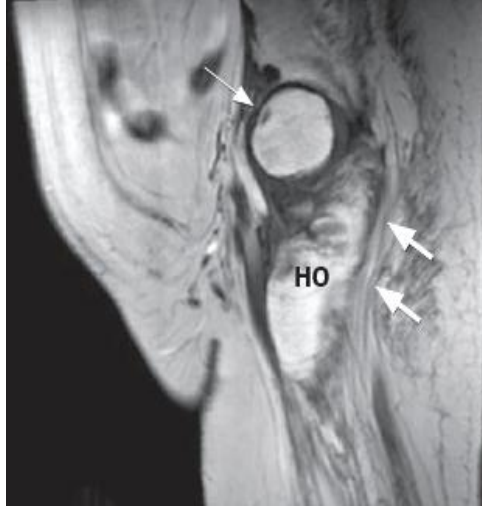
MR görüntüleme, asetabulum stres kırıklarında diğer görüntüleme yöntemlerine göre daha başarılıdır [112, 113].

2.5.1.5. Postoperatif Değerlendirme

Sıklıkla postoperatif değerlendirmede direkt grafiler, bilgisayarlı tomografi ve üç boyutlu tomografi görüntülerinden faydalanılmaktadır. Modern tekniklerle, metal cisimlerin yarattığı bozuk görüntüler çıkarılarak kırık redüksiyonu daha net değerlendirilebilmektedir. Eklem içerisine giren vida şüphesinde tomografi görüntülemesi en iyi yöntemdir. Tomografi görüntülemesinde kullanılan metal implantlar yanlış görüntülere de neden olabilmektedir. Modern yazılım yöntemleriyle bu yanlış görüntüler kaldırılabilir. Bilgisayarlı tomografi ile redüksiyonun doğruluğu, implant yerleşimleri, nörovasküler yapıların durumu değerlendirilebilmektedir. Postoperatif komplikasyonlardan heterotopik ossifikasyon, avasküler nekroz, posttravmatik kondrolizis ve enfeksiyon yine tomografi ile değerlendirilebilir. Tomografi görüntülemesinin postoperatif seçilmiş hastalarda kullanılması önerilmektedir. Gereksiz tomografi kullanımı tedavi maliyetlerine, gereksiz radyasyona maruz kalınmasına ve kaynakların eşit olmayan dağılımına neden olmaktadır [114].

Manyetik Rezonans Görüntüleme

MR görüntüleme, erken dönem femur başı osteonekrozu, heterotopik ossifikasyon ya da implantlardan kaynaklanan siyatik sinir tuzaklanmasının tanısında kullanılabilir (Res. 8).



Resim 8. Posterior kalça çıkığı sonrası siyatik siniri deplase eden heterotopik ossifikasyon (kalın oklar). Femur başının yuvarlaklığı bozulmuş ve impaksiyon nedeniyle subkondral kist oluşumları (ince ok).

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

MR, kemik anatomisinin görüntülenmesinde kullanılmasına rağmen mutlak gerekliliği yoktur. En önemli avantajı, pelvisin yumuşak dokularının, eklem kıkırdağının ve okkult derin ven trombozlarının daha net görüntülenebilmesidir.

2.5.1.6. Komplikasyonların ve Eşlik Eden Yaralanmaların Görüntülenmesi

Sinir Yaralanmaları

Preoperatif hazırlık evresinde, hematomdan ya da kemik fragmanların deplasmanından kaynaklanan sinir hasarlarını göstermede MR görüntüleme kullanılabilir. Yüksek çözünürlüklü teknikler, sinir fasiküllerini görüntüleyebilmektedir. MR bulguları gelişebilecek sinir hasarını öngöremez fakat cerrahi sırasında uyarılmış somatosensör potansiyellerin kullanımı sinir hasarını öngörebilmektedir [115]. Perinöral yağ dokularının tahrip olması, sinir hasarı konusunda önemli bir ipucudur.

Damar Yaralanmaları

Arteriyel yaralanmalar, kan basıncında ve hemoglobin/hematokrit değerlerinde düşme ile klinik olarak tanınabilir. Konvansiyonel kontrastlı arteriografi, kanayan yerin belirlenmesinde ve embolizasyonunda kullanılabilir.

Venöz Tromboemboli

Asetabulum/pelvik travma sonrası derin ven trombozisinin sıklığı %14 ila %61, pulmoner emboli sıklığı %2 olarak bulunmuştur. Tromboz pelvik ya da alt ekstremitte venlerinden kaynaklanabilmektedir. Derin ven trombozlarının tanısında ultrason kullanımı özellikle obez hastalarda zorluklar çıkarabilmektedir.

BT venografi, okkult pelvik trombozların değerlendirilmesinde direkt olarak trombozun görülmesi ve kontrastın distale ilerlememesi şeklinde tanıda ultrasondan daha spesifik ve sensitiftir. Akut trombozlar, damar lümeninde genişleme ve perivenöz ödem şeklinde görülmektedir. BT venografinin dezavantajları, maliyet, radyasyona maruziyet ve kontrast allerjisidir.

MR venografi, venöz tromboemboli tanısında daha az sıklıkla kullanılmaktadır fakat pelvik ya da santral venöz trombozların saptanmasında yüksek spesifite ve sensitivite göstermektedir. En önemli avantajları kontrast madde kullanılmaması ve radyasyona maruz kalınmamasıdır. MR venografinin kullanımı, kalp pili olan ya da anevrizma klipsi kullanılan hastalarda kontrendikedir.

MR venografi, nefrotoksik ve kontrast allerjisi riski olan konvansiyonel kontrastlı anjiografiden avantajlıdır. MR venografi sonrası perioperatif trombüsü olan hastalarda geçici vena kava filtresi konulması önerilmektedir.

2.6. ASETABULUM KIRIKLARININ TEDAVİSİ

2.6.1. Konservatif Tedavi Kriterleri

Eski yayınlara bakıldığında vakaların sadece az bir kısmında konservatif tedavi sonrası tatminkar sonuçlar elde edilebilmiştir. Konservatif tedavi yöntemleri genellikle traksiyon ile tedavi ve erken dönemde artan düzeyde yük verdirme şeklindedir. Başarısız sonuçların altında genellikle aşağıdaki kriterler sonrası kalçada gelişen posttravmatik artroz yer almaktadır.

İnstabilite ve Subluksasyon

Urist, 1948 yılında iyi sonuçlar elde edebilmek için posterior rim bölgesindeki kırıkdağın bütünlüğünün en önemli faktör olduğunu belirtmiştir [116]. Seçilmiş vakalar incelendiğinde, kalçanın posterior kırıklı çıkıklarının konservatif ya da cerrahi tedavisi sonrası eklem yüzeyinin normal anatomisinin sağlanmasının iyi sonuçlar alınmasına neden olduğunu belirtilmiştir.

Eklem Uyumsuzluğu

Rowe ve Lowell, 1961 yılında klinik sonuçları etkileyen negatif etmenleri belirten bir yazı yayınladılar [28]:

- superior asetabulum ya da yük taşıyan dome'un zedelenmesi,
- femur başı ve asetabulum arasındaki normal uyumun kaybolması,
- erken ya da geç dönem kalçanın posterioara instabilitesi,
- femur başında impaksiyon yaralanmaları.

Kas Disfonksiyonu

Matta ve Olson, 224 hastalık serisinde 186 (%83) hastada 2 yıllık takip sonrası kalçanın normal gücüne ulaştığını bildirmişlerdir [117]. Kalça bölgesi kaslarında güçsüzlük, Postel-d'Aubigné skoru ve osteoartrit varlığının radyolojik bulgularıyla direkt olarak ilişkili bulunmuştur.

2.6.2. Asetabulum Kırıklarının Konservatif Tedavisi

Konservatif tedavi endikasyonları, kalçanın stabilitesine, femur başı ve asetabulumun uyumuna ve asetabulumun yük taşıyan kısmında kırık olup olmamasına bağlıdır. Konservatif tedavide, ek yaralanma ve hastalıkların izin verdiği ölçüde, kırık tarafına 10-15 kg. yük verilmesi ile hastanın mobilizasyonu sağlanır. Üç aylık dönemde verilen yük kademeli olarak arttırılır.

2.6.2.1. Eklem Yüzeyinin Değerlendirilmesi: Roof-Ark Ölçümü

Matta ve arkadaşları [34-36], asetabulum kırıkları sonrası kalan sağlam eklem yüzeyi miktarını belirlemek için 'Roof-Ark ölçümü' fikrini ortaya koymuşlardır. Bu fikir, Rowe ve Lowell'in [28] konservatif tedavi için en az kalması gereken sağlam asetabulum miktarı konusundaki çalışmasının devamı niteliğindedir. Kırık, roof'tan medial duvara uzanıyorsa bu asetabulumun daire şeklindeki sınırında bir 'Ark' oluşturmaktadır. Roof-Ark açısı, femur başının merkezinde dik çizilen çizgi ve kırığın en superiora deplase olan noktasına çizilen çizgiler arasındaki açıdır ve AP pelvis, obturator oblik, iliak oblik grafilerde ölçülür.

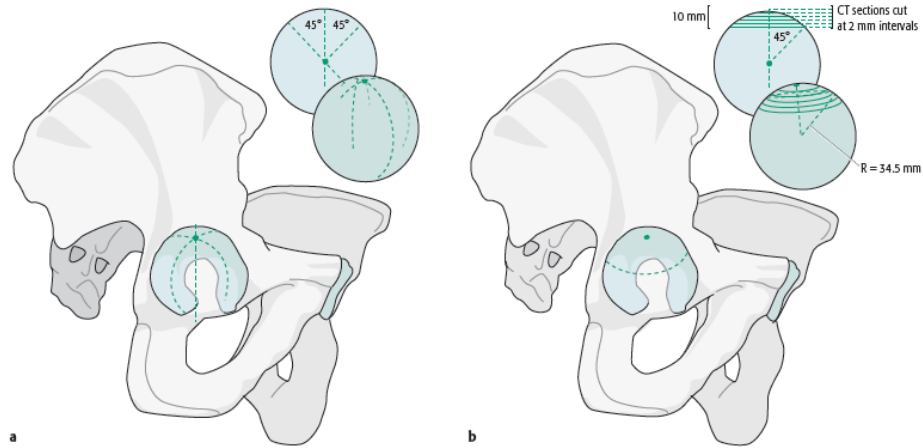
Pelvisin rotasyonu ile oblik grafilerde pelvisin pozisyonu değişebilmektedir. Bu kısıtlılık nedeniyle, Olson ve Matta [86], roof-ark ölçümlerinde BT kullanımını amaçlamışlardır. BT görüntülerinde, asetabulumun en üst noktasından kırığın subkondral halkayı bozduğu noktaya olan mesafe ölçülmüştür. Grafilerde roof-ark

açısı ve BT'deki subkondral ark ölçümleri kullanılarak aşağıdaki konservatif tedavi kriterleri belirlenmiştir:

AP, obturator oblik ve iliak oblik grafilerin hepsinde, roof-ark açısının en az 45° olması veya BT'de superiorda sağlam kalan subkondral ark'ın en az 10 mm. olması (Şek. 34),

Traksiyon olmadan çekilen AP, obturator ve iliak oblik grafilerde, femur başının sağlam olan asetabulum ile düzgün bir ilişki içerisinde olması,

Posterior kalça instabilitesinin olmaması, düşük seviyeli posterior duvar kırığı sağlam superior asetabulum kriterini sağlayabilir.



Şekil 34. a) sağ asetabulumda üç arkın yerleşimleri gösterilmektedir. b) BT görüntüleri asetabulumun tepe noktasından itibaren 10 mm. lik alanı göstermektedir.

Marvin Tile, David L Helfet, James F Kellam, Mark Vrahas - Fractures of the Pelvis and Acetabulum—Principles and Methods of Management, 2015

Olson ve Matta [86], konservatif tedavi uyguladıkları 23 hastayı incelediler. Hastaların 11'i konservatif tedavi için önerilen üç kriteri de sağlamaktaydılar. Bir yıllık takip sonucunda 11 hastanın 9'unda (82), iyi ve çok iyi sonuçlar elde edilmiştir. Geride kalan 12 hasta konservatif tedavi için önerilen üç kriteri uymamaktaydılar. Bu hastaların sadece 5'inde iyi sonuçlar elde edildiğini belirttiler. Roof-Ark ölçümü çift kolon ve posterior duvar kırıklarında uygulanamamaktadır.

2.6.2.2. Anestezi Altında Stres Muayenesi

Tornetta [118], konservatif tedavi kriterlerine anestezi altında dinamik stres grafilerini eklemiştir. Direkt grafilerde gözlenen eklem uyumunun stres grafisinde değişebileceğini belirtmiştir. Eklem hareket açıklığı içerisinde skopi cihazı ile kalça ve asetabulumun uyumu incelenmiştir. Femur başı ve asetabulum arasındaki uyumun, kalçanın fleksiyon, ekstansiyon ve abduksiyonu sırasında iç ve dış rotasyon hareketleri ile bozulmasına ya da kalçanın sublukse olmasına göre hastalara cerrahi tedavi önerilmiştir.

Roof-Ark ölçümleri 45°, subkondral BT ark ölçümü 10 mm. ve posterior duvar deplasmanı %50 den az olan 41 hastanın AP ve Judet grafilerindeki eklem uyumları stres görüntülemeleri ile değerlendirilmiştir. Dinamik stres grafilerinde 41 hastanın 3'ünde kalça instabil bulunmuş olup bu hastalara açık cerrahi internal fiksasyon uygulanmıştır. Kalan 38 hasta konservatif tedavi edilmiştir. Ortalama 2.7 yıllık takiplerinde %91 hastada iyi ve mükemmel sonuçlar elde edilmiştir.

2.6.2.3. Posterior Duvar Kırıklarının Konservatif Tedavisine Karar Vermede Tomografi Görüntüleme ve Anestezi Altında Stres Muayenesi

İki klinik ve iki kadavra çalışmasında, tomografi görüntülemesinde posterior duvar kırığının boyutlarının kalça instabilitesine etkisi araştırılmıştır [47, 83-85]. Bu dört çalışmada, kırık parçanın boyutları farklı yöntemlerle ölçülmüştür ve bu nedenle birbirleriyle karşılaştırılmamaktadır. Kadavra çalışmalarında normal kas tonusunun olmaması nedeniyle kasların kalça stabilitesine katkısı değerlendirilememektedir. Posterior duvarın %20 – 40'ını içeren kırıklarda konservatif tedavi kararı verilirken anestezi altında stres grafisi ile stabilitenin değerlendirmesi önerilmektedir.

2.6.2.4. Konservatif Tedavide Güncel Yaklaşımlar

Stabil Posterior Duvar Kırığı

Çalışmalar, posterior duvar kırığının %20'den az olduğu durumlarda kalçanın stabil olduğunu ve %40'tan fazla olduğu durumlarda ise kalçanın instabil olduğunu göstermektedir [85]. Posterior duvar kırığının boyutu BT yardımıyla ölçülebilmektedir. Kırık fragmanının büyük olduğu durumlarda kalça instabilitesi ile karşılaşılabilir. Posterior duvar kırığının %20 – 40 olduğu durumlarda anestezi altında kalça stabilitesinin değerlendirilmesi önerilmektedir. Yüksek ya da superoposterior duvar kırıkları %20'den az olsa dahi instabil olabilir. Stabil posterior duvar kırıklarında eklem içi parça olmaması durumunda konservatif tedavi ile iyi sonuçlar elde edilebilmektedir [119].

Sağlam Yük Taşıyan Dome ile Birlikte Çift Kolon ve Posterior Duvar Dışı Kırıklar

Posterior duvar ya da çift kolon kırığı olmayan hastalarda aşağıdaki kriterlere göre konservatif tedavi uygulanabilir:

- superior asetabulum sağlam, subkondral ark 10 mm.'den büyük, AP, obturator ve iliak oblik grafilerde roof-ark açısı 45° den büyük olan kırıklar,
- traksiyon olmadan AP, obturator ve iliak oblik grafilerde femur başı ile superior asetabulumun uyumlu olması,
- anestezi altında stres grafilerinde uyumda bozulma ya da subluksasyonun olmaması,
- eklem yüzeyini içermeyen asetabular fossa kırıkları,
- kırık lokalizasyonuna bağlı olarak 2 mm.'den az deplasman

2.6.3. Asetabulum Kırıklarının Cerrahi Tedavisi

Tedavideki temel amaç, femur başı ve asetabulum arasındaki uyumu sağlamak, en iyi fonksiyona ulaşmak ve artroz gelişimini önlemektir. Klinik sonuçların eklem redüksiyonu ile direkt ilişkili olduğu gösterilmiştir. Acil cerrahi; açık kırıklar, damar yaralanması, ilerleyen nörolojik defisit ve redükte edilemeyen kalça eklemi varlığında gereklidir. Travma sonrası ilk üç hafta içerisinde yapılan cerrahi müdahalelerde redüksiyon daha kolay sağlanmakta ve sonuçlar daha iyi olmaktadır [5, 120]. Yayınlanmış en geniş üç seride, açık cerrahi ve internal fiksasyon sonuçları %75 – 81 oranında iyi ve mükemmel olarak bulunmuştur [4, 5, 121].

Cerrahi tedavi endikasyonları, kalça ekleminde instabilite ve eklem uyumunun bozulmasıdır. Açık redüksiyon ve internal fiksasyon gerekliliği için bazı kriterler bulunmaktadır:

- 3 yönlü grafilerden birinde, yük taşıyan dome'da 2 mm. den fazla deplasman,
- anestezi altında stres muayenesinde kırığın instabil olması,
- posterior duvarın %40'ından fazlasının kırık olması,
- eklem uyumunu bozan eklem içi fragman varlığı
- her iki kolonda ciddi deformite varlığı ve sekonder uyumun sağlanamaması,
- deplase femur başı kırığının eşlik etmesidir.

2.6.3.1. Cerrahi Yaklaşımın Seçimi

Deplase asetabulum kırıklarında sıklıkla cerrahi tedavi gerekmektedir. Cerrahi yaklaşımın seçimi, kırık tipine, deplasmanın yerine, yumuşak dokunun durumuna ve cerrahinin zamanlamasına göre değişmektedir. Cerrahi tedavinin ana

amacı eklemin anatomik olarak tamiridir. En sık kullanılan cerrahi yaklaşımlar; trokanterik flip osteotominin de eklenebildiği Kocher-Langenbeck (posterior), ilioinguinal (anterior), Pfannenstiel insizyonu ile yapılan sınırlı ilioinguinal yaklaşım, modifiye Stoppa ve genişletilmiş iliofemoral (genişletilmiş lateral) yaklaşımlardır.

2.6.3.1.1. Kocher-Langenbeck Yaklaşımı

Kocher-Langenbeck yaklaşımı (KL), posterior duvar ve kolona ulaşmak için kullanılmaktadır. Jukstatektal ve infratektal transvers, transvers ve posterior duvar, posterior duvar kırığı ile birlikte olan T tipi kırıklarında bazılarında da kullanılabilir. Trokanterik flip osteotomi kullanılmadan yapılan KL insizyonlarda, büyük superoposterior duvar kırıklarının fiksasyonunda zorluklar yaşanabilmektedir.

Kuadrilateral bölge ve anterior kolon bu yaklaşımda görülememektedir fakat kuadrilateral bölge palpasyonla hissedilebilmekte ve büyük siyatik notch aracılığıyla bu bölgeye redüksiyon klembi yerleştirilebilmektedir.

2.6.3.1.2. Trokanterik Flip Osteotomi ve Kocher-Langenbeck Yaklaşımı

KH yaklaşımı ile asetabulumun superior kısmına ulaşım kısıtlıdır. Trokanterik flip osteotomi ile gluteus medius ve minimus kasları kaldırılarak posterior kolon ve duvarın superior parçalarına daha net bir yaklaşım elde edilebilmektedir. Trokanterik flip osteotomi özellikle superoposterior duvar kırıklarının ve bazı transtektal transvers kırıkların fiksasyonuna yardımcı olmaktadır. Bununla birlikte, kalça eklemi güvenli bir şekilde disloke edilip kırıkta yüzey direkt olarak gözlemlenebilir. Eklem içine sıkışan fragmanlar temizlenip, marjinal impaksiyonlar düzeltilebilir. Önceleri kompleks kırıklar için sıklıkla kullanılan genişletilmiş lateral yaklaşım yerine trokanterik flip osteotomi ile Kocher-Langenbeck yaklaşımı kullanılabilir.

2.6.3.1.3. İlioinguinal Yaklaşım

İlioinguinal yaklaşım ilk olarak 1961 yılında Letournel tarafından tanımlanmıştır. Bu yaklaşım, sakroiliak eklemden simfizis pubise kadar olan ön bölgeye, asetabulumun medial yüzüne, pelvik brim'e ve posterior kolonun kuadrilateral bölgesine ulaşım sağlamaktadır. Bu yaklaşımla anterior kolon ve duvarın tamamına ve anterior kolon - posterior hemitransvers kırıkların da çoğuna ulaşmak mümkündür. Çift kolon kırıkları da bu yaklaşımla tedavi edilebilir. İlioinguinal yaklaşım, posterior duvarda parçalı kırık olan çift kolon kırıkları ve 15 günden daha uzun süre beklemiş deplase posterior kolon fragmanı içeren kırıklar için kullanılmamalıdır.

2.6.3.1.4. Stoppa Yaklaşımı

Modifiye Stoppa yaklaşımı, ilioinguinal yaklaşımın anteriorda mediale genişletilmesi ile geliştirilen bir yaklaşımdır. Stoppa yaklaşımı, kuadrilateral bölgeye ulaşmak için ilioinguinal yaklaşımın orta penceresi yerine kullanılmaktadır. Rektus abdominis kası uzunlamasına ayırılarak kuadrilateral bölgeye ulaşım sağlanır. Aynı bölgeye ilioinguinal yaklaşımın medial penceresi kullanılarak ulaşılabilir. Bu yaklaşımla, Retzius boşluğu kullanılarak kuadrilateral bölgenin gözlenmesi sağlanır. Kuadrilateral bölge eksternal iliak venlerin posteriorunda kalmaktadır. İlioinguinal yaklaşımın orta penceresinden anterior kolona direkt yaklaşım sınırlıdır.

2.6.3.1.5. Genişletilmiş İliofemoral Yaklaşım (GI)

GI yaklaşım, her iki kolona da yaklaşım sağlamaktadır. İliak kanadın lateral yüzüne ve internal iliak fossaya direkt ulaşım mümkündür. Yıllar içerisinde GI yaklaşım endikasyonları giderek azalmıştır. GI yaklaşım endikasyonları, yüksek (transtekal) T tipi kırıklar ve posterior duvar kırıklarının eşlik ettiği çift kolon kırıklarıdır. Bu kırık tiplerinde tam redüksiyon sağlanabilmesi için eklem yüzeyinin

direkt olarak görülmesi gerekmektedir. Buna benzer şekilde sakroiliak ekleme uzanan çift kolon kırıklarında da GI yaklaşım fayda sağlamaktadır. Yalnızca GI yaklaşım, sakroiliak eklem posteriorunu direkt olarak göstermektedir.

2.6.3.1.6. İki Aşamalı Yaklaşımlar

Kocher-Langenbeck ve ilioinguinal yaklaşımlar her iki kolonun redüksiyonu için kullanılabilirler. Kırık deplasmanına ve tipine bağlı olarak karşı kolona ulaşmak zor olabilmektedir. Anterior kolon - posterior hemitransvers tip asetabulum kırıklarına benzer bazı kırıklarda tek taraflı yaklaşımlar karşı taraftaki kırıkları redükte ve stabilize etmekte yetersiz kalabilmektedir. ‘Floppy lateral’ ismi verilen, hem anterior hem de posterior yaklaşıma izin veren pozisyonun her iki kolona ulaşmakta sınırlı kalması nedeniyle deneyimli cerrahlar tarafından genellikle önerilmemektedir. Anterior ve posterior yaklaşımın kombine kullanıldığı hastalarda %33 oranında abduktör zayıflık izlenmektedir [122].

2.6.3.1.7. Perkütan Fiksasyon

Perkütan fiksasyon yöntemi acil kullanılabilir, anatomik redüksiyon sağlayabilen ve açık cerrahinin morbiditelerinden kaçınılabilecek bir ameliyat seçeneğidir. Navigasyon yardımcı perkütan fiksasyon yöntemi açık cerrahi kadar etkili, total kalça artroplastisine hazırlık olarak uygulanabilen ve morbid obez hastalarda kalıcı tedavi olarak kullanılabilen bir yöntemdir. Gay ve arkadaşları [123], basit posterior kolon kırıklarında gerçek zamanlı BT yardımıyla yapılan perkütan fiksasyonu ilk kez tanımlamışlardır. Perkütan fiksasyon uygulanan 6 hastanın 5’inde iyi sonuç elde edilirken, bir hastada büyük deplase posterior kolon kırığı nedeniyle 1,3 cm. bacak uzunluk farkı bulunmuştur. Starr ve arkadaşları [124], deplasmanı az olan asetabulum kırıklarında erken yük vermeye izin veren skopi yardımcı tekniği tanımlamışlardır. Genç ve yaşlı hastaların bulunduğu 24 hastalık seride mükemmel fonksiyonel ve radyolojik sonuçlar elde etmişlerdir. Ortalama 1 yıllık takipte, beş

yaşlı hastanın total kalça artroplastisine ihtiyaç duyduğunu, yaşlı ve genç hasta grubunda sırasıyla Harris kalça skorları 85 ve 96 olarak bulunmuştur.

Perkütan ya da sınırlı açık teknik, özellikle geratrik hastalarda, açık cerrahiye ya da uzun süreli immobilizasyonu tolere edemeyecek hastalar için yararlıdır [124, 125]. Bir vaka serisinde, perkütan fiksasyon uygulanan ve erken mobilize edilen transvers, T tipi veya çift kolon kırığı olan geriatric 21 hastada tatminkar sonuçlar elde edilmiştir ve hiç bir hastada cerrahi sonrası kırık deplasmanı izlenmemiştir [125]. Perkütan fiksasyon konusunda yapılan çalışmalar takip süreleri ve görüntüleme açısından kısıtlı kalmıştır. Minimal deplase asetabulum kırığı olan hastalarda perkütan fiksasyon yumuşak dokuda ciddi hasar yaratmadan erken mobilizasyona izin vermektedir. Skopi görüntülemesi, navigasyon yardımcı cerrahi teknikleri ve intraoperatif tomografi görüntülemesi sayesinde anatomik redüksiyon elde etme becerisi artmış, daha sağlam bir fiksasyon elde edilmiş ve bu alandaki endikasyonlar genişlemiştir [126-128].

2.6.3.2. Özel Durumlar

Hastaya Bağlı Durumlar

Cerrahi gerekliliğe, potansiyel zararlar düşünülerek karar verilmelidir. Bazı durumlarda kırık tipi cerrahi gerektirmesine rağmen hastanın genel durumu buna izin vermemektedir. Hastanın yaşı, komorbid hastalıkları, fonksiyonel istekler ve yaralanma öncesi aktivite durumu cerrahi ya da konservatif tedavi kararı verilirken gözönüne alınmalıdır. Bazen erken cerrahi müdahale gerekebildiği gibi geçici iskelet traksiyonu da cerrahi öncesi önemli rol oynamaktadır.

2.6.3.2.1. İlişkili Kırıklar

Femur

Femur boyun ya da cisim kırıkları genellikle erken cerrahi gerektirir. Deplase boyun kırıklarının açık cerrahi ile tedavi edilmesi gerekebilir. Asetabulum kırıklarının cerrahisi sırasında eş zamanlı olarak femur boyun kırıkları da fikse edilebilir. Femur cisim kırıkları da kalça bölgesinde fazla sayıda kesi yaratmamak için retrograd çivi ile fikse edilebilir.

Pelvik Halka

Asetabulum kırıkları genellikle pelvik bölge kırıkları ile birliktelik göstermektedir. Sakrum ya da sakroiliak bölge yaralanmaları asetabulum kırığının redüksiyonunu zorlaştırabilir. Letournel ve Judet öncelikle pelvik halkanın posteriorunun stabilize edilip daha sonra asetabulum kırığının fikse edilmesini önermektedir. Bu durum, her iki yaralanma tipinin tedavisinde farklı cerrahi yaklaşımların kullanılmasını gerektirmektedir.

İlişkili Yumuşak Doku Yaralanmaları

Sıklıkla görülen yaralanmalardan biri Morel-Lavallee lezyonudur. Bu lezyon, fasyadan cilt altı derin yağ dokusuna kadar olan kapalı avulsiyon tipi bir yaralanmadır. Genellikle bulunduğu alan kalça ve trokanter bölgesinden, posteriora ve sakruma kadar uzanabilmektedir. Fasya ve derin yağ dokusu arasında oluşan boşluk kan ve serum ile dolmaktadır. Bu alan kapalı kaldığında oluşan hematoma ciltte nekroza neden olmaktadır. Bu alan cerrahi sırasında tanınmazsa, hematoma drenajı sağlanmadığı için enfeksiyon oluşabilir. Tedavide genellikle hematoma drenajı ve nekrotik yağ dokularının temizlenmesi gerekmektedir. Cerrahi sırasında oluşan boşluğun tamiri için fasya primer onarılmalıdır. Subkutan dokuya negatif basınçlı örtüler konularak yara kapatılması ertelenebilir.

İlişkili Mesane Yaralanmaları

Mesane yaralanmaları bu tip kırıklarla birlikte görülebilmektedir. İntraperitoneal mesane rüptürleri primer olarak onarılırken, ekstraperitoneal mesane yaralanmaları drenaj ile tedavi edilmektedir. Ekstraperitoneal mesane yaralanmalarında idrar ile asetabulum kırığı temas edebilmektedir. Bu durumda enfeksiyon olasılığı artmaktadır fakat gerçek insidans bilinmemektedir. Mesanenin primer onarımı anterior yaklaşım sırasında yapılabilmektedir.

2.6.3.3. Gecikmiş Kırık Endikasyonları

Yaklaşımın Seçilmesi

Gecikmiş kırıklarda, kemik fragmanları arasında skar dokuları, kemik rezorpsiyonu ve yumuşak doku kontraktürleri kırık redüksiyonunu zorlaştırmaktadır. Bu nedenle kırık redüksiyonu için daha fazla yumuşak doku disseksiyonu gerekmektedir.

Anterior kolon ya da duvar kırıkları için ilioinguinal ve posterior kolon ya da duvar kırıkları için de Kocher-Langenbeck yaklaşımı yeterliyken, üç haftadan fazla beklemiş parçalı kırıklar için daha geniş bir yaklaşım olan genişletilmiş iliofemoral yaklaşım gerekebilmektedir.

Gecikmiş Cerrahi Sonuçları

Gecikmiş cerrahiler, akut kırıklara göre daha kötü sonuçlanmaktadır. Letournel ve Judet [5], 3 hafta ile 4 ay arasında ameliyat edilen hastaların sonuçlarını inceledikleri çalışmalarında, %64 iyi ve mükemmel sonuçlar elde etmişlerdir. Johnson ve arkadaşları [120], 20 ile 120 gün (ortalama 43) içerisinde ameliyat edilen 188 hastanın ortalama 6,5 yıllık takibinde %65 oranında iyi ve mükemmel sonuçlar elde etmişlerdir. 108 hastada mükemmel redüksiyon sağlanmışken bu hastaların fonksiyonel olarak sadece 73'ünde (%67) iyi ve mükemmel sonuçlar elde edilmiştir.

Akut kırıklar değerlendirildiğinde %87 iyi ve mükemmel sonuçlar elde edilmiştir [5]. Gecikmiş cerrahi grubundaki 188 hasta incelendiğinde komplikasyonlar; 26 (%13.8) hastada femur başı avasküler nekrozu, 20 (%10.6) hastada postoperatif siyatik sinir felci, 8 hastada (%4.3) enfeksiyon ve 5 hastada (%2.7) pulmoner emboli izlenmiştir.

Akut Total Kalça Artroplastisi

Sorunlu Kırıklar: Cerrahi ya da Konservatif Tedaviye Uygun Olmayan Kırıklar

Yaşlı hastalardaki komorbid hastalıklar, kemik kalitesinin düşük olması ve eklem impaksiyonu nedeniyle açık cerrahi ve internal fiksasyon başarısız olabilmektedir. Özellikle asetabular dome impaksiyonu açık cerrahi sonucunun kötü olabileceğinin bir belirteçidir. Yaşın artmasıyla birlikte açık cerrahi ve internal fiksasyon sonuçlarının kötüleştiği bilinmektedir [4, 5].

Akut Total Kalça Artroplastisi Sonuçları

Akut total kalça artroplastisi iyileşmeyi hızlandırıcı ve tekrar ameliyat gereksinimini azaltan bir cerrahi seçenektir. Bir çalışmada [129], akut kırık sonrası total kalça artroplastisi uygulanan 57 hastanın Harris kalça skorlarında %79 oranında iyi ve mükemmel sonuçlar elde etmişlerdir.

Başka bir çalışmada [130], akut total kalça artroplastisi yapılan hastalarla cerrahi uygulanan ve başarısızlıkla sonuçlanan asetabulum fiksasyonu sonrası total kalça protezi uygulanan hastalar karşılaştırılmıştır. Akut total kalça artroplastisi yapılan hastalarda revizyon oranı %8 ve fiksasyon sonrası total kalça artroplastisi yapılanlarda %22 olarak bulunmuştur.

Gecikmiş Total Kalça Artroplastisi

Total kalça artroplastisi, posttravmatik artrit ya da osteonekrozun tedavisinde kullanılmaktadır. Primer asetabulum cerrahisi sonrası yapılan total kalça artroplastisinde artmış heterotopik ossifikasyon ve skar dokusu artışı riski mevcuttur.

Önceki yayınlar, konservatif ya da cerrahi olarak tedavi edilen asetabulum kırıklarından sonra uygulanan total kalça artroplastilerinde komplikasyon oranlarının, primer total kalça artroplastisi yapılanlara göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Bir çalışmada, 4.7 yıllık takiplerde %9 oranında çıkık ve %19 oranında revizyon gerekliliği olduğu belirtilmiştir [131]. Diğer bir çalışmada da [132], 10 yıllık takipler sonucunda çimentosuz asetabular cup uygulanan hastalarda %5 oranında çıkık ve %41 oranında da revizyon gerekliliği olduğunu belirtmişlerdir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırmanın biyomekanik testleri, TOBB ETU Makine Mühendisliği Bölümü Biyomekanik Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada kullanılan yapay hemipelvis modelleri (Model 1296-2, Sawbones, Vashon, WA, USA) firmasından ve fiksasyon için kullanılan titanyum plak ve vidalar Normmed (Ankara, TR) firmasından temin edilmiştir.

Kırık Modelinin Oluşturulması

Araştırmada 24 adet biyomekanik testlere uygun olan, sağ taraf, erişkin, iç kısmı kansellöz özellikte foam cortical shell hemipelvis modeli (Model 1296-2, Sawbones, Vashon, WA, USA) kullanıldı. Kontrol grubunda 6 adet ve diğer her grupta 6 adet hemipelvis modeli olacak şekilde toplamda 4 grup oluşturuldu.

Kırık Hattının Medial Yüzden Görünümü

Siyatik notchun en superolateral noktasından obturator foramenin en superolateral noktasına çizilen hattın obturator foramenden 30 mm posterioru ve siyatik notchtan 45 mm anteriorunun kesişim noktası (pektineal çizgiden 20 mm inferiorunda) kırığın merkez noktası kabul edildi (Res. 9).



Resim 9. Kırık modelinin medialden görünümü

Kırık Hattının Lateral Yüzden Görünümü

Tektumun inferior sınırının orta noktasının 12 mm inferioruna ve transvers asetabular ligamanın orta noktasından 32 mm superioruna çizilen doğruların kesişim noktası kırık hattının merkezi olarak kabul edildi (Res. 10).

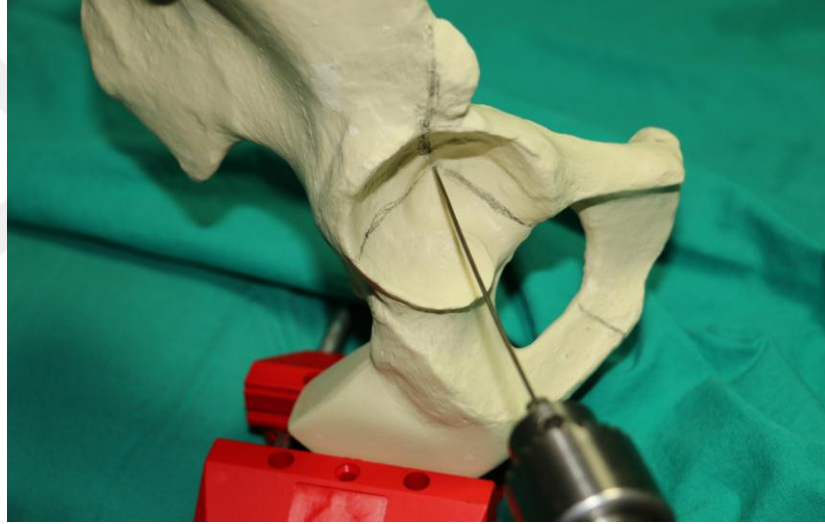


Resim 10. Kırık modelinin lateralden görünümü

Anterior Kolon Posterior Hemitransvers Kırık Modeli

Modellerin medial yüzünde işaretlenen merkez noktasından, obturator foramen superior kenarına uzanan dik çizgi ve iskion kolunda karşılık gelen bölgeye uzanan kırık hattı oluşturuldu. Medial yüzde işaretlenen merkez noktasından, spina iliaka anterior inferiorun yaklaşık 20 mm superioruna uzanan düz bir çizgi ile kırık hattı oluşturuldu.

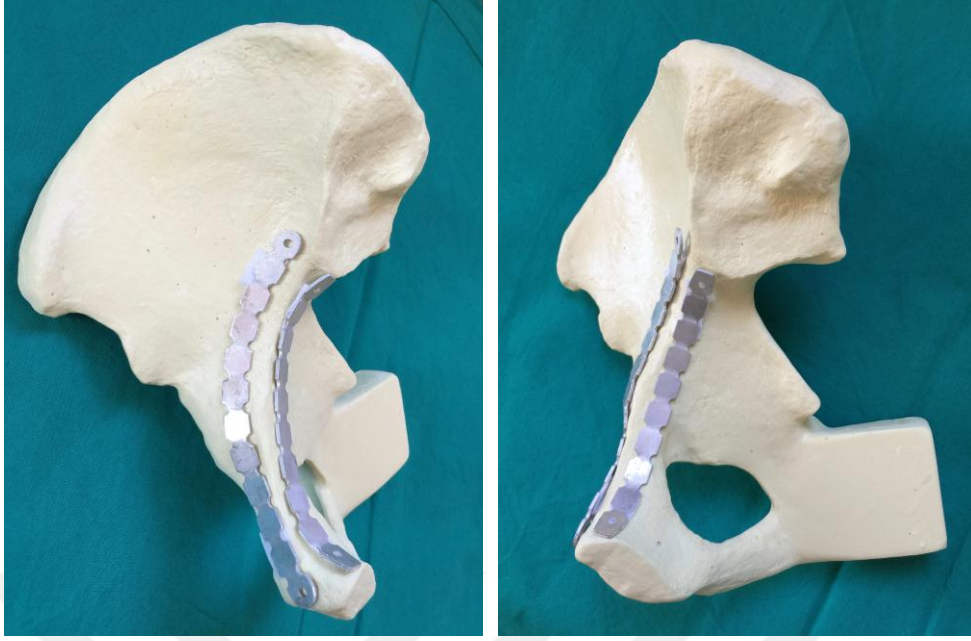
Modellerin lateral yüzünde asetabular fossa içerisindeki merkez noktasından, siyatik çentiğin en superior noktasının 10 mm inferioruna uzanan düz bir çizgi ile kırık hattı oluşturuldu (Res. 11).



Resim 11. Kırık hattının merkez noktasının belirlenmesi

Plakların Hazırlanması

Fiksasyonda kullanılacak suprapektineal 12 delikli curved, infrapektineal 10 delikli düz ve vertikal infrapektineal 4 delikli düz titanyum rekonstrüksiyon tipi plaklar Normmed (Ankara, TR) firmasından temin edildi. Template yardımıyla modeller üzerinden uygun plak kalıpları alındı (Res. 12).



Resim 12. Template yardımıyla plak kalıplarının alınması a. anteriordan görünüm
b. medialden görünüm

Templatelere tam uyum sağlayacak şekilde plaklara uygun eğim ve rotasyonlar verildi.

Suprapektineal Plakların Yerleşimi

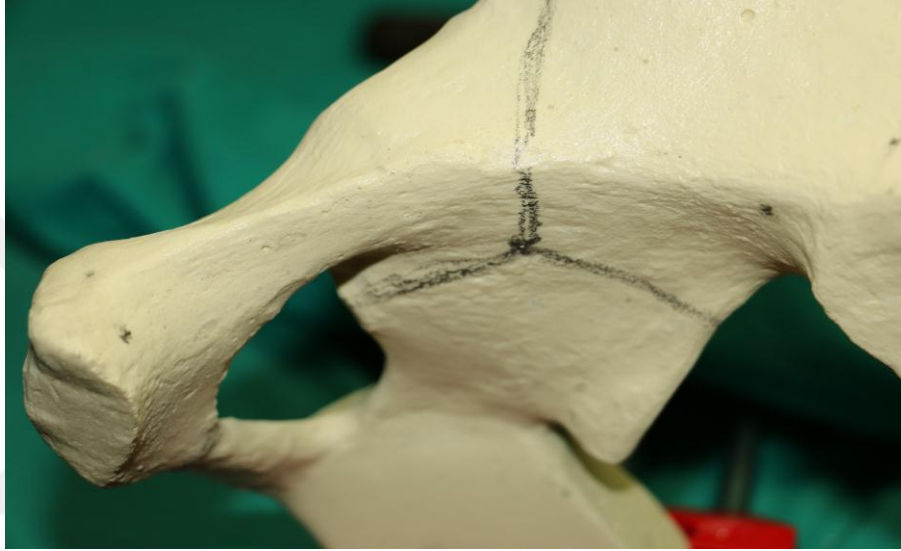
Suprapektineal plak 1. delik yeri, simfisis pubis posterior köşesinden 20 mm lateralde ve 12. delik sakroiliak bileşke inferiorundan 12 mm superior ve 12 mm lateralde olacak şekilde modeller üzerinde işaretlendi (Resim 13).

İnfrapektineal Plakların Yerleşimi

İnfrapektineal plak 1. delik yeri, simfisis pubisin medial kenarının 10 mm. posterioru, pektineal çizginin 7 mm. inferioru ve 10. delik sakroiliak eklemin inferiorundan 10 mm. distali, pektineal çizginin 5 mm. inferioru olarak modeller üzerinde işaretlendi (Resim 13).

Vertikal İnfrapektineal Plakların Yerleşimi

Vertikal infrapektineal plak 1. delik yeri; iliopektineal çizginin 11 mm inferioru ve spina iskiadikadan büyük siyatik çentiğe uzanan hattın 20 mm laterali, 4. delik yeri, spina iskiadikandan en çıkıntılı yerinin 28 mm. superioru, spina iskiadikadan büyük siyatik çentiğe uzanan hattın 20 mm laterali olarak modeller üzerinde işaretlendi.

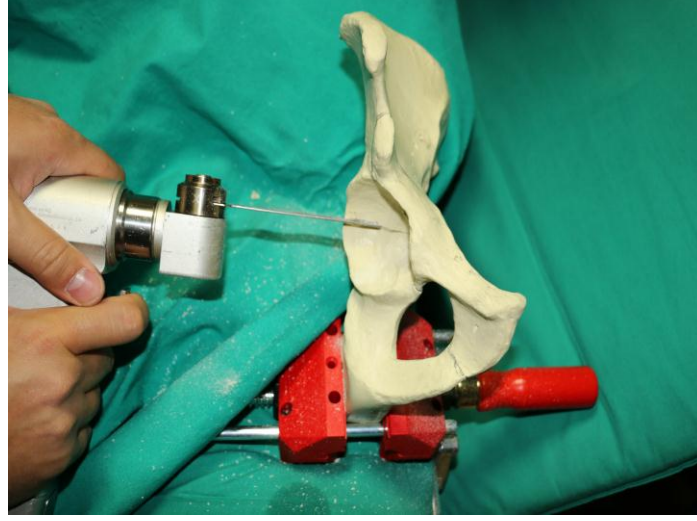


Resim 13. Plakların ilk ve son deliklerinin standart yerleşimlerinin modeller üzerinde işaretlenmesi (siyah nokta ile işaretli)

Hazırlanan plakların bu noktalara tam olarak uyumlu olması sağlandı.

Kırık Modellerinin Hazırlanması

Modeller üzerinde kesi yapılmadan önce uygulanacak plakların ilk ve son delikleri daha önceden belirlenen noktalara göre eksantrik drill guide'ı kullanılarak 2.5 mm drill ile delinerek hazırlandı. Modeller üzerindeki çizgilere uygun olarak kesici motor yardımıyla kırık modelleri yaratıldı. Kırık parçalar, kemik klemleri yardımıyla anatomik olarak redükte edilerek önceden işaretlenen ilk ve son deliklerinden vidalar kompresif olarak yerleştirildi (Res. 14). Daha sonra diğer delikler 2.5 mm. drill yardımıyla delinerek uygun boyda vidalar yerleştirildi.

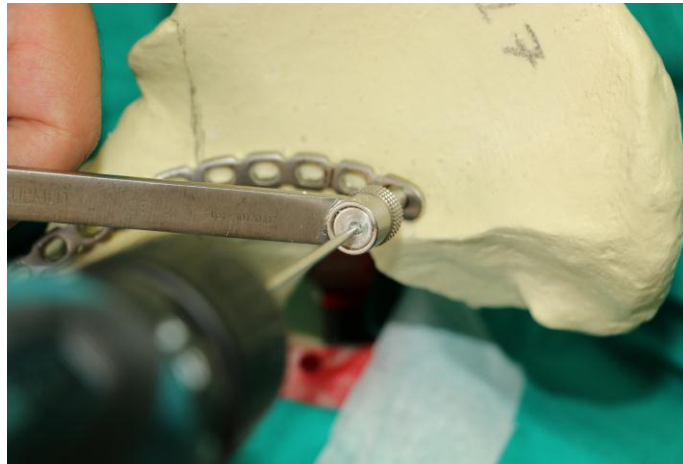


Resim 14. Kırık modellerinin kesici motor ile oluşturulması

Fiksasyon Grupları

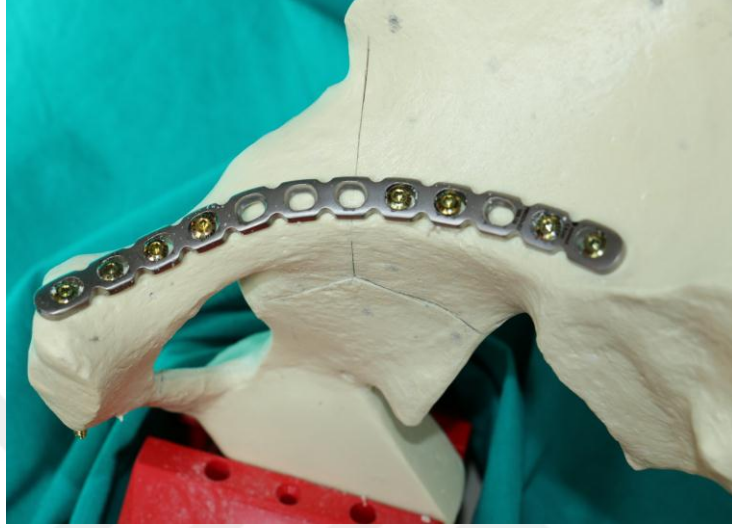
1. Grup: Suprapektineal Plak Üzerinden Posterior Kolon Vidası Fiksasyonu

Önceden belirlenen noktalara yerleştirilen plağın ilk ve son delikleri eksantrik drill guide'ı ve 2.5 mm. drill ucu kullanılarak delindi ve uygun boydaki 3.5 mm vidalarla karşı korteksi en az 2 mm. geçecek şekilde kompresif olarak vidalandı (Res. 15).



Resim 15. Suprapektineal plakların 1. ve 12. deliklerinin eksantrik drill guide yardımıyla delinmesi

Plağın ilk dört deliği ve son iki deliği 2.5 mm. drill ile delinip uygun boyda 3.5 mm. vidalarla sabitlendi. Plağın 8. ve 9. deliklerinden 2 adet uygun boyda posterior kolon vidası yerleştirildi (Res. 16).



Resim 16. Suprapektineal plakların ve plak üzerinden posterior kolon vidalarının yerleştirilmesi

2. Grup: Suprapektineal Plak zerinden Posterior Kolon Vidası ve İnfrapektineal Plak Fiksasyonu

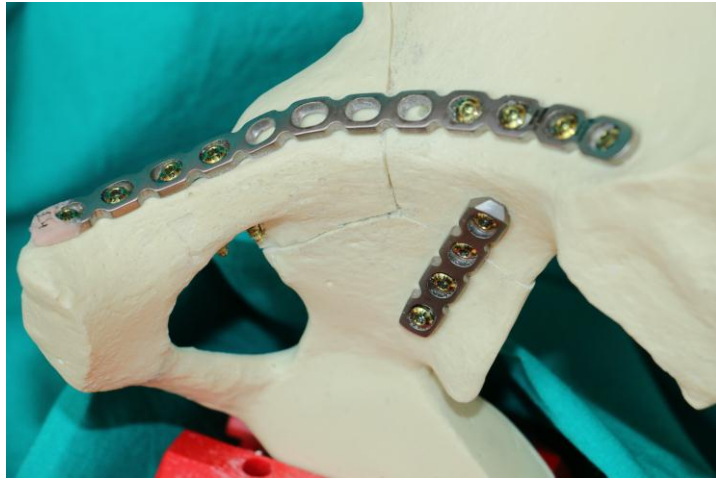
Suprapektineal plak üzerinden posterior kolon vidası uygulaması bir önceki grupta tanımlandığı gibi uygulandı. İnfrapektineal plak daha önceden belirlenen noktalara yerleştirilerek ilk ve son delikleri eksantrik drill guide'ı yardımıyla 2.5 mm. drill ile delinip, uygun boyda 3.5 mm vidalarla karşı korteksi en az 2 mm. geçecek Şekilde kompresif olarak vidalandı. Plağın ilk ve son  delikleri 2.5 mm. drill yardımıyla delinip uygun boyda 3.5 mm. vidalarla sabitlendi (Resim 17).



Resim 17. Suprapektineal plak üzerinden posterior kolon vidası ve infrapektineal plak yerleştirilmesi

3. Grup: Suprapektineal Plak ve Vertikal İnfrapektineal Plak Fiksasyonu

Önceden belirlenen noktalara yerleştirilen plağın ilk ve son delikleri eksantrik drill guide'ı ve 2.5 mm. drill ucu kullanılarak delindi ve uygun boydaki 3.5 mm vidalarla karşı korteksi en az 2 mm. geçecek şekilde kompresif olarak vidalandı. Suprapektineal plağın ilk 4 ve son 4 deliği 2.5 mm. drill ile delinip, uygun boyda 3.5 mm. vidalarla sabitlendi. Vertikal infrapektineal plağın ilk ve son deliği 2.5 mm. drill guide'ı yardımıyla eksantrik olarak delinerek 3.5 mm. vida ile kompresif olarak, diğer iki delik 2.5 mm. drill yardımıyla delinerek karşı korteksi en az 2 mm. geçecek şekilde iki adet uygun boyda 3.5 mm. vida ile sabitlendi (Res. 18).



Resim 18. Suprapektineal plak ve vertikal infrapektineal plakların yerleştirilmesi

Biyomekanik Test Hazırlığı

Hemipelvis modellerine uygulanacak aksiyel kuvvetin geliş yönü lomber 5. vertebranın alt end plate'inden sakral 1. vertebranın üst end plate'ine uzanan açı olarak alındı. Test cihazının yük uygulama merkezi, hemipelvis modellerinde sakroiliak eklemin en alt sınırının 2 cm. superioru, anterior kenarının 1 cm posterioru ve 6,5 cm. laterali olarak hesaplandı. Testin gerçek yükleme koşullarına benzer koşullar altında gerçekleşmesi güvenilir sonuçlar elde edilmesi için şarttır. Bu nedenle pelvise uygulanan yükün yönü kritiktir. Bu yüzden, fikse edilmiş pelvisler, iki ayrı kimyasalın karıştırılması sonucu elde edilen poliüretan malzemenin yardımı ile kalıp içinde anatomik pozisyonda sabitlenmiştir. Kalıp içerisinde pelvisin, testin yapılacağı cihaza anatomik yapıda bağlanmasını sağlayan aparat da bulunmaktadır. Karıştırılan iki kimyasal birkaç saniye içerisinde sertleşerek pelvisi istenilen açıda sabitler. Tüm pelvis modelleri poliüretan malzeme içerisinde 24 saat bekletilerek poliüretanın tamamen sertleşmesi sağlanmıştır. Pelvisin gömüldüğü poliüretan malzemenin rijitliği pelvis modellerinden yüksektir (Res. 19).

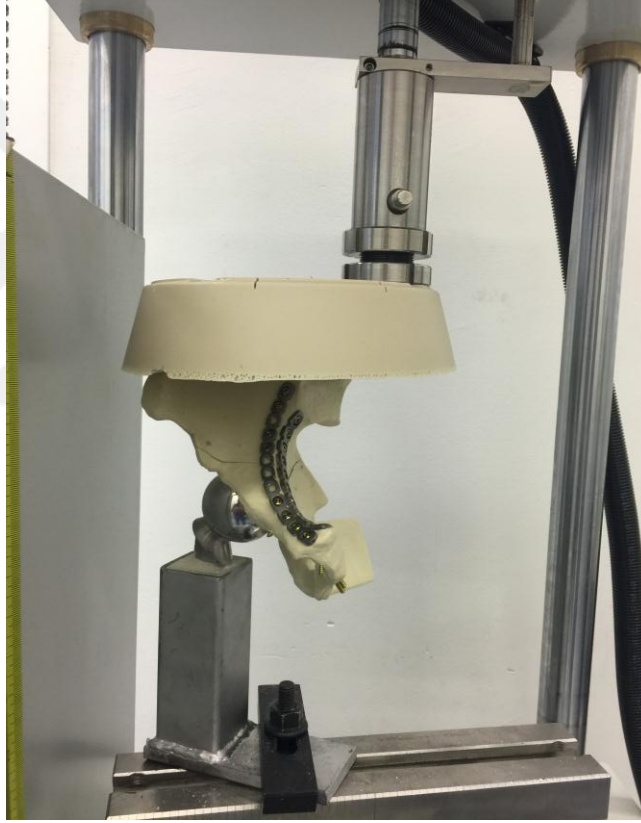


Resim 19. Poliüretan malzeme içerisinde anatomik pozisyonda sabitlenen model

Biyomekanik Testler

Dinamik ve Statik Yükleme Testleri

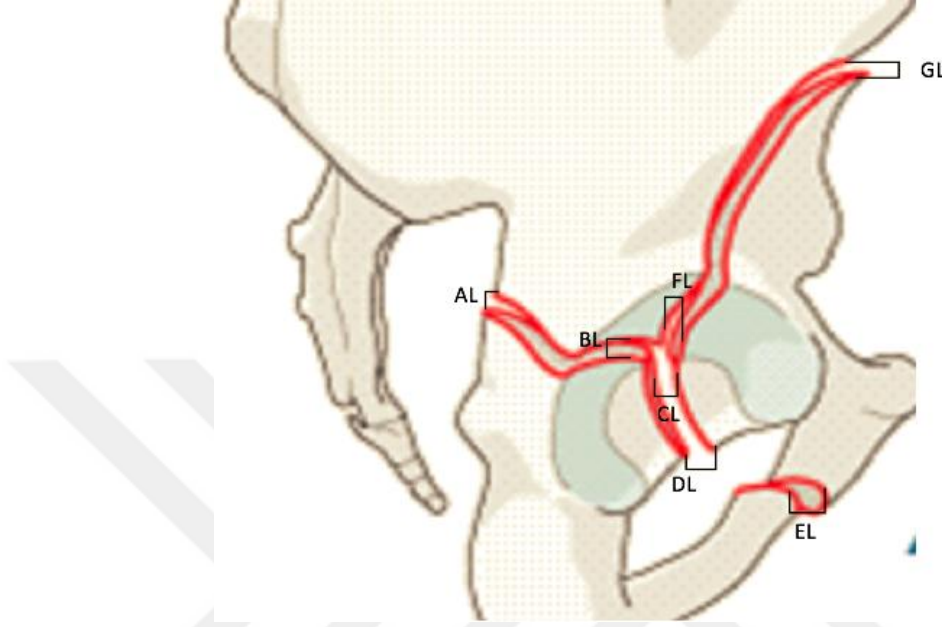
Statik ve dinamik yükler altında fiksasyon metodlarının değerlendirilmesinde, tek ayak üzerinde durma pozisyonu Austin Moore tipi protez ile simüle edilmiştir (Res. 20). Modellerin asetabulum çapları 57 mm. olarak ölçüldü ve baş çapı 56 mm. olan Austin Moore tipi protez yaklaşık 15° anteversiyonda asetabulum içerisine yerleştirildi.



Resim 20. Tek ayak üzerinde durma pozisyonunda asetabulumu Austin Moore tipi protezle aksiyel yönde kuvvet uygulanması

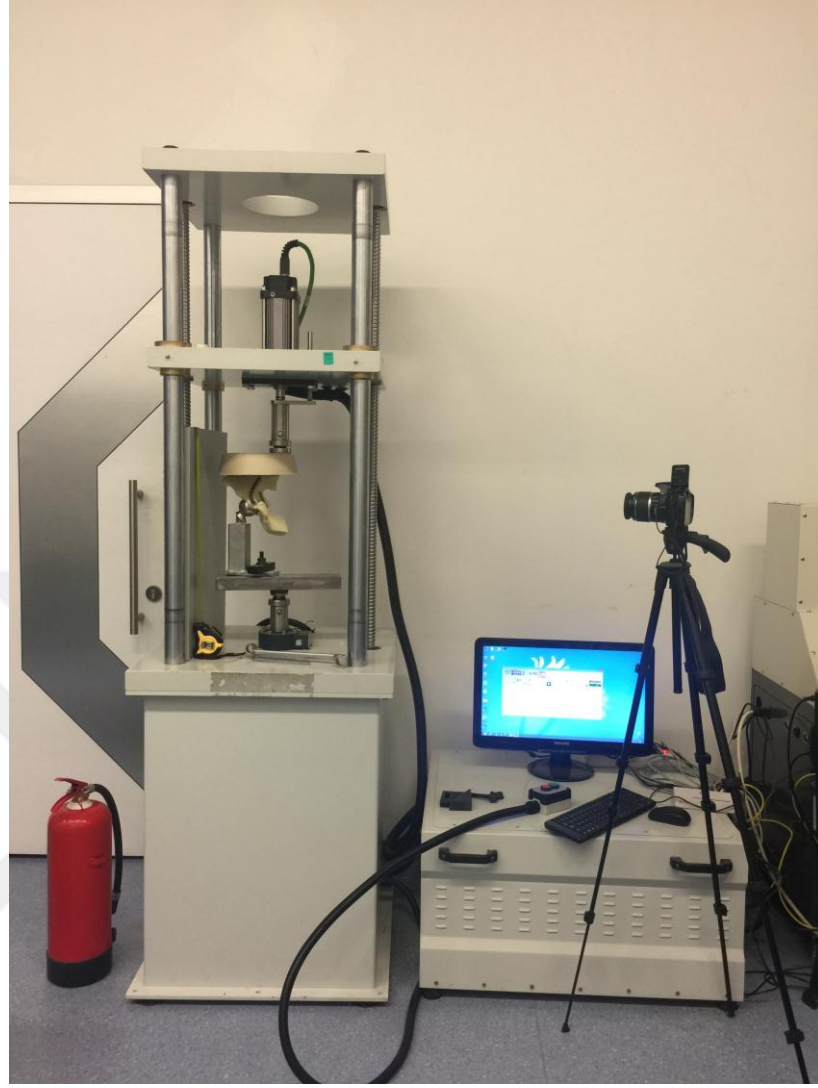
Dinamik ve statik testler, TOBB Üniversitesi Biyomekanik laboratuvarında Labiotech tarafından tasarlanan 2015EMY01 (Labiotech, Ankara, TR) seri numaralı aksiyel kompresyon cihazında yapılmıştır. Anatomik pozisyonda sabitlenen pelvis modelleri cihaza anlık hareket merkezinden kuvvet uygulanacak şekilde yerleştirilmiştir. İlk olarak dinamik testler gerçekleştirilmiştir. Dinamik testler 50 N

ile 500 N kuvvetleri arasında 1000 çevrim olarak yapılmıştır. Test öncesi ve test sonrasında fotoğraflar çekilmiştir. Fotoğraflardan test öncesi ve test sonrası AL, BL, CL, DL, EL, FL ve GL değerlerindeki değişimler ölçülmüştür (Şekil 35).



Şekil 35. Kırık hatlarının ölçüm noktaları

Dinamik testin ardından statik test için pelvis modellerine 2 mm/dk hızla 1.2 kN yük uygulanmıştır. Uygulanan maksimum yük ve yükleme hızı, ISO 7206-4 uluslararası standardına göre belirlenmiştir. Testler esnasında yüksek çözünürlüklü Canon Rebel XSI kamera (Canon, Tokyo, JAPAN) modellerin kuadrilateral bölgesine dik bir açıda ve asetabulum kırığı ile aynı yükseklikte olacak şekilde 100 cm uzaklığa yerleştirilmiş ve yükleme boyunca saniyede bir fotoğraf çekilmiştir (Res. 21). Test boyunca yüke karşı kırık hattındaki deplasman miktarları kaydedilmiştir.



Resim 21. Test düzeneği ve yüke karşı yer değıştirme miktarlarının kamera aracılığıyla ölçülmesi

Yük- yer değıştirme grafiğinden fiksasyon modellerinin rijitliğı (Stiffness) hesaplanmıştır. Grafiğın doğrusal olduğı kısmın eğimi bize rijitliğı vermektedir. Kontrol grubu referans olarak kullanılmıştır. Kırık hattındaki deplasman miktarlarının değeriendirilmesi için ölçüm noktaları olan AL, BL, CL, DL, EL, FL, GL Şekil 35'te gösterilmiştir. Belirlediğimiz ölçüm noktalarından, AL değeri posterior kolon kırığının siyatik notch'a uzanan kırık hattını, BL değeri posterior kolon kırığının asetabulum içerisindeki kırık hattını, CL değeri anterior ve posterior kolon kırıklarının asetabulum içerisinde birleştiğı ve kotiloid fossa boyunca uzandığı hattı, DL değeri anterior ve posterior kolonların birleşim çizgisinin obturator foramene uzandığı kırık hattını, EL değeri iskion kolundaki kırık hattını, FL değeri

anterior kolon kırığının asetabulum içerisindeki kırık hattını ve GL değeri ise anterior kolon kırığından iliopektineal çizgiye uzanan kırık hattını belirtmektedir.

Tanımlanan ölçüm noktalarından, numunelerin yüklemeye önceki ve yüklemeye sonraki fotoğraflarındaki deplasman miktarları, AutoCAD (Autodesk, CA, USA) programı kullanılarak ölçülmüştür.

Veri analizi SPSS for Windows Version 11.5. (IBM, NY, USA) programı yardımıyla yapılmıştır. Öncelikle verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için Shapiro Wilk testi yapılmıştır. Normal dağılım gösteren verilerde gruplar arası karşılaştırma için parametrik ANOVA testi, grup içi değerlendirmelerde ise T testi kullanılmıştır. Normal dağılım göstermeyen verilerde gruplar arası karşılaştırma Kruskal Wallis testi ile belirlenirken, grupları tek tek değerlendirmelerde non parametrik Mann Whitney testi kullanılmıştır. P değeri, verilerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını değerlendirmede kullanılmıştır. Karşılaştırılan iki grup arasında eğer P değeri 0.05'den küçük ise aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır.

4. BULGULAR

Dinamik Test Sonuçları

Üç farklı fiksasyon grubu için fotoğraflardan ölçülen deplasman miktarlarının ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5’te belirtilmiştir.

Tablo 5. Yük Uygulanmadan Önce ve Yük Uygulandıktan Sonra Kırık Hattındaki Deplasman Miktarları ve İstatistiksel Değerlendirmesi

	1.grup					2.grup					3.grup				
	Yüklemeden önce		Yüklemeden sonra			Yüklemeden önce		Yüklemeden sonra			Yüklemeden önce		Yüklemeden sonra		
	St		St	P		St		St	P		St		St	P	
	Ortalama	Sapma	Ortalama	Sapma	değeri	Ortalama	Sapma	Ortalama	Sapma	değeri	Ortalama	Sapma	Ortalama	Sapma	değeri
AL	1,279	0,650	1,345	0,538	0,851	2,606	0,659	2,529	0,750	0,854	1,698	1,147	1,929	0,584	0,67
BL	1,569	0,912	1,606	0,779	0,940	0,462	0,191	0,410	0,217	0,668	2,261	0,926	2,234	0,688	0,955
CL	1,002	0,940	1,257	1,184	0,873	0,517	0,314	0,383	0,332	0,262	2,093	1,701	1,925	0,929	0,837
DL	3,986	1,890	4,638	1,291	0,501	1,357	0,738	1,965	0,138	0,078	5,183	1,619	5,274	1,799	0,929
EL	4,399	3,043	5,348	2,776	0,585	2,139	1,116	2,119	1,069	0,873	6,882	2,290	6,770	2,824	0,949
FL	0,309	0,151	0,326	0,202	0,522	0,386	0,151	0,331	0,093	0,200	1,501	1,977	1,465	2,115	0,522
GL	1,581	1,085	1,371	1,389	0,423	0,699	0,436	0,836	0,478	0,616	0,401	0,261	0,767	0,463	0,122

Yükleme öncesi ve yüklem sonrası belirlenen ölçüm noktalarındaki deplasman miktarları hesaplanmış, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Deplasman miktarlarının gruplara göre ortalama ve standart sapmaları

	1.grup		2.grup		3.grup	
	Ortalama	St Sapma	Ortalama	St Sapma	Ortalama	St Sapma
AL	0,361	0,269	0,341	0,176	0,573	0,666
BL	0,195	0,172	0,124	0,065	0,357	0,468
CL	0,365	0,368	0,160	0,229	1,456	1,708
DL	0,740	0,612	0,608	0,663	0,501	0,359
EL	0,967	0,780	0,169	0,182	0,851	0,834
FL	0,050	0,042	0,115	0,092	0,118	0,092
GL	0,402	0,310	0,160	0,142	0,407	0,531

Bütün gruplar için yüklenme öncesi ve yüklenme sonrası deplasman miktarları karşılaştırılmış ve p değerleri Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Gruplar arası deplasman miktarlarının karşılaştırılması

	1 vs 2	1 vs 3	2 vs 3
AL	0,881	0,631	0,873
BL	0,363	0,446	0,749
CL	0,078	0,262	0,037*
DL	0,749	0,429	0,873
EL	0,037*	0,809	0,016*
FL	0,145	0,13	0,953
GL	0,113	0,631	0,522

*istatistiksel olarak anlamlı

Yüklenme öncesi ve yüklenme sonrası deplasman miktarları, gruplar kendi içerisinde karşılaştırıldığında hiçbir grupta anlamlı fark bulunamamıştır. Bu sonuçlara göre, dinamik yüklenme sonrasında deplasman miktarlarında anlamlı bir değişim görülmemektedir (Tablo 5).

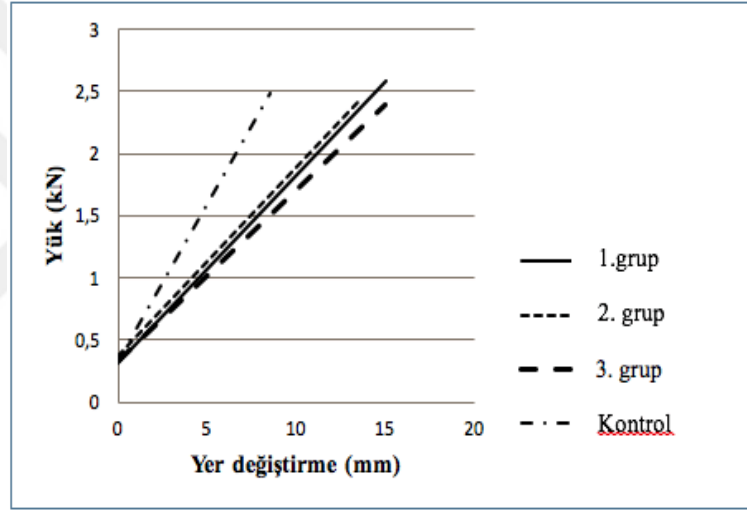
Yapılan dinamik yüklenme sonucunda gruplar arasında ölçüm noktalarındaki deplasman miktarları incelendiğinde, EL değerlerinde, 2. Grupta ortalama kırık deplasmanı miktarının, 1. ve 3. Gruplarla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az olduğu gözlenmiştir (1.- 2. Grup için $p=0.037$, 2.- 3. Grup için $p=0.016$) (Tablo 7). EL değerleri incelendiğinde, en fazla deplasman 1. Grupta iken (0,967 mm.), en az deplasman 2. Grupta (0.169 mm) gözlenmiştir (Tablo 6). Bununla birlikte, CL değerleri incelendiğinde 2. Grupta, 3. Gruba göre ortalama deplasman miktarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az olduğu görülmüştür ($p=0.037$) (Tablo 7). CL değerleri incelendiğinde, en fazla deplasmanın 3. Grupta (1.456 mm.), en az deplasmanın ise yine 2. Grupta (0.160 mm.) olduğu gözlenmiştir (Tablo 6). 1. ve 3. Gruplar karşılaştırıldığında hiçbir ölçüm değerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır (Tablo 7).

Sonuç olarak, hareketlilik koşullarını temsil eden dinamik yükler altında, kırık deplasmanı miktarları 1. ve 3. Gruplarda benzer özellikler göstermişlerdir. 2. Grupta, dinamik yük altında diğer iki gruba göre kırık hattındaki deplasman miktarlarının daha az olduğu belirlenmiştir (Tablo 7).

Statik Test Sonuçları

Kontrol grubu ve diğer fiksasyon gruplarının rijitlikleri hesaplanmış, ortalama ve standart sapma değerleri Grafik 2 ve Tablo 8’de verilmiştir.

Grafik 2. Aksiyel basma testleri ve rijitlik değerleri



Tablo 8. Grupların rijitlik değerleri

	1.grup	2.grup	3.grup	Kontrol
1	191,93	211,33	155,04	244,49
2	103,02	153,04	130,03	301,33
3	118,95	172,41	181,71	270,51
4	149,94	131,31	135,5	256,56
5	190,13	148,89	105,52	273,11
6	130,84	134,1	140,72	244,71
ORT	147,47	158,52	141,42	265,12
STSPMA	37,067	29,80	25,55	21,54

En yüksek rijitlik değerinin kontrol grubunda ölçüldüğü ve bütün gruplar ile arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur ($p=0.004$) (Tablo 9).

Diğer 3 grup kendi aralarında rijitlik açısından karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Tablo 9).

Tablo 9. Rijitlik değerlerinin karşılaştırılması

<u>Gruplar</u>	<u>1. - 2 Grup</u>	<u>1. - 3. Grup</u>	<u>1. - Kontrol</u>	<u>2. - 3. Grup</u>	<u>2. - Kontrol</u>	<u>3. - Kontrol</u>
p değeri	0,423	0,872	0,004*	0,423	0,004*	0,004*

*istatistiksel olarak anlamlı

Kontrol grubu beklenildiği gibi en rijit grup olarak bulunmuşken, diğer gruplar rijitlik açısından benzer özellikler göstermişlerdir (Tablo 10). Üç farklı grup için fotoğraflardan ölçülen deplasman miktarlarının ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Yük uygulanmadan önce ve yük uygulandıktan sonra deplasman miktarları ve istatistiksel değerlendirmesi

	1.grup					2.grup					3.grup				
	Yüklemeden önce		Yüklemeden sonra		P değeri	Yüklemeden önce		Yüklemeden sonra		P değeri	Yüklemeden önce		Yüklemeden sonra		P değeri
	<u>Ortalama</u>	<u>St Sapma</u>	<u>Ortalama</u>	<u>St Sapma</u>		<u>Ortalama</u>	<u>St Sapma</u>	<u>Ortalama</u>	<u>St Sapma</u>		<u>Ortalama</u>	<u>St Sapma</u>	<u>Ortalama</u>	<u>St Sapma</u>	
AL	1,143	0,658	3,472	0,812	<0,001*	2,530	0,930	3,955	0,501	0,016*	1,734	1,136	3,675	1,366	0,065
BL	1,515	0,646	2,021	0,640	0,203	0,445	0,262	0,632	0,310	0,287	2,246	0,643	3,054	1,201	0,238
CL	1,265	1,010	1,610	1,460	0,749	0,400	0,244	0,531	0,453	0,545	1,808	0,543	3,495	1,762	0,028*
DL	3,141	2,277	4,906	1,508	0,144	1,704	0,291	1,900	0,396	0,200	5,322	1,499	7,233	2,189	0,030*
EL	6,763	4,350	7,467	4,453	0,787	2,678	1,342	2,320	0,754	0,423	8,433	3,578	10,858	4,345	0,123
FL	0,413	0,296	0,473	0,380	0,749	0,445	0,273	0,402	0,166	0,873	0,944	0,938	1,160	1,011	0,737
GL	1,560	1,104	1,227	1,318	0,337	1,436	0,866	1,076	0,493	0,631	0,795	0,637	0,808	0,624	0,932

*istatistiksel olarak anlamlı

Deplasman miktarları, yükleme yapılmadan önce ve yükleme yapıldıktan sonraki değerlerle hesaplanmış, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Deplasman miktarları ortalama ve standart sapmaları

	<u>1. Grup</u>		<u>2. Grup</u>		<u>3. Grup</u>	
	<u>Ortalama</u>	<u>St Sapma</u>	<u>Ortalama</u>	<u>St Sapma</u>	<u>Ortalama</u>	<u>St Sapma</u>
AL	2,329	1,011	1,425	0,628	1,940	0,993
BL	0,506	0,370	0,187	0,191	0,808	1,188
CL	0,551	0,794	0,179	0,269	1,187	1,538
DL	1,795	1,673	0,342	0,242	1,897	1,348
EL	1,702	1,553	0,945	1,143	2,612	3,237
FL	0,349	0,400	0,069	0,113	0,310	0,207
GL	0,342	0,288	0,552	0,848	0,655	0,577

Bütün gruplar için yükleme öncesi ve yükleme sonrası deplasman miktarları karşılaştırılmış ve p değerleri Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Deplasman miktarlarının karşılaştırılması

	1 vs 2	1 vs 3	2 vs 3
AL	0,092	0,517	0,308
BL	0,150	0,631	0,200
CL	0,150	0,200	0,055
DL	0,055	0,91	0,004*
EL	0,200	0,631	0,109
FL	0,025*	0,631	0,055
GL	0,873	0,262	0,522

*istatistiksel olarak anlamlı

Gruplar kendi içerisinde değerlendirildiğinde, 1. ve 2. Grup için AL değerinde yüklenme öncesi ve yüklenme sonrası deplasman miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (1. Grup için $p < 0.001$, 2. Grup için $p = 0.016$) (Tablo 10). 1. ve 2. Grupta, AL ölçüm değeri dışında hiçbir ölçüm noktasında yüklenme öncesi ve sonrası deplasman miktarları açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır (Tablo 10).

CL ve DL değerleri incelendiğinde, 3. Grupta yüklenme öncesi ve sonrası deplasman miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu gözlenmiştir (sırasıyla $p=0.028$, $p=0.030$).

Statik yüklenme sonucunda gruplar arası deplasman miktarları incelendiğinde, 1. ve 3. Gruplar arasında hiçbir lęm noktasında anlamlı fark bulunamamıştır. Bu sonuca göre, statik yüklenme altında bu iki grupta lęlen deplasman miktarları benzer özellikler göstermişlerdir (Tablo 12). 1. ve 2. Gruplardaki deplasman miktarları karşılaştırıldığında FL lęm noktasında 2. Gruptaki ortalama deplasman miktarının daha az olduğu ve bunun istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir ($p= 0.025$) (Tablo 12). 2. ve 3. Gruplar karşılaştırıldığında, DL lęm noktasındaki deplasman miktarlarının 2. Grupta istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az olduğu belirlenmiştir ($p=0.004$) (Tablo 12).

Sonuç olarak, 2. Gruptaki kırık modellerine uygulanan suprapektineal plak üzerinden posterior kolon vidası ve infrapektineal plak uygulamasının, dinamik ve statik yüklenme testlerinde elde edilen sonuçlara göre, 1. ve 3. Grupta uygulanan fiksasyon yöntemlerinden daha rijit bir fiksasyon sağladığı ve diğer iki gruba göre üstünlüğü biyomekanik test sonuçlarıyla ortaya konulmuştur. 1. ve 3. Gruplar, hem statik hem de dinamik yüklenmelerde benzer davranışlar sergilemiş ve bu iki grup arasında kırık deplasman miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlenmemiştir.

5. TARTIŞMA

Motorlu araç sayısındaki artışla birlikte asetabulum kırıklarının görülme sıklığı da artmaktadır. Genç erişkinlerde genellikle yüksek enerjili, 35 yaş üstü hastalarda ise daha çok osteoporotik değişiklikler nedeniyle orta ve hafif enerjili travmalar sonucunda asetabulum kırıkları görülebilmektedir [1]. Ferguson ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmaya göre, 1980 ile 2007 yılları arasındaki 27 yıllık süreçte, yaşlı asetabulum kırıklı hasta sayısında anlamlı bir artış görülmektedir [100]. Pelvisin üç boyutlu yapısı ve karmaşık anatomisi nedeniyle travma cerrahları için asetabulum kırıkları tedavisi zor ve eşlik eden yaralanmalar nedeniyle mortalite ve morbiditesi yüksek yaralanmalardır. Son 30 yıl içerisinde asetabulum cerrahi tedavisi konusunda birçok gelişme kaydedilmiştir ve halen devam eden birçok bilimsel çalışma bulunmaktadır. Günümüzde halen konservatif tedavi yöntemleri kullanılabilmesine rağmen standart tedavi yöntemi, açık redüksiyon ve internal tespittir [1, 3]. Asetabulum kırıklarında uygulanan fiksasyonun amacı; ağrısız fonksiyonel bir kalça eklemi elde etmek, hastada erken mobilizasyon sağlamak ve eklem yüzeyinin anatomik redüksiyonu ile posttravmatik artrozu önlemektir [133]. Asetabulum kırıkları sonrası oluşan posttravmatik dejeneratif artrit patogenezi tam olarak bilinmemekle birlikte eklemdaki biyomekanik değişikliklerin artrit gelişiminde ana etmen olduğu şüphesizdir [5]. Asetabulum kırıklarının eklem içi kırık olması nedeniyle mutlak anatomik redüksiyonun sağlanması ve primer osteosentez ile kırık kaynamasının elde edilmesi en önemli hedeftir. Bu nedendir ki mutlak anatomik redüksiyon sonrası kırık kaynamasına kadar geçen sürede kırık hattının rijit fiksasyonu ve mevcut redüksiyonun devam ettirilebilmesi önemlidir.

Anterior kolon - posterior hemitransvers tipi kırıklar, tüm asetabulum kırıklarının %7'sini oluşturmaktadır. 60 yaş üzeri hastalarda genç erişkinlere oranla daha sık görülen ve %56 oranında marjinal impaksiyonun eşlik ettiği kompleks bir asetabulum kırığıdır [93, 100]. Letournel-Judet sınıflamasına göre kompleks kırıklar içerisinde ve AO/OTA sınıflamasına göre 62 B3.3 olarak sınıflandırılmaktadır. Güncel literatürde özel kırık tiplerinin tedavisinde kullanılan teknikler ve fiksasyon stabilitesi hakkında sınırlı sayıda yayın bulunmaktadır [6]. Bu nedenle çalışmamızda,

kliniğimizde artan sıklıkla karşılaştığımız anterior kolon - posterior hemitransvers tip asetabulum kırıklarını ele aldık.

Modifiye Stoppa yaklaşımı, asetabulum kırıklarının cerrahi tedavisinde son yıllarda sıklıkla kullanılan, ilioinguinal yaklaşıma bir alternatif olarak gelişmiştir [7]. Stoppa yaklaşımının ilioinguinal yaklaşıma avantajları; tek kesi kullanılması, daha az disseksiyona ihtiyaç duyulması, her iki hemipelviste anterior ve posterior kolonun, kuadrilateral bölgenin, sakroiliak eklem ve korona mortisin direkt olarak gözlenebilmesi, daha kısa cerrahi süreleri, daha iyi anatomik redüksiyon oranları, daha az yara komplikasyonuna ve morbiditeye neden olması, erken mobilizasyona imkan vermesi ve daha kısa hastanede kalış süreleridir [7, 9, 93, 133-136]. Stoppa yaklaşımı kombine ya da genişletilmiş yaklaşımlarla karşılaştırıldığında heterotopik ossifikasyon oranlarının düşük ve gluteal kas hasarının daha az olması nedeniyle abduktör mekanizmanın daha iyi korunduğu ve postoperatif rehabilitasyonun daha kolay olduğu, gelişebilecek sekonder osteoartrit için uygulanacak artroplastinin başarısı için ekstraperitoneal jukstatektal dokuların daha iyi korunduğu düşünülmektedir [9, 136]. Stoppa yaklaşımı, ilioinguinal yaklaşımla fikse edilebilen tüm kırık tipleri için kullanılabilmesine rağmen izole posterior yaralanmalarda kullanımı kontrendikedir [135]. Bu nedenle biz de anterior kolon - posterior hemitransvers tip asetabulum kırıklarında kırığa erişimin en rahat ve efektif olduğu modifiye Stoppa yaklaşımı ile uygulanabilecek fiksasyon yöntemlerini karşılaştırdık.

Biyomekanik testler, laboratuvar ortamında gerçek yüklenme koşullarını taklit ederek sayısal veriler elde edilmesini sağlayan, tekrarlanabilir ve objektif çalışmalardır. Güncel literatürde asetabulum kırıklarının biyomekaniği hakkında birçok çalışma bulunmasına rağmen, modifiye Stoppa yaklaşımı ile anterior kolon - posterior hemitransvers tip asetabulum kırıklarında farklı lokalizasyonlara yerleştirilen plak ve vida kombinasyonlarının kırık fiksasyonunun biyomekanik etkilerini araştıran yeterli sayıda yayın bulunmamaktadır.

Asetabulum kırıklarının araştırılması için yapılan biyomekanik testlerde sıklıkla kadavra, deney hayvanı pelvisleri ve yapay kemik modelleri (Sawbone) kullanılmaktadır. Dört ayak üzerinde yürüyen hayvan modellerinin, asetabulum

posterior duvar kırıkları dışındaki biyomekanik çalışmalarda kullanımı sınırlıdır [137]. Biyomekanik çalışmalarda kadavra pelvislerinin kullanımı, kadavraya ulaşımın sınırlı olması, pelvik boyutların ve şekillerinin heterojen olması, farklı asetabulum çaplarına ve kemik yoğunluklarına sahip olmaları nedeniyle bazı dezavantajlara sahiptir [93, 133, 137]. Kadavra ve yapay kemik modellerinde hareket paternleri benzerdir fakat yapay kemik modellerinde in vivo koşullarda bulunan kas, ligament, labrum ve eklem kapsülü gibi eklem stabilizatörlerinin olmaması ve proprioseptif feedback kontrolünün bulunmaması gibi sınırlılıkları mevcuttur [137]. Yapay kemik modelleri genellikle normal kemik kalitesine sahip olmaları nedeniyle kadvralara göre daha yüksek kuvvetlere direnebilmekte ve testlerin tekrarlanabilirliğini sağlamaktadırlar [93]. Bu çalışmamızda, sağlıklı erişkin insan pelvisinin yoğunluk ve anatomik şekline benzeyen, dış kısmı kortikal ve iç kısmı spongios kemik özelliğinde olan cortical shell özellikli yapay hemipelvis modelleri kullanmayı tercih ettik. Bu modeller literatürde daha sıklıkla kullanılmış olan solid foam modellere göre insan biyomekaniğine daha yakındır.

Çalışma gruplarının oluşturulmasındaki temel amacımız, modifiye Stoppa yaklaşımı ve lateral pencerenin birlikte kullanımı ile uygulanabilen ve cerrahi pratikte sıklıkla kullanılan suprapektineal plak üzerinden posterior kolon vidaları, infrapektineal, vertikal infrapektineal plaklar ve bu fiksasyonların birlikte kullanılmasının, fiksasyon rijiditesine olan etkilerinin biyomekanik olarak incelenmesidir. Letournel'in bir çalışmasında da belirttiği gibi, yaşlı hastalarda anterior kolon - posterior hemitransvers tip asetabulum kırıklarında anterior kolonun posterior kolona vidalar yardımıyla anatomik bir şekilde sabitlenmesi önerilmektedir [138]. Mehin ve arkadaşlarının çalışmasına göre, konvansiyonel plaklara lag vidalarının eklenmesinin fiksasyonun rijiditesinde artış sağladığı ve konvansiyonel plakların kilitli plaklarla karşılaştırıldığında daha fazla yüke dayanabildiği görülmektedir [92].

Çalışma gruplarımız incelendiğinde; 1. ve 2. Gruplarda posterior kolonun fiksasyonu için suprapektineal plak üzerinden 2 adet posterior kolon vidası ve 3. Grupta ise vertikal infrapektineal plak kullanılmıştır. Bir çok hastada posterior kolon kırığının anatomik redüksiyonu ve vida ile fiksasyonu için lateral pencerenin

kullanılması gerekmektedir [7, 9]. Önceki çalışmalarda, asetabulum kırıkları cerrahisinde konvansiyonel ve kilitli plaklar karşılaştırıldığında, fiksasyon dayanımı, kırık deplasmanı ve rijiditesi açısından birbirlerine bir üstünlükleri olmadığı, bununla birlikte kilitli plakların posterior kolona vida yerleştirilmesini engellediği ve uygun olmayan bir osteosentez yöntemi olduğu belirtilmiştir [92, 93, 137]. Literatürdeki birkaç çalışmada, anterior kolon fiksasyonu için yerleştirilen konvansiyonel plak ve posterior kolona yerleştirilen periartiküler lag vidalarının en iyi fiksasyon yöntemi olduğu belirtilmiştir [90, 93, 139]. Çalışmamızda, 1. ve 2. Gruplarda posterior kolon vidalarının standardize olması amacıyla plakların 8. ve 9. deliklerinden posterior kolon vidaları yerleştirildi. Modifiye Stoppa yaklaşımı ile kuadrilateral bölgeyi içeren kırıklarda infrapektineal plak uygulamasına ilk kez Hirvensalo ve Cole-Bolhofner'in çalışmalarında değinilmektedir [140]. Kuadrilateral bölgeyi içeren kırıklarda, infrapektineal plaklar rijit bir fiksasyon sağlamaktadır [140]. Kistler ve arkadaşlarının bir çalışmasında, transvers tip asetabulum kırık modelinde, infrapektineal plak uygulamasının anterior kolon ve lag vidası uygulamasına göre daha az medial sublüksasyona izin verdiği, döngüsel yüklenmeler sonrası infrapektineal plağın posterior kolon plağına göre daha rijit olduğu bulunmuştur [133]. Bu çalışmalardan yola çıkılarak, 2. Gruptaki fiksasyon modellerine, 1. Gruptaki suprapektineal plak üzerinden posterior kolon vidasına infrapektineal plak fiksasyonu da eklenmiştir. Çalışmamızda, 3. Gruptaki posterior kolon kırığının fiksasyonu için suprapektineal plak üzerinden posterior kolon vidası yerine, Sagi ve arkadaşlarının da çalışmalarında belirttiği gibi kuadrilateral köşeyi destekleyen vertikal yerleşimli intrapelvik infrapektineal plak fiksasyonu tercih edilmiştir [7].

Biyomekanik olarak kalçaya binen yük, tek ayak üzerinde durma pozisyonunda ana olarak iki kaynaktan gelmektedir: vücut ağırlığı (VA) ve abduktör moment (ABM). Tek ayak üzerinde durma pozisyonunda, iki güç dengede durmaktadır. Eklem reaktif kuvveti (ERK), kalçaya gelen mekanik yüklerin toplamıdır. ERK, yürüyüş sırasında ortalama $2.5-2.8 \times VA$ ve yürüyüşün salınım fazında $0.1-0.5 \times VA$ olarak bulunmuştur [66-68]. Kazemi ve arkadaşlarının çalışmasında, düz zeminde yürüyen bir erişkinin yürüme analizinde farklı fazlarda asetabulumu uygulanan kuvvet $0.108 - 3.148 \times VA$ bulunmuştur [141]. Çoğu

çalışmada, farklı kırık fiksasyonlarının göreceli sertliği ve dayanımının karşılaştırılması amaçlanmış olmakla birlikte deneysel yüklenme ve döngü sayılarında farklılıklar bulunmaktadır [90, 92, 93, 133, 142, 143]. Çalışmamızda, dinamik testler 50 – 500 N kuvvetleri arasında 1000 çevrim olarak yapılmıştır. Statik testlerde kemik modellere 2 mm/dk. hızda 1.2 kN yük uygulanmıştır. Uygulanan maksimum yük ve yükleme hızları ISO 7206-4 uluslararası standardına göre belirlenmiştir.

Biyomekanik çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz veriler değerlendirildiğinde; insandaki yürüme fazını simüle ettiğimiz dinamik testlerde 50 – 500 N yük ve 1000 döngü sonrası kırık hattındaki deplasman miktarlarını inceledik. Belirlediğimiz ölçüm noktalarından, AL değeri posterior kolon kırığının siyatik notch'a uzanan kırık hattını, BL değeri posterior kolon kırığının asetabulum içerisindeki kırık hattını, CL değeri anterior ve posterior kolon kırıklarının asetabulum içerisinde birleştiği ve kotiloid fossa boyunca uzandığı hattı, DL değeri anterior ve posterior kolonların birleşim çizgisinin obturator foramene uzandığı kırık hattını, EL değeri iskion kolundaki kırık hattını, FL değeri anterior kolon kırığının asetabulum içerisindeki kırık hattını ve GL değeri ise anterior kolon kırığından iliopektineal çizgiye uzanan kırık hattını belirtmektedir.

Dinamik testlerde, AL, BL, CL, EL VE GL değerleri genel olarak incelendiğinde en az deplasman miktarlarının 2. Grupta olduğu gözlemlendi. DL değeri incelendiğinde en az deplasman miktarının 3. Grupta ve FL değeri incelendiğinde en az deplasman miktarının 1. Grupta olduğu bulunmuştur (Tablo 6). Bu üç grup birbiri ile tek tek karşılaştırıldığında, CL değerindeki deplasman miktarı, 2. Grupta 3. Gruba göre istatistiksel olarak anlamlı derecede az ($p=0.037$), EL değerindeki deplasman miktarı, 2. Grupta 1. ve 3. Gruplara göre anlamlı derecede az olarak bulunmuştur (Sırasıyla $p=0.037$ ve $p=0.016$) (Tablo 7). Bu durum dinamik testlerde anterior kolon - posterior hemitransvers tipi kırıklarda iliopektineal çizgi boyunca yerleştirilen supra ve infrapektineal plakların özellikle kuadrilateral yüzeyin alt kısımlarında ve iskion kolunda diğer yöntemlere göre daha iyi stabilite sağladığını göstermiştir.

Dinamik testlerde elde edilen tüm değerler bütün halinde incelendiğinde, 2. Grupta uyguladığımız suprapektineal plak üzerinden posterior kolon vidası ve infrapektineal plak uygulaması, yapay kemik modelleri üzerinde oluşturulan kırık hattında en rijit fiksasyonu sağladığı biyomekanik test sonuçlarıyla ortaya konulmuştur.

Kontrol grubu dışındaki tüm gruplar ortalama rijitlik değerleri açısından karşılaştırıldığında, en yüksek rijitliğe 2. Grubun (158,52 kN/mm) ve en düşük rijitliğe 3. Grubun (141,42 kN/mm) sahip olduğu görülmüştür fakat rijitlik değerleri açısından bu üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Tablo 8). Kontrol grubu diğer üç gruba göre en yüksek rijitliğe sahiptir (265,12 kN/mm) ve bu yükseklik diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlıdır ($p=0.004$) (Tablo 8) (Tablo 9).

Statik test sonuçları incelendiğinde, AL, BL, CL, DL, EL ve FL değerlerindeki ortalama deplasman miktarlarına göre en az deplasman 2. Grupta, GL değerindeki ortalama deplasman miktarına göre en az deplasman 1. Grupta görülmektedir (Tablo 11).

Her üç grup birbiri ile tek tek karşılaştırıldığında, DL değerinde 2. Gruptaki ortalama deplasman miktarı 3. Gruptakine göre daha azdır ve bu istatistiksel olarak anlamlıdır ($p=0.004$) (Tablo 12). FL değeri incelendiğinde ortalama deplasman miktarı 2. Grupta, 3. Gruba göre daha az bulunmuştur ve bu istatistiksel olarak anlamlı fark içermektedir ($p=0.025$) (Tablo 12). Statik test sonuçlarında ise statik yüklenme altında özellikle kuadrilateral bölge inferiorunda ve anterior kolon kırığının asetabulum içerisindeki kısmının stabilitesinin en iyi suprapektineal ve infrapektineal plaklama birlikteliği ile sağlandığı tespit edilmiştir.

Statik testlerde elde edilen tüm değerler bütün halinde incelendiğinde, 2. Grupta uyguladığımız suprapektineal plak üzerinden posterior kolon vidası ve infrapektineal plak uygulamasının, yapay kemik modelleri üzerinde oluşturulan kırık hattında en rijit fiksasyonu sağladığı ortaya konulmuştur.

6. SONUÇ

Günümüzde asetabulum kırıklarının özellikle yaşlı nüfusta görülme sıklığı ve bu kırıkların tedavisinde cerrahi yöntemlerin kullanımı hızla artmaktadır. Asetabulum kırıklarının tedavisi için ideal cerrahi yaklaşımlar ve fiksasyon yöntemleriyle ilgili çalışmalar devam etmektedir. Travma cerrahları için tedavisi zor olan bu eklem içi kırıklar, hastanın ilerleyen yaşamında kalıcı sakatlıklara, iş gücü kaybına ve tekrarlayan cerrahilere neden olmaktadır. Cerrahi tedavide temel amaç kırığın anatomik olarak düzeltilmesi ve kaynamaya kadar geçen sürede rijit bir şekilde fikse edilmesidir.

Bu çalışmamızda yapay kemik modeli üzerinde yarattığımız anterior kolon - posterior hemitransvers tipi kırıkta uygulanan farklı fiksasyon yöntemlerinin rijiditelerini biyomekanik açıdan inceledik.

Dinamik ve statik test sonuçlarına göre, 2. Grupta uyguladığımız suprapektineal plak üzerinden posterior kolon vidası ve infrapektineal plak uygulaması, kırık deplasmanına en az neden olan ve rijiditesi en yüksek fiksasyon yöntemi olarak belirlenmiştir.

Bu fiksasyon yöntemi ile hastanın postoperatif erken dönemde kalça eklemine güvenle hareket ettirebileceği, kısmi yük verdirilerek mobilize edilebileceği ve immobilizasyona bağlı gelişebilecek komplikasyonların önlenebileceği sonucuna ulaştık. Kırık fiksasyonunun kaynamaya kadar geçen sürede rijit bir şekilde sağlanmasının; gelişebilecek sekonder artrozu ve buna bağlı gerekebilecek artroplasti ihtiyacını, iş gücü kaybını ve sağlık giderlerini azaltılabileceğini düşünüyoruz.

7. KAYNAKLAR

1. Mears, D.C., J.H. Velyvis, and C.-P. Chang, *Displaced acetabular fractures managed operatively: indicators of outcome*. Clinical orthopaedics and related research, 2003. **407**: p. 173-186.
2. Giannoudis, P.V., et al., *Operative treatment of displaced fractures of the acetabulum*. Bone & Joint Journal, 2005. **87**(1): p. 2-9.
3. Ruedi, T.P. and W.M. Murphy, *Principles of fracture management*. 2000: Thieme Stuttgart.
4. Matta, J.M., *Fractures of the acetabulum: accuracy of reduction and clinical results in patients managed operatively within three weeks after the injury*. J Bone Joint Surg Am, 1996. **78**(11): p. 1632-45.
5. Letournel, E., R. Judet, and R.A. Elson, *Classification*, in *Fractures of the Acetabulum*. 1993, Springer. p. 63-66.
6. Kellam, J.F., et al., *Fractures of the pelvis and acetabulum: Principles and methods of management*. 2015.
7. Sagi, H.C., A. Afsari, and D. Dziadosz, *The anterior intra-pelvic (modified rives-stoppa) approach for fixation of acetabular fractures*. Journal of orthopaedic trauma, 2010. **24**(5): p. 263-270.
8. Cole, J.D. and B.R. Bolhofner, *Acetabular Fracture Fixation Via a Modified Stoppa Limited Intrapelvic Approach Description of Operative Technique and Preliminary Treatment Results*. Clinical orthopaedics and related research, 1994. **305**: p. 112-123.
9. Andersen, R.C., et al., *Modified stoppa approach for acetabular fractures with anterior and posterior column displacement: quantification of radiographic reduction and analysis of interobserver variability*. Journal of orthopaedic trauma, 2010. **24**(5): p. 271-278.

10. Schroeder, W.E., *Fracture of the acetabulum with displacemnt of the femoral head into the pelvic cavity*. Quarterly Bulletin of the Northwestern University Medical School, 1909. **11**(1): p. 9.
11. Cooper, A.P. and B. Travers, *Surgical essays*. Vol. 1. 1818: Cox.
12. Palmer, D.W., *Central dislocation of the hip-with report of three cases*. Am J Surg, 1921. **35**(5): p. 118-121.
13. Whitman, R., *The treatment of central luxation of the femur*. Annals of surgery, 1920. **71**(1): p. 62.
14. Skillern Jr, P.G. and H.K. Pancoast, *VIII. Fracture of the Floor of the Acetabulum: With Four Illustrative Cases*. Annals of surgery, 1912. **55**(1): p. 92.
15. MacGuire, C.J., *Fracture of the acetabulum*. Ann. Surg, 1926. **83**: p. 718-719.
16. Bergmann, E., *über Keilherde im Hüftkopf*. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, 1931. **233**(11-12): p. 252-261.
17. Dyes, O., *Hüftkopfnekrosen nach traumatischer Hüftgelenksluxation*. Arch. klin. Chir, 1933. **172**: p. 339.
18. DB, P., *Fractures of neck of femur, dislocations of hip and obscure vascular disturbances producing aseptic necrosis of head of femur*. Surg Gyn and Obstet, 1934. **59**(415): p. 40.
19. Campbell, W.C., *Posterior dislocation of the hip with fracture of the acetabulum*. J Bone Joint Surg Am, 1936. **18**(4): p. 842-850.
20. Levine, M.A., *A treatment of central fractures of the acetabulum*. JBJS Case Connector, 1943(4): p. 902-906.
21. Armstrong, J.R., *Traumatic dislocation of the hip joint*. Bone & Joint Journal, 1948. **30**(3): p. 430-445.
22. Thompson, V.P. and H.C. Epstein, *Traumatic dislocation of the hip*. J Bone Joint Surg Am, 1951. **33**(3): p. 746-792.
23. Stewart, M.J. and L.W. Milford, *Fracture-dislocation of the hip*. J Bone Joint Surg Am, 1954. **36**(2): p. 315-342.

24. Eichenholtz, S.N. and R.M. Stark, *Central acetabular fractures*. J Bone Joint Surg Am, 1964. **46**(4): p. 695-714.
25. Knight, R.A. and H. Smith, *Central fractures of the acetabulum*. J Bone Joint Surg Am, 1958. **40**(1): p. 1-120.
26. Pearson, J.R. and E.J. Hargadon, *Fractures of the pelvis involving the floor of the acetabulum*. Bone & Joint Journal, 1962. **44**(3): p. 550-561.
27. Brav, E.A., *Traumatic dislocation of the hip*. J Bone Joint Surg Am, 1962. **44**(6): p. 1115-1134.
28. Rowe, C.R. and J.D. Lowell, *Prognosis of fractures of the acetabulum*. J Bone Joint Surg Am, 1961. **43**(1): p. 30-92.
29. JUDET, R., J. Judet, and E. Letournel, *Fractures of the acetabulum: classification and surgical approaches for open reduction*. J Bone Joint Surg Am, 1964. **46**(8): p. 1615-1675.
30. NERUBAY, J., G. GLANCZ, and A. KATZNELSON, *Fractures of the acetabulum*. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 1973. **13**(12): p. 1050-1062.
31. BARNES, S.N. and M.J. STEWART, *Central fractures of the acetabulum: a critical analysis and review of literature*. Clinical orthopaedics and related research, 1976. **114**: p. 276-281.
32. Carnesale, P., M. Stewart, and S. Barnes, *Acetabular disruption and central fracture-dislocation of the hip. A long-term study*. J Bone Joint Surg Am, 1975. **57**(8): p. 1054-1059.
33. EPSTEIN, H.C., D.A. WISS, and L. COZEN, *Posterior fracture dislocation of the hip with fractures of the femoral head*. Clinical orthopaedics and related research, 1985. **201**: p. 9-17.
34. Matta, J.M., et al., *Fractures of the Acetabulum: A Retrospective Analysis*. Clinical orthopaedics and related research, 1986. **205**: p. 230-240.

35. Matta, J.M., D.K. Mehne, and R. Rom, *Fractures of the Acetabulum: Early Results of a Prospective Study*. Clinical orthopaedics and related research, 1986. **205**: p. 241-250.
36. Matta, J.M. and P.O. Merritt, *Displaced acetabular fractures*. Clinical orthopaedics and related research, 1988. **230**: p. 83-97.
37. Gray, H. and W. Lewis, *Anatomy of the human body*. 20th. Edition. Philadelphia: Lea and Febiger–New York, 1918.
38. Watanabe, R.S., *Embryology of the human hip*. Clinical orthopaedics and related research, 1974. **98**: p. 8-26.
39. Strayer Jr, L.M., *Embryology of the Human Hip Joint*. Clinical orthopaedics and related research, 1971. **74**: p. 221-240.
40. Rooker, G., *The embryological congruity of the human hip joint*. Annals of the Royal College of Surgeons of England, 1979. **61**(5): p. 357.
41. Cashin, M., et al., *Embryology of the acetabular labral-chondral complex*. Bone & Joint Journal, 2008. **90**(8): p. 1019-1024.
42. Ponseti, I., *Growth and development of the acetabulum in the normal child. Anatomical, histological, and roentgenographic studies*. J Bone Joint Surg Am, 1978. **60**(5): p. 575-585.
43. Liporace, F.A., et al., *Development and injury of the triradiate cartilage with its effects on acetabular development: review of the literature*. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 2003. **54**(6): p. 1245-1249.
44. Ray, B., et al., *Variations in the course and microanatomical study of the lateral femoral cutaneous nerve and its clinical importance*. Clinical Anatomy, 2010. **23**(8): p. 978-984.
45. Govsa, F., M.A. Ozer, and Z. Ozgur, *Morphologic features of the acetabulum*. Archives of orthopaedic and trauma surgery, 2005. **125**(7): p. 453-461.
46. Köhnlein, W., et al., *Acetabular morphology: implications for joint-preserving surgery*. Clinical orthopaedics and related research, 2009. **467**(3): p. 682-691.

47. VAILAS, J.C., S. HURWITZ, and S.W. WIESEL, *Posterior acetabular fracture-dislocations: fragment size, joint capsule, and stability*. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 1989. **29**(11): p. 1494-1496.
48. Daniel, M., A. IgljC, and V. Kralj-IgljC, *The shape of acetabular cartilage optimizes hip contact stress distribution*. Journal of anatomy, 2005. **207**(1): p. 85-91.
49. Beck, M., et al., *The acetabular blood supply: implications for periacetabular osteotomies*. Surgical and Radiologic Anatomy, 2003. **25**(5-6): p. 361-367.
50. Tannast, M., et al., *Estimation of pelvic tilt on anteroposterior X-rays—a comparison of six parameters*. Skeletal radiology, 2006. **35**(3): p. 149-155.
51. Murray, D., *The definition and measurement of acetabular orientation*. Bone & Joint Journal, 1993. **75**(2): p. 228-232.
52. Zilber, S., et al., *Variations of caudal, central, and cranial acetabular anteversion according to the tilt of the pelvis*. Surgical and Radiologic Anatomy, 2004. **26**(6): p. 462-465.
53. Maruyama, M., et al., *Morphologic Features of the Acetabulum and Femur: Anteversion Angle and Implant Positioning*. Clinical Orthopaedics and Related Research, 2001. **393**: p. 52-65.
54. Greenwald, A. and J. O'Connor, *The transmission of load through the human hip joint*. Journal of biomechanics, 1971. **4**(6): p. 507-528.
55. Lazennec, J., et al., *Dynamic anatomy of the acetabulum: an experimental approach and surgical implications*. Surgical and Radiologic Anatomy, 1997. **19**(1): p. 23-30.
56. Konrath, G.A., et al., *The role of the acetabular labrum and the transverse acetabular ligament in load transmission in the hip*. J Bone Joint Surg Am, 1998. **80**(12): p. 1781-8.
57. Safran, M.R., *The acetabular labrum: anatomic and functional characteristics and rationale for surgical intervention*. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2010. **18**(6): p. 338-345.

58. Crawford, M.J., et al., *THE 2007 FRANK STINCHFIELD AWARD: The Biomechanics of the Hip Labrum and the Stability of the Hip*. Clinical orthopaedics and related research, 2007. **465**: p. 16-22.
59. Ferguson, S., et al., *An in vitro investigation of the acetabular labral seal in hip joint mechanics*. Journal of biomechanics, 2003. **36**(2): p. 171-178.
60. Kurrat, H.J. and W. Oberländer, *The thickness of the cartilage in the hip joint*. Journal of anatomy, 1978. **126**(Pt 1): p. 145.
61. Seldes, R.M., et al., *Anatomy, histologic features, and vascularity of the adult acetabular labrum*. Clinical orthopaedics and related research, 2001. **382**: p. 232-240.
62. Kalhor, M., et al., *Capsular and pericapsular contributions to acetabular and femoral head perfusion*. J Bone Joint Surg Am, 2009. **91**(2): p. 409-418.
63. Petersen, W., F. Petersen, and B. Tillmann, *Structure and vascularization of the acetabular labrum with regard to the pathogenesis and healing of labral lesions*. Archives of orthopaedic and trauma surgery, 2003. **123**(6): p. 283-288.
64. Kelly, B.T., et al., *Vascularity of the hip labrum: a cadaveric investigation*. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 2005. **21**(1): p. 3-11.
65. Kalhor, M., et al., *Vascular supply to the acetabular labrum*. J Bone Joint Surg Am, 2010. **92**(15): p. 2570-2575.
66. Bergmann, G., F. Graichen, and A. Rohlmann, *Hip joint loading during walking and running, measured in two patients*. Journal of biomechanics, 1993. **26**(8): p. 969-990.
67. Hodge, W., et al., *Contact pressures from an instrumented hip endoprosthesis*. J Bone Joint Surg Am, 1989. **71**(9): p. 1378-1386.
68. Kotzar, G., et al., *Telemeterized in vivo hip joint force data: a report on two patients after total hip surgery*. Journal of Orthopaedic Research, 1991. **9**(5): p. 621-633.
69. Bullough, P., et al., *Incongruent surfaces in the human hip joint*. 1968.

70. Brown, T.D. and D.T. Shaw, *In vitro contact stress distributions in the natural human hip*. Journal of biomechanics, 1983. **16**(6): p. 373-384.
71. Day, W., S. Swanson, and M. Freeman, *Contact pressures in the loaded human cadaver hip*. Bone & Joint Journal, 1975. **57**(3): p. 302-313.
72. Macirowski, T., S. Tepic, and R.W. Mann, *Cartilage stresses in the human hip joint*. Journal of biomechanical engineering, 1994. **116**(1): p. 10-18.
73. Olson, S.A., B.K. Bay, and A. Hamel, *Biomechanics of the Hip Joint and the Effects of Fracture of the Acetabulum*. Clinical orthopaedics and related research, 1997. **339**: p. 92-104.
74. Olson, S.A., et al., *Biomechanical consequences of fracture and repair of the posterior wall of the acetabulum*. J Bone Joint Surg Am, 1995. **77**(8): p. 1184-1192.
75. Bay, B.K., et al., *Statically equivalent load and support conditions produce different hip joint contact pressures and periacetabular strains*. Journal of biomechanics, 1997. **30**(2): p. 193-196.
76. Ferguson, S., et al., *The influence of the acetabular labrum on hip joint cartilage consolidation: a poroelastic finite element model*. Journal of biomechanics, 2000. **33**(8): p. 953-960.
77. Smith, M.V., et al., *Effect of acetabular labrum tears on hip stability and labral strain in a joint compression model*. The American journal of sports medicine, 2011. **39**(1 suppl): p. 103S-110S.
78. Hak, D.J., et al., *Consequences of transverse acetabular fracture malreduction on load transmission across the hip joint*. Journal of orthopaedic trauma, 1998. **12**(2): p. 90-100.
79. Konrath, G.A., et al., *Biomechanical evaluation of a low anterior wall fracture: correlation with the CT subchondral arc*. Journal of orthopaedic trauma, 1998. **12**(3): p. 152-158.
80. Konrath, G.A., et al., *Biomechanical consequences of anterior column fracture of the acetabulum*. Journal of orthopaedic trauma, 1998. **12**(8): p. 547-552.

81. Olson, S.A., et al., *The effect of variable size posterior wall acetabular fractures on contact characteristics of the hip joint*. Journal of orthopaedic trauma, 1996. **10**(6): p. 395-402.
82. Olson, S.A., et al., *Augmentation of posterior wall acetabular fracture fixation using calcium-phosphate cement: a biomechanical analysis*. Journal of orthopaedic trauma, 2007. **21**(9): p. 608-616.
83. CALKINS, M.S., et al., *Computed tomography evaluation of stability in posterior fracture dislocation of the hip*. Clinical orthopaedics and related research, 1988. **227**: p. 152-163.
84. Keith, J., H. Brashear, and W. Guilford, *Stability of posterior fracture-dislocations of the hip. Quantitative assessment using computed tomography*. J Bone Joint Surg Am, 1988. **70**(5): p. 711-714.
85. Moed, B.R., D.A. Ajibade, and H. Israel, *Computed tomography as a predictor of hip stability status in posterior wall fractures of the acetabulum*. Journal of orthopaedic trauma, 2009. **23**(1): p. 7-15.
86. Olson, S.A. and J.M. Matta, *The computerized tomography subchondral arc: a new method of assessing acetabular articular continuity after fracture (a preliminary report)*. Journal of orthopaedic trauma, 1993. **7**(5): p. 402-413.
87. Vrahas, M.S., K.K. Widding, and K.A. Thomas, *The effects of simulated transverse, anterior column, and posterior column fractures of the acetabulum on the stability of the hip joint*. J Bone Joint Surg Am, 1999. **81**(7): p. 966-74.
88. Goulet, J.A., et al., *Comminuted fractures of the posterior wall of the acetabulum. A biomechanical evaluation of fixation methods*. J Bone Joint Surg Am, 1994. **76**(10): p. 1457-1463.
89. Sawaguchi, T., et al., *Stability of acetabular fractures after internal fixation: a cadaveric study*. Acta Orthopaedica Scandinavica, 1984. **55**(6): p. 601-605.
90. Schopfer, A., et al., *Biomechanical comparison of methods of fixation of isolated osteotomies of the posterior acetabular column*. International orthopaedics, 1994. **18**(2): p. 96-101.

91. Simonian, P.T., et al., *The Acetabular T-Type Fracture: A Biomechanical Evaluation of Internal Fixation*. *Clinical orthopaedics and related research*, 1995. **314**: p. 234-240.
92. Mehin, R., B. Jones, and H. Broekhuysse, *A biomechanical study of conventional acetabular internal fracture fixation versus locking plate fixation*. *Canadian Journal of Surgery*, 2009. **52**(3): p. 221.
93. Culemann, U., et al., *Different stabilisation techniques for typical acetabular fractures in the elderly—a biomechanical assessment*. *Injury*, 2010. **41**(4): p. 405-410.
94. Dakin, G.J., et al., *Acetabular fracture patterns: associations with motor vehicle crash information*. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 1999. **47**(6): p. 1063.
95. Beaulé, P.E., F.J. Dorey, and J.M. Matta, *Letournel Classification for Acetabular Fractures*. *J Bone Joint Surg Am*, 2003. **85**(9): p. 1704-1709.
96. O'Toole, R.V., et al., *Evaluation of computed tomography for determining the diagnosis of acetabular fractures*. *Journal of orthopaedic trauma*, 2010. **24**(5): p. 284-290.
97. Müller, M.E., et al., *The comprehensive classification of fractures of long bones*. 2012: Springer Science & Business Media.
98. Marsh, J., et al., *Fracture and dislocation classification compendium-2007: Orthopaedic Trauma Association classification, database and outcomes committee*. *Journal of orthopaedic trauma*, 2007. **21**(10): p. S1-S6.
99. Brandser, E. and J. Marsh, *Acetabular fractures: easier classification with a systematic approach*. *AJR. American journal of roentgenology*, 1998. **171**(5): p. 1217-1228.
100. Ferguson, T.A., et al., *Fractures of the acetabulum in patients aged 60 years and older*. *Bone & Joint Journal*, 2010. **92**(2): p. 250-257.

101. Rubenstein, J., J. Kellam, and D. McGonigal, *Cross-sectional anatomy of the adult bony acetabulum*. Journal of the Canadian Association of Radiologists, 1982. **33**(3): p. 137.
102. Harley, J., L. Mack, and R. Winqvist, *CT of acetabular fractures: comparison with conventional radiography*. American journal of roentgenology, 1982. **138**(3): p. 413-417.
103. Saks, B., *Normal acetabular anatomy for acetabular fracture assessment: CT and plain film correlation*. Radiology, 1986. **159**(1): p. 139-145.
104. Sauser, D.D., et al., *CT evaluation of hip trauma*. American Journal of Roentgenology, 1980. **135**(2): p. 269-274.
105. Rubenstein, J., J. Kellam, and D. McGonigal, *Acetabular fracture assessment with computerized tomography*. Journal of the Canadian Association of Radiologists, 1982. **33**(3): p. 139-141.
106. Mack, L.A., J.D. Harley, and R.A. Winqvist, *CT of acetabular fractures: analysis of fracture patterns*. American journal of roentgenology, 1982. **138**(3): p. 407-412.
107. Fishman, E.K., et al., *Multiphase (MPR) imaging of the hip*. RadioGraphics, 1986. **6**(1): p. 7-54.
108. Martinez, C.R., et al., *Evaluation of acetabular fractures with two-and three-dimensional CT*. Radiographics, 1992. **12**(2): p. 227-242.
109. Rubel, I.F., et al., *MRI assessment of the posterior acetabular wall fracture in traumatic dislocation of the hip in children*. Pediatric radiology, 2002. **32**(6): p. 435-439.
110. Cabarrus, M.C., et al., *MRI and CT of insufficiency fractures of the pelvis and the proximal femur*. American Journal of Roentgenology, 2008. **191**(4): p. 995-1001.
111. Williams, T., et al., *Acetabular stress fractures in military endurance athletes and recruits: incidence and MRI and scintigraphic findings*. Skeletal radiology, 2002. **31**(5): p. 277-281.

112. O'Shea, K., et al., *The usefulness of computed tomography following open reduction and internal fixation of acetabular fractures*. Journal of Orthopaedic Surgery, 2006. **14**(2): p. 127.
113. White, L.M., et al., *Complications of Total Hip Arthroplasty: MR Imaging—Initial Experience I*. Radiology, 2000. **215**(1): p. 254-262.
114. Mirowitz, S., et al., *MR imaging of bone marrow lesions: relative conspicuousness on T1-weighted, fat-suppressed T2-weighted, and STIR images*. AJR. American journal of roentgenology, 1994. **162**(1): p. 215-221.
115. Potter, H., et al., *MR imaging of acetabular fractures: value in detecting femoral head injury, intraarticular fragments, and sciatic nerve injury*. AJR. American journal of roentgenology, 1994. **163**(4): p. 881-886.
116. Urist, R., *Fractures of the acetabulum: the nature of the traumatic lesions, treatment, and two-year end-results*. Annals of surgery, 1948. **127**(6): p. 1150.
117. Matta, J.M. and S.A. Olson, *Factors related to hip muscle weakness following fixation of acetabular fractures*. Orthopedics, 2000. **23**(3): p. 231-235.
118. Tornetta, P., *Non-operative management of acetabular fractures*. Bone & Joint Journal, 1999. **81**(1): p. 67-70.
119. Moed, B.R. and J.C. McMichael, *Outcomes of posterior wall fractures of the acetabulum*. J Bone Joint Surg Am, 2008(Supplement 2 Part 1): p. 87-107.
120. Johnson, E.E., et al., *Delayed reconstruction of acetabular fractures 21-120 days following injury*. Clinical orthopaedics and related research, 1994. **305**: p. 20-30.
121. Mayo, K.A., *Open Reduction and Internal Fixation of Fractures of the Acetabulum Results in 163 Fractures*. Clinical orthopaedics and related research, 1994. **305**: p. 31-37.
122. Routt, M. and M. Swiontkowski, *Operative treatment of complex acetabular fractures. Combined anterior and posterior exposures during the same procedure*. J Bone Joint Surg Am, 1990. **72**(6): p. 897-904.

123. Gay, S.B., et al., *Percutaneous screw fixation of acetabular fractures with CT guidance: preliminary results of a new technique*. AJR. American journal of roentgenology, 1992. **158**(4): p. 819-822.
124. Starr, A.J., C.M. Reinert, and A.L. Jones, *Percutaneous fixation of the columns of the acetabulum: a new technique*. Journal of orthopaedic trauma, 1998. **12**(1): p. 51-58.
125. Mouhsine, E., et al., *Percutaneous retrograde screwing for stabilisation of acetabular fractures*. Injury, 2005. **36**(11): p. 1330-1336.
126. Brown, G.A., et al., *Computed Tomography Image Guided Surgery in Complex Acetabular Fractures*. Clinical orthopaedics and related research, 2000. **370**: p. 219-226.
127. Lin, Y.-C., et al., *Percutaneous antegrade screwing for anterior column fracture of acetabulum with fluoroscopic-based computerized navigation*. Archives of orthopaedic and trauma surgery, 2008. **128**(2): p. 223-226.
128. Ochs, B.G., et al., *Computer-assisted periacetabular screw placement: comparison of different fluoroscopy-based navigation procedures with conventional technique*. Injury, 2010. **41**(12): p. 1297-1305.
129. Mears, D.C. and J.H. Velyvis, *Acute total hip arthroplasty for selected displaced acetabular fractures*. J Bone Joint Surg Am, 2002. **84**(1): p. 1-9.
130. Sermon, A., P. Broos, and P. Vanderschot, *Total hip replacement for acetabular fractures: results in 121 patients operated between 1983 and 2003*. Injury, 2008. **39**(8): p. 914-921.
131. Ranawat, A., et al., *Total hip arthroplasty for posttraumatic arthritis after acetabular fracture*. The Journal of arthroplasty, 2009. **24**(5): p. 759-767.
132. Berry, D.J. and M. Halasy, *Uncemented acetabular components for arthritis after acetabular fracture*. Clinical orthopaedics and related research, 2002. **405**: p. 164-167.

133. Kistler, B.J., et al., *Are quadrilateral surface buttress plates comparable to traditional forms of transverse acetabular fracture fixation?* *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 2014. **472**(11): p. 3353-3361.
134. Shazar, N., et al., *Comparison of Acetabular Fracture Reduction Quality by the Ilioinguinal or the Anterior Intrapelvic (Modified Rives–Stoppa) Surgical Approaches.* *Journal of orthopaedic trauma*, 2014. **28**(6): p. 313-319.
135. Archdeacon, M.T., et al., *The modified Stoppa approach for acetabular fracture.* *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 2011. **19**(3): p. 170-175.
136. Hirvensalo, E., J. Lindahl, and V. Kiljunen, *Modified and new approaches for pelvic and acetabular surgery.* *Injury*, 2007. **38**(4): p. 431-441.
137. Marintshev, I., et al., *Biomechanical comparison of different acetabular plate systems and constructs—the role of an infra-acetabular screw placement and use of locking plates.* *Injury*, 2012. **43**(4): p. 470-474.
138. LETOURNEL, E., *The treatment of acetabular fractures through the ilioinguinal approach.* *Clinical orthopaedics and related research*, 1993. **292**: p. 62-76.
139. Shazar, N., et al., *Biomechanical evaluation of transverse acetabular fracture fixation.* *Clinical orthopaedics and related research*, 1998. **352**: p. 215-222.
140. Qureshi, A.A., et al., *Infrapectineal plating for acetabular fractures: a technical adjunct to internal fixation.* *Journal of orthopaedic trauma*, 2004. **18**(3): p. 175-178.
141. Kazemi, N. and M.T. Archdeacon, *Immediate full weightbearing after percutaneous fixation of anterior column acetabulum fractures.* *Journal of orthopaedic trauma*, 2012. **26**(2): p. 73-79.
142. Wu, Y.-D., et al., *Biomechanical analysis of the acetabular buttress-plate: are complex acetabular fractures in the quadrilateral area stable after treatment with anterior construct plate-1/3 tube buttress plate fixation?* *Clinics*, 2013. **68**(7): p. 1028-1033.

143. Gras, F., et al., *Screw-versus plate-fixation strength of acetabular anterior column fractures: a biomechanical study*. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 2012. **72**(6): p. 1664-1670.

