



**T.C SAĞLIK BİLİMLERİ
ÜNİVERSİTESİ**

**HASEKİ SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ**

**FEMUR BOYUN KIRIKLARININ CERRAHİ TEDAVİSİNDE
AÇIK REDÜKSİYON VE VİDA OSTESENTEZİ İLE MEDİAL
BUTTRESS PLAK DESTEKLİ AÇIK REDÜKSİYON VE VİDA
OSTESENTEZİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

DR. ONUR DEMİRSU

TIPTA UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL/2025



**T.C SAĞLIK BİLİMLERİ
ÜNİVERSİTESİ**

**HASEKİ SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ**

**FEMUR BOYUN KIRIKLARININ CERRAHİ TEDAVİSİNDE
AÇIK REDÜKSİYON VE VİDA OSTESENTEZİ İLE MEDİAL
BUTTRESS PLAK DESTEKLİ AÇIK REDÜKSİYON VE VİDA
OSTESENTEZİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

DR. ONUR DEMİRSU

TEZ DANIŐMANI: PROF.DR. MURAT YILMAZ

**TEZ DANIŐMANI YARDIMCISI: DR. ÖĐR. ÜYESİ MAHMUD
AYDIN**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL/2025

TEŞEKKÜR

Ortopedi ve travmatoloji asistanlığım süresi boyunca gerek mesleki gerekse ahlaki ve etik değerler açısından yol gösterici olan; çalışkanlığı ve iş ahlakıyla bize her zaman örnek olan saygıdeğer hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Murat YILMAZ'a;

Asistanlık sürecimde cerrahi nosyon ve vizyonumun gelişmesinde büyük rol oynayan, tecrübeleriyle bizi aydınlatan, cerrahi becerilerini bizimle paylaşarak gelişmemizde öncü olan saygıdeğer hocam Prof. Dr. Doğan ATLIHAN'a;

Hekimlikte temel ilkenin "önce zarar verme" olduğunu, her hastanın birer birey olduğunu unutmamız gerektiğini bize hatırlatan; empati ve hümanizmi ile meslek ahlakımın temelinin oluşmasında büyük katkısı olan değerli hocam Prof. Dr. Mehmet Mesut SÖNMEZ'e

Asistanlık eğitimim boyunca her açıdan yanımda olan, özellikle disiplini ve insanlara karşı tutumuyla örnek aldığım, tez sürecimde bana destek olan Op. Dr. Mahmud AYDIN'a;

Klinikteki ilk yıllarımda bana mesleğimi ve branşımı tekrar sevdiren, temel cerrahi becerilerimin oluşmasında büyük katkıları olan Op. Dr. Mehmet YÜNLÜ ve Op. Dr. Hasan KUMRU'ya

Uzmanlık eğitimimde bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren Op. Dr. Ahmet Kamil ERTÜRK, Op. Dr. Mustafa Onur ALKAŞ, Doç. Dr. İbrahim SUNGUR, Doç. Dr. Mehmet ERSİN, Doç. Dr. Mehmet EKİNCİ, Op. Dr. Serkan Önder SIRMA, Op. Dr. Osman Burak KAPLAN, Op. Dr. Emre KOCAZEYBEK'e;

Birlikte asistanlık yaptığım, her zaman yanımda olan dostlarım ve ağabeylerim Op. Dr. Mesut OK, Op. Dr. Şahan DAĞLAR, Op. Dr. Onur ÖZEL ve Op. Dr. Mustafa BAKIR'a

Uzmanlık eğitimi sürem boyunca birlikte çalışmaktan onur duyduğum meslektaşlarım olan tüm ağabey ve kardeşlerime teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
KISALTMALAR	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ	v
Özet.....	vi
Abstract.....	viii
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. EPİDEMİYOLOJİ.....	2
2.2. TARİHÇE	4
2.3. ANATOMİ.....	8
2.3.1. Proksimal Femur ve Femur Başının Anatomisi.....	8
2.3.2. Kalça Eklemi	14
2.3.2.1. Kalça Eklemi Kapsülü ve Bağları.....	15
2.3.2.2. Kalça Ekleminin Nörovasküler Anatomisi	17
2.3.3. Proksimal Femur ve Femur Başının Kanlanması.....	18
2.3.4. Kalça Eklemi Çevresi ve Proksimal Uyluk Kasları	21
2.5. KALÇA EKLEMİNİN BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİ.....	27
2.6. TANI.....	32
2.7. SINIFLANDIRMA.....	33
2.8. TEDAVİ	35
3.GEREÇ VE YÖNTEM.....	43
3.1. Çalışma metodu.....	43
3.2. Klinik değerlendirme	44

3.3. Tedavi yöntemi	47
3.4. İstatistiksel Analiz	49
3.5. Bulgular	49
4. Tartışma	51
5. Sonuçlar	54
6. Kaynaklar	55



KISALTMALAR

AP : Anteroposterior

HHS : Harris Kalça Skoru

KV : Kanüle vida

MBP : Medial buttress plak

mm: Milimetre

OHS : Oxford Kalça Skoru

SHS : Kayan kalça vidası

SİAS: Spina iliaka anterior süperior

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: 2000 yılında İsveç'teki femur boyun kırığı olan hastaların kırıktan önce ve 4 ay sonrasına kadar olan periyoddaki yaşam biçimleri

Şekil 2: Proksimal femurun bölümleri

Şekil 3: Normal femur boyun-şaft açısı, coxa vara, coxa valga

Şekil 4: Yaşla birlikte femur boyun- şaft açısı değişimi

Şekil 5: Femural anteversiyon (femur boynu ve femoral kondillerin horizontal düzlemde yaptığı açı

Şekil 6: Ward üçgeni

Şekil 7: Primer ve sekonder tensil lifler, primer ve sekonder kompresif lifler, Ward üçgeni

Şekil 8: Kalça eklemi destekleyen ekstra kapsüler ligamanlar

Şekil 9: Proksimal femurun kanlanması

Şekil 10: Tek bacak üzerindeyken kalça eklemine binen moment kuvvetleri ve yönleri

Şekil 11: Kuvvet kolu ile gerekli olan abduktör kas kuvvetinin vücut ağırlığının katları şeklinde oranı

Şekil 12: A: Pauwels açısı, B: makaslama açısı

Şekil 13: Garden sınıflandırması

Şekil 14: Femur boynu fraktürünün kanüle vida ile fiksasyonu

Şekil 15: Femur boyun fraktüründe medial buttress plak yerleştirilmesi

Şekil 16: Bazoservikal fraktür ve kayan kalça vidası ile bir adet derotasyon vidası ile tedavisi

Şekil 17: Ganz'ın tarif ettiği şekilde kapsülotomi

Şekil 18: Femur boyun kırığında medial buttress plak uygulaması, superiorda bir adet kilitli inferiorda iki adet kilitsiz vida ile birlikte

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Retinaküler Arterlerin Görülme Sıklığı ve Boyutları

Tablo 2: Kalça Fleksörleri

Tablo 3: Kalça Ekstansörleri

Tablo 4: Kalça Abduktörleri

Tablo 5: Kalça Adduktörleri

Tablo 6: Kalça Dış Rotatörleri

Tablo 7: Kalça İç Rotatörleri

Tablo 8: Günlük yaşam aktiviteleri için gerekli kalça hareket açıklıkları

Tablo 9: Oxford Kalça Skoru (OHS)

Tablo 10: Demografik ve Radyolojik Özelliklerin Uygulanan Cerrahi Tedaviye Göre Karşılaştırılması

Tablo 11: Uygulanan Cerrahi Tedaviye Göre Klinik Sonuçların Karşılaştırılması

Femur Boyun Kırıklarının Cerrahi Tedavisinde Açık Redüksiyon ve Vida Osteosentezi ile Medial Buttress Plak Destekli Açık Redüksiyon ve Vida Osteosentezinin Karşılaştırılması

Özet

Amaç

Bu çalışmanın amacı, femur boyun kırıklarının cerrahi tedavisinde kullanılan iki farklı yöntem olan açık redüksiyon ve vida ile osteosentez ile medial buttress plak destekli açık redüksiyon ve vida osteosentezinin klinik sonuçlarının karşılaştırılmasıdır. Araştırma bu iki cerrahi yaklaşımın kırık iyileşme oranı, komplikasyonlar (örneğin; nonunion, avasküler nekroz), fonksiyonel iyileşme ve hasta memnuniyeti üzerindeki etkilerini incelemeyi hedeflemektedir. Çalışma aynı zamanda hangi yöntemin daha üstün olduğunu belirlemek amacıyla cerrahi zorluklar ve komplikasyon risklerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Gereç ve Yöntem

Çalışmamıza 2016-2023 yılları arasında collum femoris fraktürü sebebiyle Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde opere edilmiş 18-60 yaş arasındaki hastalar dahil edilmiştir. Patolojik kırıklar, aktif enfeksiyon, önceki kalça cerrahisi ve takiplere gelmeyen hastalar çalışmadan çıkarılmıştır. Hastalar açık redüksiyon ve vida ile osteosentez, açık redüksiyon medial buttress plak destekli vida ile osteosentez olarak iki grup olarak incelenmiştir. Radyolojik ve klinik olarak kırık iyileşmesi, Harris kalça skoru, Oxford kalça skoru, Kalça ROM ve komplikasyonlar belirlenmiştir. Toplanan veriler istatistiksel analiz ile değerlendirilmiştir.

Bulgular

Bu çalışmaya, femur boyun kırığı nedeniyle cerrahi olarak tedavi edilen toplam 31 hasta dahil edildi. Hastalar, uygulanan cerrahi tekniğe göre iki gruba ayrıldı: yalnızca kanüle vida ile fikse edilen olgular (Grup 1, $n = 19$) ve kanüle vida ile birlikte plak uygulanan olgular (Grup 2, $n = 12$). İki grup arasında yaş ortalamaları benzer olup, Grup 1'de 41.2 ± 17.6 yıl, Grup 2'de ise 40.8 ± 16.2 yıl idi ($p = 0.953$). Cinsiyet dağılımı, sigara kullanım oranı, kırık tarafı, travma mekanizması ve ortalama takip süresi bakımından gruplar arasında anlamlı bir fark izlenmedi. Redüksiyon kalitesi, ameliyat sonrası çekilen radyografilerle değerlendirildi ve dört gruba ayrıldı. Her iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmadı. Her iki grubun postoperatif 4. ve 12. aylarda değerlendirilen klinik sonuçları karşılaştırıldığında, VAS, Harris Kalça Skoru ve Oxford Kalça Skoru açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı.

Sonuç

Çalışmamızın sonucunda her iki grup arasında fonksiyonel ve klinik sonuçlar açısından anlamlı fark bulunmadığı için bu kırıkların açık cerrahisinde ek olarak MBP yerleştirmeyi önermemekteyiz. Fakat medialden yerleştirilecek buttress plağın vertikal makaslama kuvvetine karşı göstereceği direnç göz ardı edilmemelidir.

Anahtar kelime

Avasküler nekroz, Buttress plak, Femur boyun kırığı, Harris kalça skoru, Kanüle vida, Oxford Kalça skoru

Comparison of Open Reduction and Screw Osteosynthesis Versus Medial Buttress Plate-Supported Open Reduction and Screw Osteosynthesis in the Surgical Treatment of Femoral Neck Fractures

Abstract

Objective

The aim of this study is to compare the clinical outcomes of two different surgical techniques used in the treatment of femoral neck fractures: open reduction and screw osteosynthesis versus open reduction and screw osteosynthesis supported with a medial buttress plate. The research focuses on evaluating the effects of these two surgical approaches on fracture healing rate, complications (e.g., nonunion, avascular necrosis), functional recovery and patient satisfaction. Additionally, the study seeks to determine which method is superior by assessing surgical challenges and complication risks.

Materials and Methods

The study included patients aged between 18 and 60 years who underwent surgery for collum femoris fractures at Haseki Training and Research Hospital between 2016 and 2023. Patients with pathological fractures, active infections, prior hip surgeries, and those lost to follow-up were excluded. Patients were divided into two groups: those treated with open reduction and screw osteosynthesis, and those treated with open reduction and screw osteosynthesis supported by a medial buttress plate. Radiological and clinical fracture healing, Harris Hip Score, Oxford Hip Score, hip range of motion (ROM), and complications were assessed. The collected data were evaluated using statistical analysis.

Results

A total of 31 patients who underwent surgical treatment for femoral neck fractures were included in this study. Patients were divided into two groups based on the surgical technique used: those fixed only with cannulated screws (Group 1, n = 19) and those treated with both cannulated screws and a plate (Group 2, n = 12). The mean ages were similar between the groups: 41.2 ± 17.6 years in Group 1 and 40.8 ± 16.2 years in Group 2 ($p = 0.953$). No significant differences were observed between the groups in terms of gender distribution, smoking rates, fracture side, trauma mechanism, or mean follow-up duration. The quality of reduction was evaluated through postoperative radiographs and categorized into four groups; no significant differences were found between the two groups. When clinical outcomes at postoperative months 4 and 12 were compared, no statistically significant differences were found in terms of VAS, Harris Hip Score, and Oxford Hip Score.

Conclusion

As our study found no significant differences in functional and clinical outcomes between the two groups, we do not recommend the additional placement of a medial buttress plate (MBP) in the open surgical treatment of these fractures. However, the resistance that a medially placed buttress plate may provide against vertical shear forces should not be overlooked.

Keywords

Avascular necrosis, Buttress plate, Cannulated screw, Femoral neck fracture, Harris Hip Score, Oxford Hip Score

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Femur boyun kırıkları yaygın kalça travmalarıdır ve esas olarak femur başı ve boynuna etki eden yukarıdan aşağıya olan kuvvetlerin rotasyonel ve açılmal streslerinden kaynaklanan kırıklardır.(1) 60 ve daha genç yaşındaki hastalarda femur boyun kırıkları, daha yüksek enerji ile geliştiği ve daha deplase kırıklar olduğu için tedavisi güç yaralanmalardır. Daha genç hastalarda fonksiyonel beklenti daha yüksek olduğu için, cerrahi tedavi doğal kalçayı korumayı hedefler.(2)

Günümüzde femur boyun kırıkları için ideal cerrahi tedavi henüz tam netleştirilebilmiş değil.(3) Bu kırıklar için kanüle vida(KV), kayan kalça vidası(SHS), plak ile osteosentez, intramedüller çivi, parsiyel protez, total kalça protezi gibi birçok tedavi yöntemi önerilmiştir. Özellikle genç hastalarda, destekleyici geniş çaplı klinik kanıt olmadığı için hangi tedavi türünün ideal olduğunu belirten ortak bir görüş yoktur. Her tedavi seçeneğinin kendi avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Bu durum, bu zorlayıcı kırıkların yönetiminde daha çok kanıta dayalı bilgi ve kılavuzluğa ihtiyaç olduğunu vurgular.(4)

Femur boyun kırıklarının tedavisinde; verilen minimal travma ve güvenilir fiksasyon etkisi nedeniyle kapalı redüksiyon ve birden fazla kanüle vida (KV) ile internal fiksasyon en yaygın klinik uygulama olmuştur. Femur boynu fiksasyonundaki en ideal yöntem burkulma ve gerilmeye karşı etkileri olağanüstü olan üç paralel vida ile ters üçgen formasyonudur. Yine de vertikal femur boyun kırıklarında üç adet kanüle vida ile fiksasyon tedavisinde, kaynamama ve femur başı nekrozu gibi komplikasyonların görülme sıklığı yüksektir.(5)

Posteriyordan parçalı femur boyun kırıklarının tedavisinde medial buttress plak (MBP) kullanılmış ve umut verici sonuçlar bildirilmiştir. İlk olarak MBP fiksasyonu, genç erişkinlerde vertikal femur boyun kırıklarının tedavisinde makaslama kuvvetlerine karşı direnç oluşturması ve komplikasyon risklerini düşürmesi amacıyla duyurulmuştur.(6) Daha sonra üç KV ve MBP kombine edilerek direkt anterior yaklaşımla uygulanmış ve 27 genç hastadaki pauwels tip III fraktürün %89'unda femur boyun kısalığı olmaksızın kaynama elde edilmiştir.(7) Güncel bir meta-analizde,

ekstra MBP desteği yapılan hastalarda daha kısa iyileşme süresi, daha az komplikasyon ve daha yüksek Harris kalça skoru (HHS) gösterilmiştir.(8)

Daha önce yapılan çalışmalardan yola çıkarak, 18-60 yaş arasındaki hastaların femur boyun kırıklarının açık cerrahi tedavisinde 3 adet kanüle vidaya ek olarak yerleştirilecek medial buttress plağın medial kalkar desteğini sağlayacağını, vertikal makaslama kuvvetine direnç oluşturacağını böylelikle daha iyi sonuçlar vereceğini düşündük. Bu sebeple bu iki tekniği, hangisinin daha üstün olduğunu gösterebilmek için klinik ve fonksiyonel iyileşme ile komplikasyonlar açısından karşılaştırmayı hedefledik.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. EPİDEMİYOLOJİ

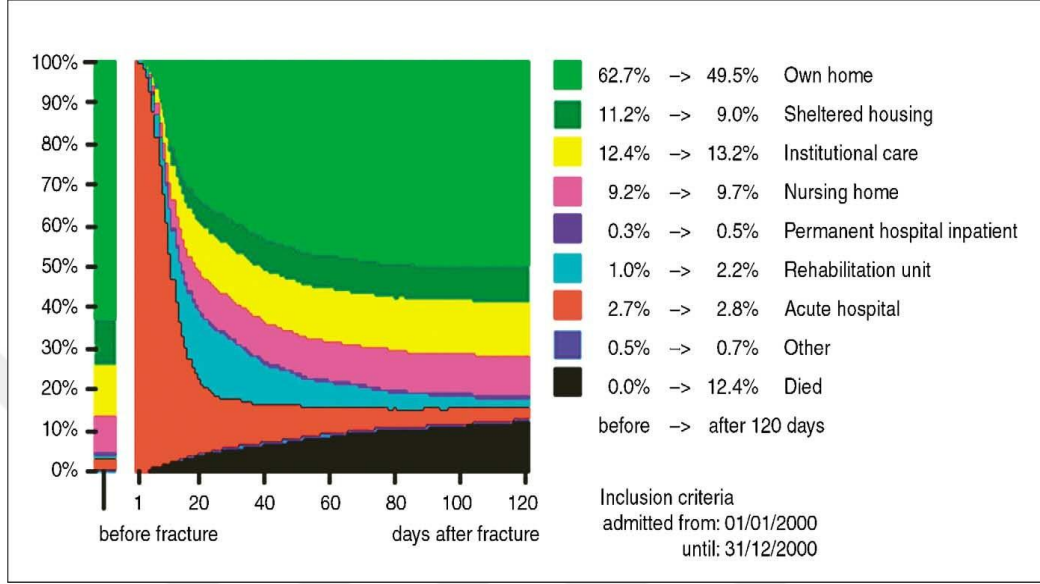
Kalça kırıklarının epidemiyolojisi, coğrafî bölgelere ve farklı popülasyonlara göre büyük farklılıklar gösterir. İskandinav ülkeleri ve Amerika Birleşik Devletleri, dünyada en yüksek kalça kırığı insidansına sahip bölgelerdir. Avrupa'nın güney ve doğu kesimlerinde insidans daha düşüktür; Akdeniz ülkeleri, Asya ve Güney Amerika en düşük insidans oranlarına sahiptir. Genel olarak, kuzeyden güneye ve batıdan doğuya doğru bir insidans düşüşü gözlemlenmektedir. Bu fark, Norveç gibi yüksek riskli ülkelerle Şili gibi düşük riskli ülkeler arasında 15 kata kadar çıkabilir. Ayrıca yaş dağılımı da bu sayılarda önemli bir rol oynar; çünkü yaş arttıkça kalça kırığı insidansı da üstel olarak artar. Bugüne kadar femur boyun kırıklarının tedavisini inceleyen tüm randomize çalışmalar, yüksek insidans oranlarına sahip ülkelerde gerçekleştirilmiştir. Örneğin, 1996/97 yıllarında Norveç'te 50 yaş üzeri kadınlarda yaşa göre düzeltilmiş kalça kırığı oranı 10.000'de 118, erkeklerde ise 10.000'de 44 olarak belirlenmiştir. Son yıllarda, Norveç gibi bazı yüksek riskli ülkelerde insidans oranının artma eğilimi durmuştur. Bu ülkelerde kalça kırığı sayısındaki artış artık sadece yaşlanan nüfus nedeniyle beklenmektedir.(9)

Kalça kırığı, birtakım farklı tiplerdeki proksimal femur kırığı için kullanılan genel bir tabirdir. Femur boyun kırığı ve femur boyunun distalinde kasların yapışma yerine uzanan kırıklar (intertrokantaerik femur kırığı) olarak iki ana tiptir. Bu ikisinin arasındaki kırıklara ise bazoservikal kırıklar denmektedir. Trokanterik kırıklar, trokanter minörün 5 cm distaline uzanırsa subtrokanterik kırık adını alır.(10) Her yıl Amerika Birleşik Devletleri'nde 250,000'den fazla kalça kırığı meydana gelmektedir. Bu kırıkların yaklaşık olarak yarısı femur boyun kırığıyken diğer yarısı ise intertrokanterik femur kırığıdır. Bu sayının 2050 yılında iki katına çıkacağı öngörülmektedir.(11) Kalça kırıklarının $\frac{3}{4}$ 'ü kadınlarda görülmektedir. Genç hastalarda görülme sıklığı çok düşüktür ve genellikle yüksek enerjili travma ile ilişkilidir. Büyük çoğunlukla, yaşlılarda (ortalama 72 yaşında) düşük enerjili düşme sonrası gelişmektedir. Kadın cinsiyeti, beyaz ırk, ileri yaş, kötü sağlık durumu, tütün ve alkol kullanımı, önceki kırık ve düşme öyküsü, düşük östrojen seviyesi risk faktörleri olarak sayılmaktadır. (11) Avrupa'dan Amerika Birleşik Devletleri'ne 50 yaşındaki kadınlarda, ömür boyu kalça kırığı gelişme riski %10-15 arasındayken, erkeklerde bu risk kadınların yarısı ya da üçte biri kadardır.(12) İsveç'te ise bir kadının ömür boyu kalça kırığı geçirme ihtimali %20 olarak tahmin edilmektedir.(10)

İdeal femur boyun kırığı tedavisi osteosentez ve artroplasti seçimleri arasındaki dengeye bağlıdır. Amaç osteosentez sonrası iyileşme esnasındaki komplikasyonları düşürmek ve gereksiz artroplasti uygulamalarıyla aşırı tedaviden kaçınmaktır. Genellikle ayrışmamış kırıkların tedavisinde osteosentez kabul görürken, yaşlı hastalardaki ayrışmış kırıkların tedavisinde artroplasti daha uygundur. Genç hastalarda daha az ayrışmış kırıkların tedavisinde ise yine osteosentez seçilmektedir.(10)

Hastaların %88'i kırıktan önce kapalı alanda yürüyebiliyorken ameliyattan dört ay sonra bu oran %75 olmaktadır. Kırıktan önce hastaların %55'i tek değnek veya desteksiz halde yürüyebiliyorken ameliyattan dört ay sonra sadece %29'u bunu başarabilmektedir. Kırıktan önce hastaların %96'sı yürüteç ya da daha az yardımla yürüyebiliyorken ameliyattan dört ay sonra bu oran %87'ye düşmektedir. (10) Kendi evinde yaşayan hastaların büyük bir çoğunluğu tedaviden 3 hafta sonra evlerine

dönmektedir. Kendi evinde ya da huzurevinde yaşayan hastaların büyük bir çoğunluğu ise kırıktan 1-2 ay sonra önceki yaşadıkları yere dönmektedir. Hastaların $\frac{3}{4}$ 'ü kırıktan 4 ay sonra tekrar kendi evinde yaşamaktadır. (10) (Şekil 1)



Şekil 1: 2000 yılında İsveç'teki femur boyun kırığı olan hastaların kırıktan önce ve 4 ay sonrasına kadar olan periyoddaki yaşam biçimleri(10)

2.2. TARİHÇE

Femur boyununun kalın medial korteksi sıklıkla İngilizce literatürde kalker femoris diye tanımlanmışken, Almanca literatürde 'Adambogen' ya da 'Adamschen Bogen' (Adams's arch) tanımlanmaktadır.(13) Femur boyununun medial korteksinin bu bölgedeki kırıkların stabilitesi için önemli olduğu Robert Adams isimli İrlandalı bir anatomist ve cerrah tarafından vurgulanmıştır(14). Adam's arch teriminin ilk kullanımı muhtemelen 1883 yılında Amerikalı cerrah N. Senn tarafından yapılmıştır.(15,16) Kaynağı da muhtemelen 1850'de yayınlanan Smith'in monografisi(17) ya da Todd'un Ansiklopedisiydi(18). 13 yıl sonra (1896) Theodor Kocher kendi monografisinde proksimal femur kırıklarıyla baş ederken femur boyun kırıklarının tanımında 'Adamschen Bogen' terimini kullanmıştır ve kaynak olarak Senn'i göstermiştir.(19) 1924'te Faltin femur kırıklarının tedavisine ilişkin özetinde Adam's arch denen çok güçlü bir kortikal katmandan bahsetmiştir. Kaynak olarak Senn'i gösterirken Adams ve Smith'ten bahsetmemiştir.(20) Adam's arch (Adam

Bogen) terimi Alman anatomi ve cerrahi literatürüne Kocher ya da Faltin tarafından girmiştir.(21–23)

Robert W. Smith'in yeğeni olan Sir William Stokes (1839–1900), 1863'te Viyana'ya, 1864'te Berlin'e gitmiş ve von Langenbeck gibi önemli Alman ve Avusturyalı cerrahlarla tanışmıştır. Bernhard Rudolph Konrad von Langenbeck (1810-1887) femur boynu kırıklarının tedavisinde internal fiksasyon uygulayan ilk cerrahlardan biri olarak bilinmektedir.(24) Sir William Stokes hayatının son dönemlerinde (1896), bu tür kırıklar hakkında küçük bir monografi yayımlamıştır. Bu çalışmada, öne çıkan üç cerraha (Colles, Adams ve Smith) atıfta bulunarak, proksimal femur kırıkları için kendi ayrıntılı sınıflandırmasını sunmuştur.(25) Farklı kırık türlerini fotoğraflarla göstererek açıklamalar yapmıştır. Ancak, bu monografi proksimal femur kırıklarıyla ilgili tarihsel incelemelerde nadiren referans gösterilmektedir.(26,27)

Proksimal femur kırıklarının incelenme tarihine bakıldığında, 1818 ile 1838 arasındaki dönem "İngiliz Dönemi" olarak adlandırılabilir. Bu dönem, 1818 yılında Colles'in makalesiyle başlamış ve ertesi yıl Cooper ve Travers tarafından "Surgical Essays" (Cerrahi Makaleler) adlı eserde alıntılanarak devam etmiştir. Bu kitapta, femur boynu kırıklarının ilk kapsamlı tanımı yapılmıştır.(28) Cooper ve Travers, bu kırıkları prognozlarına göre intrakapsüler ve ekstrakapsüler olarak ikiye ayırmışlar; klinik ve kadavra bulgularını bugünkü bilgilerle dahi geçerliliğini koruyan bir biçimde ayrıntılı olarak açıklamışlardır. Ayrıca, intrakapsüler kırıkların iyileşme sürecini tartışmışlar ve bunların yalnızca fibröz doku aracılığıyla kaynadığını öne sürmüşlerdir. Bu görüş, sonraki yıllarda uzun süre yaygın olarak kabul edilmiştir. Bunun yanı sıra, subtrokanterik kırıklara da değinerek, proksimal fragmanın karakteristik yer değiştirmesini betimlemişlerdir. Şu ifadeyi kullanmışlardır: "Kemiğin üst ucu öne ve yukarı çekilir, böylece uyluk kemiği gövdesiyle neredeyse dik açı oluşturur. Bunun nedeni açıkça iliakus internus ve psoas kaslarının kasılmasıdır."(28)

Cooper, 1822'de yayımladığı "A Treatise on Dislocations and on Fractures of the Joints" (Çıkıklar ve Eklem Kırıkları Üzerine Bir İnceleme) adlı monografisiyle uluslararası alanda tanınmıştır.(29) Cooper'in daha az bilinen ancak önemli bir diğer

eseri ise, 1837'de yayımlanan "The Principles and Practice of Surgery" (Cerrahinin Prensipleri ve Uygulaması) adlı monografisidir. Bu çalışmasında, femur kırıklarıyla ilgili ek açıklamalar yapmıştır. Özellikle ilginç olan kısımlar:

- 16 yaşındaki bir kızda büyük trokanterin izole bir avulsiyon kırığını tanımlaması
- H. Earle tarafından önerilen femur boynu kırıkları için "Mr. Earle'in kırık yatağı" adlı tedavi yöntemine yer vermesi(30)

Bu çalışmaların çoğu, günümüz tıbbi bilgileriyle hala büyük ölçüde geçerliliğini korumaktadır. Özellikle, Todd's Cyclopaedia, bu konuda oldukça önemli bilgiler içermektedir. Colles, Adams ve Smith'in kurmuş olduğu Dublin Cerrahi Okulu'nun proksimal femur kırıklarının anlaşılmasına yaptığı katkıları azımsanamayacak ölçüdedir.(31)

Femur başının arteriyel kanlanmasıyla ilgili araştırmaların tarihi Chandler ve Kreuscher (1932), Nordenson (1938) ve Wolcott (1943) tarafından kapsamlı şekilde incelenmiştir. Hyrtl (1846), ligamentum teres damarlarının femur başı için besleyici bir rol oynamadığını, bu damarların fovea yüzeyine yayıldıktan sonra doğrudan foveal venlere geçtiğini belirtmiştir. Langer (1876), yaptığı enjeksiyonlarla, ligamentum teres aracılığıyla gelişmekte olan femur başına damarların girdiğini ve bu damarların ossifikasyon merkezi için hayati olduğunu göstermiştir. Ancak yetişkinlikte bu damarların önemsizleştiğini ve başlıca kanlanmanın servikal damarlarla sağlandığını ifade etmiştir. Walmsley (1915), 100 ligamentum teresi inceledi ancak hiçbirinde önemli boyutta damar bulamadı; ligamentin, ancak çok küçük miktarda kan taşıyabileceğini düşündü. Kolodny (1925), fetüsler, çocuklar ve yetişkinlerde yaptığı çalışmalarla, ligamentum teres damarlarının yeni doğan ve çocuklarda besleyici bir rol oynayabileceğini, ancak erişkinlerde önem taşımadığını belirtti. Zemansky ve Lippmann (1929) de benzer sonuçlara ulaşmıştır. Chandler ve Kreuscher (1932), 114 ligamentum teresi inceledi. Altı femur başında seri kesitler aldı. Tüm yetişkin bireylerde (ortalama yaş 48) damarlar vardı. Bazılarında damarlar küçük olsa da, çoğunda anlamlı bir kanlanma sağlıyordu. Ayrıca ligament damarları ile baş içindeki damarlar arasında anastomoz olduğunu gösterdiler. Nordenson (1938), ligamentum teres damarlarının tüm yaşlarda mevcut olduğunu, ancak yaşla birlikte damarların ateroskleroz nedeniyle obliterasyona uğradığını bildirmiştir. İlginç şekilde, medial

femur boynu kırıklarında foveal damarların daima büyük olduğunu gözlemlemiştir. Bu damarların hipertrofiye uğrayabilme yeteneğini bu duruma neden olarak göstermiştir.

Wolcott (1943), arteriyel düzeni çocukluktan ergenliğe kadar inceledi. Erişkinlerde de benzer araştırmalar yaptı. Çocuklarda femur başındaki ossifikasyon merkezinin, kanını medial sirkumfleks arterden çıkan kapsüler damarlarla aldığını bulmuştur. Ligamentum teres damarlarının, çocuklarda femur başına girmediğini ve yalnızca ligamentin foveadaki bağlantı noktasında küçük damarların mevcut olduğunu göstermiştir. Ligamentum teres, kapsüler arterler ve kemik iliğinden gelen damarlar arasındaki anastomoz, ancak baştaki kırıkdağın inceli damarların birleşebildiği, yani ossifikasyonun tamamlandığı aşamada gerçekleştiğini; anastomoz gerçekleşene kadar ligamentum teresin dolaşımı femur başı için kapalı olduğunu belirtmiştir. Erişkinlerde, Wolcott şu gözlemlerde bulunmuştur: %80 olguda, ligamentum teres femur başına giren en az bir ana arter taşımakta ve kapsül yoluyla giren damarlarla anastomoz yapmaktadır. %20 olguda ise damarlar başa girmemekte, fovea yüzeyine yayılarak ligamentin venleriyle dolaşımı tamamlamaktadır. Wolcott, foveal damarların yaşla birlikte büyüdüğünü belirten ilk araştırmacıdır. Bu gözlem, bazı diğer bulgularla çelişse de, klinik vakalarla uyumludur. Schmorl (1924), Hesse (1925) ve Santos (1930) bazı hastalarda yalnızca ligamentum teres damarlarının sağlam kaldığını ve femur başı fragmanının canlılığını bu yolla sürdürdüğünü bildirmiştir.(32)

Tarihte belgelenmiş ilk femur boynu kırığına sahip ve bu nedenle ölen kişi, Kutsal Roma İmparatoru ve Alman Kralı IV. Charles olarak kabul edilir. 1378 yılında femur boynu kırığı geçirmiş ve bunu takip eden süreçte pnömoni gelişmiş, bu da ölümüne neden olmuştur. Ortopedi tarihinde bu kırık, “çözülememiş kırık” olarak adlandırılmıştır. 1935 yılında Speed, femur boynu kırığının yüksek başarısızlık oranları nedeniyle hâlâ çözülememiş bir sorun olduğunu yazmış ve bu kırıkların tedavisinin, 20. yüzyılın ilk yarısındaki genel kırık tedavi ilerlemelerinin gerisinde kaldığını belirtmiştir.

Cerrahi dönemin öncesinde tedavi olarak traksiyon, alçılama, sadece yatak istirahati ve kırık redüksiyonu için kapalı manipülasyon uygulanıyordu. Bernhard R. K. von Langenbeck (1810–1887), femur boynu kırığı için cerrahi müdahaleyi öneren

ilk kişidir. Gerçekleştirdiği ilk ameliyatın ardından hasta ölmüştür. Ancak bu önemli bir başlangıçtır. 1875 yılında Franz König, ilk başarılı internal fiksasyon uygulamasını gerçekleştirmiştir. 1894'te Norveç'teki Ulusal Hastane'de görev yapan Profesör Nicolaysen, kapalı çivileme yöntemini 21 hasta üzerinde uygulamış ve 1897–1899 yıllarında sonuçlarını yayınlamıştır. Finlandiya ve İsveç'ten de kalça kırığı tedavisiyle ilgili erken yayınlar gelmiştir. Ancak bu dönemde kırıkların çoğu hala konservatif (ameliyatsız) yöntemlerle tedavi ediliyordu. 20. yüzyılın başlarında asepsi, paslanmaz çelik implantlar, radyoloji ve redüksiyon tekniklerinin gelişmesiyle birlikte Norveç asıllı Marius Nygaard Smith-Petersen ve ekibi, 1921 yılında flanşlı çiviği geliştirmiştir. Bu yöntem, femur boynu kırıklarının cerrahi tedavisinde dönüm noktası olmuş ve geniş çapta benimsenmiştir.

Daha sonra ameliyat sırasında kullanılan fluoroskopi de tedavi sürecini önemli ölçüde geliştirmiştir. Yine de başarısızlık oranları yüksek kalmış ve internal fiksasyon onlarca yıl boyunca en yaygın tedavi yöntemi olarak kullanılmıştır. 1943 yılında Moore ve Bohlman, ilk kez hemiarthroplasti uygulamışlardır. 1961 yılında Garden, umutsuzluk içinde başvuran bazı cerrahların femur başını çıkarıp protezle değiştirdiğini ifade etmiş ve bu yaklaşıma karşı çıkmıştır. Ancak Garden'ın bu eleştirilerine rağmen, artroplasti uygulamaları giderek yaygınlaşmış ve çözüm olarak fiksasyondan artroplastiye kayılmıştır.(9)

2.3. ANATOMİ

2.3.1. Proksimal Femur ve Femur Başının Anatomisi

Proksimal femur; femur başı, femur boynu, intertrokanterik bölge, subtrokanterik bölge(trokanter minörün 5 cm distalindeki alan) olarak dört bölgeye ayrılır:(33)



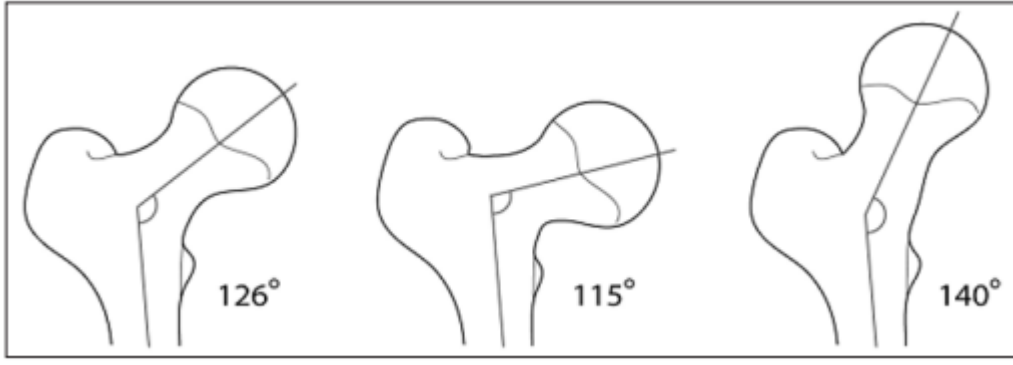
Şekil 2: Proksimal femurun bölümleri(33)

1. Femur Başı (Caput Femoris)

Femur başı, asetabulum kenarının da ötesine kadar uzanan eklem kıkırdağıyla kaplıdır ve yaklaşık %60–70 oranında küre şeklindedir.(34) Başın merkezi, femur boynunun ekseninden biraz medialde yer alır; bu konum, yük aktarımı sırasında optimal dağılım sağlar.(35) Orta kısmında, fovea capitis adlı açık bir alan bulunur; burası ligamentum teres'in femoral yerleşim bölgesidir. Bu ligament kan damarı taşımaya rağmen, eklem stabilitesine katkısı düşüktür ve sinovyal membran ile kaplı olduğu için eklem içi olmasına rağmen sinovyal dışıdır.(34)

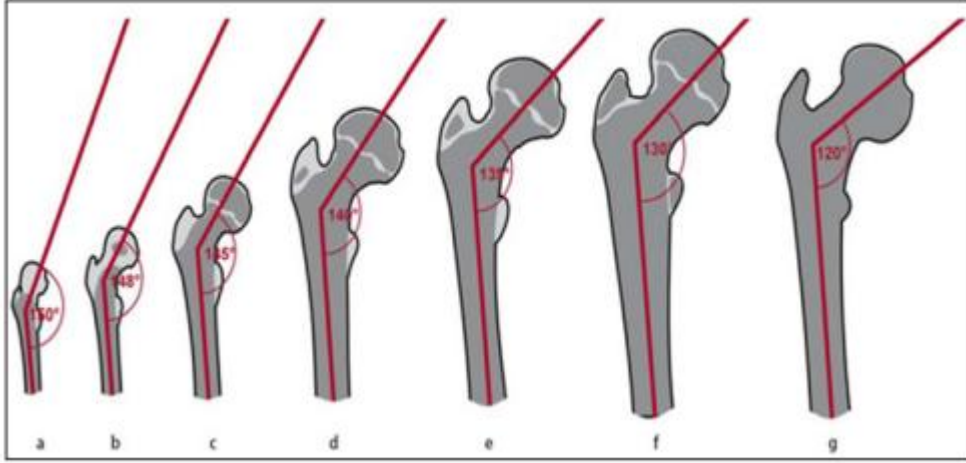
2. Femur Boynu (Collum Femoris)

Femur başı, femur boynu ile şaftla birleşir. Boyun-şaft açısı genellikle $125 \pm 5^\circ$ dir. Bu açı $>130^\circ$ olursa coxa valga, $<120^\circ$ olursa coxa vara olarak adlandırılır. Açının önemi, femur şaftının pelvisten yana doğru ayrılarak eklem hareketliliğini artırmasıdır.



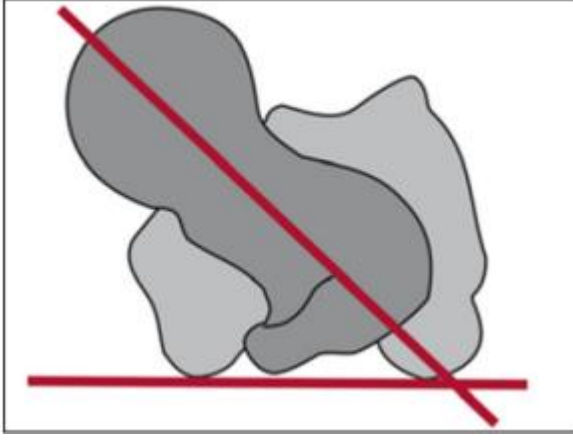
Şekil 3: Normal femur boyun-şaft açısı, coxa vara, coxa valga(36)

Bu açı, doğumdan sonra 150°'den yetişkinlikte 125°'ye düşer.(34) Bu açının normal sınırlar dışında olması, abdükör kasların moment kolunu değiştirerek hareket verimliliğini azaltabilir.(36)



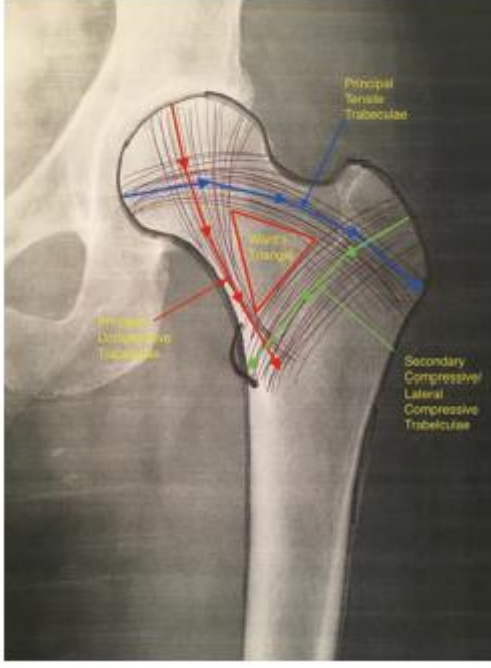
Şekil 4: Yaşla birlikte femur boyun- şaft açısı değişimi , doğumda(a), 1 yaşında(b), 3 yaşında(c), 5 yaşında(d), 9 yaşında(e), 15 yaşında(f), yetişkin(g)(36)

Femur boynu, genellikle koronal düzleme göre biraz öne doğru döner, buna femoral anteversiyon denir.(34) Femoral anteversiyon, 11. haftada 5–10° olup doğumda 45°'ye kadar çıkar ve 16 yaşına kadar 15°'ye düşer.(33) Femoral anteversiyon açısı kalça fleksiyonu sırasında asetabular örtüşmenin sürekliliğini sağlar.(35)



Şekil 5: Femural anteversiyon (femur boynu ve femoral kondillerin horizontal düzlemde yaptığı açı (36)

Femur boynunun iç yapısında bulunan ve trabeküler kemik dokusunun en az olduğu bölge Ward üçgeni olarak tanımlanır. Bu yapı, femur boynunda bulunan başlıca çekme (tensil) ve basma (kompresyon) trabekülerinin kesişim noktasında yer alır. Medial tarafta baskıya dirençli, lateral tarafta ise çekilmeye dirençli trabeküler lifler yoğun şekilde bulunurken, Ward üçgeni bu ana trabeküler hatların arasında yer alan, nispeten boş ve zayıf bir alandır. Bu nedenle Ward üçgeni, yapısal olarak daha düşük yoğunluğa sahip olup, özellikle osteoporoz gibi kemik mineral yoğunluğunun azaldığı durumlarda kırık riski açısından klinik olarak önem taşır. Wolff Yasası'na göre kemik dokusu mekanik yüklere uyum sağlamak üzere yeniden şekillenme gösterse de, bu bölge doğası gereği trabeküler açıdan daha seyrek ve yapısal zayıflık gösterebilir.(33) Ward üçgeni, radyografik olarak değerlendirildiğinde trabeküler yapının zayıf olduğu hipodens alan olarak gözlenebilir ve özellikle yaşlılarda kemik mineral yoğunluğu analizinde kullanılır.(37)



Şekil 6: *Ward üçgeni*(33)

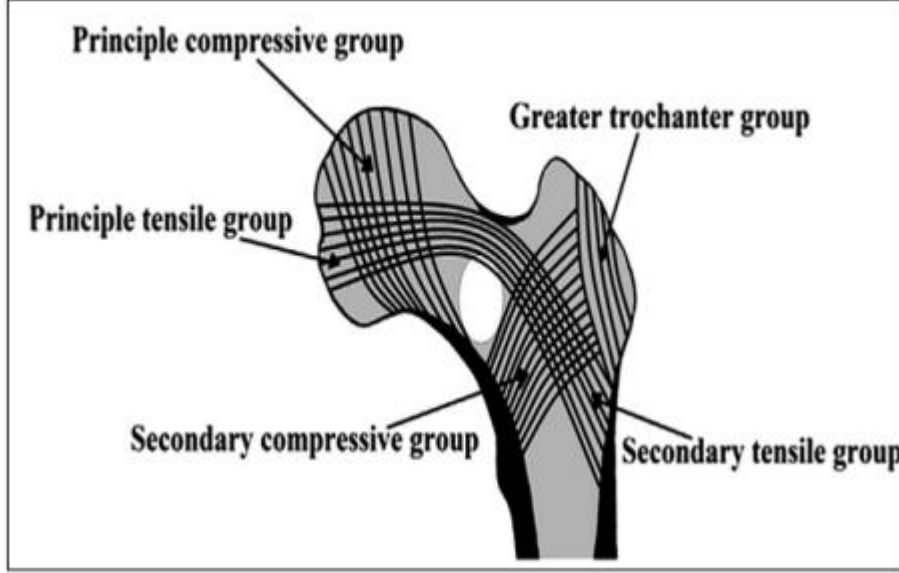
Primer tensil lifler, femur başının süperolateral bölgesinden başlayarak femur boynu boyunca medial kortekse doğru uzanan ince ama dirençli trabeküler sistemlerdir.(35) Bu trabeküler yapı, kalça eklemine gelen yüklerin bir kısmını gerilme kuvvetleri olarak absorbe eder ve özellikle yürüme, ayakta durma gibi aktivitelerde aktif rol oynar.(37) Primer tensil lifler, boynun alt-orta kısmında sonlanmadan önce Ward üçgeninin üst sınırını da oluşturur. (35)

Sekonder tensil lifler, primer tensil sistemin daha zayıf ve daha seyrek yapıları uzantılarıdır; genellikle femur boynunun posterosuperior kısmında gözlenir.(35) Bu yapılar gerilme direnci sağlar ama yapısal olarak daha seyrek olduklarından osteoporozda ilk etkilenen trabeküler gruplardan biridir. Klinik olarak, bu bölgelerdeki yoğunluk azalmaları düşme sonucu oluşabilecek kırık riskini artırır. (37)

Primer kompresif lifler, yük taşıyan temel yapıdır ve femur başının anteromedial kısmından başlayarak, femur boynunu ve intertrokanterik bölgeyi çaprazlayarak femur diafizine bağlanır.(38)Bu trabeküler sistem, vücut ağırlığının asetabulumdan femur shaftına iletiminde kompresyon kuvvetlerine karşı maksimum direnç gösterir.(37) Ayrıca, bu lifler femur boynunun alt kısmını destekler ve Ward üçgeninin alt sınırını oluşturur.(35)

Sekonder kompresif lifler, primer kompresif sistemin distale doğru devam eden daha zayıf ve ince yapıdaki dallarıdır.(38) Özellikle intertrokanterik alanda

bulunur ve trokanter minor çevresinde yoğunlaşır; bu nedenle iliopsoas kasının çekiş kuvvetine karşı destek sağlar.(35) Sekonder kompresif lifler, cerrahi planlamada implantların distal fiksasyon bölgelerinde dikkate alınması gereken yapılar arasında yer alır.(38)



Şekil 7: Primer ve sekonder tensil lifler, primer ve sekonder kompresif lifler, Ward üçgeni(beyaz alan)(36)

Calcar femorale, posteromedial femur korteksinden büyük trokantere uzanan yoğun bir kemik plaktır. En kalın kısmı medialdedir ve lateral doğrultuda inceler.(36)

3. Trokanterik Bölge

Büyük trokanter (Trochanter Major), gluteus medius ve minimus gibi kasların tutunduğu geniş, lateral yerleşimli bir çıkıntıdır. (35) Küçük trokanter (Trochanter Minor) ise iliopsoas kasının yapışma noktası olup posteromedial konumda yer alır.(35) Bu trokanterik yapılar arasında yer alan intertrokanterik linea (anterior) ve intertrokanterik krista (posterior), femur baş-boyun kompleksinin mekanik olarak diafize bağlanmasını sağlar. (37)

4.Subtrokanterik Bölge

Subtrokanterik bölge, femurun proksimal kısmında yer alır ve genellikle küçük trokanterin alt sınırından başlayarak femur cisminde geçişin başladığı yaklaşık 5 cm'lik bölümü kapsar.(35) Bu bölge, yüksek kortikal kemik oranı nedeniyle

trabeküler kemiğe oranla daha sert ve yoğun bir yapıya sahiptir. (37) Femur shaftına doğru geçiş sırasında subtrokanterik bölgede femur çapında azalma ve kemik yoğunluğunda artış gözlenir.(38) Anatomik olarak, subtrokanterik bölgenin ön yüzü hafifçe konvektir ve arka yüzünde linea aspera başlar; bu yapı, kas tutunmaları için yüzey sağlar ve mekanik dayanıklılığı artırır.(38) Linea aspera, özellikle medial ve lateral dudaklar şeklinde şekillenir ve bu bölgedeki yapışma yerleri, adduktor kas grubu ile ilişkilidir. Subtrokanterik bölge, gluteus maximus, psoas major ve adductor magnus gibi kasların kuvvet iletimi açısından fonksiyonel bir geçiş alanıdır. (35) Ayrıca, bu bölgeden geçen mekanik yük, hem baş-boyun segmentinden hem de trokanterik kas kuvvetlerinden gelir ve bu nedenle bu bölge biyomekanik stresin en yoğun olduğu alanlardan biridir.(37)

Yetişkin femurunda baş, boyun, büyük trokanter ve shaft arasında sabit geometrik ilişkiler vardır. Önemli açı ölçümleri:

- Lateral Proksimal Femoral Açığı (LPFA): $90^{\circ} \pm 5^{\circ}$
- Medial Proksimal Femoral Açığı (MPFA): $84^{\circ} \pm 5^{\circ}$
- Boyun-shaft açısı (MNSA): $130^{\circ} \pm 10^{\circ}$ (33)

2.3.2. Kalça Eklemi

Kalça, klasik bir top-yuva (ball-and-socket) eklemidir. Diğer sinovyal eklemlerde de olduğu gibi 4 temel özelliği mevcuttur:

1. Bir eklem boşluğuna sahiptir.
2. Eklem yüzeyleri hyalin kıkırdak ile kaplıdır.
3. Sinovyal sıvı üreten bir sinovyal membran vardır.
4. Eklem, bağ dokusundan oluşan bir kapsül ile çevrilidir.

Kalça eklemindeki yuva şeklindeki asetabulum, ilium (%40), ischium (%40) ve pubis (%20) olmak üzere üç kemiğin birleşimiyle oluşur. İskelet matüritesinden önce bu üç kemik triradyat kıkırdak ile ayrılır.(34) Triradyat kıkırdağın kapanması ve bu kemiklerin birleşmesi genellikle 14–16 yaşlarında başlar ve 23 yaşına kadar tamamlanır.

Asetabulumun eklem yüzeyi, yukarıdan bakıldığında ay şekline benzer (lunat form). Bu lunat şeklindeki kıkırdağın ortasında yağ dokusu içeren bir alan olan

asetabular fossa yer alır. Burada ligamentum teres'in asetabular bağlantısı bulunur. Bu fossanın alt kısmı, inferior transvers ligament ile tamamlanır. Asetabulumun kenarına bağlı olan labrum (fibrokıkırdak yapı), omuzdaki glenoid labrum kadar stabilite sağlamasa da, eklem gelişimine ve kuvvet dağılımına katkıda bulunur. Ayrıca, sinovyal sıvının periferik bölgelere hareketini kısıtlayarak eklem içindeki negatif basıncı korumaya yardımcı olduğu düşünülmektedir. Labrum, asetabulumun çevresinde dolaşarak inferiorda, transvers asetabular ligamentin altında sonlanır. Kemik kenara tutunur, kapsülün eklem yerinden ayrı bir şekilde yer alır. Kan desteğini obturator arter ile superior ve inferior gluteal arterlerden alır. Yırtıklar genellikle labrum ile kıkırdak birleşim yerinde görülür – bu bölgeye "watershed bölgesi" denir.(34)

2.3.2.1. Kalça Eklemi Kapsülü ve Bağları

Kalça eklem kapsülü oldukça sağlamdır. "Top-yuva" şeklindeki yapı doğal olarak yüksek stabilite sağlarken, bu yapıdaki ligamentöz kapsül de önemli katkı sunar. Kapsül, üç ayrı yapının birbirine sarılmasıyla oluşur:

1. İliofemoral Bağ (Ligamentum iliofemorale)

- Kalçanın ön kısmında görülür ve ters "Y" şeklindedir.(34)
- Spina iliaca anterior inferior ile femurun öndeki linea intertrochanterica arasında uzanır.(39) İntertrokanterik çizgi boyunca spiralleşerek ilerler.
- Ekstansiyonda gergin, fleksiyonda gevşektir.
- Ayakta dururken pelvisin arkaya devrilmesini engeller ve alt ekstremitenin adduksiyonunu sınırlar.
- Vücutta en güçlü bağıdır ve 350 N'den fazla çekme kuvvetine dayanabilir.(34)
- Ekstansiyonda iç rotasyonu, her iki durumda dış rotasyonu sınırlar.(33)

2. Pubofemoral Bağ

- Ramus pubis superior ile femur boynunun alt kısmı arasında yer alır.(39)
- İliofemoral bağın medial kenarına karışır.
- Kapsülün ön-alt kısmını destekler.
- Dört bağ arasında en zayıfı olarak bilinir.(34)
- Ekstansiyonda dış rotasyonu sınırlar.(33)

3. İsciofemoral Bağ

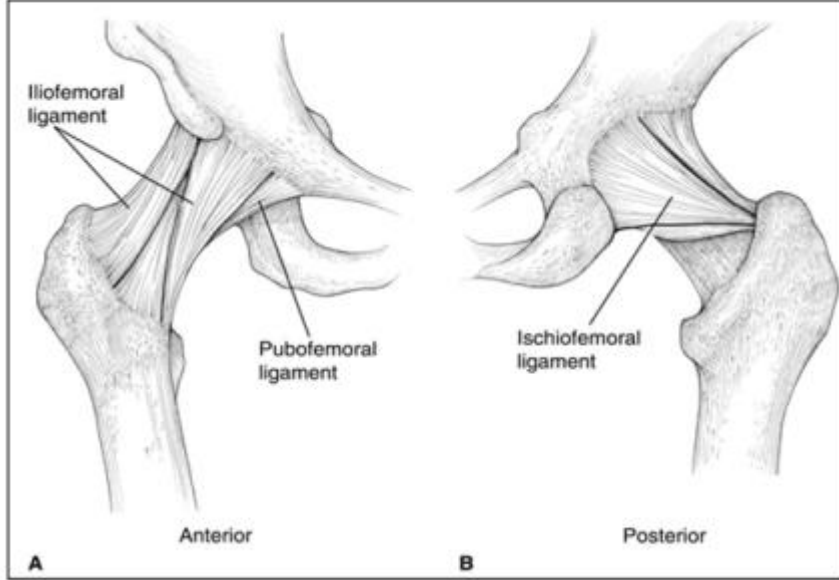
- Ischiumdan başlar, femur boynunun arka ve alt kısmına uzanır.(39) Trokanter major tabanının medialinde sonlanır.(34)
- Fleksiyon ve ekstansiyonda iç rotasyonu sınırlar.(33)

Zayıf Noktalar ve Ekstra Bağlar:

Kapsül güçlü olmasına rağmen, iki zayıf bölge tanımlanmıştır:

- Ön kısımda: İliofemoral ile pubofemoral bağ arasında,
- Arka kısımda: İliofemoral ile ischiofemoral bağ arasında.

Aşırı travmalarda, doğal kalça eklemi bu zayıf noktalardan disloke olabilir.



Şekil 8: Kalça eklemine destekleyen ekstra kapsüler ligamanlar; A:anterior , B: posterior (36)

Diğer İki Bağ:

1. Ligamentum teres

- Stabiliteye çok az katkı sağlar.
- Travmatik çıkıklarda yırtılabilir.
- Artroskopi ile dejenerasyonu daha iyi anlaşılmıştır.
- Beslenmeye katkı sağladığı öne sürülmektedir.

2. Zona orbicularis (açısal bağ)

- Femur boynunu düğme deliği gibi saran bir yapıdadır.
- Stabiliteye etkisi oldukça azdır.(34)

2.3.2.2. Kalça Eklemine Nörovasküler Anatomisi

Kalça eklemi, özellikle kalça kapsülünü içeren çok sayıda sinir tarafından innerve edilir. Bu sinirler, hem nosiseptif (ağrı) hem de proprioseptif (pozisyon hissi) geri bildirimde önemli rol oynar:

Posterior Articular Nerve

Quadratus femoris kasına giden sinirin bir dalıdır. Kalça eklemine en geniş sinirsel kaynağını oluşturur. Kapsülün arka ve alt bölümlerini ve ayrıca ischiofemoral bağı innerve eder.

Üst Gluteal Sinir (Nervus gluteus superior)

Kalça kapsülünün üst bölgesine sinirsel destek sağlar.

Femoral Sinir (Nervus femoralis)

Kalça kapsülünün ön kısmına doğrudan dallar verir.

Medial Articular Nerve

Obturator sinirinin ön dalından çıkar.

Anteromedial ve anteroinferior kapsül bölgelerine sinir sağlar.

Obturator Sinirinin Posterior Dalı

Ligamentum teresi innerve eder.

Labrum ve Duyusal Reseptörler

Asetabular labrum, yalnızca mekanik bir yapı değil, aynı zamanda yoğun sinir uçları ve serbest sinir sonlanmaları içerir. Bu nedenle, labrumun ağrı algısı(nosisepsiyon), eklem pozisyonu hissi(proprioepsiyon) gibi görevleri olduğu düşünülmektedir.(36)

Cerrahi girişimde dikkat edilmesi gereken nörovasküler yapılar bulunmaktadır. Anteriorda önemli yapılar femoral sinir, arter ve vendir(lateralden mediale doğru sıralı). Bunlar pelvisten inguinal ligamanın altından birlikte geçerek dışarı çıkarlar. Bu yapılar iliopsoas kası tarafından eklemde iyi şekilde ayrılmıştır. Arka tarafta siyatik sinir, lumbosakral pleksustan çıkarak piriformis kasının altından geçer ve pelvisten dışarı çıkarak uyluğa, trochanter major lateraliyle ischiumun mediali arasından giriş

yapar. Bu sinir, popülasyonun yaklaşık %10-12'sinde foramen ischiadicum majus içinde piriformis tarafından ikiye ayrılabilir. Siyatik sinirin üzerinde ve yine siyatik çentikten çıkan yapılar superior gluteal sinir ve ona eşlik eden arterdir. Bu iki yapı, gluteus medius ve minimus kaslarını beslerken posteriordan anteriora doğru bu kasların arasından geçer. Kalçaya posterior yaklaşımda, quadratus femoris kasının alt sınırındaki zengin vasküler anastomoz nedeniyle kanama ile karşılaşılabilir. Bu ağ, birinci perforan arterin çıkan dalı, medial ve lateral sirkumfleks femoral arterlerin dalları ve inferior gluteal arterin inen dalı gibi yapılardan oluşur.(34)

2.3.3. Proksimal Femur ve Femur Başının Kanlanması

Proksimal femurda üç ana kan damar grubu bulunur:

- Nutrient Arter (Besleyici Arter)
- Retinakülär (Kapsülär) Arter
- Foveolar Arter (Ligamentum Teres Arteri)(32)

En önemli kan desteğini, medial femoral sirkumfleks arterin derin dalı sağlar. Femur başına giden ana kan akışı bu damarın terminal dalları aracılığıyla gerçekleşir. Bu terminal dallar, eklem kapsülünü delerek kemik-kıkırdak sınırından 2–4 mm proksimale girer.(33)

1. Nutrient Arter (Besleyici Damar):

Femur gövdesinin ortasından girer. Tekli veya çift olabilir. Üst dal, medüller boşluk boyunca yukarı doğru uzanır ve retinaküler arterlerle anastomoz yapar. 13 yaş altı bireylerde, metafizden epifize geçen damar görülmemiştir. Ancak bazı erişkin örneklerde bu anastomoz tespit edilmiştir. Bu damarlar genellikle 0.1–0.25 mm çapındadır ve ince kapiller demetlerle desteklenir.(32)

2. Retinaküler Arterler:

Medial ve lateral femoral sirkumfleks arterlerden köken alır. Trokanterik fossada gluteal, profunda femoris, obturator ve sirkumfleks arterlerle dış kapsül çevresinde geniş bir anastomoz ağı oluştururlar. Damarlar, kapsülün kendisinden değil, kapsülün dışından geçip, boyun çevresinde sinovyum altından ilerler. Bu damarlar genellikle 3 ana grup hâlinde seyredir:

- Postero-superior (arka-üst)
- Postero-inferior (arka-alt)
- Anterior (ön)

Postero-superior ve postero-inferior gruplar medial femoral sirkumfleks arterden gelir ve boynun üst ve alt kenarları boyunca uzanır. Anterior grup ise lateral femoral sirkumfleks arterden gelir ve daha küçük ve düzensizdir.(32)

Arter Grubu	Yaş Grubu	Örnek Sayısı	Damar Görülme Sıklığı	Çap Aralığı (mm)	Ortalama Çap (mm)
Postero-superior	Çocuk	24	24 (%100)	0.125 – 1.875	0.730
Postero-superior	Erişkin	20	20 (%100)	0.300 – 1.550	0.839
Postero-inferior	Çocuk	24	23 (%95.8)	0.150 – 0.875	0.467
Postero-inferior	Erişkin	20	16 (%80)	0.150 – 0.625	0.410
Anterior	Çocuk	24	16 (%66.7)	0.025 – 0.525	0.184
Anterior	Erişkin	20	5 (%25)	0.100 – 0.300	0.250

Tablo 1: Retinaküler Arterlerin Görülme Sıklığı ve Boyutları(32)

Bu damarlar, sinovyum altında gevşek şekilde yer alır, bazen "mezenter tarzı" katlantılarda ilerlerler. Boyun boyunca ilerlerken, birçok dal vererek besleyici damarlarla anastomoz yaparlar.(32)

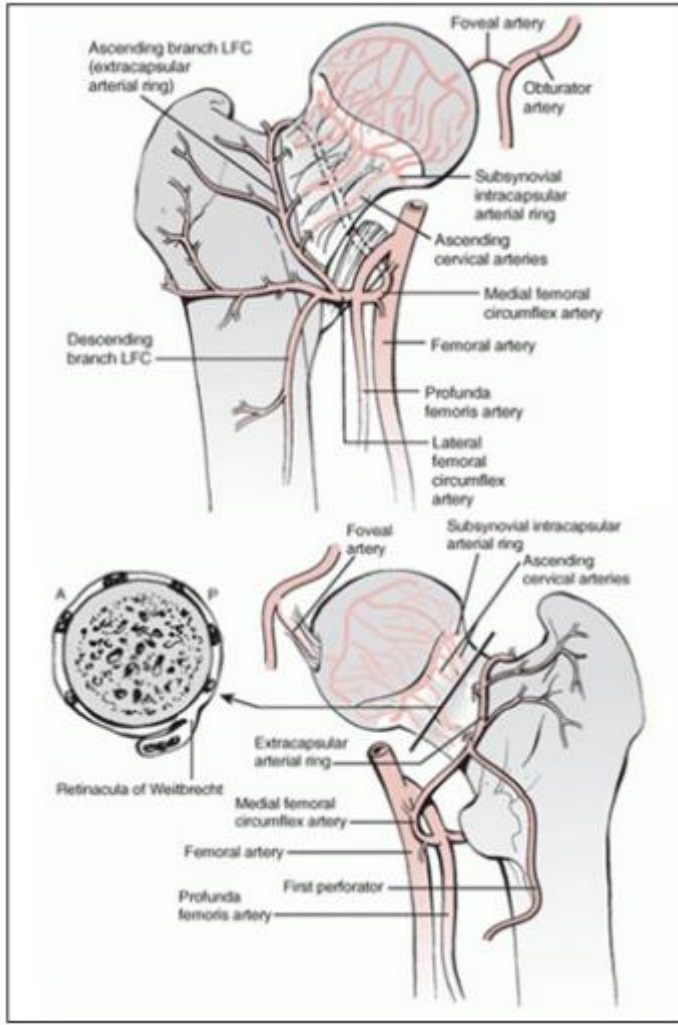
Medial Femoral Circumflex Arter (MFCA):

Femur başının kanlanması ana kaynağı olan en önemli damar, profunda femoris arterinden çıkan medial femoral circumflex arterin (MFCA) derin dalıdır. Bu derin dal, obturator externus kasının inferior kenarının altında posteriora doğru ilerleyerek, femur boynunun arka-yukarı kısmına ulaşır. Daha sonra bu damar, gemellus superior kası seviyesinden femur kapsülüne girer ve burada 2 ila 4 adet subsinovyal (retinaküler) artere ayrılır. Bu retinaküler arterler, femur başı epifizine girerek en geniş yüzey alanını perfüze eder; özellikle ağırlık taşıyan süperior-anterior bölge tamamen bu damarlarla beslenir. (40)

Lateral femoral circumflex arter, genellikle başın periferik bölgelerine daha az katkı sağlar ve ana yükü taşıyan bölgelerin perfüzyonuna sınırlı etkisi vardır.(40) Ayrıca metafiz ve femur boynunun alt kısmı, bu arterin dallarıyla sınırlı düzeyde beslenmektedir.(35)

3.Foveolar Arter (Ligamentum Teres Arteri)

Foveolar arter, genellikle obturator arterden veya medial femoral sirkumfleks arterden, bazen de her ikisinden kaynaklanır. Bu damar, transvers ligamentin altından geçerek asetabulum girer, Haversian yağ dokusuna küçük bir dal verir ve daha sonra ligament boyunca femur başına doğru ilerler. Bu damar her ligamentte mevcuttur ancak boyutu büyük değişkenlik gösterir. Fovea capitis femoriste bulunan küçük çukurun içinden geçerek femur başına ulaşan ligamentum capitis femoris içindeki arter, yani foveolar arter, genellikle sadece fovea çevresindeki alanı perfüze eder.(32) Bu damar, embriyonik ve çocukluk döneminde daha etkin olsa da, yetişkinlerde başlıca kanlanma kaynağı olmaktan çıkar.(40)



Şekil 9: Proksimal femurun kanlanması(36)

2.3.4. Kalça Eklemi Çevresi ve Proksimal Uyluk Kasları

Kalça eklemine geometrisi, her planda geniş bir hareket açıklığı sağlar. Bu nedenle, eklemi kontrol eden çok sayıda kas vardır. Bu kaslar hem hareketi sağlamak hem de stabilite kazandırmak için geniş bir yüzey alanından köken alır. Kalça eklemine etkileyen 22 kas, hem hareketi hem de dengeyi sağlar.

1. Fleksör Kaslar

Kalçayı öne doğru bükerek fleksiyon hareketini sağlarlar.

- **Iliopsoas grubu:** Kalçanın en güçlü fleksörüdür.
 - *Psoas major, psoas minor ve iliacus* kaslarından oluşur.
 - Bu grup; T12–L5 vertebra transver process, iliak krest ve sakrumdan başlar, femurda trochanter minöre tutunur ve yürüyüşte bacağı öne çeker.
- **Rectus femoris:** Diz ekstansörü olarak da görev yapar.
- **Tensor fascia latae (TFL):** Ayrıca iç rotasyon ve abdüksiyon yapar.
- **Sartorius:** Aynı anda fleksiyon, dış rotasyon ve abdüksiyon yaptırır tek kıştır.(36)

Kas	Orijin	İnseriyon	İnervasyon
Iliacus	İliak fossa	Trochanter minor	N. femoralis (L2–L3–L4)
Psoas Major	T12–L5 vertebral cisimleri, transvers çıkıntılar	Trochanter minor	Plexus lumbalis direkt dalları (L1–L3)
Psoas Minor	T12–L1 vertebral cismi	Iliopubik eminens	N. lumbalis (L1)
Rectus Femoris	Spina iliaca anterior inferior	Patella → tuberositas tibia	N. femoralis (L2–L3–L4)
Tensor Fascia Latae (TFL)	Spina iliaca anterior superior(SİAS) ve iliak krest	Iliotibial bant	N. gluteus superior (L4–L5–S1)
Sartorius	SİAS	Tibia medialis - pes anserinus	N. femoralis (L2–L3)
Pectineus	Pecten ossis pubis	Femur – linea pectinea	N. femoralis (L2–L3), bazen N. obturatorius (L2–L3)

Tablo 2: Kalça Fleksörleri(36)

2. Ekstansör Kaslar

Kalçayı arkaya doğru çekerler.

- **Gluteus maximus:** Kalçanın en güçlü ekstansör kasıdır. Koşma, merdiven çıkma gibi hareketlerde aktif görev alır. Ek olarak dış rotasyon, abduksiyon ve adduksiyon yapar.
- **Hamstring grubu:**
 - *Biceps femoris, semimembranosus, semitendinosus* kaslarından oluşur.
 - Bu kaslar hem kalçayı ekstansiyona hem de dizi fleksiyona getirir.(36)

Kas	Orijin	İnseriyon	İnervasyon
Gluteus Maximus	Sakrum, koksiks, ilium, torakolumbal fasya	Tuberositas glutea, iliotibial bant	N. gluteus inferior (L5–S1–S2)
Semitendinosus	Tuber ischiadicum	Tibia - pes anserinus	N. ischiadicus (tibial dal) (L5–S1–S2)
Semimembranosus	Tuber ischiadicum	Tibianın posteromedial yüzeyi	N. ischiadicus (tibial dal) (L5–S1–S2)
Biceps Femoris (uzun başı)	Tuber ischiadicum	Fibula başı	N. ischiadicus (tibial dal) (L5–S1–S2)
Adductor Magnus (arka kısmı)	Tuber ischiadicum	Adduktor tüberkül (femur)	N. ischiadicus (tibial dal) (L4–L5)

Tablo 3: Kalça Ekstansörleri(36)

3. Abduktör Kaslar

Kalçayı yana açar, yürüyüşte pelvisin dengede kalmasını sağlarlar.

- **Gluteus medius ve minimus:** Pelvisi stabil tutarlar, özellikle tek ayak üzerinde duruşta denge için çok önemlidirler. Ayrıca kalça fleksiyondayken iç rotasyon yaptırırlar.
- **Tensor fascia latae (TFL):** Ek yardımcı kas.(36)

Kas	Orijin	İnseriyon	İnervasyon
Gluteus Medius	İlium (gluteal yüzey)	Trochanter majör – Lateral yüzey	N. gluteus superior (L4–L5–S1)
Gluteus Minimus	İlium (gluteal yüzey)	Trochanter majör – Anterior yüzey	N. gluteus superior (L5–S1)
Tensor Fascia Latae	SİAS ve iliak krest	Iliotibial bant	N. gluteus superior (L4–L5)

Tablo 4: Kalça Abduktörleri(36)

4. Adduktör Kaslar

Bacağı orta hatta yaklaştırırlar.

- *Adductor magnus, longus, brevis, gracilis ve pectineus* kaslarını içerir.
- Bu kaslar hem adduksiyon yapar hem de çeşitli açılarda fleksiyon ve ekstansiyon görevini üstlenebilir. Adduktor longus 50° fleksiyonda fleksör, 70°'de ekstansör olarak çalışır.(36)

Kas	Orijin	İnseriyon	İnervasyon
Adductor Longus	Ramus Pubis	Linea aspera - orta üçte birlik bölüm	N. obturatorius (L2–L3–L4)
Adductor Brevis	Pubis - inferior ramus	Linea aspera - üst kısım	N. obturatorius (L2–L3–L4)
Adductor Magnus (ön kısmı)	Ramus pubis inferior, ramus ischiadicum	Linea aspera – labium mediale	N. obturatorius (L2–L3–L4)
Gracilis	Ramus pubis inferior	Tibia - pes anserinus	N. obturatorius (L2–L3)
Pectineus	Pecten ossis pubis	Femur – linea pectinea	N. femoralis (L2–L3), bazen N. obturatorius (L2–L3)

Tablo 5: Kalça Adduktörleri(36)

5. Dış Rotatör Kaslar

Bacağı dışa döndürürler.

- **Piriformis, obturator internus ve externus, superior ve inferior gemellus, quadratus femoris** kasları.
- Derin pelvik kaslardır; özellikle stabilizasyon için önemlidir.(36)

Kas	Orijin	İnsersiyon	İnervasyon
Piriformis	Sakrum ön yüzü, sakrotüberöz ligament	Trochanter major – üst yüzey	Spinal sinirler (S1–S2)
Obturator Internus	Obturator membranın iç yüzeyi	Trochanteric fossa	N. obturator internus (L5–S1)
Obturator Externus	Obturator membranın dış yüzeyi	Trochanteric fossa	N. obturatorius (L3–L4)
Gemellus Superior	Spina ischiadicum	Trochanteric fossa (obturator internus ile birlikte)	N. obturator internus (L5–S1)
Gemellus İnferior	Tuberositas ischiadicum	Trochanteric fossa	N. quadratus femoris (L5–S1)
Quadratus Femoris	Tuberositas ischiadicumun laterali	Tuberculum quadratum (femur)	N. quadratus femoris (L5–S1)

Tablo 6: Kalça Dış Rotatörleri(36)

6. İç Rotatör Kaslar

Bacağı içe doğru döndürürler.

- **Gluteus medius ve minimus** (ön lifleri)
- **Tensor fascia latae(36)**

Kas	Orijin	İnsersiyon	İnervasyon
Gluteus Medius	İlium (ön lifler)	Trochanter major – lateral yüzey	N. gluteus superior (L4–L5–S1)
Gluteus Minimus	İlium (ön lifler)	Trochanter major – ön yüzey	N. gluteus superior (L5–S1)
Tensor Fascia Latae	SİAS ve iliak krest	Iliotibial bant	N. gluteus superior (L4–L5)

Tablo 7: Kalça İç Rotatörleri(36)

Kalça çevresindeki kaslar, fascia lata adı verilen fibröz bir katmanla sarılıdır Proksimalde inguinal ligamente, sakrumun arka yüzüne, ilyak krestin kenarınatuber ischiadicuma, pubis gövdesine ve pubik tüberküle tutunur. Bu fasiyanın esnek olmayan yapısı, uyluk kaslarının şişmesini sınırlayarak kasılmalarının verimliliğini artırır. Tensor fasya lata, osteoporotik kemiklerde aşırı tensil yüklere karşı femur şaftını korur. Gluteus medius zayıflığı, Trendelenburg yürüyüşüne yol açar: Yürüyüş esnasında hasta, zayıf tarafına doğru eğilerek pelvisin karşı tarafa devrilmesini önler.(36)

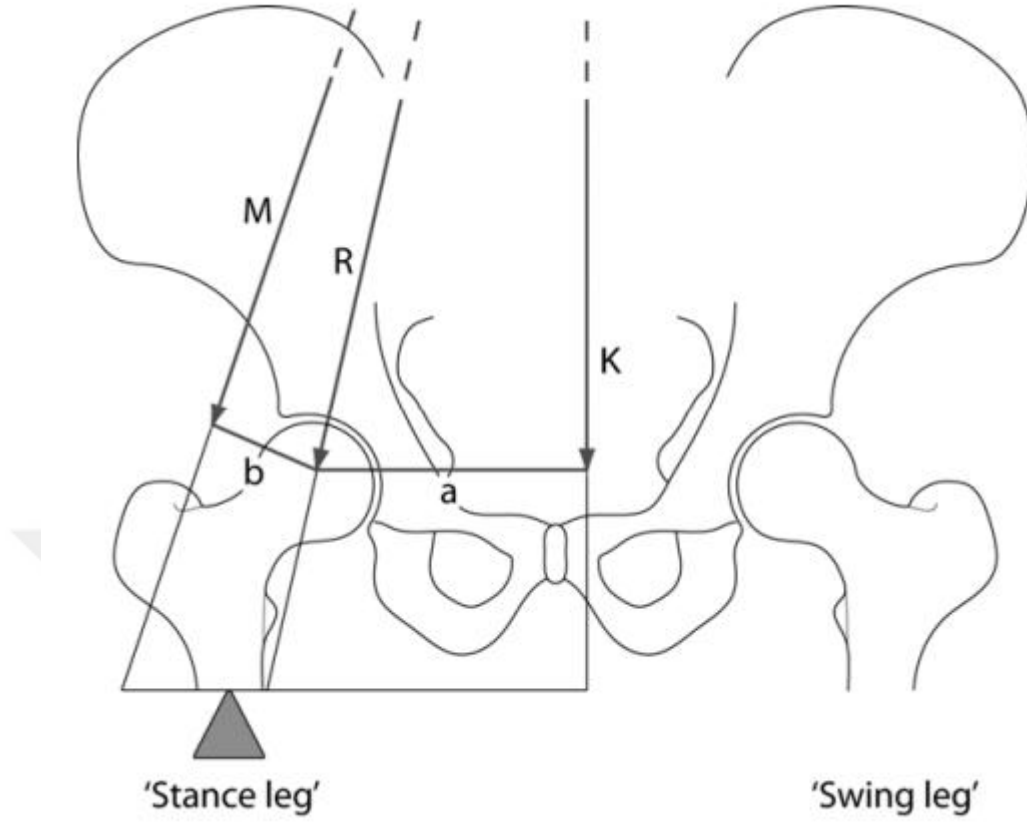
2.5. KALÇA EKLEMİNİN BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİ

Kalça biyomekaniğinin anlaşılması, birçok patolojik durumun tanı ve tedavisinde ilerleme sağlamak açısından hayati öneme sahiptir. Kalça biyomekaniğindeki gelişmelerden fayda gören bazı alanlar arasında eklem fonksiyonunun değerlendirilmesi, eklem problemlerinin tedavisine yönelik terapötik programların geliştirilmesi, rekonstrüktif cerrahilerin planlanması ve total kalça protezlerinin tasarımı yer alır. Biyomekanik prensipler, aynı zamanda yaralanma mekanizmalarının anlaşılması açısından da değerli bir bakış açısı sunar.(34) Eklem hareketi, x, y ve z düzlemlerinde meydana gelen rotasyonlar ve translasyonlar olarak tanımlanır ve 6 hareket biçimi gerektirir. Tüm eklemlerin anatomik sınırlamalar nedeniyle bu 6 hareket biçimine sahip olmadığını belirtmek önemlidir (abdüksiyon, addüksiyon, fleksiyon, ekstansiyon, internal rotasyon ve eksternal rotasyon). Kalça, bunların hepsine sahip olan ve dolayısıyla *küre ve yuva tipi (ball-and-socket)* bir eklemdir. Kalça eklemine stabilitesi büyük ölçüde bu küre ve yuva tasarımına bağlıdır.(36)

Proksimal femurun kemik yapısı, kalça ekleminde femura etki eden yüklere bağlı olarak Wolff kanuna göre oluşan tipik kompresyon ve tensiyon doğrultuları ile karakterizedir. Bu yapıların hizalanması, yüklenmeye ve femurun proksimal ucunun şekline bağlıdır. Asetabulumdaki kemik yapısı da şekil ve yüklenmeden etkilenir. Yüklenen alan ne kadar küçük ve toplam yük ne kadar fazla olursa, sklerotik (sertleşmiş) bir bölgenin oluşma olasılığı da o kadar fazladır.

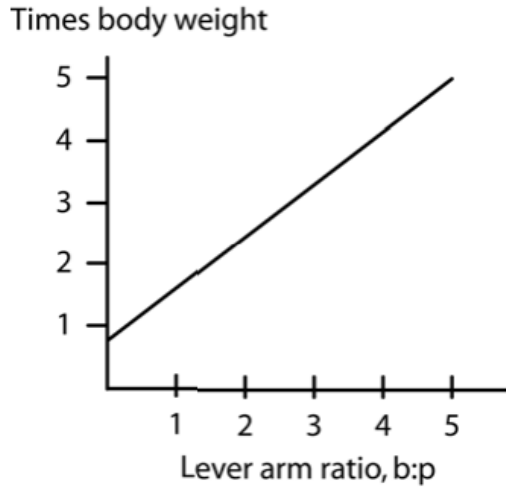
Femur boynu, kalça eklemının işlevi açısından önemli olan iki açısal ilişkiye sahiptir: frontal düzlemde boyun ve şaft arasındaki açı (boyun-şaft açısı) ile transvers düzlemdeki eğim açısı (anteversiyon açısı).(36)

Kalça eklemının statik yüklenmesi, sıklıkla, frontal düzlemde yapılan basitleştirilmiş, iki boyutlu analizle yaklaşık olarak değerlendirilir. Vücut ağırlığı her iki bacak üzerinde taşındığında, ağırlık merkezi iki kalça arasında yer alır ve kuvvet her iki kalçaya da eşit olarak iletilir. Bu yükleme koşullarında, vücut ağırlığı (her iki bacağın ağırlığı hariç) femur başları tarafından eşit olarak taşınır ve oluşan vektörler düşeydir. Tek bacak üzerinde duruşta, etkili ağırlık merkezi destekleyici bacakdan uzaklaşır, çünkü desteklenmeyen bacak artık vücut kütesinin bir parçası olarak hesaplanır (Bkz: Şekil 10). Bu aşağıya doğru olan kuvvet, femur başının merkezi etrafında dönme hareketi (moment) oluşturur – moment, vücut ağırlığı K ve moment kolu a (femurdan ağırlık merkezine olan mesafe) tarafından üretilir. Bu harekete karşı koyan kaslar, abdüktör kaslardır, M ile gösterilir. Bu kas grubu, gluteus maksimus'un üst lifleri, tensor fascia lata, gluteus medius ve minimus, piriformis ve obturator internus'tan oluşur. Abdüktör kasların kuvveti de femur başı etrafında moment oluşturur; ancak moment kolu, vücut ağırlığının etkili moment kolundan önemli ölçüde daha kısadır. Bu nedenle, abdüktör kasların birleşik kuvveti vücut ağırlığının katları kadar olmak zorundadır.



Şekil 10: Tek bacak üzerindeyken kalça eklemine binen moment kuvvetleri ve yönleri(34)

Kuvvetlerin büyüklüğü, kritik olarak moment kolu oranına bağlıdır; bu oran, vücut ağırlığı moment kolunun abdüktör kas moment koluna oranıdır ($a:b$). Tipik olarak tek ayak üzerinde duruşta bu oran 2.5'tir ve kalça kuvveti vücut ağırlığının yaklaşık üç katına ulaşır. Bu oranı artıran her şey, abdüktör kas kuvveti ihtiyacını ve dolayısıyla femur başı üzerindeki kuvveti de artırır (Bkz: Şekil 11). Kısa femur boynu olan kişilerde, diğer faktörler sabitken, kalça kuvvetleri daha yüksektir. Daha da önemlisi, geniş pelvisli kişilerde kalça kuvvetleri daha büyüktür. Bu eğilim nedeniyle kadınların kalça kuvvetleri erkeklerden fazladır çünkü kadın pelvisinin doğum kanalına uyum sağlaması gerekir. Bu, kadınlarda erkeklere göre daha fazla kalça kırığı ve artrit kaynaklı kalça protezi yapılmasının nedenlerinden biri olabilir. Ayrıca bu durumun, bazı atletik aktiviteler açısından kadınları biyomekanik olarak dezavantajlı duruma sokabileceği de düşünülebilir, ancak yapılan çalışmalar özellikle dayanıklılık koşusunda cinsiyetler arasında biyomekanik farklılıklar göstermemektedir.(34)



Şekil 11: Kuvvet kolu ile gerekli olan abduktör kas kuvvetinin vücut ağırlığının katları şeklinde oranı (34)

Sagittal düzlemde, normal kalça 120 ila 125 dereceye kadar fleksiyon ve 10 ila 15 dereceye kadar ekstansiyon yapabilir. Bu hareketin genel sınırlamaları, kapsül-ligamentöz yapılar, kas-tendon üniteleri ve kalçanın kemik mimarisi tarafından belirlenir. Kalça fleksiyonu, diz ekleminin pozisyonuna önemli ölçüde bağlıdır; çünkü diz ekstansiyonu, hem kalça hem de diz eklemini geçen hamstring kaslarındaki gerilimi artırarak kalça fleksiyonunu belirgin şekilde sınırlar. İliofemoral ligaman, ön kapsül ve kalça fleksörleri ise, kalça ekstansiyonunu sınırlar.

Kalça eklemi fleksiyondayken, iç rotasyon 0 ile 70 derece, dış rotasyon ise 0 ile 90 derece arasında yapılabilmektedir. Kalça ekstansiyondayken, çevresel yumuşak dokular daha fazla gerilim altında olduğu için iç ve dış rotasyon önemli ölçüde azalır. Ayrıca yaş ilerledikçe kalça hareket açıklığı genel olarak azalır, yaşlı bireylerde fleksiyon ve ekstansiyon azaldığından adım uzunluğu kısalmır.

Kalça hareket açıklığındaki sınırlamalar uzun süre yumuşak doku yapılarına atfedilmiş olsa da, son yıllarda kemik mimarisi daha fazla ilgi görmeye başlamıştır. Femoroasetabular sıkışma gibi proksimal femur veya asetabulum morfolojisindeki anormalliklerin olduğu durumlarda, uç hareket açıklıklarında anormal kemik teması hareketi sınırlar. Böyle klinik durumlarda, femur ile asetabulum arasındaki hareket azalır ve pelvik hareket daha erken safhada katkı sağlamaya başlar. (39)

Günlük yaşam aktiviteleri için gerekli kalça hareket açıklıkları tanımlanmış ve Tablo 8'de listelenmiştir.(39)

Aktivite	Hareket Düzlemi	Kayıtlı Değer (Derece)
Ayaktayken ayağı yerdeyken ayakkabı bağlama	Sagital (ön-arka)	124°
	Frontal (yan)	19°
	Transvers (rotasyon)	15°
Ayağı karşı uyluk üzerine alarak ayakkabı bağlama	Sagital	110°
	Frontal	23°
	Transvers	33°
Sandalyeye oturmak / otururken kalkmak	Sagital	104°
	Frontal	20°
	Transvers	17°
Eğilip yerden bir şey almak	Sagital	117°
	Frontal	21°
	Transvers	18°
Çömelmek (squat)	Sagital	122°
	Frontal	28°
	Transvers	26°
Merdiven çıkmak	Sagital	67°
	Frontal	16°
	Transvers	18°
Merdiven inmek	Sagital	36°

Tablo 8: *Günlük yaşam aktiviteleri için gerekli kalça hareket açılıkları (39)*

2.6. TANI

Kalça kırığı tanısı genellikle oldukça kolay ve doğrudan konur. Hastanın kendisi bile genellikle bir kalça kırığından şüphelenebilir. Klasik belirti ve semptomlar:

- Etkilenen bacakta kısıalma ve dışa rotasyon
- Etkilenen bacağına ağırlık verememe
- Etkilenen bacağı hareket ettirememe
- Pasif hareketle ağrı
- Kasık ağrısı
- Trokanter majör palpasyonunda ağrı
- Sırtüstü yatarken bacağı düz bir şekilde kaldıramama (belirsiz vakalarda hassas bir belirti)(9)

Tüm yaş grubundaki femur boyun kırıklı hastalarda fizik muayene bulguları benzerdir. Tipik olarak, etkilenen uzuv ağrılıdır (özellikle hareketle), kısalmıştır, fleksiyondadır ve dışa rotasyondadır. Ancak, genç hastalarda femur boyun kırığı tanısı daha belirsiz olabilir. Hastaların önemli bir kısmı yüksek enerjili yaralanmalarla başvurur ve sıklıkla politravma durumundadır; bu nedenle bu tür kırıklar kolaylıkla gözden kaçabilir. Femur cisim kırığı olan bir hastada, aynı tarafta femur boyun kırığı görülme oranı %9'a kadar çıkabilir. Bu klinik durumda tanı yaklaşık %30 oranında atlanmaktadır. Bu kırıkların çoğu (%25 ila %60) ilk başvuruda yer değiştirmemiş (non deplase) olarak görünür. Femur boyun kırıklarının hızlı bir şekilde tanınmasının önemi büyüktür çünkü cerrahi müdahaleye kadar geçen süre sonuçları etkileyebilir.(41)

Ayrıca, hastanın önce kalçasını kırıp sonra mı düştüğü yoksa önce düşüp sonra mı kalçasını kırdığı da tanı açısından önemli bir sorudur. Genellikle kişi düşer ve ardından kalçası kırılır. Ancak kırık düşmeden önce olmuşsa, bu durumda patolojik kırık düşünülmelidir. Örneğin, kanser metastazı gibi altta yatan bir hastalık olabilir. Bunun dışında, hastanın neden düştüğünü anlamak da önemlidir. Eğer hasta ayağı takılıp düşmemiş, bunun yerine bayılmışsa, kalp hastalıkları, enfeksiyonlar (özellikle solunum yolu veya idrar yolu enfeksiyonu), serebrovasküler olaylar (inme vb.), kötü kontrol edilen diyabet gibi altta yatan tıbbi durumlar araştırılmalıdır.(9)

Yaralanma mekanizmasından bağımsız olarak, ön-arka (AP) pelvis, AP ve lateral düzlemde etkilenen kalça ve tüm femurun röntgen görüntüleri mutlaka elde

edilmelidir. Ek olarak, traksiyon iç rotasyon grafileleri, kırık paterninin daha iyi yorumlanmasına olanak sağlayabilir. Femur boyun kırıklarının %2 ila %10'u standart radyografilerde açıkça görülemeyebilir; bu gibi durumlarda bilgisayarlı tomografi (BT) tanıya yardımcı olabilir. Şiddetli travmalarda, abdominal-pelvik BT taraması gerekiyorsa, görüntüleme alanının trochanter minör seviyesine kadar uzatılması önerilir. Bu, özellikle güvenilir bir fizik muayenenin zor olduğu bilinçsiz hastalarda, femur boynundaki gizli (okkült) kırıkların belirlenmesini sağlar. Yakın tarihli çalışmalar, BT'nin bu kırıkları tespit etmede manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kadar etkili olduğunu ve tanı atlama ihtimalini azalttığını göstermektedir.(41)

2.7. SINIFLANDIRMA

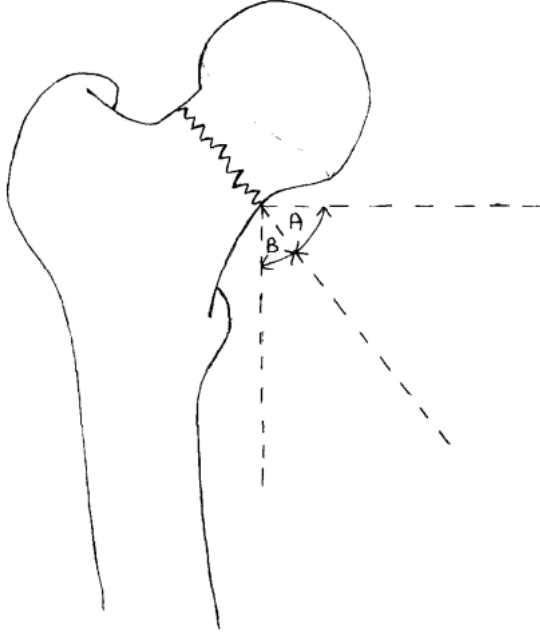
Femur boyun kırıkları ilk olarak Sir Astley Cooper tarafından 1823 yılında prognoza etkisi olduğunu düşündüğü gerekçesiyle intrakapsüler ve ekstrakapsüler olarak sınıflandırılmıştır. (42)

Pauwels Sınıflandırması

Görüntüleme ile belirlenen bazı özelliklerin, kırığın biyomekanik stabilitesi üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir. Pauwels, 1930'larda yüksek açılı kırıkların önemini ilk tanıyan kişidir.(41) 1935'in sonlarında Bartonicek tarafından biyomekanikal bir sınıflama ortaya atıldı. Pauwel sınıflandırması olarak adlandırılan bu sınıflama kırıkları, AP planda kırık hattının horizontal düzlem ile yaptığı açıya göre 3 farklı sınıfa ayırmaktaydı:

- Tip I: 30 dereceden az
- Tip II: 30 derece ile 50 derece arasında
- Tip III: 50 dereceden daha fazla

Kırığın horizontal düzlem ile yaptığı açı arttıkça, kırık hattındaki kompresif kuvvetlerin yerini makaslayıcı kuvvetler almaktadır. Vertikal makaslama kuvvetindeki artış; kırık hattında ayrışma, redüksiyon sonrası kaynamama ve fiksasyon başarısızlığı risklerini arttırmaktadır.(42)



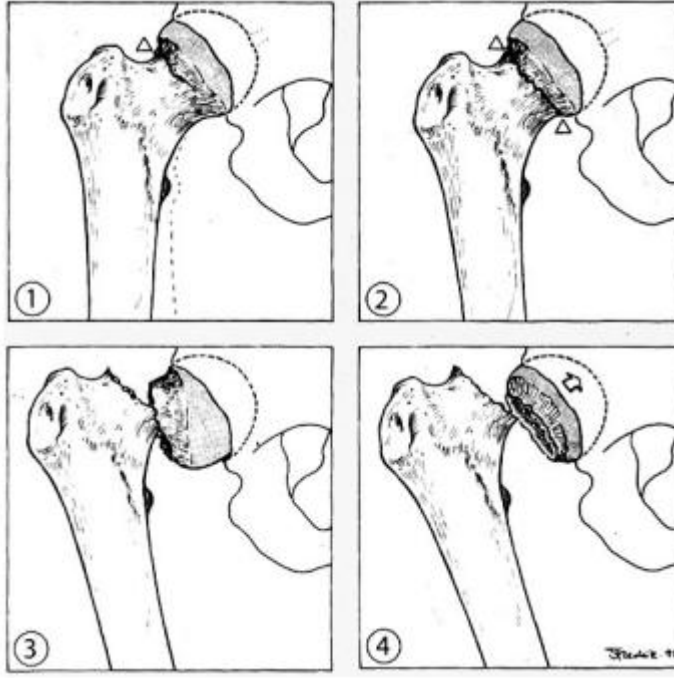
Şekil 12: A: Pauwels açısı, B: makaslama açısı(43)

Garden Sınıflandırması

Bir diğer yaygın ve bilinen sınıflandırma sistemi ise 1961’de yayımlanan Garden sınıflandırmasıdır.(41)

Garden sınıflamasına göre femur boyun kırıkları yer değiştirmemiş (Garden I ve II) veya yer değiştirmiş (Garden III ve IV) olarak sınıflandırıldı. Garden sınıflaması, frontal plandaki yer değiştirmeye(deplasmana) dayalıdır(Charnley’nin tanımını parantez içinde verilmiştir):

- Evre I: Valgus impakte kırık (tam olmayan kırık).
- Evre II: Yer değiştirmemiş kırık (kayma olmadan tam kırık).
- Evre III: Kısmen yer değiştirmiş kırık (kısmi kaymalı tam kırık).
- Evre IV: Tam yer değiştirmiş kırık (tam kaymalı tam kırık)(Şekil ..) (44)



Şekil 13: Garden sınıflandırması(44)

Kırıkları Garden Evre III ve IV olarak ayırmanın, sağlanan redüksiyonun kalitesini veya kaynamama (non-union) sıklığını öngörmeye bir değer taşımadığı görülmüştür. Femur boyun kırıklarının yer değiştirmiş (Garden III ve IV) ve yer değiştirmemiş (Garden I ve II) şeklinde ikiye ayrılarak sınıflandırılması, bugüne kadar en sık kullanılan yöntemdir ve kırık iyileşme komplikasyonları için öngöründe bulunmada oldukça önemlidir. Bu iki grup arasında prognoz (iyileşme beklentisi) açısından ciddi farklar mevcuttur.(44)

2.8. TEDAVİ

İyi kemik kalitesine sahip, yaşlı olmayan hastalarda; doğal kalça anatomisinin ve mekaniğinin korunması, yüksek fonksiyonel talepleri nedeniyle önceliklidir. Bu nedenle genç hastalar protez operasyonlarına uygun görülmemektedir. Bu kırıkların sadece %3-%10'u genç yetişkinlerde görülse de fizyolojik farklılıklar, yaralanma özellikleri ve aktivite düzeyindeki farklar, tedavi için özel bir yaklaşım gerektirmektedir.(41) Gençlik muhtemelen 60–70 yaş altı olarak tanımlanabilir. Ancak birçok genç hasta ciddi komorbidite ve/veya madde kullanımı sebebiyle biyolojik olarak yaşlı olabilir ve düşük yaşam beklentisi bulunabilir, bu grup için

hemiartroplasti daha uygun olabilir. Semptomatik artrit veya kalça eklemi etkileyen diğer hastalıkların varlığında, bu hastalar genç ya da kırıkları yer değiştirmemiş olsa bile artroplasti tercih edilmelidir, çünkü iyileşme prognozu kötüdür ve kaynamış bir kırık bile ağrılı ve fonksiyonu azalmış bir kalçayla sonuçlanabilir. Çok yaşlı ve kırılabilir bireyler için yüksek mortalite korkusuyla bazıları internal fiksasyonu önermektedir; ancak bu görüşü destekleyen sınırlı kanıt vardır ve çok yaşlı hastalarda internal fiksasyonla daha iyi sonuçlar alındığına dair herhangi bir kanıt yoktur.(9) Femur boyun kırıklarının internal fiksasyonu sırasında ortaya çıkan biyomekanik zorluklar ve femur başı kan akışının hassasiyeti, yer değiştirmiş (deplase) femur boyun kırıklarında kaynamama (nonunion) ve femur başı osteonekrozunun yüksek oranda gelişmesine neden olmaktadır. Bu komplikasyonlar, aktif hastalarda ciddi semptomlara yol açarak başarısızlık oranları yüksek olan kurtarma (salvage) işlemlerine gerek duyulmasına sebep olmaktadır.(41)

Genç hastalarda femur boyun kırıklarının non-operatif (ameliyatsız) tedavisinin rolü oldukça sınırlıdır ve sadece cerrahinin yaratacağı risklerin kırığı sabitlemenin getireceği faydaların önüne geçebilecek kadar ağır hastalar için uygulanır. Ayrıca, yer değiştirmemiş, impakte (sıkışmış) kırıklarda da cerrahi tedavi önerilmektedir.(41) Tedavinin temel taşı, kırığın anatomik redüksiyonudur; bu redüksiyon ister açık, ister kapalı yöntemlerle sağlanabilir. Anatomik redüksiyon, normal anatomiye geri kazandırmanın ötesinde, tespit yapısının maksimum stabilitesini sağlamaya da olanak tanır.(6) Genç erişkin hastalarda femur boyun kırıklarının cerrahi yönetimindeki hedefler üç ana başlık altında toplanabilir:

1. Yaralanma öncesi fonksiyonel düzeye dönüş sağlamak,
2. Femur başı kan akımını koruyacak şekilde anatomik redüksiyon sağlamak ve böylece osteonekrozu önlemek,
3. Kemik kaynamasını sağlamak için stabil fiksasyon yapmak ve kemik stokunu korumak.(41)

Genç hastalarda femur boyun kırığı sonrası ameliyata alınma zamanı hâlâ tartışmalı bir konudur. Minimal yer değiştirmiş veya yer değiştirmemiş kırıklar genellikle ivedilikle (urgent), yer değiştirmiş kırıklar ise acil (emergent) olarak tedavi edilir. Amaç, femur başına kan akışını geri kazandırmak ve korumaktır. Çalışmalar, erken fiksasyonun osteonekroz oranlarını azalttığını ve fonksiyonel sonuçları

artırdığını göstermiştir.(41) Ancak ameliyata kadar geçen süreden ziyade redüksiyonun kalitesi, en ideal sonuçlar ve fonksiyon için daha önemlidir.(1) Kırık redüksiyonunda açık ya da kapalı yaklaşımın tercih edilmesi, primer fiksasyonun ilk adımıdır. Çoğu araştırmacı, yer değiştirmemiş femur boyun kırıklarının (Garden Tip I–II) tedavisinde, kapalı redüksiyon ve internal fiksasyonu önermektedir. Buna karşılık, yer değiştirmiş kırıkların (Garden Tip III–IV) redüksiyonunda açık mı yoksa kapalı yöntem mi uygulanmalı konusu halen tartışmalıdır. Genç hastalarda anatomik redüksiyon elde etmek büyük önem taşır, çünkü kötü redüksiyon, kaynamama ve osteonekroz için önemli bir risk faktörüdür.

Bazı araştırmacılar, kapalı redüksiyonun intraoperatif floroskopi eşliğinde anatomik redüksiyon sağlayabildiğini ve bu yaklaşımın hem daha az invaziv olduğunu, hem daha ekonomik olduğunu hem de ameliyat süresini kısaltıcı avantajlar sunduğunu savunur. Ancak kapalı redüksiyon uygulanırken çoklu denemeler, osteonekroz riskini artırabilir; bu nedenle dikkatli olunmalıdır. Diğer uzmanlar ise doğrudan görselleştirmeyi sağlayan açık redüksiyonun, anatomik hizalamayı sağlamada ve varsa eklem içi basınç artışının (tamponad etkisi) rahatlatılmasında daha etkili olduğunu ileri sürer. Yer değiştirmiş femur boyun kırıkları olan genç erişkinlerde açık ya da kapalı yöntemle devam edilmesi konusunda altın standart yoktur, yeter ki anatomik redüksiyon sağlansın.(41)

Kapalı Redüksiyon

Femur boynu kırıklarının kapalı redüksiyonu (kırığın ameliyatsız yerine oturtulması), genel anestezi altında ve görüntüleme eşliğinde (skopi/fluoroskopi kullanılarak) gerçekleştirilir. Genellikle, traksiyon ve nazik iç rotasyon kombinasyonu yeterli olmaktadır. Alternatif olarak, Leadbetter manevrası da uygulanabilir. Bu manevra şu adımları içerir:

1. Kalça 90° fleksiyona getirilir.
2. Uyluk içe döndürülür (internal rotasyon).
3. Femur hizasında traksiyon uygulanırken iç rotasyon korunur.
4. Bu pozisyonda bacak abduksiyon hareketiyle çevrilir (sirkümdüksiyon) ve ardından ekstansiyona getirilir.

Eğer bu manevralarla başarılı bir kapalı redüksiyon elde edilirse, hemen ardından internal fiksasyona geçilebilir.(45)

Açık Redüksiyon

Eğer kapalı redüksiyonla kabul edilebilir hizalama sağlanamazsa, cerrahın açık redüksiyona geçmesi gerekir. Açık redüksiyonun avantajları:

1. Kalçanın dekompresyonunu sağlar.
2. Femur başının rotasyonel hizalamasının düzgün yapılmasına olanak tanır.
3. Kemiğin canlılığını değerlendirmek için drillenerek femur başının kanaması gözlemlenebilir.(45)

Bu kırıklardan birçoğunda apikal bir kırık çıkıntısı (spike) bulunur. Eğer bu anatomik olarak düzgün şekilde redükte edilirse, redüksiyonun stabilitesi dramatik şekilde artabilir. Ayrıca açık yaklaşım, bazı durumlarda boyun bölgesine ek tespit materyalleri yerleştirilmesine de olanak tanır.(6)

Femur boyun kırıklarının açık cerrahisi için geleneksel olarak iki farklı cerrahi yaklaşım kullanılır: Watson-Jones (anterolateral) yaklaşımı, modifiye Smith-Peterson (anterior) yaklaşımı.(41)

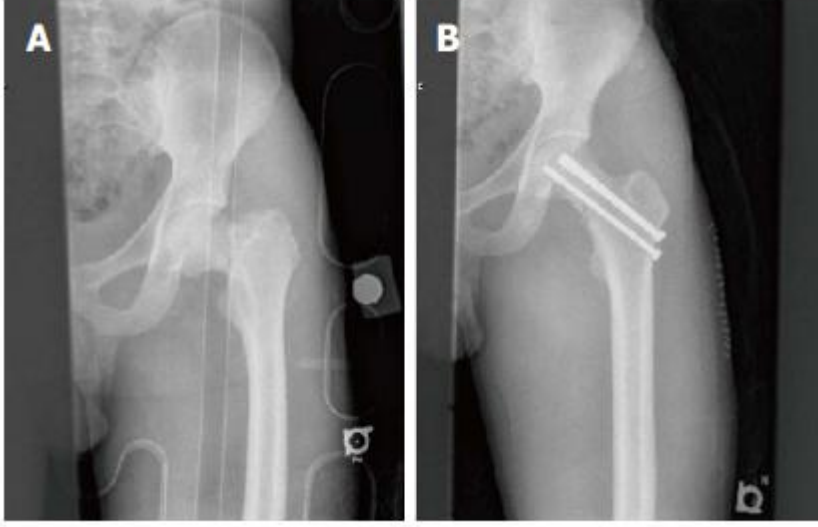
- **Watson-Jones yaklaşımında** lateral kesi uzatılarak tensor fascia lata ile gluteus medius arasındaki aralık kullanılır.(45) Bu yaklaşımda boynun redüksiyonu ve enstrümantasyonu için erişim, özellikle iri hastalarda sınırlıdır.(6)
- **Smith-Peterson yaklaşımı**, femur boynunun doğrudan mükemmel görüntülenmesini sağlar. Femur manipülasyonu ve modifiye redüksiyon pensleri ile geçici olarak K-telleri (kirschner telleri) kullanılarak redüksiyon sağlanabilir. (6) Bu durumda vidaların yerleştirilmesi için ikinci bir kesi gerekebilir.

Eğer hasta protez adayıysa ve cerrah yeterli açık redüksiyon gerçekleştiremiyorsa, plan fiksasyondan vazgeçilerek proteze geçilmesi yönünde değiştirilebilir.(45)

İnternal Fiksasyon

Femur boyun kırıklarının sabitlemesi için birçok biyomekanik implant seçeneği mevcuttur. Hangi implantın, ne zaman ve nasıl kullanılacağına bilinmesi, stabil bir fiksasyon sağlamak açısından son derece önemlidir. Kompresyon vidaları ve sabit açılı dinamik implantlar (örneğin kayan kalça vidaları) ya da her ikisinin kombinasyonu, yükleme sırasında kırık fragmanlarının implant boyunca kaymasına olanak tanıyarak kaynamayı destekler. Sabit açılı ve boyca sabit implantlar (örneğin blade plaklar), rijit bir yapı sağlayarak intraoperatif redüksiyonu korurlar. Hemiartroplasti ya da total kalça artroplastisi, genç hastalarda birincil tedavi olarak kullanılmaz. Total kalça artroplastisi ve valgus osteotomi ise, fiksasyon başarısızlığı durumunda kurtarıcı cerrahi (salvage prosedür) olarak kullanılır.(41)

İnternal fiksasyonun erken evre komplikasyonları ek cerrahi girişim gerekliliğini arttırsa da bir kez kaynama sağlandığı takdirde uzun dönem sonuçlar mükemmeldir.(3) Femur boynundaki kırığın tedavisinde, kırık hattının üzerinden çoklu vidaların yerleştirilmesi, tercih edilen yöntemdir. Bu işlem, kapalı veya açık redüksiyon sonrasında gerçekleştirilebilir veya klasik lateral cerrahi yaklaşım ile ya da daha sınırlı perkütan (ciltten) tekniklerle uygulanabilir. Solid veya kanüllü (içi boş), paslanmaz çelikten veya titanyumdan üretilmiş olarak çeşitli vida türleri mevcuttur. Vidalar/sabitleyiciler, femur başının merkezinin orta üçte ikilik alanı içine yerleştirilmelidir. Vidaların ucunun subkondral kemiğe 5 mm'den daha yakın olmaması önerilir. İnteriordaki vida medial femur boynu boyunca yerleştirilmelidir. Superiordaki iki vida, femur boynunda ön ve arka konumda üçgen bir yapı oluşturacak şekilde konumlandırılır.(45)



Şekil 14: Femur boynu fraktürünün kanüle vida ile fiksasyonu(41)

Alttaki vida, lateral femur korteksinden girerken trochanter minör hizasında ya da yukarısında olmalıdır. Çünkü daha aşağıdan giren vida varlığında distalde ikinci bir kırık (subtrokanterik kırık) oluştuğu gözlemlenmiştir.(45) Garden, 20 dereceden fazla valgus redüksiyonun, daha yüksek oranda avasküler nekroza neden olduğunu göstermiştir. Herhangi bir varus deformitesi, artmış avasküler nekroz ve kaynamama oranlarıyla ilişkilidir. 10 dereceyi aşan ön-arka(AP) plandaki açılanmalar; özellikle osteoporotik kemikte deplasman riskini artırdığı için kabul edilmemelidir.(45)

Ortopedik cerrahlar, makaslama kuvvetlerine karşı direnç gerektiren kırıklarda butress plak tekniğini sıklıkla uygularlar. Bu plaklar, kırığın tepe noktasına yerleştirilir ve makaslama kuvvetlerini sıkıştırma kuvvetlerine çevirerek direnci artırır.(6)



Şekil 15: Femur boyun fraktüründe medial buttress plak yerleştirilmesi(6)

Bazoservikal kırıklar, femur boynunun, intertrokanterik bölgeye yakın (boynun tabanında) yer aldığı kırıklardır. Bu bölgede uygulanan sabitlemede, yükün daha verimli aktarılabilmesi, kırığın eğilme kuvvetlerine karşı dayanıklılığının ve dönme kuvvetlerine karşı kontrolünün sağlanması çok önemlidir. Bu amaçla, kayan kalça vidası (SHS) hem yük aktarımına izin verir (vida kemiğe gömüldükçe kırık iyileşir), hem de gerektiğinde rotasyonel sabitlemeyi desteklemek için ek bir derotasyon vidası ile birlikte uygulanabilir.(45)



Şekil 16: A ve B bazoservikal fraktür, C ve D kırığın kayan kalça vidası ve bir adet derotasyon vidası ile tedavisi(45)

Artroplasti

Yer değiştirmiş (deplase) femur boynu kırıklarında, hemiarthroplasti genellikle en uygun tedavi yöntemidir.(45) Ancak artroplasti, genç hastalarda birinci basamak tedavi olarak kabul edilmez çünkü kemik stoku korunmalı ve artroplastiye bağlı potansiyel komplikasyonlardan kaçınılmalıdır.(41)

Protez Seçenekleri:

1. Tek kutuplu hemiarthroplasti (unipolar)
2. Çift kutuplu hemiarthroplasti (bipolar)
3. Total kalça protezi

Protezler çimentolu veya çimentosuz olabilir.(45) Total kalça artroplastisi için en önemli erken dönem komplikasyonlar çıkıklar olurken, hemiarthroplasti için asetabular erozyon öne çıkmaktadır.(41)

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışma metodu

Bu çalışma Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi Bilimsel Çalışma Kurulu tarafından 01.11.2024 tarihinde onaylandı. Çalışmamız tek merkezli, retrospektif kohort çalışması olarak planlandı ve Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak yürütüldü. 2016-2023 yılları arasında femur boyun fraktürü sebebiyle Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde açık redüksiyon ile osteosentez yöntemi uygulanarak opere edilmiş 18-60 yaş arasındaki hastalar çalışmaya dahil edildi.

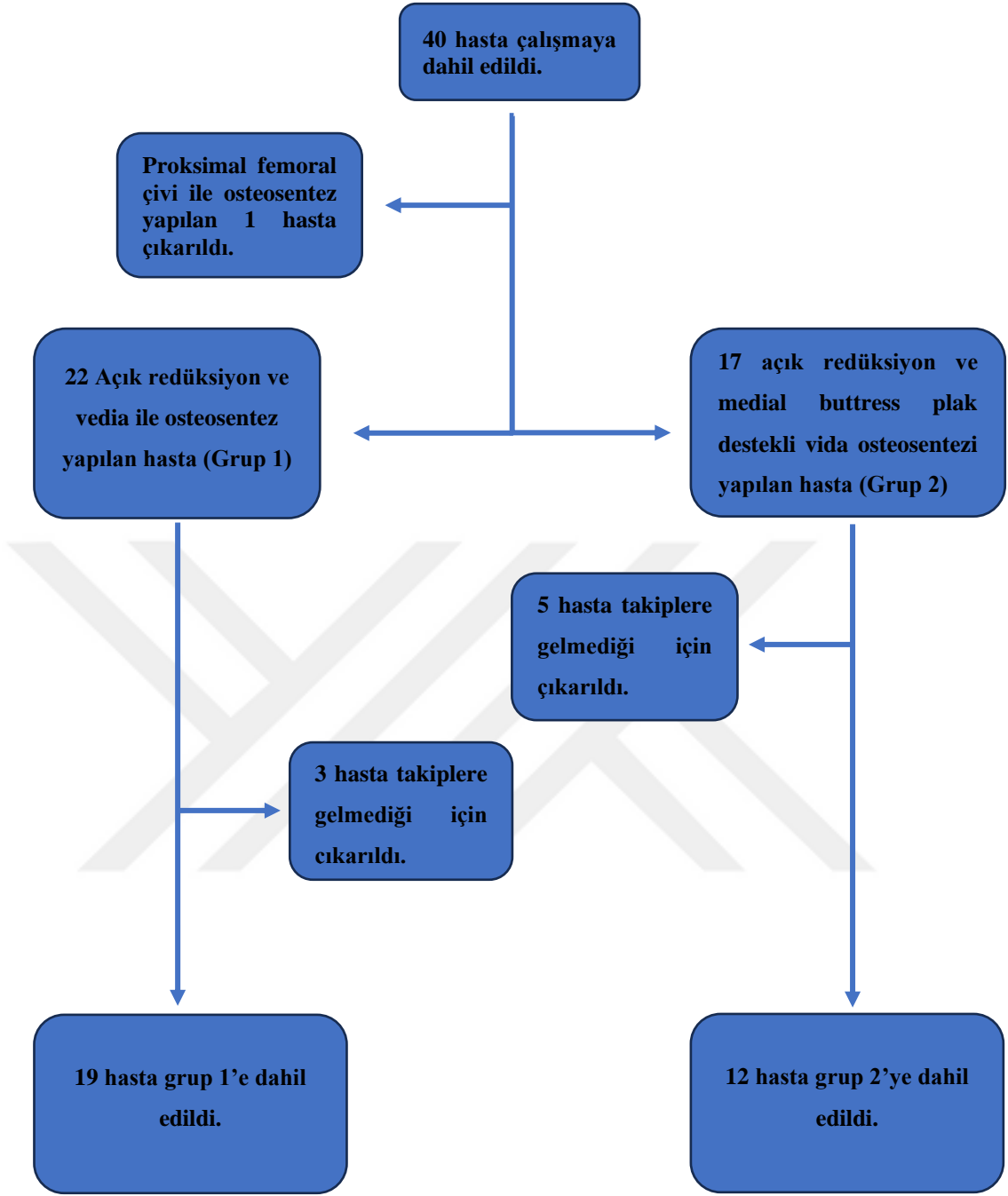
Patolojik kırıklar

Aktif enfeksiyonu olan hastalar

Önceki kalça kırığı öyküsü olan hastalar

Takiplere gelmeyen hastalar hariç tutularak çalışmaya dahil edilmediler.

Çalışmaya 40 hasta dahil edildi. Tüm hastalar Pauwels tip 3 femur boyun fraktürü sebebiyle osteosentez planlanarak açık redüksiyon yapılarak opere edildi. 1 hastaya açık redüksiyon yapıldıktan sonra proksimal femur çivisi uygulandığı için çalışmadan çıkarıldı. Kalan hastalar açık redüksiyon ve vida ile osteosentez yapılanlar (grup 1) ile açık redüksiyon ve medial buttress plak destekli vida osteosentezi yapılanlar (grup2) olarak iki gruba ayrıldı. İlk gruptan 3 hasta, ikinci gruptan ise 5 hasta takiplere gelmedikleri için çalışmadan çıkarıldı. 19 hasta ilk gruba dahil edilirken, 12 hasta ikinci gruba dahil edildi.



3.2. Klinik değerlendirme

Çalışmaya alınan hastalar demografik verileri değerlendirildikten sonra hastane sistemi üzerinden poliklinik kontrollerindeki verilerine ulaşıldı. Hastaların postop takip sürelerine, travma şekli, taraf bilgisi ve sigara kullanımı kaydedildi.

Cerrahi sırasındaki redüksiyon kalitesi dört farklı şekilde sınıflandırılarak not edildi. Kırık uçları arasında 2mm'den daha az yerleşim bozukluğu olan ve herhangi bir planda 5 dereceden daha az açılanması olan redüksiyonlara mükemmel denildi. 2 ile 5 mm arasındaki yerleşim bozukluğu olan ve/veya herhangi bir planda 5 ile 10 derece arasında açılanması olan redüksiyonlara iyi denildi. 5 ile 10 mm arasındaki yerleşim bozukluğu olan ve/veya 10 ile 20 derece arasında açılanması olan redüksiyonlara kabul edilebilir denildi. 10 mm'den fazla yerleşim bozukluğu olan ve/veya 20 dereceden fazla açılanması olan ya da herhangi bir varus açılanması olan redüksiyonlara kötü denildi.

Postop erken evre 4. aydaki ve postop 12. aydaki kontrollerinde değerlendirilmiş olan VAS skorları, Harris kalça skorları (HHS) ve Oxford kalça skorları (OHS) not edildi.

HHS sistemi; ağrı, fonksiyon, deformite ve hareket açıklığını içerir. Maksimum skor 100 puandır (en iyi sonuç). Skor değerlendirme standardı şu şekildedir:

- Mükemmel > 90 puan
- İyi 80–90 puan
- Orta 70–79 puan
- Kötü < 70 puan (46)

Oxford kalça skoru (OHS) ise günlük hayattaki aktiviteler ve ağrının bu hareketlerde sebep olduğu kısıtlamalar ile ilgilidir. Kalça fonksiyonu hakkında önemli bilgiler verir. (Tablo 9)

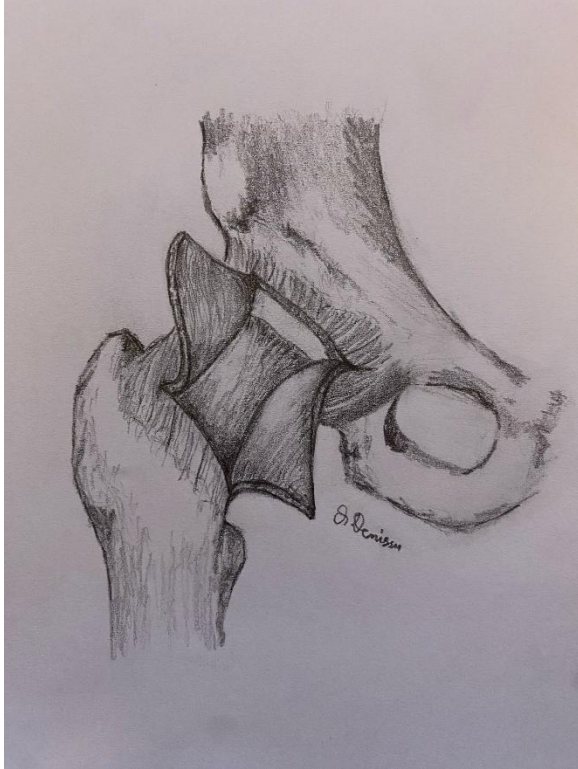
Soru	Yanıt Seçenekleri (Puan)
1. Kalçanızdaki genel ağrı düzeyi	Hiç yok (4), Çok hafif (3), Hafif (2), Orta (1), Şiddetli (0)
2. Yıkama ve kurulanmada zorluk	Hiç zorlanmadım (4), Çok az (3), Orta (2), Aşırı (1), Yapamıyorum (0)
3. Araca binme / toplu taşıma	Hiç zorlanmadım (4), Çok az (3), Orta (2), Aşırı (1), Yapamıyorum (0)
4. Çorap veya külotlu çorap giyme	Kolayca (4), Az zorlanarak (3), Orta (2), Çok zorlanarak (1), Yapamıyorum (0)
5. Tek başına alışveriş yapma	Kolayca (4), Az zorlanarak (3), Orta (2), Çok zorlanarak (1), Yapamıyorum (0)
6. Ağrı başlamadan yürüme süresi	30+ dakika (4), 16–30 dk (3), 5–15 dk (2), Sadece ev içinde (1), Hiç yürüyemem (0)
7. Merdiven çıkma	Kolayca (4), Az zorlanarak (3), Orta (2), Çok zorlanarak (1), Yapamıyorum (0)
8. Sandalyeden kalkarken ağrı	Hiç (4), Hafif (3), Orta (2), Çok (1), Katlanılamaz (0)
9. Yürürken aksama	Hiç / nadiren (4), Bazen (3), Sık sık (2), Çoğu zaman (1), Her zaman (0)
10. Ani ve şiddetli ağrı gün sayısı	Hiç (4), 1–2 gün (3), Bazı günler (2), Çoğu gün (1), Her gün (0)
11. Ağrının günlük işleri etkilemesi	Hiç (4), Biraz (3), Orta (2), Çok (1), Tamamen (0)
12. Geceleri ağrıyla uyanma	Hiç (4), 1–2 gece (3), Bazı geceler (2), Çoğu gece (1), Her gece (0)

Tablo 9: Oxford Kalça Skoru (OHS)

3.3. Tedavi yöntemi

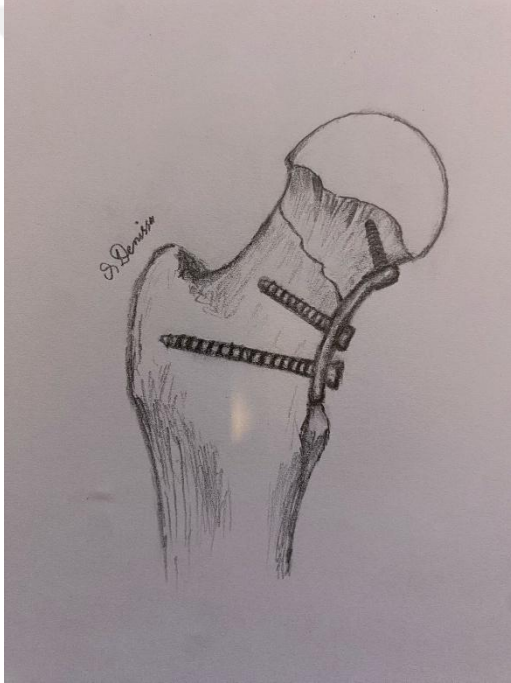
Cerrahi Tedavi

Hastalara genel anestezi altında, normal ameliyat masasında supin pozisyonda yatarken modifiye Smith-Peterson insizyonu distal bacağı kullanılarak anterior giriş yapıldı. Tensor fasya lata, fasyası üzerinden açıldı. Lateral femoral kütanöz sinir fasyanın medialinde kalacak şekilde korunmuş oldu. Tensor fasya lata küt diseksiyon ile derinleştirilerek rektus femorise ulaşıldı. Rektus mediale ekarte edildi. Kapsül üzerinden rektusun reflekte başı ve iliokapsülaris adelesi sıyrılıp mediale doğru ekarte edilerek kapsül ortaya konuldu. Kapsülotomi, femur boynu üst sınırı hizasından longitudinal olarak trokanterik krestten asetabulumu doğru yapıldı. Femoral tarafta kapsül insizyonu trokanterik krest boyunca inferiora doğru devam edildi. Asetabular tarafta kapsül insizyonu posterosuperiora doğru asetabulumu paralel devam edildi. Bu şekilde Ganz'ın tarif ettiği gibi femur başının beslenmesine zarar verilmemesi amaçlandı.(Bkz. Şekil 17) Kapsülün iki bacağı askı dikişler ile işaretlenerek ekarte edildi. Direkt görüş altında femur boynundaki kırık redükte edildi.



Şekil 17: Ganz'ın tarif ettiği şekilde kapsülotomi

Lateralden ayrı bir insizyon ile girilerek, skopi altında kırık önce Kirschner teli sonra kanüle vida ile tespit edildi. AP ve kurbağa pozisyonunda bakılan lateral planda redüksiyon ve vidaların yerleri kontrol edildi. Daha sonra ikinci gruptaki hastalara kalça iyice fleksiyon, abdüksiyon ve dış rotasyona alınarak 3 veya 4 delikli 3.5 mm'lik plak baş ve boynun medialine destek olacak şekilde iki veya üç vida ile tespit edildi.(Bkz. Şekil 18) Tespit sonrası her iki gruptaki hastalara anterior insizyondan başın kırıldak kısmında ince Kirschner teli ile açılan delikten pulsasyonla birlikte olan kanama görülerek başın beslenmesinin kontrolü sağlandı. Kapsül gevşek şekilde 3-4 dikişle kapatıldı. Anterior insizyon ve lateral insizyon katlarına uygun şekilde kapatıldı.



Şekil 18: Femur boyun kırığında medial buttress plak uygulaması, superiorda bir adet kilitleli inferiorda iki adet kilitsiz vida ile birlikte

Ameliyat Sonrası Takip

Her iki gruptaki hastalara ameliyat öncesi ve sonrası antibiyotik verildi. Derin ven trombozu profilaksisi olarak tüm hastalara ilk 4 hafta düşük molekül ağırlıklı heparin ve varis çorabı verildi. Tüm hastalar ilk 6 hafta etkilenen ekstremiteye yük vermediler ve sonrasında takip eden 6 haftada kısmi olarak yük verdiler. Daha sonrasında ağrı toleranslarına göre yükü arttırdılar.

3.4. İstatistiksel Analiz

Tüm istatistiksel analizler IBM SPSS Statistics (versiyon XX, IBM Corp., Armonk, NY) yazılımı kullanılarak gerçekleştirildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Sürekli değişkenler için gruplar arası karşılaştırmalarda normal dağılım gösteren verilerde bağımsız örneklem t-testi, normal dağılım göstermeyen verilerde ise Mann–Whitney U testi kullanıldı. Kategorik değişkenler ki-kare testi ile analiz edildi. Klinik ve fonksiyonel sonuçlar (VAS, Harris Skoru, Oxford Kalça Skoru) her iki grup arasında karşılaştırıldı. Ayrıca yaş, cinsiyet, sigara kullanımı, kırık tarafı, travma mekanizması, redüksiyon kalitesi ve komplikasyon oranları da cerrahi tekniklere göre değerlendirildi. Tüm analizlerde $p < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

3.5. Bulgular

Bu çalışmaya, femur boyun kırığı nedeniyle cerrahi olarak tedavi edilen toplam 31 hasta dahil edildi. Hastalar, uygulanan cerrahi tekniğe göre iki gruba ayrıldı: yalnızca kanüle vida ile fikse edilen olgular (Grup 1, $n = 19$) ve kanüle vida ile birlikte plak uygulanan olgular (Grup 2, $n = 12$). İki grup arasında yaş ortalamaları benzer olup, Grup 1'de 41.2 ± 17.6 yıl, Grup 2'de ise 40.8 ± 16.2 yıl idi ($p = 0.953$). Cinsiyet dağılımı bakımından Grup 1'de 11 kadın (%57.9) ve 8 erkek (%42.1); Grup 2'de ise eşit olarak 6 kadın (%50.0) ve 6 erkek (%50.0) yer aldı ($p = 0.952$). Sigara kullanım oranı sırasıyla %26.3 (5/19) ve %41.7 (5/12) idi ve gruplar arasında anlamlı bir fark izlenmedi ($p = 0.620$). Ortalama takip süresi Grup 1'de 37.1 ± 23.1 ay, Grup 2'de ise 47.5 ± 29.8 ay idi ($p = 0.285$). Kırık tarafı açısından Grup 1'de %68.4 sağ, %21.1 sol, %10.5 bilateral yerleşimli kırık saptanırken; Grup 2'de %83.3 sağ ve %16.7 sol yerleşimli kırık vardı ($p = 0.459$). Travma mekanizması açısından Grup 1 hastalarının %78.9'u düşük enerjili travmaya maruz kalırken, Grup 2 hastalarının %58.3'ü düşük enerjili travma ile başvurmuştu ($p = 0.084$). Tablo 9.

Tablo 10: Demografik ve Radyolojik Özelliklerin Uygulanan Cerrahi Tedaviye Göre Karşılaştırılması

	Sadece Vida	Vida + Plak	p-değeri
Yaş	41.2 ± 17.6	40.8 ± 16.2	0.953
Takip Süresi (ay)	37.1 ± 23.1	47.5 ± 29.8	0.285
Cinsiyet (Kadın/Erkek)	{1: 11, 2: 8}	{1: 6, 2: 6}	0.952
Sigara Kullanımı (E/H)	{2: 14, 1: 5}	{2: 7, 1: 5}	0.62
Kırık Tarafı (Sağ/Sol/Bilateral)	{1: 13, 2: 4, 3: 2}	{1: 10, 2: 2}	0.459
Travma Mekanizması (Düşük/Yüksek)	{1: 15, 2: 4}	{2: 7, 1: 5}	0.084
Redüksiyon Kalitesi	{1: 14, 3: 2, 4: 2, 2: 1}	{1: 10, 2: 2}	0.308

Klinik Sonuçlar

Her iki grubun postoperatif 4. ve 12. aylarda değerlendirilen klinik sonuçları karşılaştırıldığında, VAS, Harris Kalça Skoru ve Oxford Kalça Skoru açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı.

- VAS skoru (4. ay): Grup 1: 5.4 ± 2.5, Grup 2: 5.6 ± 2.1 ($p = 0.808$)
- VAS skoru (12. ay): Grup 1: 2.2 ± 2.8, Grup 2: 2.5 ± 3.1 ($p = 0.789$)
- Harris Kalça Skoru (4. ay): Grup 1: 61.7 ± 21.6, Grup 2: 63.1 ± 26.4 ($p = 0.878$)
- Harris Kalça Skoru (12. ay): Grup 1: 80.8 ± 26.3, Grup 2: 76.8 ± 31.8 ($p = 0.704$)
- Oxford Kalça Skoru (4. ay): Grup 1: 29.5 ± 13.2, Grup 2: 30.5 ± 15.6 ($p = 0.853$)
- Oxford Kalça Skoru (12. ay): Grup 1: 36.9 ± 16.6, Grup 2: 35.2 ± 19.5 ($p = 0.803$)

Bu sonuçlar, plak eklenmesinin klinik iyileşme ve ağrı skorları üzerinde anlamlı bir üstünlük sağlamadığını göstermektedir. Tablo 11.

Tablo 11: Uygulanan Cerrahi Tedaviye Göre Klinik Sonuçların Karşılaştırılması

	Sadece Vida (Ort±SS)	Vida + Plak (Ort±SS)	p-değeri
VAS Skoru (4. ay)	5.4 ± 2.5	5.6 ± 2.1	0.808
VAS Skoru (12. ay)	2.2 ± 2.8	2.5 ± 3.1	0.789
Harris Skoru (4. ay)	61.7 ± 21.6	63.1 ± 26.4	0.878
Harris Skoru (12. ay)	80.8 ± 26.3	76.8 ± 31.8	0.704
Oxford Skoru (4. ay)	29.5 ± 13.2	30.5 ± 15.6	0.853
Oxford Skoru (12. ay)	36.9 ± 16.6	35.2 ± 19.5	0.803

Radyolojik Sonuçlar

Redüksiyon kalitesi, ameliyat sonrası çekilen radyografilerle değerlendirildi ve dört gruba ayrıldı: mükemmel (1), iyi (2), orta (3), ve kötü (4). Grup 1’de redüksiyon kalitesi %73.7 oranında mükemmel (14/19) olarak değerlendirilirken; Grup 2’de bu oran %83.3 (10/12) idi. Redüksiyon kalitesi dağılımı gruplar arasında anlamlı fark göstermedi ($p = 0.308$). Grup 1’de 19 hastanın 4’ünde, Grup 2’de ise 12 hastanın 3’ünde bir komplikasyon görüldü. Komplikasyon oranları açısından gruplar arasında fark izlenmedi ($p = 0.878$). Tablo 10.

4. Tartışma

Çalışmamızdaki açık redüksiyon yapılan tüm hastalar literatürle uyumlu olarak Pauwels tip 3 femur boyun fraktürüne sahipti. Her iki gruptaki hastalara da açık redüksiyon uygulandı. Sadece kanüle vida ve kanüle vida ile birlikte medial buttress plak uygulanan hastaların yaş ortalamaları birbirine benzerdi ve sırasıyla 41.2 ± 17.6 ve 40.8 ± 16.2 yıldı. Her iki grup arasında cinsiyet, takip süresi ve kırık yönü bakımından anlamlı bir fark yoktu. Gruplar arasında ayrıca tedaviyi ve sonuçları etkileyecek şekilde travma mekanizması ve sigara kullanımı açısından anlamlı bir fark yoktu. Bu kırıklarda anatomik redüksiyon kritik öneme sahiptir. Çünkü yetersiz redüksiyon (malredüksiyon); kırık iyileşmesinde komplikasyonların, daha düşük fonksiyonel iyileşmenin ve sonraki tekrarlayan ameliyatların güçlü bir göstergesidir.(11) Grup 1’de 19 hastanın 14’ünde mükemmel redüksiyon kalitesi elde edilirken, grup 2’de 12 hastanın 10’unda mükemmel redüksiyon kalitesi elde edildi ve

gruplar arasında anlamlı fark bulunamadı. Her iki grubun da takiplerinde post op 4. ay VAS, Harris ve Oxford skorlarında 12. ayda düzelme görüldü ve gruplar arasında anlamlı fark bulunamadı.

Ye Ye ve arkadaşları kendi yaptıkları çalışmada kanüle vida ve medial buttress plak ile internal fiksasyon yaptıkları 28 hastanın ortalama yaşını 42.1(29-57) olarak bulmuştur.(7) Bu yaş ortalaması bizim açık redüksiyon yaptığımız her iki grubun yaş ortalamasına da benzerdir. Yaptığımız çalışmada sadece kanüle vida yaptığımız hastaların ortalama takip süresi 37.1 ± 23.1 ay bulunurken, medial buttress plak ve kanüle vida yaptığımız hastaların ortalama takip süresi 47.5 ± 29.8 ay bulunmuştur. Ye Ye ve arkadaşları ise medial buttress plak ve kanüle vida yaptıkları hastaları ortalama 13,6(12-18) ay takip etmiştir.(7) Chao Ma ve arkadaşları genç hastalarda instabil femur boyun fraktürü tedavisinde sadece çoklu kanüle vida ile kanüle vidaya ek olarak medial buttress plak tedavisini karşılamışlardır. Kanüle vidaya ek olarak medial buttress plak kullanılan grupta 43.86 ± 12.55 yıl yaş ortalamasına sahip 22 hasta incelenmiştir. Bu gruptaki hastaların hepsine açık redüksiyon uygulanmış ve hastalarda postop 3. ay ve 12. ay HHS sırasıyla 76.18 ± 4.13 ve 91.23 ± 3.66 bulunmuştur. (47) Biz, yaptığımız çalışmada ise kanüle vidaya ek olarak medial buttress plak yapılan hastalarda postop 4. ay ve 12. ayda Harris kalça skorunu (HHS) sırasıyla 63.1 ± 26.4 ve 76.8 ± 31.8 bulduk. Zhengbing Su ve arkadaşlarının yaptığı yedi makalenin dahil edildiği güncel bir meta-analizde Pauwels tip 3 femur boyun fraktürü olan 409 hasta incelenmiş, bu hastalar sadece kanüle vida yapılanlar ve kanüle vidaya ek olarak medial buttress plak yapılanlar olarak iki gruba ayrılmıştır. Ancak bu meta-analizde sadece kanüle vidaya ek olarak medial buttress plak yapılan hastaların hepsine açık redüksiyon yapılmıştır. Bu meta-analizde incelenen Li RH ve arkadaşlarının 2018 yılında yaptığı çalışmada, açık redüksiyon yapılarak kanüle vida ve medial buttress plak ile fiksasyon yapılan femur boyun fraktürüne sahip hastalarda ameliyat sonrası 3. ayda HHS 77.3 ± 15.3 bulunurken 12. ayda ise 90.4 ± 8.5 bulunmuştur.(8) Açık redüksiyon ile birlikte sadece kanüle vida uygulanan hastalarla ilgili bilgi literatürde çok kısıtlı olup femur boyun kırıkları için sadece kanüle vida yapılan hastalar açık veya kapalı redüksiyon ayrımı gözetmeksizin değerlendirilmiştir.

Chao Ma ve arkadaşlarının 2022 yılında yaptığı çalışmada sadece kanüle vida grubunda 47 hasta, kanüle vidaya ek olarak medial buttress plak kullanılan grupta 22

hasta incelenmiştir. Postop 3. ve 6. aylarda ek olarak medial buttress plak yapılan grupta HHS daha yüksek bulunmuştur. Fakat 12. ve 24. aylarda ölçülen HHS incelendiğinde her iki grup arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.(47) Bu çalışmada her ne kadar sadece kanüle vida uygulanan hastaların birçoğuna kapalı redüksiyon uygulanmış olsa da uzun dönem sonuçlar incelendiğinde bizim çalışmamızdakine benzer şekilde iki grup arasında anlamlı fark bulunamamıştır.

Zhengbing Su ve arkadaşlarının meta-analizinde inceledikleri 132 hastaya VAS skoru ölçümü yapılmış ve bunların 66'sı sadece kanüle vida yapılan hastalarken diğer 66'sı kanüle vida ve medial buttress plak yapılan hastalarmış. Sadece kanüle vida yapılan hastaların bir kısmına açık redüksiyon yapılırken bir kısmına kapalı redüksiyon uygulanmış. Bu incelemede kanüle vida ve medial buttress plak birlikte yapılan hastaların VAS skorlarını anlamlı düzeyde daha düşük bulmuşlardır. (MD = -1.28, %95 GA = -1.83 ila -0.72; P < 0.05)(8) Yine bu meta-analizde hastalara postop 3., 6. ve 12. aylarda HHS ölçümü yapılmış. Medial buttress plak ve kanüle vida yapılan hastalarda daha yüksek skor bulunmuştur. (MD = 8.49, %95 GA = 4.15-12.83; P < 0.05)(8) Zhe-yuan Huang ve arkadaşlarının yaptığı 102 hastanın dahil edildiği çalışmada, femur boyun fraktürü sebebiyle kapalı redüksiyon ve sadece kanüle vida (KV) ile osteosentez yapılan yaş ortalaması $48,46 \pm 7,26$ yıl olan 54 hasta ile kanüle vidaya ek olarak fibula allogrefti destekli medial buttress plak (MBP) kullanılan ortalama yaşı $48,73 \pm 6,38$ yıl olan 48 hasta karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada kanüle vida ile birlikte fibula allogrefti ve medial buttress plak uyguladıkları hastaların kırık redüksiyonunun daha iyi olduğunu göstermişlerdir.(46) Her iki gruptaki hastaların yaşı bizim çalışmamızdakine benzer olmakla birlikte sadece kanüle vida uyguladıkları hastalara sadece kapalı redüksiyon uygulanmış ve açık redüksiyon yapılan hastalara medial buttress plağa ek olarak fibula allogrefti kullanılmıştır. Yangwenxiang Wei ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada femur boyun fraktürü olan 156 hastaya kapalı redüksiyon sonrası 80 hastaya sadece kanüle vida, 76 hastaya ise fibula allogrefti ile birlikte kanüle vida uygulamışlardır. Bizim çalışmamızdan farklı olarak medial buttress plak kullanılmamıştır ve hastalara açık redüksiyon uygulanmamıştır. İki grubun da yaş ortalaması sırasıyla 41.0 ± 6.3 ve 40.3 ± 5.3 bulunmuştur ve bizim çalışmamızdaki yaş ortalamasına benzer şekildedir. Yaptıkları HHS ölçümünde her iki grup arasında postop 3. ve 12. ayda fark bulamamışlardır. Fakat 3. ve 8. yılda ek olarak

fibula allogrefti yapılan grupta HHS anlamlı şekilde yüksek ölçülmüştür. (3. yıl: 90.2 ± 2.86 vs. 85.4 ± 5.49 , $P < 0.001$; 8. yıl: 91.8 ± 4.85 vs. 86.8 ± 6.62 , $P < 0.001$)(48)

Çalışmamızın retrospektif olması başlıca limitasyonlardan biridir. Hastaların randomize seçilmeyip cerrahi sırasında tedavi türüne karar verilmesi, kanüle vidaya ek olarak medial buttress plak yerleştirilen femur boyun fraktürlerinin redüksiyon açısından daha zorlayıcı ve daha komplike fraktürler olduğunu düşündürmektedir. Bu da iki tedavi türünü karşılaştırırken sonuçları etkilemektedir. Çalışmamızın diğer zayıf yönlerinden biri hasta sayısının literatürde yapılan çalışmalara kıyasla daha az olmasıdır. Çalışmamızda hastaları farklı cerrahlar opere ettiği için bunun da sonuçları etkileyeceği düşünülmüştür. Ayrıca tek merkezli oluşu da bir dezavantajdır. Çalışmamızın güçlü yönleri ise tüm hastalara postop 1. gün grafi çekildiği için redüksiyon kaliteleri incelenmiş ve sınıflandırılabilmiştir. Detaylı olarak hastaların takipleri yapıldığı için postop 4. ve 12. aylardaki fonksiyonel sonuçlar skorlama yöntemleriyle detaylıca incelenmiş ve karşılaştırılabilmiştir. Ayrıca çalışmamızda femur boyun fraktürlerinin tedavisinde birinde ek olarak medialden destekleyici buttress plak kullanılan iki açık cerrahiyi karşılaştırılmıştır. Literatürdeki çalışmalardan farklı olarak karşılaştırılan iki cerrahi yönteminin de açık cerrahi oluşu da çalışmamızın güçlü yönlerinden biridir.

5. Sonuçlar

Çalışmamızın sonucunda her iki teknik arasında anlamlı fark bulunmadığı için bu kırıkların açık cerrahisinde ek olarak medial buttress plak yerleştirmeyi önermemekteyiz. Yerleştirilecek ek medial buttress plak; ameliyat süresini uzatacak, buna bağlı olarak kan kaybını arttıracak ve uzayan anesteziye bağlı komplikasyon gelişme riskini arttıracaktır. Yine de çalışmamızın limitasyonları düşünüldüğünde ve literatürde her iki tekniğin de açık redüksiyon ile birlikte yapıldığı çalışmanın bulunmaması sebebiyle bu konu tartışmaya açıktır. Bu kırıkların cerrahi tedavisinde yerleştirilecek medial buttress plağın, vertikal makaslama kuvvetlerine büyük ölçüde direnç sağlayacağı ve cerrahi sırasında yapılan redüksiyonu iyileşmeye kadar olan sürede daha iyi koruyacağı görüşü henüz geçerliliğini kaybetmemiştir.

6. Kaynaklar

1. Guanghui Lin, Dongliang Yang, Wei Sui. Retracted: Clinical Effect of Open Reduction and Internal Fixation for Femoral Neck Fracture in Young Adults and Related Factors of Femoral Head Necrosis. *J Environ Public Health* [Internet]. 2023 Sep 27;2023:1–1. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/jeph/2023/9753273/>
2. Slobogean GP, Sprague SA, Scott T, Bhandari M. Complications following young femoral neck fractures. *Injury* [Internet]. 2015 Mar 1;46(3):484–91. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002013831400494X>
3. Karaeminogullari O, Demirors H, Atabek M, Tuncay C, Tandogan R, Ozalay M. Avascular necrosis and nonunion after osteosynthesis of femoral neck fractures: Effect of fracture displacement and time to surgery. *Adv Ther* [Internet]. 2004 Sep;21(5):335–42. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/BF02850038>
4. Koraman E, Iyeten Y, Ozyaman O, Akyurek M. A biomechanical comparison of three fixation methods for unstable femoral neck fractures with medial calcar defect. *J Orthop Surg Res* [Internet]. 2023 Aug 22;18(1):614. Available from: <https://josr-online.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13018-023-04100-0>
5. Dong Q, Han Z, Zhang Y, Sun X, Ma X. Comparison of Transverse Cancellous Lag Screw and Ordinary Cannulated Screw Fixations in Treatment of Vertical Femoral Neck Fractures. *Orthop Surg* [Internet]. 2019 Aug 23;11(4):595–603. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/os.12503>
6. Mir H, Collinge C. Application of a medial buttress plate may prevent many treatment failures seen after fixation of vertical femoral neck fractures in young adults. *Med Hypotheses* [Internet]. 2015 May 1;84(5):429–33. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030698771500050X>
7. Ye Y, Chen K, Tian K, Li W, Mauffrey C, Hak DJ. Medial buttress plate augmentation of cannulated screw fixation in vertically unstable femoral neck

- fractures: Surgical technique and preliminary results. *Injury* [Internet]. 2017 Oct 1;48(10):2189–93. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020138317305302>
8. Su Z, Liang L, Hao Y. Medial femoral plate with cannulated screw for Pauwels type III femoral neck fracture: A meta-analysis. *J Back Musculoskelet Rehabil* [Internet]. 2021 Mar 22;34(2):169–77. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.3233/BMR-200183>
 9. Frihagen F. On the diagnosis and treatment of femoral neck fractures. *Acta Orthop* [Internet]. 2009 Jan 18;80(sup335):1–26. Available from: <https://actaorthop.org/actao/article/view/18852>
 10. Thorngren KG, Hommel A, Norrman PO, Thorngren J, Wingstrand H. Epidemiology of femoral neck fractures. *Injury* [Internet]. 2002 Dec;33:1–7. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020138302003248>
 11. Florschütz A V., Langford JR, Haidukewych GJ, Koval KJ. Femoral Neck Fractures. *J Orthop Trauma* [Internet]. 2015 Mar;29(3):121–9. Available from: <https://journals.lww.com/00005131-201503000-00002>
 12. Gullberg B, Johnell O, Kanis JA. World-wide Projections for Hip Fracture. *Osteoporosis International* [Internet]. 1997 Sep;7(5):407–13. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/PL00004148>
 13. HARTY M. The calcar femorale and the femoral neck. *J Bone Joint Surg Am* [Internet]. 1957 Jun;39-A(3):625–30. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13428807>
 14. Adams R. Hip-joint, abnormal conditions. In: Todd RB, editor. *The cyclopaedia of anatomy and physiology*. Longman; 1836. p. 780–825.
 15. Senn N. A case of bony union after impacted intra-capsular fracture of the neck of the femur. *Trans Am Surg Assoc*. 1883;1:167–70.
 16. Senn N. The treatment of fractures of the neck of the femur by immediate reduction and permanent fixation. *J Am Med Ass*. 1889;1:150–9.
 17. Smith RW. *A treatise on fractures in the vicinity of joints*. Hodges and Smith; 1850.
 18. Todd RB. *The cyclopaedia of anatomy and physiology*. Longman; 1835.

19. Kocher T. Beiträge zur Kenntniss einiger Praktisch wichtiger Fracturformen. Basel und Leipzig: Carl Sallmann; 1896.
20. Faltin R. The treatment of the fractures of the neck of the femur. *Acta Chir Scand.* 1924;57:10–54.
21. Müller ME. Die hüftnahen Femurosteotomiesn. Georg Thieme Verlag; 1957.
22. Pauwels F. Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates. Springer; 1965.
23. Lanz T, Wachsmuth W. Praktische Anatomie. Teil I/4, Bein und Statik. Springer; 1938.
24. Stokes W. Selected papers on operative and clinical surgery. Taylor W, editor. London; 1902. xi–xv.
25. Stokes W. On the diagnosis and treatment of fractures of the neck of the femur. London: British Medical Association; 1896.
26. Cordasco P. Evolution of treatment of fracture of neck of femur. *Archives of Surgery.* 1938;37:871–927.
27. Zuckerman JD. The internal fixation of intracapsular hip fractures: a review of the first one hundred years. *Orthop Review.* 1982;11:85–95.
28. Cooper AP, Travers B. Surgical essays. Part II. London: Longman, Hurst; 1819. 20–54 p.
29. Cooper AP. A treatise on dislocations, and on fractures of the joints. Second. London: Longman, Hurst; 1823. 51–59, 114–176 p.
30. Cooper AP. The principles and practice of surgery. Vol. II. London: E Cox; 1837. 298–335 p.
31. Bartoniček J. THE HISTORY OF FRACTURES OF THE PROXIMAL FEMUR. *J Bone Joint Surg Br* [Internet]. 2002 Aug;84-B(6):795–7. Available from: <https://online.boneandjoint.org.uk/doi/10.1302/0301-620X.84B6.0840795>
32. TUCKER FR. Arterial supply to the femoral head and its clinical importance. *J Bone Joint Surg Br* [Internet]. 1949 Feb;31B(1):82–93. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18124373>

33. Konda SR. Anatomy of the Proximal Femur. In: Proximal Femur Fractures [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2018. p. 1–7. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-64904-7_1
34. Byrne DP, Mulhall KJ, Baker JF. Anatomy & Biomechanics of the Hip. The Open Sports Medicine Journal [Internet]. 2010 Jan 1;4(1):51–7. Available from: <http://benthamopen.com/ABSTRACT/TOSMJ-4-51>
35. Toogood PA, Skalak A, Cooperman DR. Proximal Femoral Anatomy in the Normal Human Population. Clin Orthop Relat Res [Internet]. 2009 Apr 29;467(4):876–85. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s11999-008-0473-3>
36. Zaghoul A. Hip Joint: Embryology, Anatomy and Biomechanics. Biomed J Sci Tech Res [Internet]. 2018 Dec 20;12(3). Available from: <https://biomedres.us/fulltexts/BJSTR.MS.ID.002267.php>
37. Lewis CG, Jones LC, Hungerford DS. Effects of grafting on porous metal ingrowth. J Arthroplasty [Internet]. 1997 Jun;12(4):451–60. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0883540397902023>
38. Vitković N, Trajanovic M, Milovanović JRSE, Korunovic N, Stojkovic M, Manic M. Different Approaches for the Creation of Femur Anatomical Axis and Femur Shaft Geometrical Models. Strojarsstvo [Internet]. 2012 Jun 1 [cited 2025 Apr 18];54:247–55. Available from: https://www.researchgate.net/publication/286810365_Different_approaches_for_the_creation_of_femur_anatomical_axis_and_femur_shaft_geometrical_models
39. Polkowski GG, Clohisy JC. Hip Biomechanics. Sports Med Arthrosc Rev [Internet]. 2010 Jun;18(2):56–62. Available from: <https://journals.lww.com/00132585-201006000-00002>
40. Gautier E, Ganz K, Krügel N, Gill T, Ganz R. Anatomy of the medial femoral circumflex artery and its surgical implications. J Bone Joint Surg [Internet]. 2000 Jul 1;82(5):679–83. Available from: <http://www.bjj.boneandjoint.org.uk/cgi/doi/10.1302/0301-620X.82B5.10426>

41. Pauyo T. Management of femoral neck fractures in the young patient: A critical analysis review. *World J Orthop* [Internet]. 2014;5(3):204. Available from: <http://www.wjgnet.com/2218-5836/full/v5/i3/204.htm>
42. Kazley JM, Banerjee S, Abousayed MM, Rosenbaum AJ. Classifications in Brief: Garden Classification of Femoral Neck Fractures. *Clin Orthop Relat Res* [Internet]. 2018 Feb 17;476(2):441–5. Available from: <https://journals.lww.com/00003086-201802000-00048>
43. Parker MJ, Dynan Y. Is Pauwels classification still valid? *Injury* [Internet]. 1998 Sep;29(7):521–3. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020138398001181>
44. Tidermark J. Quality of life and femoral neck fractures. *Acta Orthop Scand* [Internet]. 2003 Jan 8;74(2):1–62. Available from: <https://actaorthop.org/actao/article/view/19749>
45. Schmidt AH, Swiontkowski MF. Femoral Neck Fractures. *Orthopedic Clinics of North America* [Internet]. 2002 Jan;33(1):97–111. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0030589803000749>
46. Huang Z, Su Y, Huang Z, Wang Y, Du G, Huang Y, et al. Medial Buttress Plate and Allograft Bone-Assisted Cannulated Screw Fixation for Unstable Femoral Neck Fracture with Posteromedial Comminution: A Retrospective Controlled Study. *Orthop Surg* [Internet]. 2022 May 21;14(5):911–8. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/os.13273>
47. Ma C, Liu Y, Liu J, Chen L, Huang J, Luo X, et al. The role of the medial buttress plate in the treatment of Pauwels type II and III femoral neck fracture in nonelderly patients: a retrospective study and preliminary results. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 2022 Dec 31;23(1):100. Available from: <https://bmcmusculoskeletdisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12891-022-05056-8>
48. Wei Y, Lin T, Liu Y, Chen Z, Zhou C. Fibula allograft with cannulated screw fixation versus ordinary cannulated screw fixation for femoral neck fractures: a 10-year retrospective comparative study. *J Orthop Surg Res* [Internet]. 2023 Aug 5;18(1):570. Available from: <https://josr-online.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13018-023-04002-1>

