



**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI**

**FEMUR CİSİM KIRIKLARINDA İNTRAMEDÜLLER ÇİVİ
UYGULAMASI SONRASI KIRIK İYİLEŞMESİ ÜZERİNE
ETKİLİ FAKTÖRLERİN RETROSPEKTİF
DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Bahadır ALİMOĞLU

Antalya, 2024



T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

**FEMUR CİSİM KIRIKLARINDA İNTRAMEDÜLLER ÇİVİ
UYGULAMASI SONRASI KIRIK İYİLEŞMESİ ÜZERİNE
ETKİLİ FAKTÖRLERİN RETROSPEKTİF
DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Bahadır ALİMOĞLU

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hakan ÖZDEMİR

‘Kaynak Gösterilerek Tezimden Yararlanılabilir’

Antalya, 2024

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca her türlü bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, yetişmemde emeği geçen başta tez danışmanım Prof. Dr. Hakan ÖZDEMİR ve Akdeniz Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Mustafa ÜRGÜDEN olmak üzere; Doç. Dr. Tayyar Kürşat DABAK, Prof. Dr. Haluk ÖZCANLI, Prof. Dr. Mehmet Serhan ER, Doç. Dr. Osman CİVAN, Uzm. Dr. Burç ÖZCANYÜZ, Uzm. Dr. Yener AYDIN ve eğitimimin bir bölümünde birlikte çalışma fırsatı bulduğum Prof. Dr. Yetkin SÖYÜNCÜ için minnet ve saygılarımı sunarım.

Tüm hayatım boyunca üzerimde büyük emekleri olan ve desteklerini esirgemeyen aileme minnetlerimi sunarım, iyi ki varsınız.

Uzmanlık eğitimimin büyük bir bölümünde yanımda olan, sevgisini ve desteğini benden esirgemeyen çok kıymetli eşime Uzm. Dr. Ceren Cennet ALİMOĞLU'na ömür boyu sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Zorlu ve yoğun geçen uzmanlık eğitimimde gece gündüz birlikte çalıştığım tüm asistan arkadaşlarıma ve iş arkadaşlarıma katkılarından dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini	vi
Şekiller Dizini	viii
Tablolar Dizini	x
Grafikler Dizini	xii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Tarihçe	3
2.2. Embriyoloji	5
2.3. Anatomi	5
2.3.1. Kemik Yapı	5
2.3.2. Kompartman Yapısı	7
2.3.3. Nörovasküler Yapı	11
2.4. Femur Biyomekaniği	13
2.5. Patolojik Anatomi	14
2.6. Etiyoloji	16
2.7. Tanı	17
2.7.1. Bulgu ve Semptomlar	17
2.7.2. Radyografik Değerlendirme	18
2.8. Sınıflandırma	18

2.9. Eşlik Eden Travmalar	23
2.10. Tedavi	24
2.10.1. Kırık İyileşme Biyolojisi	24
2.10.2. Konservatif Tedavi	26
2.10.3. Cerrahi Tedavi	27
2.11. Komplikasyonlar	54
2.11.1. Enfeksiyon	54
2.11.2. Nonunion	55
2.11.3. Femur Boyun Kırığı	55
2.11.4. Proksimal Femur Fraktür	56
2.11.5. Nörolojik Hasar	56
2.11.6. Heterotropik Ossifikasyon	57
2.11.7. Pulmoner Komplikasyon	58
2.11.8. İntramedüller Çivi ve Vida Kırılması	58
2.11.9. Radyasyon Dozu	59
3. GEREÇ VE YÖNTEM	60
3.1. Hastalar ve Yöntem	61
3.2. Araştırma Verilerinin İstatiksel Değerlendirilmesi	63
4. BULGULAR	65
5. TARTIŞMA	83

6. SONUÇLAR	103
7. ÖZET	105
8. ABSTRACT	107
9. KAYNAKLAR	109
10. EKLER	123



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
AO/ASIF	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Association for the Study of International Fixation
AP	Anteroposterior
ARDS	Akut Respiratuar Distres Sendromu
ASA	American Society of Anesthesiologist
ATLS	American College of Surgeons Advanced Trauma Life Support
BT	Bilgisayarlı Tomografi
cm	Santimetre
EF	Eksternal Fiksator
IM	İntramedüller
İMÇ	İntramedüller Çivi
LAT	Lateral
LC-DCP	Limited Contact Dynamic Compression Plate
mm	Milimetre
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
OTA	Orthopaedic Trauma Association
PACS	Picture Archiving and Communication Systems
RUSF	Radiographic Union Score for Femoral Fracture

s.s. Standart Sapma

VKİ Vücut Kitle İndeksi



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Femurun anterior (ön) ve posterior (arka) görünümü	7
2.2. Uyluğun ortasından yapılmış transvers kesit	8
2.3. Uyluğun üst, orta ve alt tarafından yapılmış transvers kesitler (20)	8
2.4. Uyluk kaslarının anterior (ön) ve posterior (arka) görünüşleri	10
2.5. Femurda kan dolaşımı	12
2.6. Uyluk sinirleri	12
2.7. Femur anatomik ve mekanik aksı	13
2.8. A-B-C Kırık lokalizasyonuna göre deformite edici kuvvetlerin yönü	15
2.9. Travma sırasında kemiğin maruz kalacağı kuvvetler ve kemiğin bu kuvvetlere yanıtı	16
2.10. Tscherne sınıflandırması	20
2.11. AO/OTA sınıflandırması	21
2.12. Winkquist-Hansen sınıflandırması	22
2.13. Plağın kemiğe yerleşimi ve yüklenme esnasında kemiğin verdiği cevap	28
2.14. A-B İntramedüller çiviler (A. Dinamik kilitleme örneği, B. Statik kilitleme örneği)	33

2.15.	Farklı çivilerin transvers kesitleri	38
2.16.	Supin pozisyonu	46
2.17.	Lateral pozisyon	46
2.18.	Giriş Deliği	48



TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Reamerlama ile çivi-korteks temas yüzeyinin artışı	40
3.1. Çalışma grubu oluşum aşamaları	61
3.2. Kaynamanın RUST skoruna göre değerlendirilmesi	62
3.3. Kaynamayı etkileyen parametreler	63
4.1. Hastaların 3-6-9-12. aylarda kaynama durumu	65
4.2. Hastalara ait çeşitli kategorik verilerin dağılımı ve sürekli verilerine ait ortalamalar	65
4.3. Hastaların yaralanma mekanizmalarının dağılımı	66
4.4. Hastaların yaralanma mekanizmalarının dağılımı	67
4.5. Hastaların AO/OTA ve Winqvist/Hansen sınıflaması dağılımı	68
4.6. Hastaların Rusf skoru ve operasyon özelliklerinin ortalaması	70
4.7. Rusf skoruna göre kaynama durumunun aylara göre dağılımı	70
4.8. Hastaların çeşitli özelliklerine göre 3. ay kaynama durumu	71-72
4.9. 3. ay kaynama durumuna etki eden risk faktörleri	73
4.10. Hastaların çeşitli özelliklerine göre 6. ay kaynama durumu	74

4.11.	6. ay kaynama durumuna etki eden risk faktörleri	75
4.12.	Hastaların çeşitli özelliklerine göre 9. ay kaynama durumu	76-77
4.13.	Hastaların çeşitli özelliklerine göre 12. ay kaynama durumu	78
4.14.	3. ay kaynama durumuna göre çeşitli değişken ortalamalarının karşılaştırılması	79
4.15.	6. ay kaynama durumuna göre çeşitli değişken ortalamalarının karşılaştırılması	80
4.16.	9. ay kaynama durumuna göre çeşitli değişken ortalamalarının karşılaştırılması	80
4.17.	12. ay kaynama durumuna göre çeşitli değişken ortalamalarının karşılaştırılması	81
4.18.	6. ayda kaynama görülen hastalarda çivi çapı/isthmus oranı kesim noktası	82

GRAFİKLER DİZİNİ

<u>Grafik</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. Yaralanma mekanizması dağılımı	67
4.2. Kırık bölgesinin dağılımı	69
4.3. AO/OTA sınıflaması dağılımı	69
4.4. Rusf skoruna göre kaynama durumunun aylara göre dağılımı	71
4.5. 6. ay kaynama durumu belirlemede çivi çapı/isthmus oranının roc analiz eğrisi	82

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Femur, vücuttaki en büyük kemiklerden biri ve alt ekstremitenin ana yük taşıyıcısı olduğundan, kırıklarının tedavisi önemlidir çünkü tedavi edilmezlerse ciddi sakatlıklara neden olabilirler.

Femur, vücuttaki en sağlam ve en uzun kemiklerden biridir. Ayrıca çevresinde en fazla kas kütlesi bulunan ve hem doğrudan hem de dolaylı etkilerle sık kırılan bir kemiktir. Tüm kırıkların %8'ini oluşturan femur cisim kırıkları genellikle gençler ve çocuklarda görülür. Zengin damarlanması ve çevresindeki kas kitlesi nedeniyle kaynama gecikmesi ve psödoartroz nadir olarak görülen durumlardandır (1).

Femur cisim kırıkları; trochanter minör 5 cm distali ile adduktor tuberculum 5 cm proksimali arasındaki kırıklar olarak adlandırılır.

Günümüzde teknolojinin hızla ilerlemesi ve sanayileşmenin artması, trafik kazaları ve iş kazalarının artmasına sebep olmuştur. Bu durum özellikle genç yaş grubunda femur cisim kırıklarının diğer yaralanmalarla birlikte artmasına yol açmaktadır.

Femur cisim kırıklarının tedavisindeki amaç, hastaya erken dönemde fonksiyonlarını kazandırarak ekstremitenin anatomik bütünlüğünü sağlamaktır. Uygun endikasyon ve tedavi yapılmazsa, çeşitli sorunlu tedavi sonuçlarıyla karşılaşılabilir. Geçmişten günümüze, femur cisim kırıklarının tedavisinde konservatif ve cerrahi olarak çeşitli yöntemler uygulanmış veya uygulanmaktadır. Ancak intramedüller çivi uygulamaları özellikle 1980'lerden sonra daha fazla ön plana çıkmıştır. Bu yöntem, iyi stabilizasyon sağlaması, erken yüke ve eklem hareketine izin vermesi, daha az yumuşak doku kesisi gerektirmesi ve kırık kaynama oranının yüksek olması gibi avantajlarıyla günümüzde femur cisim kırıklarının tedavisinde altın standart haline gelmiştir.

Klinik çalışmalarda, kırık iyileşmesi üzerinde etkili birden fazla faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerin birlikte etkisi, kaynama, gecikmiş kaynama ve kaynamama durumlarını belirlemede önemlidir. Başarısız iyileşme vakalarını belirlemek ve tedavileri erken dönemde yönlendirmek için çeşitli skollama

yöntemleri geliştirilmiştir ve bu yöntemlerin etkinliği üzerine çalışmalar devam etmektedir.

Kırık iyileşmesini izlemek için ardışık klinik muayeneler ve radyolojik değerlendirmeler yapılır. Ancak, kaynama durumunu radyolojik olarak gösteren ve evrensel olarak kabul edilmiş bir skorlama sistemi henüz mevcut değildir. Doğrudan radyografilerde, kırık hattındaki boşluğun kaybolması ve kallus formasyonunun görülmesi gibi belirsiz bulgular, kırık iyileşmesinin göstergesi olarak kullanılmıştır. Birçok araştırmacı, seri radyografilerde kallus formasyonunun görülmesinin, radyolojik olarak yeterli kaynama olduğunu belirtmiştir. Sorunsuz kaynama durumunu belirlemek ve öngörmek için radyolojik yöntemler geliştirilmiş olup, bu yöntemlerin etkinliğiyle ilgili klinik çalışmalar hala devam etmektedir.

2010 yılında Bhandari ve ekibinin öne sürdüğü hipotezle başlayan, tibia kırıklarının radyolojik kaynamasını değerlendirmek için kullanılan RUST (Radiographic Union Score for Tibial Fracture) skorlaması, femur kemiğine uyarlanarak RUSF (Radiographic Union Score for Femoral Fracture) skorlaması olarak adlandırılmıştır. Bu skorlama sistemi, kullanım kolaylığı açısından tercih edilmekte olup, hasta klinikleriyle uyumunu gösteren çalışmalar devam etmektedir.

Intramedüller çivi uygulanan femur cisim kırıklarında, normal ve sorunlu kaynama durumları için bu skorun nasıl değiştiği konusunda henüz ortak bir görüş oluşmamıştır. Araştırmalar, bu skorlamanın femur cisim kırıklarının tedavisinde ne derece etkin olduğunu ortaya koymak için devam etmektedir.

Bu çalışmada, 2014-2021 yılları arasında Akdeniz Üniversitesi Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinde, femur cisim kırığı nedeniyle kilitli intramedüller çivi ile tedavi edilen 187 femur cisim kırığı vakası incelenmiştir. Postoperatif dönemde, 3-6-9-12. aylarda yapılan iki yönlü (Anteroposterior ve Lateral) radyografiler RUSF skorlaması ile değerlendirilerek puanları hesaplanmış ve kırık kaynaması değerlendirilmiştir. Çalışmanın birincil sonuç değişkeni, intramedüller çivi çapının, femur isthmus çapına oranının kaynama üzerine etkisini araştırmaktır. İkincil sonuç değişkeni ise femur cisim kırıkları sonrası intramedüller çivi ile tedavi edilen hastalarda kırık iyileşmesini etkileyebilecek diğer olası faktörleri belirlemektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tarihçe

Eski dönemlerde, intramedüller çivilerin kullanımı oldukça sınırlıydı. İlk örnekler, 16. yüzyılda Meksika ve Peru bölgesi kâşifleri tarafından rapor edildi. Bu kâşifler, İnka ve Azteklerin uzun kemiklerde kaynama olmaması durumunda tedavi için medüller kanala reçinelenmiş tahta çiviler kullandıklarını gözlemlediler.

Gerçek anlamda başarılı intramedüller çivileme, 1940 yılında Küntscher tarafından İkinci Dünya Savaşı sırasında başlatıldı ve yayınlandı. Küntscher, başlangıçta hayvanlarda çalışmalar yaptı ve üç kenarlı çiviler kullandı. İnsanlarda ise önce V şeklinde kesitli çiviler kullandı, daha sonra ise Y şeklinde çiviler geliştirdi.

Kuzey Amerika'da, uzun kemik kırıklarının tedavisinde intramedüller çivilerin kullanımıyla ilgili ilk yayın, Tondoir ve Moeys tarafından Temmuz 1945'te yapıldı. Daha sonra, Hansen-Street çivisi adı verilen ve 15° eksternal rotasyonlu, elmas şeklinde kesitli yeni bir çivi tasarlandı ve yaygın bir şekilde kullanıldı. Aynı dönemde, tantaldan yapılmış çiviler, C şeklinde çiviler ve 3 kenarlı Lottes çivisi gibi çiviler de kısmen daha az yaygın olarak kullanıldı (2).

Amerika'da kapalı çivileme ilk başlarda yaygınlaşsa da, kısa sürede açık çivileme daha sık tercih edilmeye başlandı. Çünkü kapalı çivileme sırasında aşırı dozda X ışını maruziyeti yaşanıyordu. Yeterli traksiyon sağlandığında ve hastalar kısa sürede ameliyata alındığında çivinin daha kolay çakılabileceği gösterildi (3).

1950'lerin başında, Strayker bir oyucu geliştirildi ve oyucunun dönme hızı standart hale getirildi (4).

1957 yılında Küntscher, esnek bir oyucu tasarlayıp tanıttı ve bunu tavsiye etti. Bu esnek oyucu, intramedüller çivilerin daha etkin bir şekilde yerleştirilmesini sağladı ve çivilerin yer değiştirmesini önledi.

1970 yılında Gerhard Küntscher'in oğlu, Gerhard Ender, çok sayıda eğilebilir çivilerle kırık tedavisini ortaya atmıştır. Daha sonra, oğlu bu tekniği geliştirmiştir. Bu gelişme, kırık tedavisinde daha fazla esneklik ve kişiselleştirilmiş yaklaşımların kullanılmasını sağlamıştır.

Aynı dönemde Küntscher, "detensor"  ivisini tanımlamıştır. Bu  ivi, parçalı kırıklarda alttan ve üstten tek bir çapraz pin ile tespit edilerek kullanılmıştır. Bu yöntem, parçalı kırıkların tedavisinde daha stabil bir fiksasyon sağlamak için tasarlanmıştır (5).

1976'da Grosse ve Kempf, femur cisim kırıklarında kullanılabilecek, 45 derece açıyla yerleştirilen ve mukavemeti arttırdığı belirlenen proksimal kilitleme vidasına sahip, distali kısmen yarıklı olan bir ikinci nesil intramedüller çivi geliştirmiştir. Bu gelişme, femur cisim kırıklarının tedavisinde daha güçlü ve stabil bir seçenek sunmuştur (6).

Birkaç yıl sonra AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen), benzer özelliklere sahip bir çivi üretmeye başlamıştır (7).

1984 yılında Winqvist ve ekibi, intramedüller çivi uygulamalarında kemik iyileşmesini geliştirmek için oval ve daha büyük deliklere sahip modern tasarımı kilitleme vidaları ile dinamizasyon yöntemini tanımlamıştır (8, 9).

1986'da Russel ve Taylor, bu sorunu çözmek için oymadan uyguladıkları yarıksız çiviler ile kaynama üzerine tatmin edici sonuçlar elde ettiklerini yayınlamışlardır. Bu  alışma, çivinin yarıklı ve yarıklı olmayan kısımları arasındaki geçiş bölgesinin stres konsantrasyonuna ve implant yetmezliğine neden olduğunu gösteren Gimeno ve arkadaşlarının biyomekanik çalışmasına bir yanıt niteliğindedir. Yarıksız  ivilerin kullanılmasıyla bu tür sorunların azaltılabileceği ve kaynama sürecinin daha başarılı bir şekilde gerçekleşebileceği  ne s r lm ştur (10, 11).

Russel-Taylor  ivisi, sonraki on yılda Uluslararası Ortopedi Camiasında oldukça popüler hale gelmiştir.

Alman Klemm ve Schleman, uyguladıkları intramedüller çiviler için kilitleme vidalarını floroskopi altında serbest el yöntemiyle kilitlemişlerdir. Ancak, bu yöntem cerrahları fazla radyasyona maruz bırakmaktadır. Günümüzde, elektromanyetik özelliklere sahip hedefleme sistemleri kullanılarak bu sorunun üstesinden gelinmektedir. Bu sistemler, cerrahların radyasyon maruziyetini azaltırken, çivinin doğru ve hassas bir şekilde yerleştirilmesini sağlar (12).

Brumback ve ark. tarafından ileriye dönük yapılan çalışmaları sonucunda, statik kilitleme standart halini almıştır (13).

Günümüzde Russel-Taylor, Delta çivileri, AO solid çivileri gibi intramedüller çiviler sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çiviler, çeşitli femur ve tibia cisim kırıklarının tedavisinde başarıyla kullanılmaktadır ve cerrahlar tarafından tercih edilmektedir. Ayrıca, distal ucu beş esnek pimli Marchetti-Vicenzi çivisi gibi yeni tasarımlar da geliştirilmiştir (14).

Bugün ve gelecekte de intramedüller çivileme tekniği daha çok kullanılmaya ve geliştirilmeye devam edecektir (15).

2.2. Embriyoloji

Femurun embriyolojik gelişimi, alt ekstremité tomurcuğunun intrauterin 4. haftada ortaya çıkmasıyla başlar. Femurun kemikleşmesi beş merkezden oluşur: baş, diafiz, majör-minör trokanterler ve distal uç. İntrauterin 7-8. haftada diafizin ortasında endokondral kemikleşme gözlenir. Epifizyal kemikleşme merkezlerinden; distal uçta gebeliğin son 2. ayında, doğumdan sonra 6. ayda ise femur başında kemikleşme başlar (16, 17).

2.3. Anatomi

2.3.1. Kemik Yapı

Femur, vücudun en kalın ve en uzun kemiğidir (Şekil 2.1). Femur kemiğinin uzunluğu vücut uzunluğunun dörtte birine denk gelir. Femurun diafizi, geniş bir medüller kaviteye sahip kompakt silindirik bir yapıdadır. Uçlara doğru, kompakt yapı kalınlığı azalır ve kavitenin içi trabeküler kemikle dolar (18).

Femur, ayakta iken oblik bir görünüme sahiptir. Uzun eksenini yukarıdan aşağıya ve dıştan içe doğru yönelir. Ayrıca, ön tarafta hafif bir kavsi mevcuttur. Kalça ve diz eklemleri arasında yer alır ve vücut hareketlerinin önemli bir kısmını oluşturur. Femur, proksimal, cisim ve distal bölgelerden oluşur.

Proksimal bölge, caput femoris (femur başı), collum femoris (femur boyun), trokanter major (büyük trokanter), trokanter minor (küçük trokanter) ve subtrokanterik bölgeyi içerir. Femur başı, yaklaşık olarak bir kürenin üçte ikisi kadardır. Bu bölge, acetabulumla eklem yapar ve ortasındaki küçük çukurluk fovea

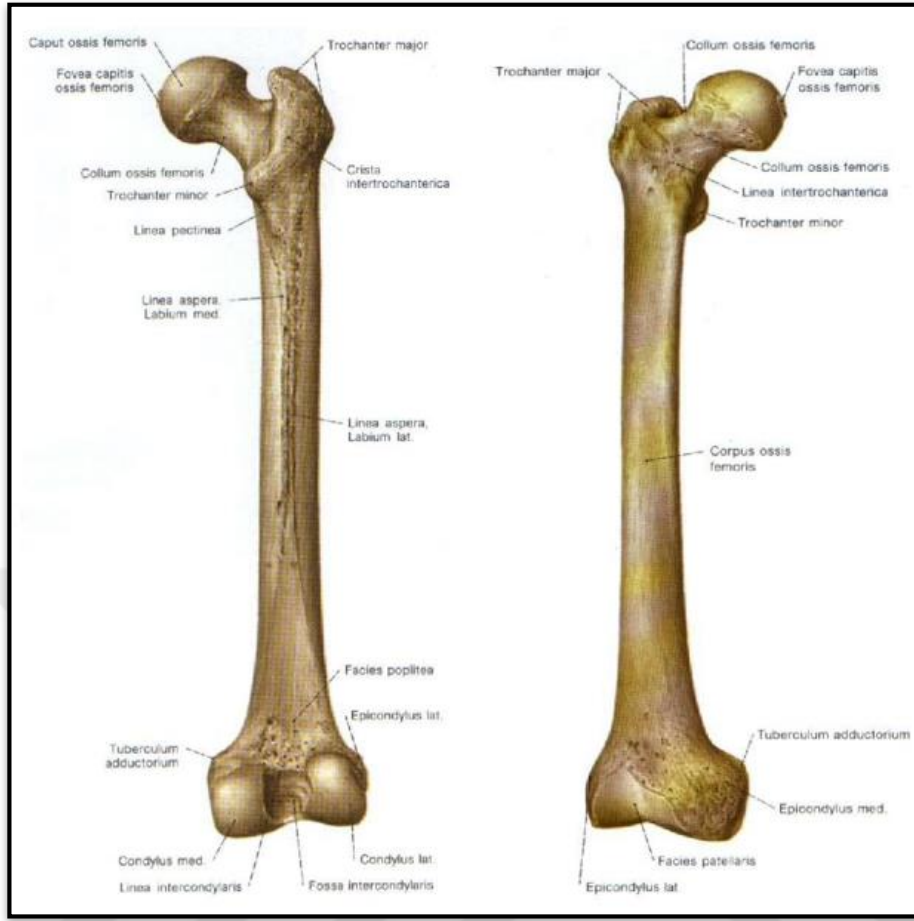
capitis olarak adlandırılır. Ligamentum capitis femoris buraya tutunur. Femur boyun, baş ile cisim arasındaki kısımdır. Ekseni yukarıdan aşağıya, içten dışa doğrudur. Femur boyun-cisim açısı, yetişkinlerde genellikle 126° civarındadır ve femur başının anterior-versiyonu $12-15^{\circ}$ civarındadır.

Büyük trochanter femur shaftının femur boynuyla birleştiği yerde bulunan büyük bir çıkıntıdır ve femurun üst tarafının arka-üst-dış yanında yerleşir. İç yüzündeki çukurluk fossa trokanterika olarak adlandırılır. Küçük trochanter, femur cisminin boyunla birleştiği yerde arka-iç yan tarafta bulunur.

Distal bölge, suprakondiler ve kondilerden oluşur. Her iki kondil arasında, ön yüzde facies patellaris bulunur. Arka tarafta fossa codylaris yer alır. İç epikondilin altında tuberculum adductorium bulunmaktadır (18, 19, 20).

Femurun cisim kısmı, trokanter minörün 5 cm altından başlayarak suprakondiler bölgedeki distal 10 cm'lik bölgeye kadar uzanan alanı içerir. Cisim, tüp şeklinde bir yapıya sahiptir. Ön yüzü hafifçe konveks ve düzdür; yan ve iç yüzeyler ise düzgündür. Arkada, linea aspera adı verilen bir oluk bulunur. Femurun nutrisyon arterleri, kemik içine giriş yaparken linea aspera boyunca yer alır. Linea aspera seyri, proksimal ve distalde diverjan bir yapıya sahiptir. Proksimalde, lateral dudak gluteal tuberosite, medial dudak ise küçük trochantere doğru seyrederken distalde, medial ve lateral kondillerin yönlerine doğru uzanır (19, 21, 22).

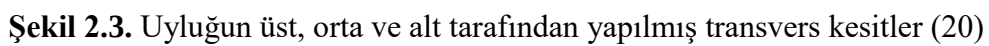
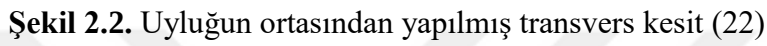
Medüller kanalın genişliği, farklı seviyelerde değişir. Kanalın en dar bölgesine isthmus denir ve genellikle femur cisminin üst 1/3'ünün alt sınırında yer alır.



Şekil 2.1. Femurun anterior (ön) ve posterior (arka) görünümü

2.3.2. Kompartman Yapısı

Uyluk bölgesinde üç kompartman bulunur. Bunlar ön (anterior), iç (medial) ve arka (posterior) kompartmanlardır (Şekil 2.2, 2.3) (22).



Ön (anterior) kompartman, sartorius, quadriceps femoris, psoas, iliacus ve pectineus kasları, lateral femoral kutanöz siniri ve femoral sinir, ven ve arteri içerir (Şekil 2.3, 2.4) (20).

M. quadriceps femorisi oluşturan kaslar; rectus femoris, vastus lateralis, v. medialis ve v. intermedius'dur ve tuberistas tibiaya ligamentum patella adı verilen bir yapıyla bağlanır. Bu kaslar, bacağın en önemli ekstansörleri olarak görev yaparlar. M. quadriceps femorisin bileşenlerinden sadece rectus femoris, hem kalça hem de diz eklemlerini etkiler ve aynı zamanda kalçanın bir fleksörü olarak işlev görür (18, 21).

M. sartorius, SİAS (spina iliaca anterior superior)dan) origin alır ve tibia medial kondilinin inferioruna insersio yapar. Uyluğa fleksiyon, abduksiyon ve external (dış) rotasyon hareketleri yaptırırken, bacağı fleksiyon hareketi sağlar (18, 21).

M. psoas, transvers çıkıntılardan ve lumbal vertebra yan yüzeylerinden başlar ve pelvisten geçerek trokanter minöre yapışır (18, 21).

M. iliacus, iliak fossanın üst kısımlarından başlar ve psoas tendonu ile beraber küçük trochantere yapışır. M. iliacus ve m. psoas birlikte m. iliopsoası oluşturur ve uyluğun en güçlü fleksörüdür (18, 21).

M. pectineus, pecten os pubisten origin alır ve linea pectinea'ya yapışır. Uyluğa adduksiyon ve fleksiyon hareketleri yaptırır (18, 21).

Medial kompartman, adduktor longus, adduktor magnus, adduktor externus, obturator brevis ve gracilis kasları, profunda femoris arter ve veni, obturator ven sinir ve arterden oluşur (Şekil 2.3) (20).

M. gracilis, pubis cisminden başlar ve tibia medial kondilinin inferioruna insersio yapar. Uyluğa adduksiyon, bacağı fleksiyon hareketi yaptırır (18, 21).

M. adduktor brevis, pubis yüzeyinden başlar ve linea pectinea ile linea aspera'nın üst ucuna yapışır. Uyluğa adduksiyon yapar (18, 21).

M. adduktor longus, pubis yüzeyinden başlar ve linea aspera'nın orta 1/3 kısmına insersio yapar. Uyluğa adduksiyon yapar (18, 21).

M. adduktor magnus, pubis yüzeyinden ve tuber ischiadicumdan origin alır ve linea aspera, tuberositas glutea ve tuberculum adduktoriua insersio yapar.

Uyluğa addüktör ve ekstensörü görevini üstlenir. Bu kasta hiatus adduktorius bulunur. Bu haitustan femoral arter ve ven fossa popliteaya geçer (18, 21).

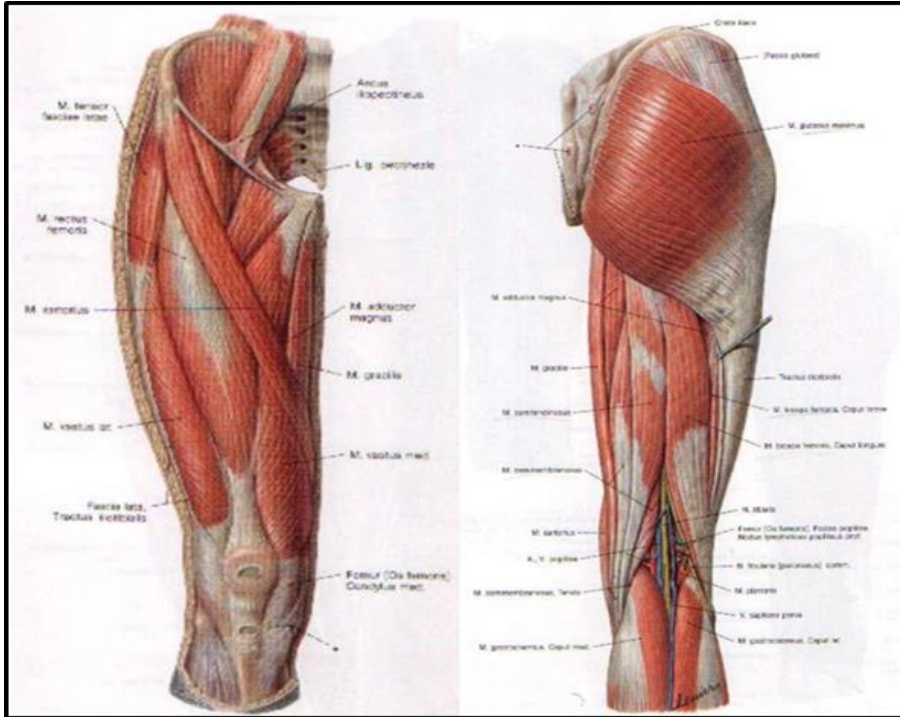
M. obturator eksternus, pubis ve ischiumun dış tarafından origin alır ve fossa trokanterikaya insersio yapar. Uyluğa dış rotasyon yaptırır (18, 21).

Posterior kompartman, biceps femoris, semitendinosus, semimembranosus, adduktor magnusun arka lifleri, profunda femoris arterinin dalları, posterior femoral kutanöz sinir ve siyatik sinirden oluşur (Şekil 2.3, 2.4) (20).

M. semitendinosus, tuber ischiadicumdan başlar ve tibia üsttünde fascia krurise insersio yapar. Sartorius gracilis ve semitendinosus birlikte pes anserinusu oluşturur.

M. semimembranosus, tuber ischiadicumdan origin alır ve tibia'nın medial kondiline yapışır (18, 21).

M. biceps femorisin kısa başı linea aspera dış yüzeyinden, uzun başı ise tuber ischiadicumdan başlar ve fibula başına yapışır. Bu kaslar, yürüme sırasında kalçanın asıl ekstansörleri ve dizin fleksörleri olarak işlev görür (18, 21, 22). Yarım çemberler longitudinal rodlar sayesinde bağlantı kurar. Kemikten geçirilen çiviler yarım çemberlere bağlanır.



Şekil 2.4. Uyluk kaslarının anterior (ön) ve posterior (arka) görünüşleri

2.3.3. Nörovasküler Yapı

Femurun arteriyel dolaşımı, diğer uzun kemiklerde olduğu gibi periostal, metafizyal ve endosteal yolla gerçekleşir.

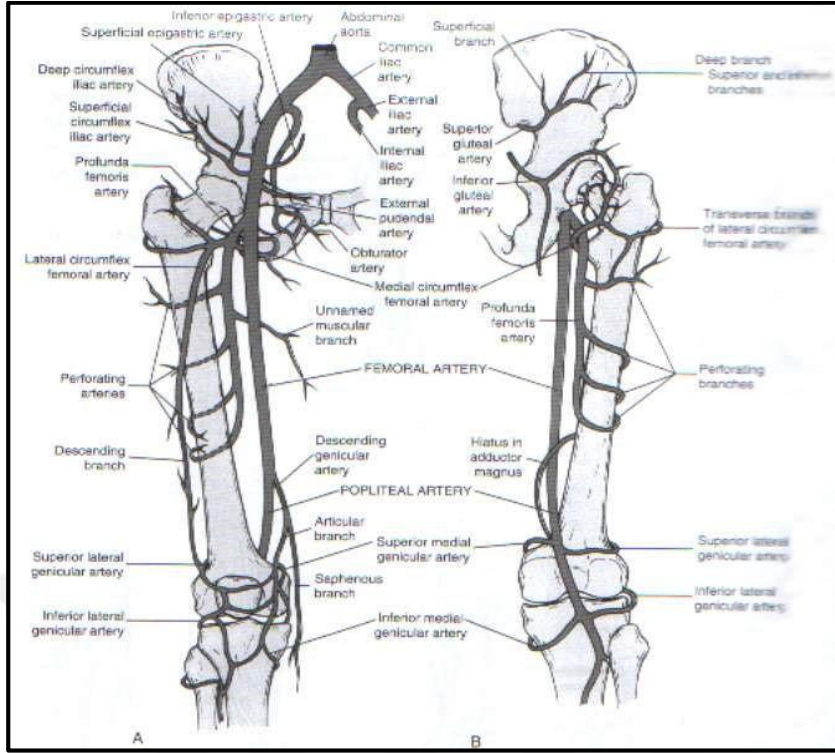
Femoral arter, eksternal iliak arterin inguinal ligamentin altından geçerek femoral üçgene girmesiyle bu adı alır. Femoral üçgenin içinde seyrederken verdiği en önemli dal arteria profunda femoristir ve bu arter inguinal ligamentin yaklaşık olarak 4 cm altından dışa doğru ayrılır. Arteria profunda femoris, a.femoralis'in önce dış, sonra arkasında aşağı bir miktar indikten sonra adduktor longus kasının arkasından uyluğun posterior kompartmanına geçer, harmstring kaslarının derininden distale doğru iner. Burada birkaç adet perforan dal verir. En önemli iki dalı arteria sirkumfleksia femoris lateralis ve medialisdir (Şekil 2.5) (18, 21).

Arteria sirkumfleksia femoris medialis, m. iliopectineus ve m. iliopsoas'ın arkasına geçer ve femoral baş ve boynun hemen hemen tüm kanını sağlar. Femoral arter, adductor hiatusa kadar canalis adductorius'da seyreder. Femoral arter, adductor hiatus seviyesinde lateral ve posteriora doğru yönelir. Femoral arter yaralanmaları çoğunlukla bu seviyede gerçekleşir, çünkü çevresindeki yumuşak doku bariyeri azalmıştır (Şekil 2.5) (18, 21).

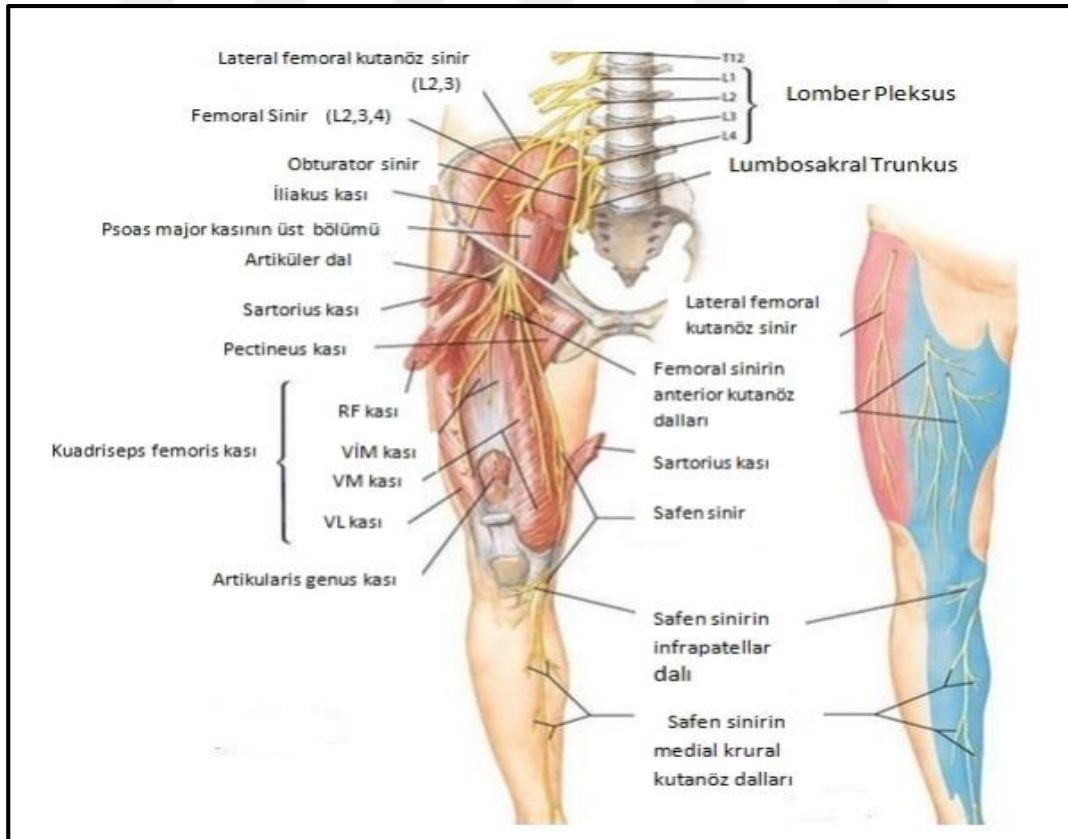
Femurun nutrisyen arteri genellikle tek bir arterdir ve femurun proksimal (üst) yarısından linea asperanın yanından girer. Nutrisyen arter, a. profunda femorisin bir dalıdır. Laing'in yaptığı yetişkin kadavralar üzerindeki çalışmada, on kadavradan altısında tek bir nutrisyen arter tespit edilmiştir. Üç kadavradaki durumda ise iki nutrisyen arter bulunmuş ve her iki arterinde femurun proksimal 1/3'ünden giriş yaptığı gözlemlenmiştir. Sadece bir kadavradaki durumda ise nutrisyen arterin distal 1/3'ten giriş yaptığı belirlenmiştir. Çalışmada, tüm besleyici (nutrisyen) arterlerin linea aspera çevresinden giriş yaptığı görülmüştür (23).

Periostal arterlerin de femura girişi linea aspera çevresindendir. Bu arterler kortikal yüzeyle dik açı yapacak şekilde ilerler ve korteksin dış 1/3'ünü kanlandırırlar. İç 2/3'ünü kanlanması ise endosteal damarlar tarafından gerçekleşir. Operasyon sırasında linea asperanın üstünün sıyrılması, kan akımını bozarak kaynama gecikmesine yol açabilir (22).

Ön grup kaslar, femoral sinirden, arka grup kaslar siyatik sinirden ve adduktor grubu kaslar ise obturator sinir tarafından uyarılır (20, 21, 22).



Şekil 2.5. Femurda kan dolaşımı

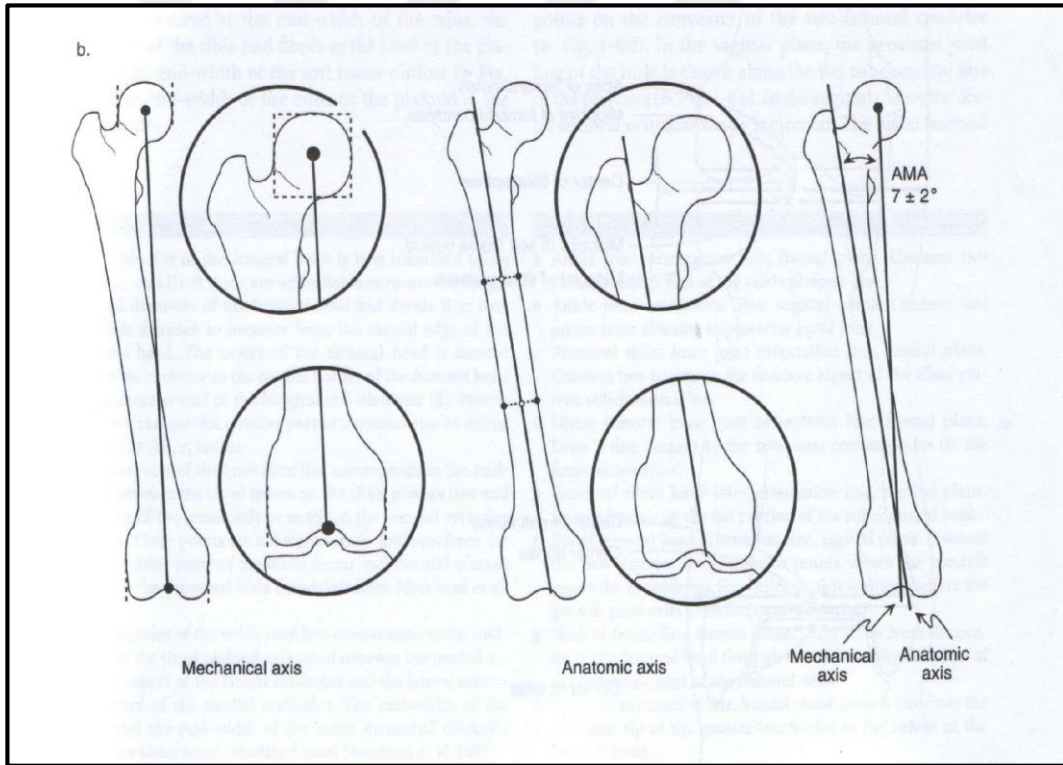


Şekil 2.6. Uyluk sinirleri

2.4. Femur Biyomekaniği

Femurdaki mekanik ve anatomik aks birbirine paralel olarak uzanmaz. Mekanik aks, femur başı ortasından interkondiler çıkıntıya çizilen çizgi ile belirlenirken, anatomik aks, piriform fossa ile interkondiler çıkıntı arasındadır. Bu iki aks arasında genellikle 7-9° arası bir açı bulunur. Vertikal aks ise yerçekimi vektörüne paralel olan aksı ifade eder ve mekanik aks ile arasında yaklaşık 5°'lik bir açı bulunur. Bu açılar, femurdaki 9-11°'lik fizyolojik valgusu açıklar (Şekil 2.7).

Vücut ağırlığının kalça ekleminde diz eklemine iletim vektörü mekanik akstan geçer. Diz eklemindeki yük dağılımı asimetrik ve yaklaşık olarak %70'i medial kondile gelir. Bu nedenle, vücut ağırlığı mekanik aks boyunca diz eklemine iletildiğinden, femurun iç yüzeyinde kompresif ve dış yüzeyinde tensil kuvvetler etkisindedir (24, 25, 26).



Şekil 2.7. Femur anatomik ve mekanik aksı

2.5. Patolojik Anatomi

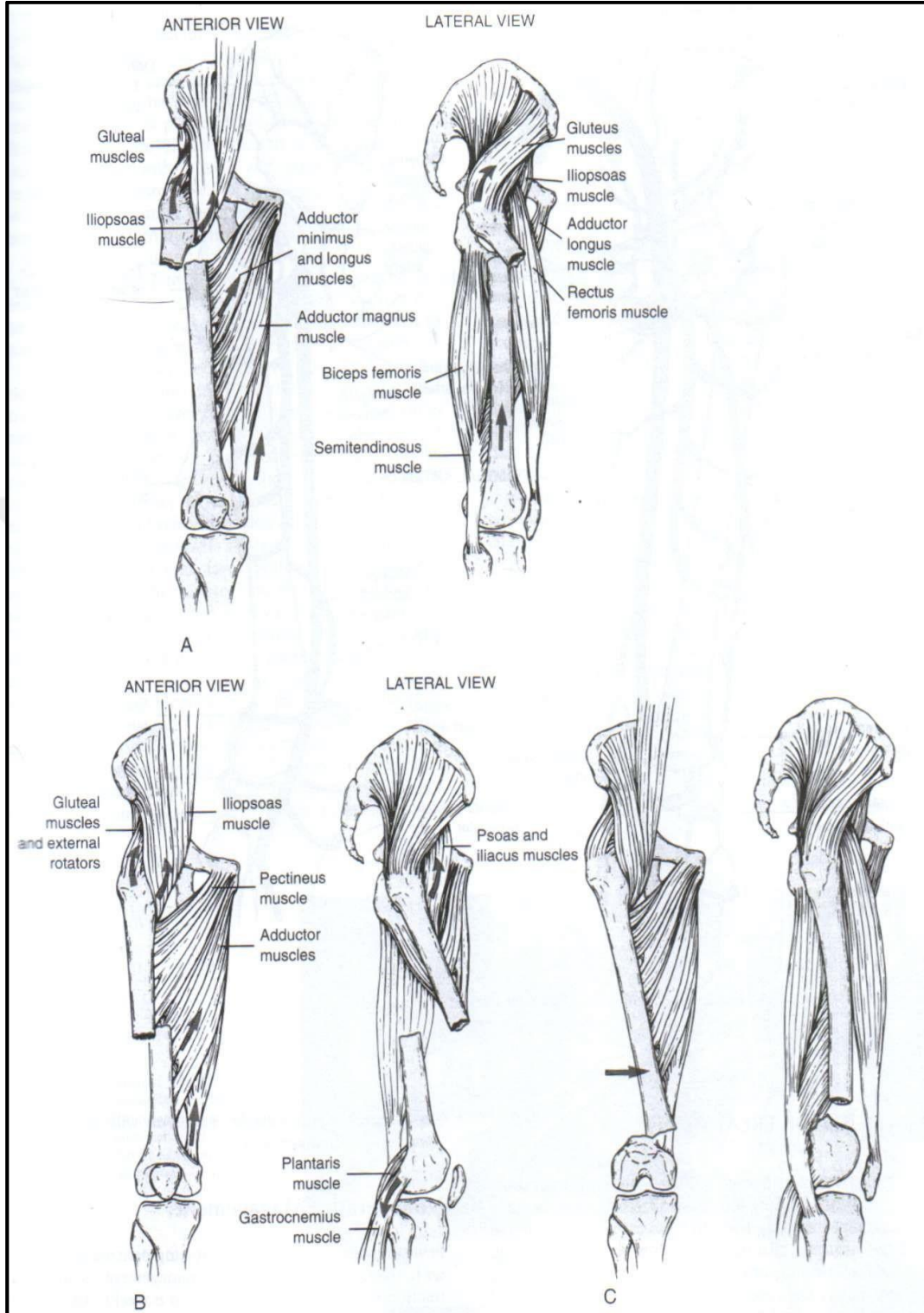
Femur cisminin en sık kırıldığı yer genellikle orta 1/3 bölgesidir. Bu durumun açıklaması, direkt travmaların bu bölgeye gelmesi ve femurun fizyolojik olan anterolateral bowing(eğiminin) bu bölgede maksimum olmasıdır.

Proksimal 1/3 kırıklarda, m.iliopsoas'ın etkisiyle proksimal parça dış rotasyon ve fleksiyona yer değiştirir, gluteus medius ve minimus kaslarının kontraktürüyle ise abduksiyona yer değiştirir (Şekil 2.8 A).

Distal fragmanda gözlenen deformitenin yönü adduktor kasların çekimiyle mediale, gastroknemius kasının çekimiyle fleksiyona ve hamstring kaslarının çekimiyle proksimale doğru gerçekleşir.

Orta 1/3'lük fraktürlerde genellikle klasik bir konum izlenmez (Şekil 2.8 B).

Alt 1/3 fraktürlerde ise, gastroknemius kası distal parçayı posteriora çeker ve bu durum damar-sinir yaralanmasına neden olabilir (Şekil 2.8 C) (19, 27).

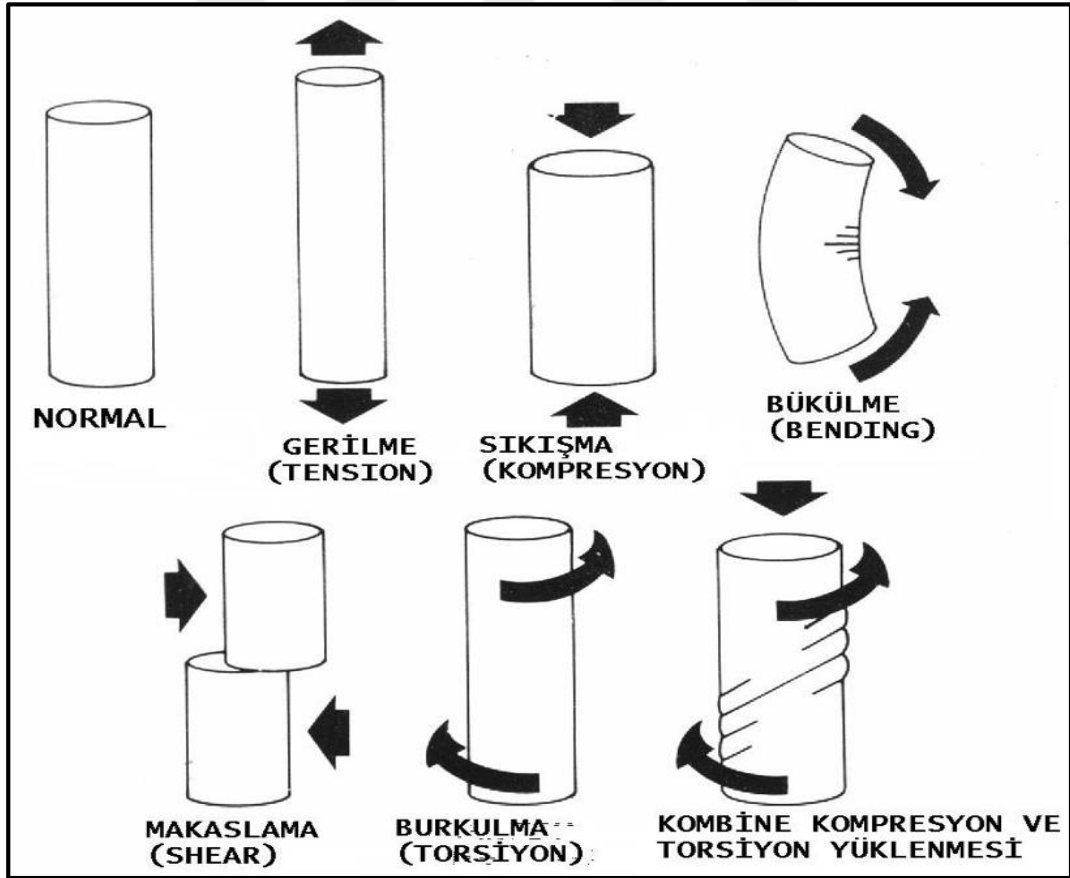


Şekil 2.8. A-B-C Kırık lokalizasyonuna göre deformite edici kuvvetlerin yönü

2.6. Etiyoloji

Femur kırıkları, genellikle direkt ve indirekt mekanizmalarla oluşur ve yüksek enerjili travma gerektirir. İndirekt mekanizma ile oluşan kırıklar genellikle ileri yaşı hastalarda görülür. Bu tip kırıklar, bacağın ayak sabitken ani bir dönüşü sonucunda kas kontraksiyonları veya yorgunluk stresiyle meydana gelir. Kemiğin dayanıklılığını azaltan faktörler, örneğin tümörler, metabolik hastalıklar veya osteoporoz gibi durumlar, düşük enerjili travmalarla femur kırığı riskini artırabilir. Bu tür kırıklarda, döndürücü kuvvetler genellikle spiral kırıklara, bükücü kuvvetler kısa oblik kırıklara, çekici kuvvetler ise transvers kırık hatlarına neden olabilir (Şekil 2.9) (28).

Direkt mekanizma ise genellikle gençlerde görülen yüksek enerjili travma sonrası parçalı ve kelebek fragmanlı kırıklara yol açar. Bu tür kırıkların görüldüğü hastalarda, birden fazla travma alma olasılığı yüksektir ve genellikle çoklu travmalarla ilişkilidir.



Şekil 2.9. Travma sırasında kemiğin maruz kalacağı kuvvetler ve kemiğin bu kuvvetlere yanıtı

Sıkça rastlanan femur kırığı nedenleri, trafik kazaları, ateşli silah yaralanmaları, yüksekten düşmeler ve iş kazalarıdır. Trafik kazalarının sıklığı, farklı çalışmalarda farklılık göstermektedir; örneğin, Winquist'in serisinde %79, Ege'nin serisinde %56, Thorasen'in serisinde ise %82 olarak rapor edilmiştir (19, 27, 29, 30).

Direkt mekanizma ile oluşan kırık şekli, travma esnasındaki femurun pozisyonuna, enerjinin yönüne ve şiddetine bağlı olarak değişiklik gösterir. Bu tip kırıkların %20'si açık kırıktır. Şaft (cisim) kırığı genellikle orta diafiz bölgesindedir ve bu, femurun öne doğru kavisli yapısından kaynaklanır. Femurun anterolateral eğimli yapısı, anterolateral yüzde tensil ve posteromedial yüzde kompresyon kuvvetlerinin etkisinde kalmasına neden olur. Birçok hastada, yük dağılımı sonucunda deplasman genellikle anterolateral yönde oluşur ve bu durumda damar-sinir paketi travmadan korunmuş olur (31).

2.7. Tanı

Femur kırığının tanısı, hastanın öyküsü, fizik muayene ve radyolojik inceleme temelinde konur.

2.7.1. Bulgu ve Semptomlar

Femur cisim kırıklarının belirtileri nadir görülen nondeplase kırıklar dışında genellikle açıktır. Ağrı, deformite ve uyluğun kısalığı gibi belirtiler, olası bir cisim kırığına işaret eder. Bu açık belirtiler varsa, başka kırıkların tanısını atlamamak için sistemik bir muayene yapılmalıdır. Ortopedi ve Travmatoloji kuralına göre, kırığın proksimal ve distalindeki eklemler ortopedik fizik muayene ve eklemleri içine radyolojik görüntülemeler ile değerlendirilmelidir.

İpsilateral (eş taraf) kalça ve diz semptomları elimine edilmelidir çünkü aynı taraflı kalça kırığı veya dislokasyon pelvik ağrı yapabilir. Pelvik halkanın muayenesi olası ek patolojiler açısından atlanamamalıdır. Kırığın proksimal fragmanının fiks adduksiyon pozisyonunda olması aynı taraflı posterior kalça çıkığına düşündürülebilir.

İpsilateral diz travması tanısı koymak zor olabilir. Eklem seviyesinin ve kollateral ligamentlerin palpasyonu sırasında lokal hassasiyet ve ödem, yumuşak doku travmasını düşündürebilir. Yapılan bir çalışmada, 47 kapalı femur fraktürü olan hastanın %50'sinde meniskal yırtık saptanmıştır. Periferik ve kova sapı yırtığa oranla kompleks ve radial tip yırtıklar daha sık görülmüştür (32).

Her hastada mutlaka tam bir nörovasküler muayene yapılmalıdır. Safen, siyatik veya femoral sinir yaralanmaları nadir olarak gözlenmesine rağmen alt ekstremité motor ve duyu muayenesi yapılmalıdır. Eğer distal nabızlar yoksa veya zayıfsa, arteriyel kan akımının incelenmesi için doppler ultrasonografi veya arteriografi yapılmalıdır.

İzole femur kırıklarında yaklaşık kan kaybı 800-1200 cc olabilir. Lieurance'ın çalışmasında izole femur kırığı olan 53 hastanın %40 (21)'inde kan transfüzyonu gereksinimi olmuştur (33).

2.7.2. Radyografik Değerlendirme

Femur kırıklarının değerlendirilmesinde, ilk olarak femurun AP ve lateral grafileri çekilmelidir. Aseptomatik de olsa, ek patolojilerin atlanmaması için PA akciğer grafisi, AP pelvis grafisi, vertebra seri grafileri değerlendirilmelidir. Şüphelenildiği durumlarda ve preoperatif dönemde iskelet traksiyonu gerekiyorsa, diz iki yönlü grafileri çekilmelidir. Gereklik halinde bu grafiler portable cihazlarla çekilebilir. Eğer hasta radyoloji bölümünde grafi çekilmesi için transfer edilecekse, kalça eklemine geçen uzun bacak atel, cilt veya iskelet traksiyonu uygulanmalıdır.

2.8. Sınıflandırma

Femur diafiz kırıkları için ideal bir sınıflandırma, tedavi seçiminde yol gösterici olmalı ve hastanın prognozu hakkında bilgi verici olmalıdır. Ancak şu anda femur kırıkları için bu tür bir sınıflandırma bulunmamaktadır. Bu kırıklar genellikle morfolojiye, kırık fragmanlarının temas yüzeyine ve yumuşak doku yaralanmasının derecesine göre klasifiye edilir. En yaygın olarak kullanılan morfolojik sınıflandırma AO/OTA sınıflandırmasıdır. Parçalanma derecesine ve temas yüzeyine göre sınıflandırma, Winquist-Hansen sınıflandırmasında yer almaktadır. Açık kırıklar için ise en sık olarak Gustillo-Anderson açık kırık

sınıflandırması kullanılmaktadır. 1976'da Gustillo ve Anderson'ın yaptığı çalışmada; 1025 açık kırık vakası üzerinde bu sınıflandırmayı tanımlamış ve 1984'te modifiye etmişlerdir (28).

Gustillo-Anderson sınıflandırması şu şekildedir:

Tip I: Düşük enerjili travma söz konusudur ve ciltte 1 cm'den küçük yaralanma mevcuttur. Yaralanma nispeten temizdir.

Tip II: Ciltteki yaralanma 1 cm'den büyüktür ve daha yüksek enerjili bir travma sonucu oluşmuştur. Yaygın yumuşak doku hasarı, yumuşak doku avulsiyonu benzer tarzda yaralanma bulunmamaktadır.

Tip III: Yüksek enerjili bir travma sonucu oluşmuştur ve yaygın yumuşak doku hasarı mevcuttur. Ağır ezilme ile birlikte olabilir. Kendi içinde üç alt tip bulunur.

Tip IIIa: Yaygın yumuşak doku yırtılması veya flebi vardır, ancak kemiğin üzeri yumuşak doku örtüsü ile kapatılabilir.

Tip IIIb: Perios ve kemik parçaları ekspozedir. Periostal ayrılma ve sık bir şekilde görülen yumuşak doku hasarı söz konusudur. Masif kontaminasyon görülebilir. Kırık parçaların üstü yumuşak doku örtüsü ile kapatılamaz.

Tip IIIc: Nörovasküler yaralanmanın kırıkla birlikteliği vardır.

Kapalı femur kırıklarında da yumuşak doku travması ortaya çıkabilir. Bu hasar, kırığı oluşturan travmanın şiddetine bağlı olarak değişir. Kapalı kırıklarda yumuşak doku hasarı Tscherne tarafından sınıflandırılmıştır (28).

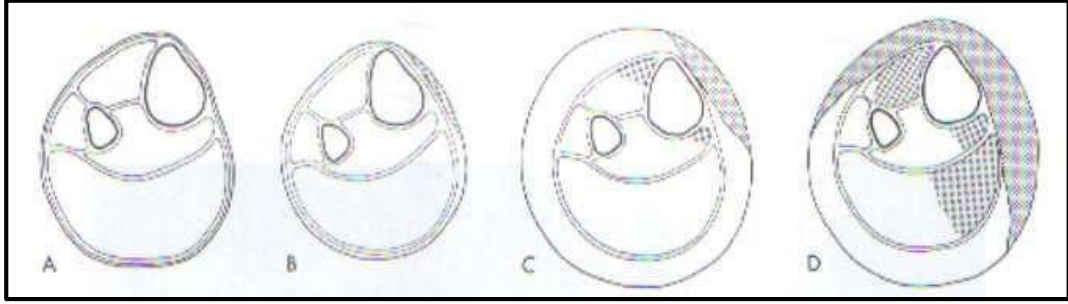
Tscherne sınıflandırması şu şekildedir:

Grade 0: Yumuşak doku hasarı yok veya çok azdır.

Grade 1: Kuvvetin etkilediği alanda ciltte veya kaslarda lokal kontüzyonel hasarla birlikte yüzeysel abrazyon mevcuttur.

Grade 2: Travmaya maruz kalan bölgedeki deri ve kasta lokal kontüzyonel travmayla birlikte derin kontamine abrazyon bulunmaktadır.

Grade 3: Etkilenen alandaki kas ve deride yaygın kontüzyonel travma ve ezilme mevcuttur (Şekil 2.10) (28).



Şekil 2.10. Tscherne sınıflandırması

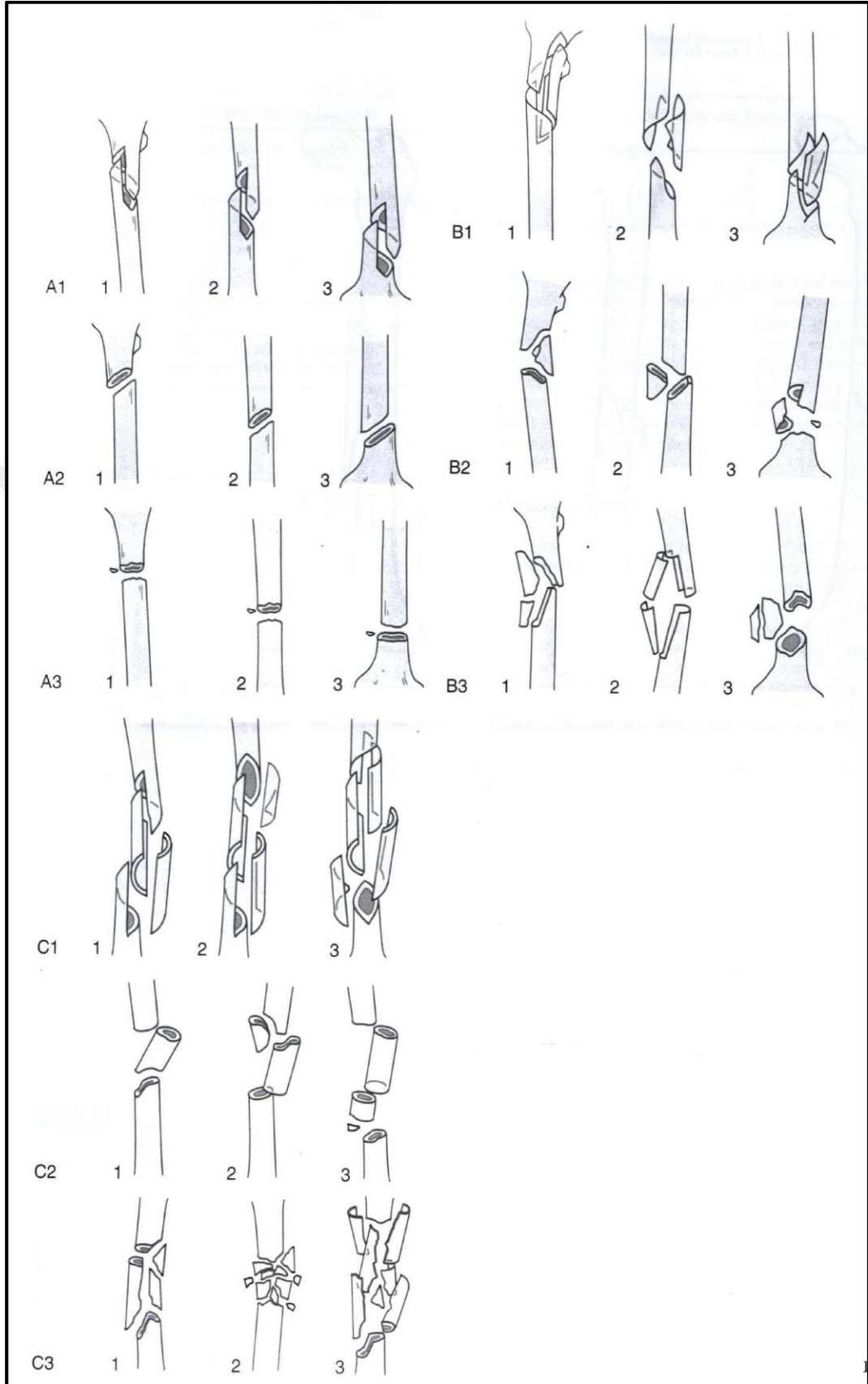
AO/OTA sınıflandırması:

Bu sınıflamaya göre, femur kırıkları 27 alt gruba ayrılır.

Tip A: Kırıklar, basit, spiral (A1), oblik (A2) ve transvers (A3) kırıklardır.

Tip B: Kırıklar kama tarzı kırıklar olup, spiral kama (B1), bükülme kama (B2) ve parçalı kama (B3) kırıklarını kapsar.

Tip C: Kırıklar karmaşık kırıklar olup, kompleks spiral kırıklar (C1), segmental kırıklar (C2) ve çok parçalı (C3) kırıklardan oluşur (Şekil 2.11) (34).



Şekil 2.11. AO/OTA sınıflandırması

Winqvist-Hansen sınıflandırması kortikal temasın derecesini ve parçalanmayı baz alır (34).

Winqvist-Hansen sınıflandırması:

Tip 0: Kırıklarda parçalanma yoktur.

Tip I: Kırıklarda parçalanma azdır ve femur çapının %75'inden fazlası devamlılık göstermektedir.

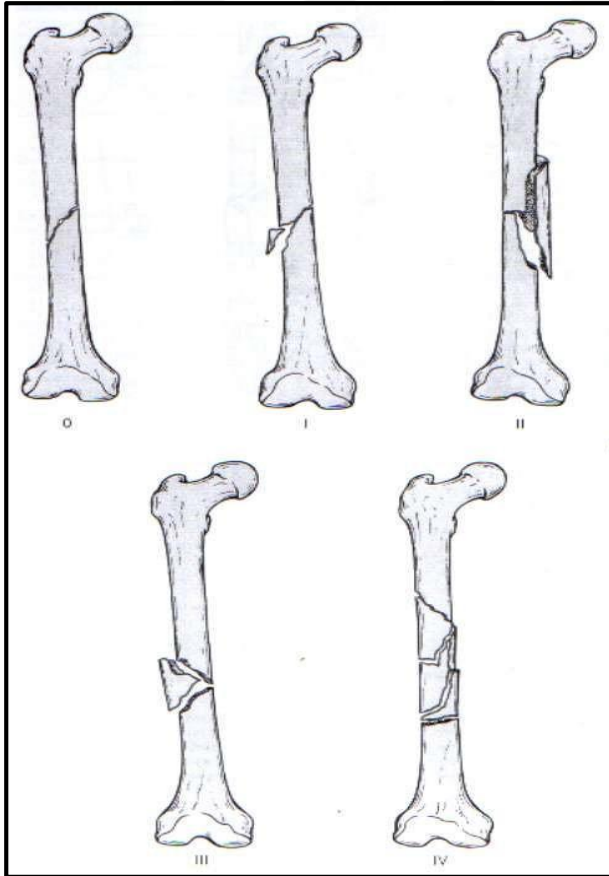
Tip II: Kırıklar, %50'den az parçalanma gösterirler.

Tip III: Kırıklar, %50'den az devamlılık gösterirler ve büyük kelek fragmanları vardır.

Tip IV: Kırıklarda ise, kırık hattında kortikal devamlılık yoktur, çok parçalı kırıklardır.

Tip I ve II stabil olarak kabul edilir. Dinamik çivileme de uygulanabilir

Tip III ve IV unstabil olarak kabul edilir ve statik çivileme şarttır (Şekil 2.12) (34).



Şekil 2.12. Winqvist-Hansen sınıflandırması

2.9. Eşlik Eden Travmalar

Vasküler yaralanmalarla ilgili olarak, fizik muayene sırasında periferik nabızların hissedilememesi veya ayakta dolaşımın bozulması gibi belirtiler varsa vasküler yaralanmadan şüphelenilmelidir. Femurun önemli vasküler yapılarla yakınlığı nedeniyle özellikle alt uç kırıklarda vasküler yaralanma riski artar. Eğer bir arter tamamen kesilmişse, 6 saat içinde tamir edilmesi gerekir. Kırık acil olarak stabilize edilir ve arter yaralanması düzeltilir. Ayrıca, femoral ven de mutlaka değerlendirilmelidir.

Aynı taraflı kalça çıkığı ve femur boyun kırığı birlikteliği nadirdir ancak görüldüğünde önemlidir. Bu durumda, %3-5 oranında kalça çıkığı femur boyun kırığı ile birliktelik gösterebilir. Femur boyun kırığı olan hastaların %30'unda kalça çıkığı tanısı atlanabilir. Tanı gecikmesi, pseudoartroz ve AVN (avasküler nekroz) gibi komplikasyonları artırabilir.

Kafa travması, femur kırığı olan hastaların yaklaşık %15'inde görülebilir. Bu nedenle, femur kırığı olan hastalarda kafa travması da dikkate alınmalıdır.

İpsilateral tibia kırıkları, femur kırığı olan hastaların yaklaşık %10'unda görülebilir. Bu durumda, her iki kırık da cerrahi olarak tedavi edilmelidir. Femur kırığı olan hastalarda aynı zamanda tibia kırığı varsa, diz eklemine "yüzen diz" denir.

Diz eklemi ligament ve menisküs yaralanmaları, femur kırıklı hastalarda %17-48 arasında görülebilir. Örneğin, Vangness ve ekibi tarafından yapılan bir çalışmada, 47 femur diafiz kırığı olan hastada yapılan artroskopik incelemede, hastaların %53'ünde menisküs yırtığı saptanmıştır (32). Ancak, preoperatif olarak menisküs veya ligament yaralanması şüphesi varsa, bu durum MR ile değerlendirilmelidir.

Açık femur cisim kırıkları, yüksek enerjili travmalar sonucu meydana gelirler. Winkquist ve ekibinin yaptığı bir çalışmada, 520 olguda açık femur cisim kırığı oranı %16,5 olarak bulunmuştur. Bu açık kırıkların %88'i Gustillo-Anderson Sınıflamasına göre Tip I, %9'u Tip II, %3'ü ise Tip III olarak sınıflandırılmıştır (34, 35).

Pelvis kırıkları

Vertebra kırıkları

Toraks travması

Periferik sinir yaralanması: Femur cisim kırığı olan hastalarda periferik sinir yaralanmaları nadirdir. Bu sinirler genellikle geniş yumuşak doku kitlesiyle iyi korunur. Ancak, nadir durumlarda, doğrudan penetrasyonlu travmalar sonucu bu sinirler yaralanabilir.

Bu hastalar genellikle birden fazla travma türüne maruz kalan multitravmalı hastalardır. Bu tür hastaların prognozunu belirlemek için kullanılan çeşitli skalalar mevcuttur. Bu skalalar, hastanın travma şiddeti, sistemik etkileri ve tedavi sonrası iyileşme sürecini değerlendirmeye yardımcı olabilir.

2.10. Tedavi

2.10.1. Kırık İyileşme Biyolojisi

Kemik iyileşmesinde Hunter tarafından tanımlanan dört aşama bulunmaktadır: İnflamasyon, yumuşak kallus oluşumu, sert kallus oluşumu ve remodeling (28). İnflamasyon evresi genellikle 1-3 gün sürer ve ağrı, ödem ve sıcaklık gibi belirtilerle karakterizedir. Bu evre, kartilajöz elemanların görülmesiyle sona erer.

Yumuşak kallus aşaması, fibröz veya kartilajöz doku tarafından kaynamanın gerçekleştiği zamanı yansıtır. Histolojik olarak, kondroblastlar ve kapiller gelişim gözlemlenebilir.

Sert kallus aşaması, fibröz-kartilajöz kaynamanın fibro-osseöz kaynama ile yer değiştirdiği evredir. Klinik olarak genellikle 3-4 ay içinde meydana gelir.

Remodelling aşaması, kemik iyileşmesinin klinik ve radyolojik olarak başladığı ve kemiğin eski haline dönene kadar devam ettiği zamandır. Bu aşama, medüller kanalın restorasyonunu içerir ve histolojik olarak, fibröz doku yerini lamellar dokuya bırakır. Bu süreç aylar ya da yıllar alabilir.

Peren ve arkadaşları daha sonra, direkt kemik iyileşmesini tanımlamışlardır (28). Bu iyileşme, anatomik olarak redüksiyonu sağlanmış ve kırık fragman içermeyen stabil fiksasyon sağlanmış kırıklar için tanımlanmıştır. Bu iyileşme modeli, Hunter'ın remodelleme aşamasına benzemektedir (28) ve bu nedenle Hunter tarafından tanımlanan kemik iyileşme modeline, indirekt kemik iyileşmesi adı verilmiştir (28).

Kemik iyileşmesini etkileyen faktörler (28):

Sistemik ve lokal faktörler olmak üzere iki başlık altında inceleyebiliriz.

Sistemik Faktörler

- Nutrisyonel durum,
- Yaş,
- Hormonal faktörler,
- Büyüme hormonu,
- Çevresel sıcaklık,
- Vitaminler (A, C, D, K),
- Kortikosteroidler,
- Diğer maddeler (Nikotin, alkol),
- Hastalıklar (Diabet, anemi, nöropati),
- Diğerleri (Troid, östrojen, androjen vb.).

Sistemik Büyüme Faktörleri

- İlaçlar,
- Merkezi sinir sistemi travması.

Lokal Faktörler

- Enfeksiyon,
- Anormal kemik,
- Kemiğin tipi,
- Kemik kaybı,
- Denervasyon,
- Lokal hasarın düzeyi,
- Lokal büyüme faktörleri,
- Kemiğin vasküler dolaşımının bozulması,
- Yumuşak doku interpozisyonu,
- Kırığın tipi ve lokalizasyonu,
- Cerrahi travmanın yaygınlığı,
- Venöz staz,
- Implantın neden olduğu değişmiş kan akımı,
- Eksternal ve İnternal tespit kalitesi ve rijiditesi,

- Fragmanlar arasındaki deplasman,
- Metal allerjisi,
- Post travmatik kemik yapını arttıran faktörler (elektrik stimülasyonu, kemik greftleri).

2.10.2. Konservatif Tedavi

Konservatif tedavi, femur shaft (cisim) kırıklarının tarihsel olarak önemli bir tedavi şeklidir ancak asıl tedavi yöntemi cerrahidir.

Traksiyon, bu konservatif tedavinin bir şeklidir ve cilt traksiyonu veya iskelet traksiyonu olarak uygulanabilir.

Cilt traksiyonunun önemli dezavantajlarından biri, kırık redüksiyonunu sağlamadaki yetersizliğidir. Çünkü cilt traksiyonunda fazla ağırlık artırma şansı yoktur. Ayrıca, cilde doğrudan uygulandığı için cilt nekrozu riski bulunmaktadır. Bu sorunlar bir ölçüde tincture de benzoate ile geciktirilebilir. Cilt traksiyonu, çocuklarda kas kütlelerinin az olduğu ve direncin düşük olduğu durumlarda, özellikle Bryant ve Russel traksiyon tekniklerinde sıkça kullanılır. Yetişkinlerde ise iskelet traksiyonu uygulanamıyorsa, acil immobilizasyon veya nakil durumlarında ağrıyı azaltmak amacıyla kullanılabilir. Bu şekilde yapıştırıcı bantlar uyluğun üst kısmına uzatılarak dairesel olarak sarılır (19, 36).

İskelet traksiyonu, 1970'ler öncesinde esas tedavi yöntemi olarak kullanılırken, günümüzde kırığın operasyon öncesi erken redüksiyonu ve immobilizasyonunu sağlamak amacıyla tercih edilir. İskelet traksiyonu, femur kırıkları için genellikle tibial tüberkülden uygulanır, ancak diz ekleminde ligament hasarı varsa kullanımı kontrendikedir. Bunun yerine, distal femurdan yapılan traksiyonlar tercih edilebilir. Femur distalinden uygulanan iskelet traksiyonunun dezavantajı, olası pin dibi enfeksiyonunun kırık sahasına taşınma riskidir, ancak genellikle ciddi klinik sorunlara yol açmaz. Traksiyon uygulanan ekstremitede dizin fleksiyonda tutulması, kırığın redüksiyonu açısından önemli bir detaydır. Kırığın uygun uzunluğa getirilmesi için ilk 24 saat çok önemlidir ve bu nedenle gerekli ağırlık ayarlanır. 24 saatlik bu süre sonrasında, traksiyonla redüksiyonu sağlamak daha zor olabilir.

Breys Tedavisi:

Cast breys sistemleri eskinde çokça popüler bir tedavi şekliydi. Breyslerin etkinlikleri birden fazla faktöre bağlıdır, bunlar kırığın lokalizasyonu, anatomisi, breysin kontürleri, yumuşak doku örtünmesini içerir. Cast breysler, erken diz ve kalça hareketlerine izin verdiği için eklem sertliği gelişim sıklığını azaltır. Ayrıca artmış derecelerde yük vermeye izin verir ve bu da kırık iyileşmesini artırır. Ancak breysin yük taşıma oranı ve kırık dizilimi hakkında net bilgiler bulunmamaktadır. Piyasadaki çoğu cast breys, vücut ağırlığının sadece %10-20'sini taşır. Nonunion (kırığın kaynamaması) riski oldukça yüksektir ve modern kırık tedavisinde artık yerleri yoktur.

Breys tedavisi için endikasyonlar şunlardır:

- Operasyona uygun olmayan parçalı cisim kırığı olan hastalar ve distal 1/3 kırıkları,
- Rijid olmayan internal tespit ile tedavi edilmiş hastalara destek amacıyla.

2.10.3. Cerrahi Tedavi

Eksternal Tespit

Eksternal fiksasyonun en uygun endikasyonları arasında enfekte femur shaft (cisim) kırıkları politravmatize hastalar, Tip III açık kırıklar bulunmaktadır. Ayrıca, internal fiksasyonu tolere edemeyen hastalar da göreceli endikasyonlar arasındadır. Eksternal fiksasyonun avantajları arasında açık yaraya kolay erişim sağlaması, pansuman ve hatta debridman imkânı sunması yer almaktadır. Dezavantajları ise pin trakt enfeksiyonları ve uzun süreli kullanımda quadriseps kas skarına nedenli diz hareketinin azalmasıdır. Sirküler eksternal fiksatörlerin kırık bileşenleri üzerindeki stabilitesi daha fazladır (28).

İnternal Tespit

Pin ve Serklaj ile Tespit

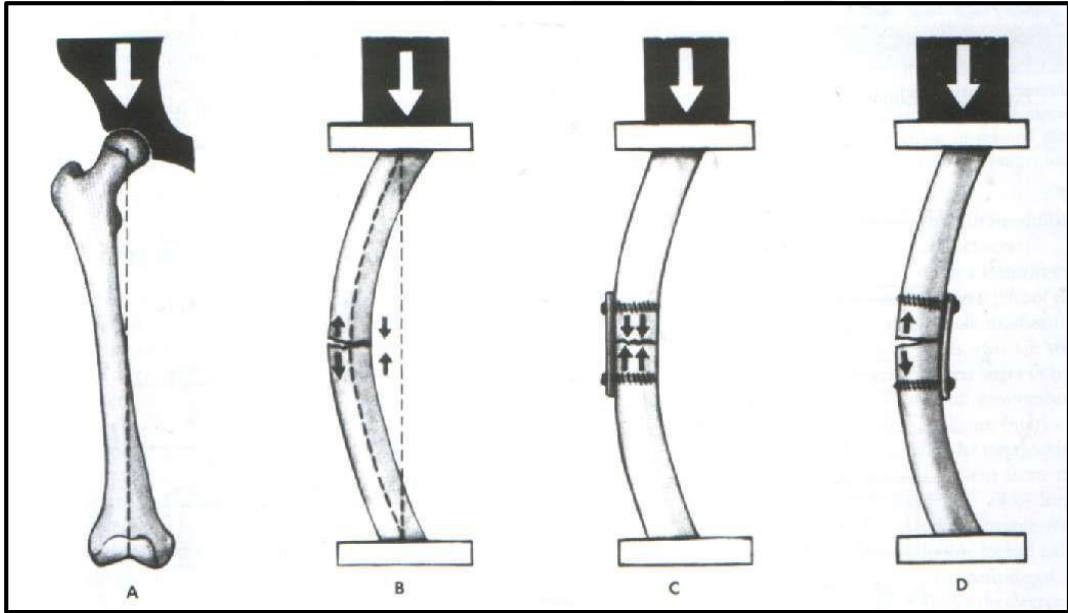
Küntscher; pinlerin rod ve çivilerden biyomekanik olarak farklı olduğunu ifade etmiştir (28).

Pinler dizilim değişikliklerine direnirken, rodlar dizilim ve translasyon değişikliklerine direnir, çiviler ise dizilim, rotasyon ve translasyon değişikliklerine

karşı direnirler. Pinler genellikle peroperatif geçici tespit amacıyla kullanılır. Kalıcı fiksasyon için kullanılacaklarsa, perkütan veya sınırlı açık redüksiyon ile kullanılabilirler ve alçı veya breys ile desteklenmelidirler. Serklaj fiksasyonu ise diğer implantlarla kombine bir şekilde kullanılır. Ancak kullanıldığı zaman o bölgede periost kanlanmasını bozarak nonunion riskini artırabilir (28).

Plak ve Vida ile Tespit

Plak ve vida kullanarak anatomik redüksiyon sağlamak mümkün olup, bu yöntem kas, tendon ve eklemlere erken hareket kazandırabilir. Ancak, erken yük verilememesi, plak irritasyonu, iyileşme tamamlandıktan sonra plak çıkarılmasıyla refraktür riski, plağın kullanıldığı alanda kemik erimesi (osteoporoz) ve nadiren immünolojik reaksiyonlar gibi dezavantajlar bulunmaktadır. Plak vida ile tespit, tensil kuvvetleri kompresyon kuvvetlerine dönüştürmek amacıyla kemiğin konveks tarafına uygulanır. Bu konveks alan genellikle femurda lateral yüzeydir (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. Plağın kemiğe yerleşimi ve yüklenme esnasında kemiğin verdiği cevap

Plağa vida yerleştirilirken, deplasman ve redüksiyon kaybını en aza indirmek amacıyla kırığa en yakın delikten başlanarak yapılır (28). Plaklar genellikle fonksiyonel olarak dört grupta toplanır.

Nötralizasyon Plağı

İnterfragmanter (fragmanlar arası) vida fiksasyonu, torsiyonel shearing ve bending kuvvetlerini nötralize etmek amacıyla kullanılır. Bu yöntem genellikle kelebek ve kama tipi fragmanları olan kırıklarda interfragmanter vida fiksasyonundan sonra tercih edilir.

Kompresyon Plakları

Torsiyonel shearing ve bending kuvvetlerini nötralize eder ve kırık bölgesinde kompresyon sağlar. Bu yöntem genellikle kısa oblik veya transvers diafiz kırıklarda kullanılır. Low contact kompresyon plakları (LCDCP) ise, kompresyon plaklarının altındaki periostun nekrozunu önlemek amacıyla tasarlanmıştır.

Köprü Plakları

Anatomik redüksiyonun mümkün olmadığı parçalı ve defektli kırıklarda veya unstabil kırıklarda kullanılırlar.

Buttres Plakları

Diğer adıyla destek plakları, shearing ve kompresyon kuvvetlerini önler. Bu plaklar genellikle metafizer ve epifizer kırıklarda tercih edilir. Femurda özellikle, distal yerleşimli kırıklarda kullanılmaktadırlar.

İntramedüller Çivileme

Femur shaft kırıklarında kapalı intramedüller çivileme, tıbbi tarih boyunca belki de en önemli cerrahi buluşlardan biridir. Bu kırıklar genellikle hayati tehlike oluşturabilir. Günümüzde, kapalı intramedüller çivileme ile femur cisim kırıklarının beklenen kaynama oranı %95 ile %99 arasında değişmektedir ve enfeksiyon riski %1'den azdır. (30, 37, 38). Bu yöntemle femur cisim kırıklarında malunion(yanlış kaynama) nadirdir. Ayrıca, çivilere kilitleme vidalarının eklenmesi, unstabil kırıkların yanı sıra distal ve proksimal cisim kırıkları da dâhil olmak üzere bu prosedürün endikasyonlarını genişletmiştir. (37, 39, 40). Bu nedenlerden dolayı, femur cisim kırıklarının operasyonunda kapalı kilitli intramedüller çivileme sık tercih edilen bir yöntemdir.

İntramedüller Çivileme Tarihçesi

İntramedüller çivileme, femur cisim kırıklarının tedavisinde uzun süredir kullanılan bir yöntemdir. I. Dünya Savaşında İngiliz Doktor Hey Groves, femur shaft

kırıklarında metalik intramedüller fiksasyonunu uygulayan ilk kişilerden biriydi ve bu yöntemi 1921 yılında yayınladığı bir makalede detaylandırmıştır (41). Aynı dönemde, Smith-Petersen intramedüller fiksasyon yöntemi yaşlı kalça kırığı olan hastalarda kullanılmaya başlamıştır. Ancak günümüzde kullanılan modern intramedüller tespit yöntemi genellikle Küntscher'in çalışmalarına dayanmaktadır.

Küntscher II. Dünya Savaşı sırasında femur kırığı olan askerlerin tedavisinde bu yöntemi uygulamış ve başarılı olmuştur (41). Küntscher'in ürettiği yonca yaprağı şeklinde tasarlanan ve kapalı redüksiyonu sağlayan çiviler, günümüzde kullanılan intramedüller çivilerin temelini oluşturur.

Küntscher çivisinin yanı sıra Rush rodları ve Ender çivileri gibi alternatifler de geliştirilmiştir, ancak bunların üstün olmadığı gözlenmiştir. Ender çivileri özellikle pertrokanterik kırıkların tedavisi için kullanılmıştır, ancak femur cisim kırıklarında kısalık ve malunion komplikasyonlarına neden olabileceği için genellikle kötü sonuçlar vermiştir (41).

Daha sonra Samson'un tasarladığı çıkıntılı, kapalı, tubuler rod çivisi gibi daha dayanıklı ve rotasyonel kuvvetlere karşı kuvvetlendirici çeşitler geliştirilmiştir. Ayrıca Hansen-Street ve Schnider gibi çiviler de kullanılmıştır, ancak daha kompleks kırıklarda yeterli sonuçları vermemişlerdir (41).

Tarihsel gelişim içinde birçok çivi türü bulunmaktadır, ancak Küntscher çivisi günümüze kadar önemini korumuş ve modern kilitli intramedüller çivilerin temelini oluşturmuştur. Bu çiviler, kılavuz tel kullanımına izin verir ve endosteal kanlanmaya zarar vermez. Günümüzde, kırığın proksimal ve distalinden kilitlenmesine olanak sağlayan vida delikleri eklenerek, Küntscher çivisinin modern dizaynı oluşturulmuştur (41).

Günümüzde Sık Olarak Kullanılan İntramedüller Çiviler (28)

Fleksible IMN: Rush ve Ender intramedüller çivileri bu gruptadır. Ender intramedüller çivisi, erişkin femur shaft kırıklarında bu grupta en sık kullanılanıdır. Çalışma mekanizması üç nokta prensibine dayanır ve reamerlama gerektirmeyen bir yöntemdir.

Standart IMN: Küntscher, AO, Schnider, Samson gibi çiviler bu gruba dâhildir. Bu çiviler, kemiğin uzun aksı boyunca kanalı doldurarak birden fazla

noktadan endosteal temas ile stabiliteyi sağlama prensibine dayalı olarak çalışır. Endikasyonları genellikle istmik bölge kırıklarıdır.

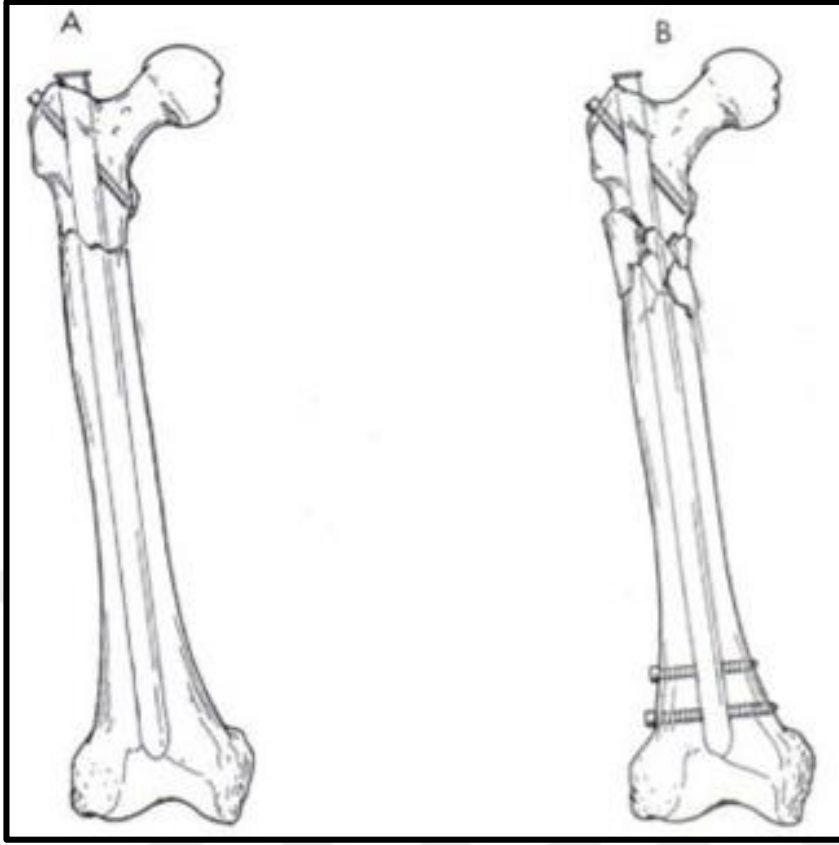
Kilitli IMN: İntramedüller çiviye proksimal ve/veya distalden yerleştirilen kilitleme vidaları eklenmesiyle bu çiviler elde edilmiştir. Kilitleme vidaları dış korteksten iç kortekse gönderilir. Kırık fiksasyonunda temelde iki yöntem kullanılır: statik kilitleme ve dinamik kilitleme.

Statik kilitleme, proksimal ve distal kilitleme vidalarının her ikisinin de yerleştirilmesini olarak tanımlanır. Unstabil kırık olarak adlandırılan Winqvist Hansen Tip III ve IV kırıklar ve çok parçalı kırıklarda kullanılır (Şekil 2.14.B) (28).

Dinamik kilitleme ise proksimal ya da distal yerleşimli kilitleme vidalarından sadece birinin kilitlenmesi olarak tanımlanır. Bu yöntem genellikle stabil kırık olarak adlandırılan Winqvist Hansen Tip I ve II kırıklarda ve istmik bölgedeki kırıklarda kullanılır (Şekil 2.14.A) (28).

Statik kilitleme yönteminde uzunluk ve rotasyon kontrol altında tutulurken, dinamik yöntemde uzunluk ve rotasyon kontrol altında tutulamayacağı için çok parçalı kırıklarda kullanılması halinde rotasyon ve uzunluk kontrol edilemez.

Çiviler, temel olarak yük taşımayı sağlamak ve frakür hattındaki hareketi en aza indirmek amacıyla tasarlanmıştır. İstmiusun proksimal ve distaline doğru gidildikçe medulla genişlediğinden dolayı, standart intramedüller çiviler korteksle yeterli teması sağlayamaz ve istenilen stabiliteyi sağlayamazlar.



Şekil 2.14. İntramedüller çiviler (A. Dinamik kilitleme örneği, B. Statik kilitleme örneği)

Kilitli intramedüller çiviler, addüktör tüberkülün 5 cm proksimali ile küçük trochanterin 5 cm distali arası kırıklarda kullanılmaya başlanmıştır. Ancak günümüzdeki dizayn gelişmeleri sayesinde, bu çiviler trokanter minörden addüktör tüberküle kadar olan tüm kırıklarda kullanılabilmektedirler (22, 34, 41). Ayrıca, açık kırıklarda Tip IIIa'ya kadar debritleme ve yara bakımı yapılmışsa kullanılabilmektedirler (22, 34, 41).

Kilitli intramedüller çivileme açık redüksiyon ve kapalı redüksiyon şeklinde uygulanabilir (19).

Açık redüksiyon ve intramedüller çivilemenin avantajları şunlardır (19):

- Çıplak gözle görerek uygun redüksiyon sağlanabilir. Operasyon öncesinde iskelet traksiyon uygulaması gerekmez.
- Çok parçalı ve segmente kırıklar diğer tespit yöntemleri ile ana fragmana bağlanabilir böylece dönme ve kayma önlenir.

- Grafilerde görülmeyen fissür ve kırık fragmanlar gözle görülerek bu yapıların ayrılmasına izin vermeden çivilenebilir.
- Çivilemeden sonraki rotasyonun önüne geçilebilir.
- Daha ekonomiktir. Birden fazla araç-gereç ve özel ameliyat masası gerekmez. Skopi cihazı kullanımı zorunlu değildir
- Atrofik pseudoartrozlarda kırık fragman uçları çıkarılarak tazelendirdikten sonra çivilenebilir.
- Kemik grefti eklenebilir.
- Damar onarımı gereken vakalarda kolaylık sağlar.

Açık redüksiyon ve intramedüller çivilemenin dezavantajları şunlardır (19):

- Kırık açık hale geleceği için enfeksiyon riski artar.
- Kırık iyileşmesi için gerekli olan hematoma boşalmış olur, besleyici damarlar ve periost bağlantısı bozulduğu için kaynama gecikmesi ve hatta kaynamama gözlenebilir.
- Kan kaybı artabilir.
- Ciltteki yaralar ve kaslardaki nedbeler, estetik sıkıntılar oluşturabilir.

Kapalı redüksiyonu takiben intramedüller çivileme uygulamanın avantajları şunlardır (19):

- Kırık hattı açılmadığı için kanama az olur ve enfeksiyon riski düşük olarak gözlenir.
- Kırık hematoma kaybı olmadığı ve besleyici damarlar ve periost bütünlüğü bozulmadığı için nonunion riski düşük olarak izlenir.
- Yara izi oluşmaz.
- Hastanede yatışı kısalmır.

Kapalı redüksiyonu takiben intramedüller çivileme uygulamanın dezavantajları şunlardır (19):

- Kırığın rotasyonel kontrolü ve redüksiyonu daha güç olabilir.
- Daha gelişmiş donanım ve tecrübeli bir ekibin gerekliliği vardır, örneğin kırık masası ve skopi cihazı gibi.
- Radyasyona maruziyet fazladır.

İntramedüller Çivilemenin Biomekaniği

İntramedüller çiviler, temelde kırığın içsel birleştiricisi olarak hareket ederler. Bu çiviler, bükülme (bending) kuvvetini kontrol etmede çok etkilidirler ve kilitleyici vida gibi malzemelerin kullanımı da kemiğin aksiyal kısalma ve rotasyona karşı direnç göstermesini sağlar (41).

Terminolojinin Gözden Geçirilmesi

Strain, deformasyonun bir ölçüsüdür. Kemikte bir kırık hattındaki strain, bu hattın uç noktalarındaki kemik hareketinin hat genişliğine bölünmesiyle elde edilir. Strain genellikle yüzde (%) olarak ifade edilir. Kırık küçüldükçe strain artar, bu nedenle küçük kırıkları mümkün olduğunca en iyi şekilde redükte etmek önemlidir. Kemik için strain, kemikteki yerel deformasyonun kemiğin orijinal uzunluğuna bölünmesiyle hesaplanır (41).

Stres, bir alan üzerine etki eden yüklerin miktarını ifade eder. Eğer aynı miktardaki yük büyük bir alana yayılıyorsa, stres daha düşük olacaktır. Ancak, yük küçük bir alana uygulanıyorsa, stres daha yüksek olacaktır. Stres birimi, yükün alanına bölünerek elde edilir ve genellikle Pascal (Pa) veya pound per square inch (psi) olarak ifade edilir. 1.0 pound, 4.45 Newton'a eşittir ve 1.0 psi ise 6.90 kPa'ya eşdeğerdir (41).

Elastisite modülü, genellikle Young modülü olarak adlandırılır ve bir malzemenin katılığını belirler. Ne kadar katı veya elastik olduğunu belirler. Bu modül, bir malzemenin birim uzunluğu boyunca uygulanan gerilmeye karşılık gelen birim deformasyonu ifade eder. Elastisite modülü, bir malzemenin nasıl deformasyona uğradığını ve geriye ne kadar eski formuna dönebileceğini belirleyen önemli bir özelliktir (41).

Kuvvet (Force), bir nesnenin bir yüzeye uyguladığı etki veya itmedir. Deformasyon eğrisinde kuvvet, malzemenin (örneğin, IMN) mekanik test sonucunu gösterir. Kuvvet genellikle Newton veya pound birimlerinde ölçülür. 1.0 pound, 4.45 Newton'a eşittir.

İntramedüller çivilerde, çivinin yapıldığı malzeme (örneğin; titanyum veya paslanmaz çelik) malzemenin temel özelliklerini belirler. Yapısal özellikler ise çivinin şekli (örneğin, kesit) tarafından belirlenir. Örneğin, çap, uzunluk ve kesit

şekli, çivinin dayanıklılığını ve performansını etkiler. Bu nedenle, malzeme seçimi ve çivinin tasarımı, çivinin kullanıldığı uygulamaya bağlı olarak büyük önem taşır (41).

Deplasman, bir yapının mekanik testler veya aksiyel yüklenme sırasında deformasyona uğraması veya hareket etmesi olarak tanımlanır. Bu, bir yapısal bileşenin yer değiştirmesi veya kayması anlamına gelir. Deplasman birimi, genellikle milimetre (mm) veya inç (inch) olarak ölçülür (41).

Torque, bir rotasyon merkezine belirli bir mesafeden etki eden kuvvettir. Bir başka deyişle, bir nesnenin döndürülmesi veya rotasyonu için uygulanan moment kuvvetidir. Torque, rotasyon merkezi ile kuvvetin uygulandığı nokta arasındaki mesafenin, uygulanan kuvvetle çarpılmasıyla hesaplanır. Torque birimi Newton metre (Nm) veya inç-pound (in-lb) şeklinde ifade edilir (41).

Stifness veya rijidite, bir malzemenin ne kadar katı veya elastik olduğunu belirten bir ölçümdür. Stifness, bir malzemenin mekanik testler sırasında uygulanan kuvvete veya torka karşı nasıl davrandığını tanımlar. Torque/rotasyon veya yüklenme/deformasyon eğrisinin eğimi, malzemenin stifnessini gösterir.

Rijidite terimi, genellikle stifness ile eşanlamlı olarak kullanılır ve bir malzemenin ne kadar katı veya elastik olduğunu belirtir. Aksiyel stifness, malzemenin aksiyel yüklenme veya deformasyon sırasındaki rijiditesini ifade eder ve birimi genellikle N/mm veya lb/in olarak ölçülür. Torsiyonel stifness ise malzemenin torsiyonel yüklenme veya deformasyon sırasındaki rijiditesini belirtir ve birimi genellikle N-m/mm veya in-lb/in olarak ölçülür (41).

Atalet momenti, bir maddenin dönmeye karşı direncini ifade eden bir kavramdır. Yüksek atalet momenti, bir nesnenin yapısal sağlamlığını ve dönme direncini artırır. Atalet momenti, bir nesnenin kütesinin ve dağılımının matematiksel bir ifadesidir.

Dairesel yapılar için (örneğin; uzun kemik veya intramedüller çiviler), atalet momenti genellikle şu formülle hesaplanır: $\pi/64 (d^4 - d_i^4)$, burada "d" dış çapı ve "d.i" iç çapı ifade eder.

Dairesel cisimler için atalet momentini belirleyen en önemli faktör, materyalin dış çapıdır. Çünkü atalet momenti, çapın dördüncü kuvvetiyle

orantılıdır. Bu nedenle, kemik reamerlanması gibi işlemler, kemikteki dış çapı etkileyerek atalet momentini değiştirir ve dolayısıyla yapısal sağlamlığı etkiler.

İçi boş intramedüller çivilerle dolu olanlar arasında, atalet momenti açısından büyük farklılıklar olmayabilir. Atalet momentinin birimi, genellikle mm^4 veya in^4 olarak ölçülür (41).

Flexural rijidite, bir malzemenin bükülme direncini ifade eder. Bu kavram elastisite modülü ile atalet momentinin çarpımına eşittir.

Örneğin, femur orta cisminin flexural rijiditesi, kortikal kemiğin elastisitesi ile atalet momentinin çarpımına eşittir. Yani, kemik dokusunun elastik özelliği ile kemik çapının dördüncü kuvveti arasındaki ilişki, femurun bükülme direncini belirler.

Intramedüller çivinin flexural rijiditesi ise paslanmaz çelik veya titanyumun elastisitesi ile atalet momentinin çarpımına eşittir. Yani, çivinin malzemesinin elastik özelliği ve geometrisi, çivinin bükülme direncini belirler.

Flexural rijiditenin birimi genellikle Nmm veya in-lb olarak ifade edilir. Bu birimler, bükülme direncinin ölçümü için kullanılır (41).

Stabilite, kırık kemikteki fragmanlar arasındaki rölatif hareket miktarını ifade eder. Bir kırıkta fragmanlar arasında herhangi bir hareket olmaması durumunda, bu stabil bir konfigürasyon olarak kabul edilir. Ancak fragmanlar arasında hareket varsa, bu durumda kırık unstabil olarak tanımlanır (41).

Intramedüller Çivinin İntrinsik Mekanik Özellikleri

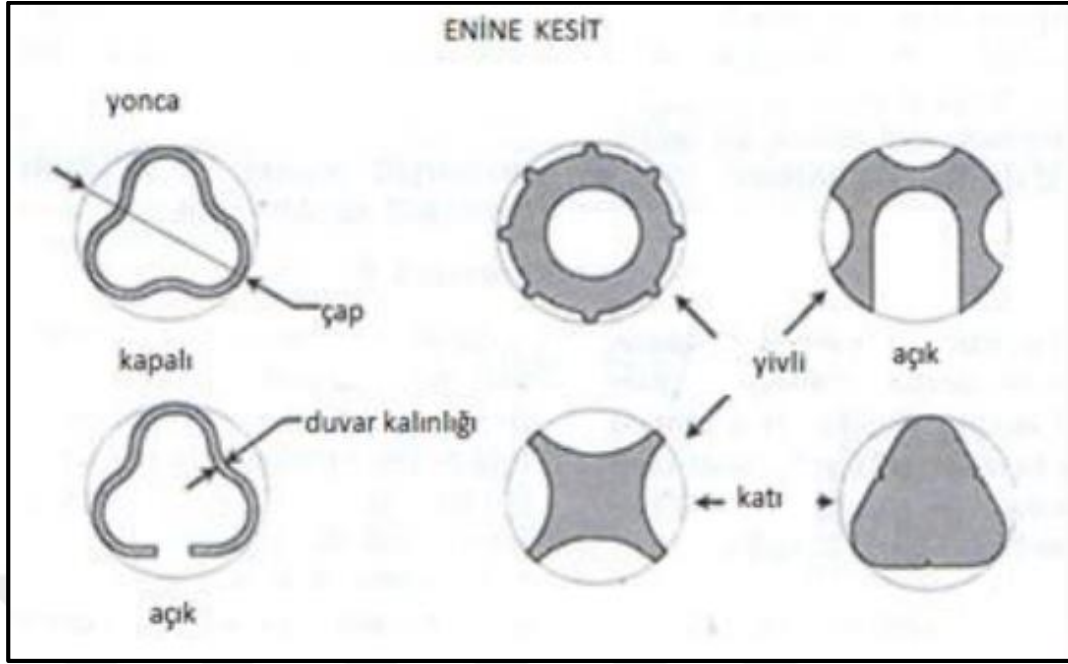
Intramedüller çivinin geometrisi, intramedüller çivinin gücü, rijiditesi ve kemikle olan fiksasyonunu belirler. Uzunlamasına eğimli (anterior), kesit şekli, enine kesit çapı, dar ve uzun şekil gibi intramedüller çivilerin temel geometrik özellikleri vardır. Ayrıca, materyal özellikleri ve yapısal katılık (stifness) da önemlidir (41).

Internal splint olarak adlandırılan intramedüller çivi, kayan bir implant olarak görev yapar. Bu, kırık hattı boyunca tamamen rijit bir fiksasyon sağlayan kompresyon plağının zıttı bir görev üstlendiği anlamına gelir. Ancak, kayan bir implant olarak ele alındığında, intramedüller çivi bükülme yüklerini iyi bir şekilde kontrol edebilirken aksiyal yüklenme, kısalma ve rotasyonu kontrol edemez (41).

Uzunlamasına (anterior) eğimli tasarım, intramedüller çivinin kemikle uyumunu artırmayı hedefler. Bu şekilde, intramedüller çivi ile kemik arasındaki şekil uyumsuzluğu stabiliteyi etkileyebilir. Kemik ile İntramedüller çivi arasındaki tam uyum, temas yüzeyinde artışa neden olarak stabiliteyi olumlu yönde etkiler. Ancak, düz bir çivi ve eğimli femur gibi durumlarda, uygun kırık redüksiyonu oluşturulsa bile kemik ile çivi arasındaki temas yüzeyi azalabilir. Bu nedenle, birçok intramedüller çivinin eğimi ortalama bir femur eğiminden daha az olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu tasarım, yerleştirme işlemini kolaylaştırırken, temas yüzeyinin ve sürtünmenin artmasına olanak tanır. Kemik/çivi uyumsuzluğunda önemli bir faktör ise başlama deliğidir (41).

Cross-sectional şekil, intramedüller çivinin atalet momentini tanımlar. Günümüzde birçok ticari cross-sectional çivi tasarımı bulunmaktadır. En yaygın olan varyant, orijinal Küntscher çivisinin yonca yaprağı şekline benzer. Yonca yaprağı şeklinde tasarlanmasının nedeni, intramedüller kanalın tamamen kapanmasını engelleyerek revaskülarizasyona olanak sağlamaktır. Farklı yonca yaprağı benzeri tasarımlarda, oluklar daha derin (Grosse-Kempf IMN) veya daha sık (Russel-Taylor çivisi ve AO/ASIF Universal çivi) olabilir veya duvar kalınlıkları farklılık gösterebilir. Bu çivilerin hepsi için, mediolateral ve ön-arka yönlerde atalet momenti genellikle %15'tir. Atalet momenti, çivinin elastisite modülü ile birlikte değerlendirilerek stiffness veya flexural rijiditeyi belirler (41, 42).

Klinik kullanımı olan diğer şekiller arasında baklava dilimi şekili ve fluted (Schneider, Sampson) şekilleri bulunmaktadır. Keskin fluted şeklinde tasarlanmış olanların avantajı, iyi bir torsiyonel stabilite sağlamasıdır (41).



Şekil 2.15. Farklı çivilerin transvers kesitleri

Slot (yarık), intramedüller çivilerin çoğu içi boş bir yapıya sahiptir, ancak küçük unreamed çiviler (Lottes çivileri) dışında. İçi boş intramedüller çivilerin kapalı cross section (yarıksız) veya açık cross section (yarıklı) şekilleri olabilir. Çalışmalarda, intramedüller çivilerin intramedüller kanala yerleştirilirken distal kilitleme deliğinin kısmen döndüğü ve bu durumun deplasmanı tetikleyebileceği gözlenmiştir (44). Yarıklı çivilerdeki yarık varlığı torsiyonel rijiditeyi önemli ölçüde azaltır. Ancak, her iki çivi tipiyle de güzel klinik sonuçlar elde edildiğinden dolayı, bu biyomekanik avantajın klinik etkisi tam olarak anlaşılmamaktadır (42).

Boyut ve çap, kilitli intramedüller çivinin atalet momentine önemli ölçüde katkıda bulunur. Çivi ne kadar küçükse, atalet momenti de o kadar küçük olur. Atalet momenti, çapın dördüncü kuvveti ile ilişkili olduğu için çaptaki her bir milimetrelilik artış, atalet momentinde belirgin bir artışa neden olur. Daha küçük çaplı intramedüller çivilerle kıyaslandığında, çapı geniş olanlar daha güçlüdür (42).

Bazı intramedüller çiviler, çapları artsa da azalsa da katılıkları etkilenmeyecek şekilde tasarlanmıştır, böylece tüm çaptaki çivilerin katılıkları ortalama olarak aynı kalır. Örnek olarak, Russel-Taylor çivisi verilebilir

Unutulmamalıdır ki, aynı çapta olan ancak farklı firmalar tarafından üretilen intramedüller çiviler arasında iki katına kadar flexural rijidite ve üç katına kadar

torsiyonel modül farkı olabilir. Bunun yanı sıra, aynı çapta olan çivilerin reamerlanması aynı sonuçları doğurmayabilir çünkü rakamsal çap, dairesel çapı tam olarak yansıtmayabilir. Bu nedenle, reamerlamadan önce drill başının çapı ile çivinin çapı dikkatlice karşılaştırılmalıdır (43).

Materyal özellikleri, intramedüller çivinin katılığını ve dayanımını etkiler. Çoğu intramedüller çivi paslanmaz çelikten üretilirken az miktarda olanlar ise titanyumdan imal edilir. Titanyumun elastisite modülü, paslanmaz çeliğin yaklaşık yarısı kadardır. Ayrıca, titanyumun ortalama dayanımı paslanmaz çeliğin yaklaşık 1,6 katıdır (41).

Intramedüller çivilerin yorulma dayanımı, genellikle yüksek olduğundan, nadiren kırılırlar. Hatta kırılırlar bile, kırık iyileşmesini genellikle olumsuz etkilemezler. Eğer çivi kilitsiz ise, kırılma genellikle yarıklı ucunda olur. Ancak, kilitli ise, kırılma genellikle kilit deliklerinden biri üzerinde meydana gelir. Bu tür kırılmalar en sık olarak iki distal vida deliğinin proksimalinde izlenir (41).

Genellikle, intramedüller çiviler çoğu durumda kırığın iyileşmesinden sonra kırılır. Bu durumda, ya kırığın iyileşmesinden sonra yorulma yüklenimi kırığın iyileşme sürecindeki kadar olmayabilir ya da oluşacak büyük çatlak veya kırığın meydana geleceği yer, daha önceden var olan bir defekt veya mikro çatlaktır (45).

Hasta ve Cerraha Bağlı Intramedüller Çivileme Özellikleri

Reamer kullanımı, bir dizi amaca hizmet eder. Öncelikle, çivi ve kemik arasında artmış temas alanı oluşturarak fiksasyonun sürtünme bileşenini artırır ve bu da kırık bölgesinin stabilitesini artırır. Ayrıca daha güçlü ve büyük çaplı çivilerin yerleştirilmesine olanak tanır ve kırık alanında otolog kemik greft kaynağı oluşturarak iyileşmeyi teşvik eder (41).

Reamerlama işlemi bazı riskler içerir. Bunlar arasında endosteal kanlanmanın bozulması ve yağ embolisi bulunmaktadır. Ancak, endosteal kanlanma eski haline dönene kadar periosteal kanlanma bu durumu kompanse edebilir. Bir diğer yarattığı olumsuzluk ise korteksin incelmeye ve dolayısıyla kemiğin zayıflamasına neden olabilir (41).

Temas Alanının Arttırılması: Reamerlama orta şaft bölgesinde bulunan isthmusu genişleterek temas alanının artmasına neden olur (41).

Tablo 2.1. Reamerlama ile çivi-korteks temas yüzeyinin artışı

Reamerlanmış (mm)	Kemik Yüzdesi (Sabit Çapta)	Temas Alanının Artışı (%)
0	26	-
1.0	36	38
2.0	46	26
3.0	51	11
4.0	56	7

Tablo 2.1'de, femurun aşamalı reamerlanmasıyla temas alanındaki artış oranı gözlenmektedir. İkinci sütunda, her bir milimetrelilik reamerlama artışı, sabit çaptaki kemiğin yüzdesini gösterir. Üçüncü sütunda, temas alanındaki artış yüzdesi verilmektedir. İki milimetreden sonra reamerlamanın temas alanındaki artışın daha az arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, temas artışının orantısız bir şekilde distalden daha fazla olduğu dikkat çekmektedir çünkü isthmusun tepe noktası distale doğru daha kademeli bir hal almaktadır (41).

Çivi/kemik temas yüzeyi, intramedüller çivinin kanal çapına, çivinin çapına ve intramedüller kanalın ne derece reamerlandığına bağlıdır.

Çivi çapı, reamerlama, işleminin uygulanması daha geniş çaplı ve güçlü intramedüller çivilerin yerleştirilmesine imkân tanır. Flexural rijidite, kilitli intramedüller çivinin yapısal dayanımı ile ilişkilidir; daha yüksek flexural rijidite, daha sağlam bir yapı gösterir. Daha önce de belirtildiği gibi, flexural rijidite, çivi çapının dördüncü kuvveti ile orantılıdır, bu da çivi çapındaki küçük artışların flexural rijiditede büyük artışlara yol açabileceği anlamına gelir. Daha büyük intramedüller çivilerin yerleştirilmesi için yapılan 2 mm'lik reamerlama, dayanımı artırırken kırılma riskini azaltır (43).

Yerleştirilecek çivi çapından 1mm daha fazla reamerla önerilir (41).

Reamerlamanın Kemik Dayanımına Etkisi

Daha önce bahsedilen olumlu etkilerin yanında, reamerlama bazı olumsuzlukları da beraberinde getirir. Her bir milimetre fazla reamerlama, daha büyük temas yüzeyi ve daha güvenli bir fiksasyon sağlamak için daha geniş ve

güçlü intramedüller çivilerin yerleştirilmesine imkân tanırken, kemik gücünde azalmaya yol açabilir. Ancak yine de, reamerlama yeterli miktarda kemik dokusunun kalmasını sağlayacak şekilde ayarlanabilir (41).

Kadavra femurunda medulla kademeli olarak reamerize edilmiş ve torsiyonel yüklenme altında oluşan gerilim hesaplanmıştır. Sonuç olarak, kemikte 10 mm'den 12 mm'ye reamerlama, maksimum kemik gerilimini %13 arttırırken, 14 mm'ye reamerlama %25 ve 16 mm'ye reamerlama %70 artışa neden olmuştur. Uygulanan tork ile karşılaştırıldığında, gerilimdeki artış dayanımdaki azalmanın bir göstergesidir (41).

Atalet momenti, endosteal ve periosteal çaplar arasında bağlantılı olduğundan, reamerlama miktarıyla birlikte kemik boyutları da önemlidir. Endosteal çapı sabitlenmiş bir femurda, medial-lateral periosteal çapın 22 mm olduğu durumda %66 daha fazla gerilim oluşurken, bu çap 19 mm olduğunda gerilim %93 artar (41).

Ancak bu çalışmanın gerçeği yansıtmadığı, deneysel olduğu ve normal şartlarda bu kadar fazla reamerlamanın mümkün olmadığını belirtmek gerekir. Bu nedenle, reamerlamanın kemiği zayıflatıcı etkileri, fazlasıyla diğer faktörlere bağlıdır (41).

Başlama Deliği

Femoral intramedüller çivinin en uygun başlama deliği, majör trochanterin hemen iç tarafındaki piriform fossanın anterior kısmıdır (46, 47). Delik, çok fazla anterior pozisyonda yer alırsa, anterior femoral kortekste yarılmaya neden olabilir (43). Medüller kanalın normal olması gereken yerden 6 mm anteriorda olması, kırık bölgesinde yüksek çember stresine yol açar ve anterior kortekste patlamaya yol açabilir (48). Farklı büyüklükte ve konumda başlama deliklerinin kadavra femurunda katılık ve yüklenme açısından karşılaştırıldığında, başlama yerinin kemiğin dayanıklılığını sağlamada daha kritik olduğu gözlenir.

Yüklenme

Intramedüller çiviler günlük aktiviteler sırasında çeşitli yüklenmelere maruz kalır. En önemli yüklenme türü bükülmedir, ancak adımlama esnasında kompresyon, merdiven inip çıkma ve sandalyeden kalkma gibi hareketler sırasında torsiyonel yüklenmeler de meydana gelir.

Bending

İntramedüller çivilerin karşı koyması gereken en önemli yüklenme türü bükülmedir. Genel olarak, çiviler bükülme yüklenmesine karşı iyi bir direnç gösterirler. Yüklenme sırasında, lateral femoral kortekste gerilme ve medial femoral kortekste kompresyon kuvvetleri etkindir. Aynı şekilde, çivinin lateral duvarında gerilme, medial duvarında ise kompresyon oluşur (42, 49).

Kompresyon

Kompresyon kuvvetleri, kasların ve vücut ağırlığının etkisiyle kırık hattı üzerine etki eder. İntramedüller çiviler, yüzen implantlar olduklarından dolayı aksiyel kompresyona karşı direnç gösteremezler. Ancak, kilitli çivilerde durum farklıdır.

Eğer çivi kilitsiz ise, kırık transverse yakın ve parçalanmamış olmalıdır ki bu durum aksiyel kısalmaya karşı doğal stabilite sağlayabilsin (41).

Torsiyon

Torsiyonel kuvvetler, özellikle sandalyeden kalkma ve merdiven çıkma gibi belirli aktiviteler esnasında kırık hattı üzerinde etkisini gösterir. İntramedüller çiviler, yüzen implantlar oldukları için torsiyonel kuvvetlere karşı çok az direnç gösterirler. Ancak, kilitleme sayesinde torsiyonel stabilite sağlanabilir (41).

Kırık Konfigürasyonu ve Lokalizasyonu

Kırık konfigürasyonu, kırık hattının doğal stabilitesini belirlerken; lokalizasyonu, çivinin kemiğin isthmusuyla ne kadar temas edeceğini belirler (41). Transvers midshaft kırıklar rutin intramedüller çivileme için idealdir çünkü reamerlama ile kırık hattının her iki yanında uygun kemik/çivi teması sağlanabilir. Bu, kırık iyileşene kadar çeşitli yüklenme türlerine karşı yeterli stabilizasyon sağlar (41).

Parçalı ve oblik kırıklarda aksiyel kısalığa neden olan aksiyel ve torsiyonel yüklenmeler kontrol altına alınamaz. Bu tür durumlarda, kilitleme, alçılama ve braceleme gibi yardımcı fiksasyon tipleri, kırığın doğru iyileşmesi için gerekli stabilizasyonu sağlarlar.

Kırık lokalizasyonu açısından, midshaft kırıkları rutin intramedüller çivilemenin optimal lokalizasyonudur çünkü kırığın her iki yanında kemik teması sağlanabilir. Bu temas, fiksasyonun stabilizasyonunu destekler ve kırığın doğru

iyileşmesine yardımcı olur. İsthmusun proksimal ve distalindeki kırıklar, yalnızca bir bölgede çivi ve kemik teması sağladığından tedavisi daha zor olabilir. Ancak, proksimal kırıklar ve distal kırıklar için kilitleme gibi yöntemler kullanılabilir, bu da fragmanların stabilizasyonunu sağlayarak kısıalma ve rotasyona karşı koruma sağlar (41).

Kilitli İntramedüller Çiviler

1980'lerde çivilerin kilitlenebilmesinin geliştirilmesi, intramedüller çivilerin kullanım yerlerini önemli ölçüde genişletti. Kilitli intramedüller çiviler, proksimal ve distal kırık fragmanların fiksasyonunu kolay hale getirir ve böylece çok parçalı distal ve proksimal kırıkların tedavisine olanak sağlar. Bu kilitleme tekniği, çivinin bir yüzünden geçen ve çivinin üzerindeki deliğe yerleştirilen bir vida kullanılarak gerçekleştirilir; bu vida, uzak kortekse sabitlenir (41).

Statik çivileme terimi, hem distal kısmın hem de proksimal kısmın kemikle kilitlenmesine ile yapılan bir çivileme yöntemini ifade eder. Statik kilitli intramedüller çivilerde, aksiyel kısıalma ve malrotasyon kontrol altındadır çünkü çivinin hareket etmesine izin vermezler. Ancak, yüklerin vidalara binmesiyle vidalarda kırılmalar meydana gelebilir, bu yüzden statik kilitlemeli intramedüller çivilerde üzerine yük verme, kırık konsolidasyonu gerçekleşene kadar ertelenir.

Dinamik çivileme ise ya distal ya da proksimal kısımlardan tek bir kilitleme ile ilgilidir. Bu yöntemle çivinin kemik içinde kayması engellenmez. Dinamik kilitleme, uygun fiksasyon sağlanacak kadar kırık fragmanının olduğu durumlar için uygundur. Dinamik kilitleme, erken yük verme olanağı sağlar çünkü vida kırılmasına neden olmaz.

Kilitli çivilerin ilk kullanılmaya başlandığı dönemde, statik kilitlemenin "nonunion makineleri" olarak adlandırılacağı endişesi vardı. Statik kilitlemenin kırık parçalarını ayrı tutacağı ve kısıalma ile rotasyonu kontrol altına alırken iyileşmeyi engelleyebileceği düşünülüyordu. Potansiyel nonunion riskini azaltmak için, proksimal vidalardan veya distal vidalardan biri çıkarılarak çivinin dinamizasyonu sağlanıyordu. Vidaların çıkarılması teorik olarak çivinin kemik içinde kaymasını ve kompresyon kuvvetlerinin kırık hattında etkili olmasını sağlıyordu. Ancak endişelenilen olmadı ve kaynamama sıklığında artış gözlenmedi. Bu nedenle, rutin dinamizasyon artık uygulanmaz hale geldi (41).

Kilitleme Tipinin Fiksasyon Dayanımı Üzerine Etkileri

Torsiyon ve Aksiyel Kompresyon:

Torsiyon ve aksiyel kompresyon açısından değerlendirildiğinde, çivi tasarımları arasında farklılıklar bulunmaktadır. Proksimal ve distalden vidalama yapılan hastalarda kompresyon ve torsiyona karşı en iyi stabilizasyon sağlandığı görülmüştür. Bu tip vidalar, aksiyel yönde vücut ağırlığının %400'üne kadar taşıma kapasitesine sahiptir. Kilitli Küntscher tipi rodlar, rotasyon ve kısalmaya karşı çok az etkili olurlar (46, 49, 50).

Bending:

Bending açısından bakıldığında, son zamanlarda geliştirilen çoğu kilitli çivinin biyomekanik performansı benzerdir. Vida ile sabitlenmiş femur shaft kırıkları, sağlam femurun bükülme rijiditesinin yaklaşık %75'ine sahiptir (48, 49).

Vida Dayanımı:

Vidanın özellikleri, dış çapı, kök çapı ve adım aralığı (yivler arası mesafe) tarafından belirlenir. Vidanın dayanımı, kök çapı ile ilişkilidir ve bu bağlamda dayanım, atalet momenti tarafından tayin edilir. Atalet momenti, çapın dördüncü kuvveti ile doğru orantılı olduğundan, çapta meydana gelen minimal değişiklikler bile dayanımı önemli ölçüde etkileyebilir (26, 41).

Vidanın dışarıya doğru uyguladığı kuvvet, vidanın dış çapından etkilenir. Daha büyük bir dış çap, kemikle temasın artmasını sağlar ve daha kuvvetli bir fiksasyon sağlar. Benzer şekilde, daha fazla sayıda yivin kemikle temas etmesi, daha güçlü bir fiksasyon sağlar. Kilitleme vidalarının kalınlığı, temas edecekleri kortikal kemiğin kalınlığına bağlı olarak değişir. Ayrıca, bikortikal yivli vidalar, unikortikal vidalara kıyasla daha güvenli bir fiksasyon sağlar.

Cerrahi Teknik:

Tibial çivileme ile kıyaslandığında, son 20-25 yıl içinde femoral çivileme tekniğinde önemli bir değişiklik olmamıştır. Temel operasyon yöntemi çeşitli çivi tipleri için genel olarak benzerdir, ancak çivinin tipine bağlı olarak çivileme ve vidalama tekniklerinde bazı küçük farklılıklar bulunmaktadır.

Preoperatif Planlama:

Femur kırıklarında kapalı çivileme öncesi, femurun tüm uzunluğunu içeren uygun radyografilerin bulunması önem arz eder. Bu şekilde, kırık şekli hakkında

bilgi edinilirken, distalde veya proksimalde yerleşmiş olası bir kırık gözden kaçırılmamış olur. Bu durum özellikle subtrokanterik yerleşimli patolojik kırıkların çivilenmesinde büyük önem taşır. Uygunsuz grafiler, distal metafizin görünümünü engelleyerek çivileme veya distal vidaların yerleştirilmesini zorlaştırabilir (51).

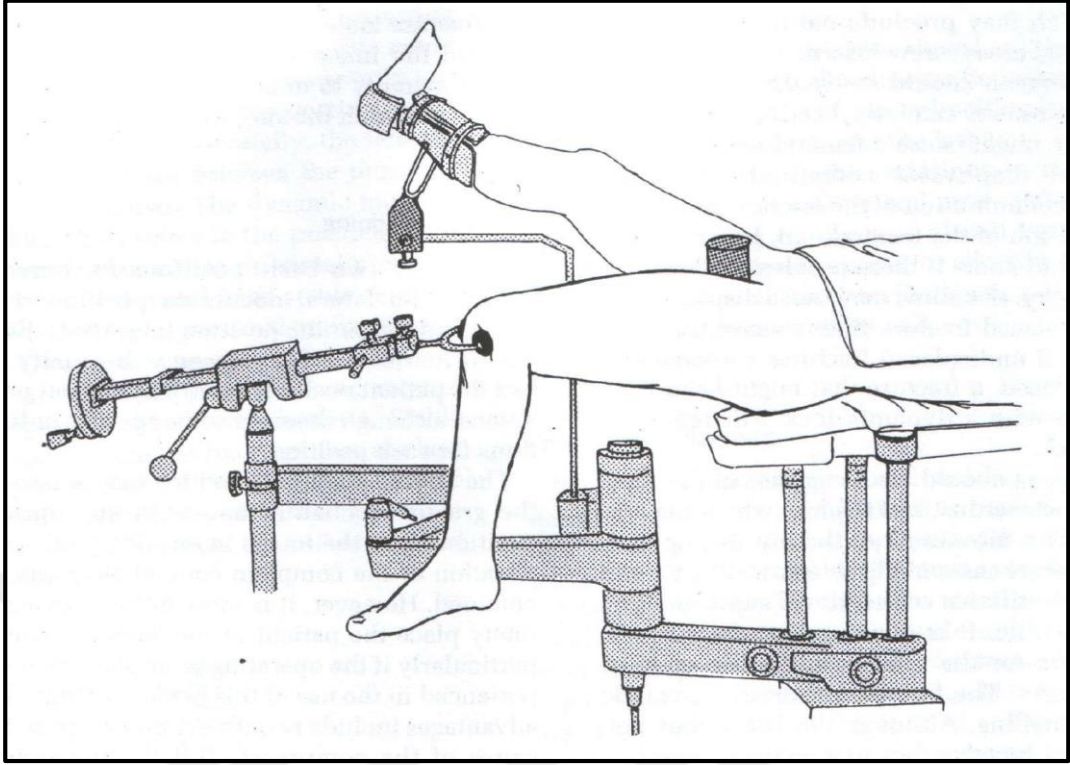
Cerrah, preoperatif radyografileri dikkatle incelemelidir; böylece çivi yerleştirilirken gelişebilecek femur boyun kırığı, proksimal diafiz ayrılma veya mevcut ayrılmada artış olabileceğini göz önünde bulundurmalıdır. Bu sayede, çivileme öncesi var olan veya çivileme sonrası oluşabilecek kırık deplasmanı veya kayma gibi problemler değerlendirilebilir (51).

Cerrah, çivileme sırasında kalça osteoartriti olup olmadığını bilmelidir, çünkü ciddi kalça osteoartriti varsa konvansiyonel supin pozisyonda çivileme yapmak mümkün olmayabilir. Ayrıca, kalça ve diz artroplastisi geçmişi de bilinmelidir. Kalça artroplastisi, femoral çivilemeyi zorlaştırabilir. Diz artroplastisi varsa, zarar vermemek için dikkatli olunmalıdır.

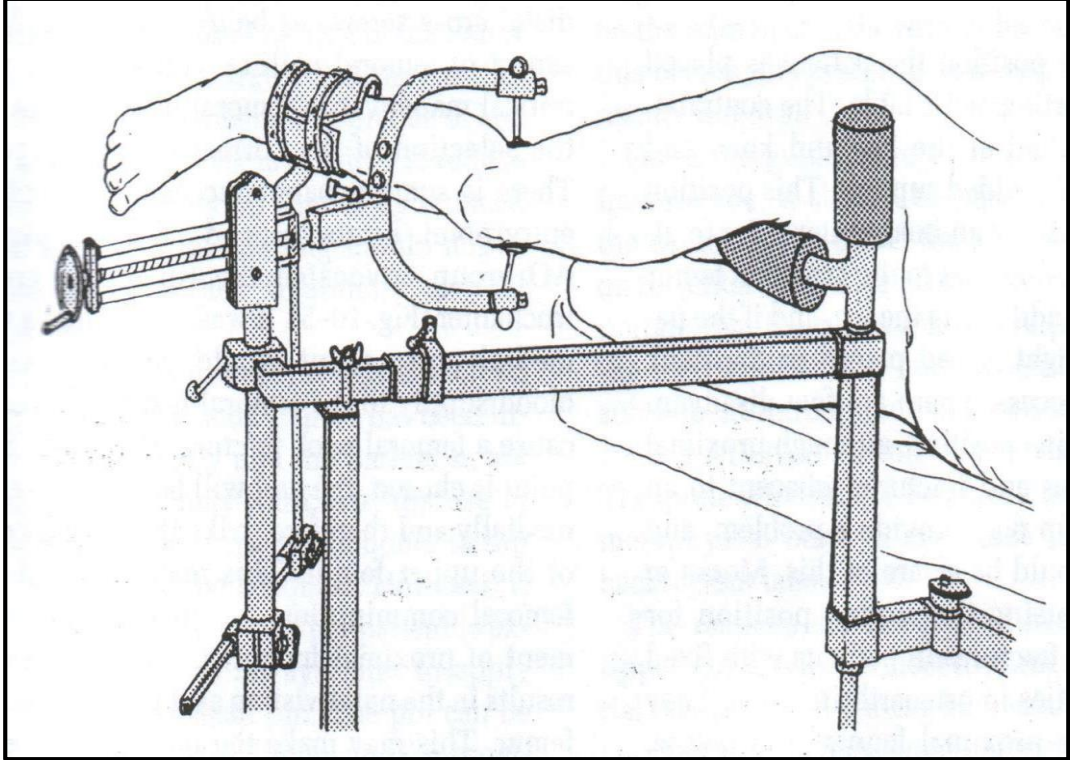
Cerrah, femoral çivileme işlemine başlamadan önce doğru ve yeterli ekipmanın olduğundan emin olmalıdır. Operasyonun gerçekleştiği odada uygun boyutta ve uygun kalınlıkta tam bir çivi seti ve çivileme ve reamerlama için doğru ve yeterli ekipmanın bulunması önemlidir. Ayrıca, cerrahın herhangi bir zorlukla karşılaşmaması için doğru çivi çıkarma ekipmanları hazırda olmalıdır. Traksiyon masası, femoral çivileme için uygun bir şekilde düzenlenmiş olmalı ve görüntülemeye en az engel olacak şekilde ayarlanmalıdır.

Hasta Pozisyonu:

Femoral çivilemede tercih edilen iki temel pozisyon vardır: lateral dekubit ve supin pozisyonlar (Şekil 2.16, 2.17). Her ne kadar her pozisyonun özel bazı endikasyonları olsa da, her biri kendi önemine sahiptir ve cerrahın kişisel tecrübesine göre seçim yapması gerekmektedir (51).



Şekil 2.16. Supin pozisyonu



Şekil 2.17. Lateral pozisyon

Lateral pozisyon, görüntüleme esnasında bütün femur shaftının iyi bir şekilde görüntülenmesine olanak sağlar ve majör trochanterden yapılacak ilk girişi kolaylaştırır. Ancak, ameliyat ekibi bu konuda tecrübesizse, hastaya bu pozisyonun verilmesi oldukça zor olabilir. Diğer dezavantajlarından biri de aşağıda kalan akciğerin kompresyona uğraması nedeniyle solunum problemleri yaşanabilir, yerçekimi etkisine bağlı olarak kırık bölgesinde sekonder valgus malpozisyonu oluşabilir ve rotasyonel malpozisyonu yenmek için daha fazla zorlukla karşılaşılabilir. Ayrıca, distal vidaların yerleştirilmesi kısmen daha zor olabilir (51).

Kalça osteoartriti olan hastalarda lateral dekübit pozisyonu verilmesi, çivileme sırasında kalça eklemi fleksiyonda olduğundan dolayı olarak kolaylaştırır. Bu pozisyon, özellikle proksimal femur kırıklarının çivilenmesinde tercih edilir çünkü genellikle proksimal kırıklarda kırık fragmanları fleksiyon pozisyonunda kalır. Ayrıca, kilolu hastalarda da çoğunlukla tercih edilen bir pozisyon olan lateral dekübit pozisyonu, kolay uygulanabilirliği nedeniyle öne çıkar.

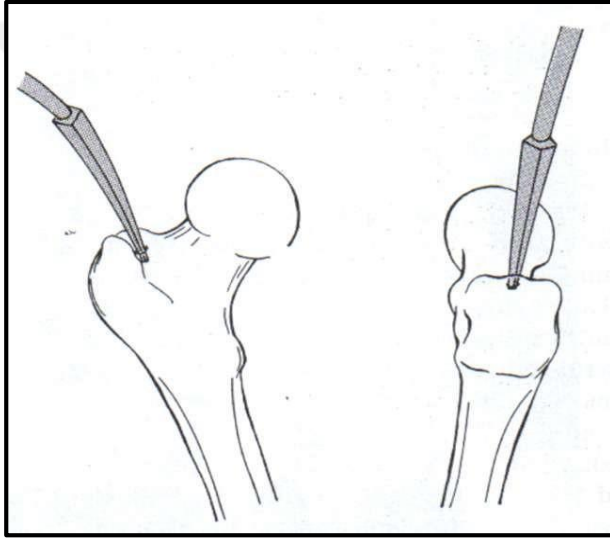
Supin pozisyonunda, hasta ortopedik masada yatırılır ve kontralateral ekstremiteler, kalça ve diz ekleminden fleksiyona getirilerek desteklenir ve yerleştirilir. Bu pozisyon, femurun görüntülenmesini kolaylaştırır. Kalça adduksiyona getirilerek ilk giriş kolay hale getirilir ve hasta aşırı kilolu ise kalça altına destek konarak ilk giriş daha rahat hale getirilebilir. Supin pozisyonunun çok az dezavantajı vardır; ancak proksimal femur kırıklarında kalça eklemine yakın olanlarda ve kalça eklemi osteoartriti olan hastalarda cerrah dikkatli olmalıdır (51).

Giriş Deliği:

Cerrahlar genellikle femur kilitli çivilemesinde en zor adımın distal vidanın yerleştirilmesi olduğunu kabul ederler. Ancak femur çivilemesinde en kritik adım, uygun çivi ilk giriş deliğinin belirlenmesidir. Optimal giriş noktası konusunda farklı görüşler bulunmaktadır. Küntscher ve AO grubu genellikle büyük trokanterin tepesini önerirken, daha medialdeki giriş noktası kullanılması femur başının kan akımını bozacağı ve femur boyun kırığı riski yaratabileceği konusunda fikir birliği vardır. Ancak bu noktanın seçilmesi durumunda çivi medial yöne doğru yönlenebilir ve çivi femur üst kısmının medialindeki korteks dayanabilir. Sonuç olarak, varus malalignmenta ve femoral ayrılmaya neden olabilir ve çivi yerleştirilmesini zorlaştırabilir. Diğer bir alternatif giriş noktası ise trokanter

major'un hemen iç tarafındaki priform fossadır. Bu nokta genellikle femur intramedüller kanalın uzunlamasına yönelimine uyar ve çivi yerleştirilirken direkt intramedüller kanala giriş sağlar. Priform fossanın ilk giriş olarak kullanılması, çivi ayrılma ve dönme riskini azaltır. Ancak çivi yerleştirilirken priform fossanın daha medialinden geçilmemesi önemlidir çünkü bu, belirgin bir femur boyun kırığı riski taşır (51).

Doğru giriş noktasının belirlenmesi için skopi kullanılması tavsiye edilir. Doğru nokta belirlendikten sonra, kemikte başlangıç defekti oluşturmak için awl kullanılır (Şekil 2.18) (51).



Şekil 2.18. Giriş deliği

Redüksiyon ve Reamerlama:

Redüksiyonun sağlanması amacıyla traksiyon ve eksternal manipülasyon kombinasyonu kullanılır. Proksimal fragmanın manipülasyonu için küçük içi boş guide olarak kullanılacak bir çivi kullanılır. Çivinin içinin boş olması, redüksiyonun sağlanmasının ardından kılavuz telinin kolayca yerleştirilmesine olanak tanır. Kapalı redüksiyon, bazen zor olarak gerçekleşebilir, bu yüzden cerrah, kırığın kapalı olarak redükte edilebileceğine ve bunun için hangi manevraların gerektiğine dikkat etmelidir. Kapalı redüksiyon, ortopedik botlar veya traksiyon iskelet pinleri ile gerçekleştirilebilir. Cerrahi girişimde herhangi bir gecikme olmayacaksa ve hasta fazla kilolu veya fazla kaslı değilse, kalça kırığı operasyonunda olduğu gibi

ortopedik botlar uygun olabilir. Ancak, cerrahi girişim uzayacaksa ve hasta aşırı kaslıysa, iskelet pinleri kullanılabilir. Pinler, distal femur veya proksimal tibia bölgesine yerleştirilebilir. Distal yerleşimli femoral pin, kırığın daha iyi traksiyonunu sağlayabilir, ancak distal fraktürlerde çivi ilk girişini engelleyebilir. Hangi pin lokalizasyonunun daha kolay olduğuna bağlı olarak, uygun olanı tercih edilebilir (51).

Hasta uygun olarak pozisyonlanıp steril olarak örtüldükten sonra, cerrah cilt kesisine başlar. Femoral çivileme sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan biri, büyük trokanter üzerinden geçip distale uzanan bir cilt insizyonu yapmamaktır. Bunun yerine, cilt kesisi büyük trokanterden başlatılmalı ve yaklaşık 10 cm proksimale doğru ilerletilmelidir. Bu yaklaşım, kapalı çivileme işlemlerini kolaylaştırır (51).

Proksimal femur hizasının altına kadar kesi yapıp, diseksiyon yapıldıktan sonra, ilk giriş noktası belirlenir ve el reamer ya da motorize reamer ile intramedüller kanala yol açılır. Genç bireylerde, trokanterik bölgedeki metafizik kemik geçilmesi zor olabilir; bu nedenle, reamerlama öncesinde ilk giriş noktası ile kanal arasında bir yol oluşturulduğundan emin olmak için kılavuz tel gönderilmelidir (51).

İlk giriş noktası ile intramedüller kanal arasında yol oluşturulduktan sonra topuzlu kılavuz teli intramedüller kanal içine gönderilir. Eğer kırık redükte ise, düz kılavuz teli intramedüller kanala gönderilebilir, ancak çoğunlukla distal kırık fragmanın kılavuz tel yardımıyla hissedilmesi gerekir. Bunu sağlamak amacıyla kılavuz telin distal kısmı, tipin yaklaşık 2 cm uzağında ve yaklaşık 20 derecelik bir açıyla eğilmelidir. Eğer femur reamerlanacaksa, cerrahın reamerın yapışacağı tel üzerinde topuz-tip-olive olduğundan emin olması gerekir. Olivin varlığında, reamerın çıkarılması daha kolay olacaktır (51).

Kılavuz tel kırık bölgesinden geçtikten sonra, anteroposterior planda (AP) görüntülenecek şekilde distal kırık parçasının distalinde orta hatta olacak şekilde ilerletilir. Kılavuz tel distal fragmanda medial veya lateral kortekse yakın seyretilmemelidir, çünkü bu durum varus veya valgus deformitesine neden olabilir. Kılavuz tel, distal metafizik kemik bölgesine yerleştirilerek reamerlama aşamasında kılavuz telin geri gelme riski en aza indirgenir (51).

Cerrah büyük çaplı reamerlarla çalışma arzusunda olmamalıdır, çünkü reamer kanal içinde sıkışabilir. Femurun bütün uzunluğu boyunca reamerlanmasına dikkat edilmelidir. Eğer bu işlem düzgün bir şekilde yapılmazsa, reamerize edilmemiş kemiğe çivinin gönderilmesi sırasında kortikal hasara neden olabilir (51).

Reamerlama işlemi, kullanılacak çivi çapından 1 mm daha fazla olacak şekilde yapılır. Yarıksız çiviler, yarıklı çivilerle karşılaştırıldığında daha sağlamdır ve eğer yarıksız bir çivi kullanılması planlanıyorsa, planlanan çivinin çapından 2 mm daha fazla reamerlama işlemi uygulanmalıdır. Erişkin femurunda genellikle 12-13 mm çivi kullanılması uygun olur. Ancak yaşlı hastalarda medüller kanal daha geniş olabilir ve bu gibi durumda 15-16 mm çapında çivi kullanılması uygun olacaktır. Femoral kanal uygun bir şekilde reamerlandıktan sonra, uygun çivi çapı ve boyu seçilir. Femur uzunluğu, ossimetri kullanılarak veya preoperatif olarak sağlam femurun uzunluğu ölçülerek veya kılavuz teli uzunluğu ölçülerek hesaplanır (51).

Uygun boy ve çap hesaplandıktan sonra, ilk giriş noktasına çivi yerleştirilerek intramedüller kanal boyunca ilerletilir. Çivinin kırık hattından geçerken kemiğe zarar vermemesine özen gösterilmelidir. Aşırı zorlama kemik hasarına yol açabilir, bu nedenle asla yapmamalıdır. Eğer zorlama gerekiyorsa, ya yeterli reamerlama yapılmamıştır ya da çivinin distal ucu kortekse dayanmıştır. Çivi intramedüller kanala tam olarak yerleştirilmelidir; yani çivinin üst kısmı proksimal femur ile aynı hizada olmalıdır ve distal ucu distal femoral metafize yerleştirilmelidir. Proksimal vidanın yerleştirilmesi genellikle kolaydır ve tüm çiviler, cerrahın proksimal vidayı yerleştirmesine olanak sağlayan uygun bir kılavuza sahiptir. Günümüzde birçok çivide diagonal kilitleme vidaları kullanılmaktadır; bu vidalar majör trochanterden aşağı doğru inerek minör trokanterin medialine ilerler. Bu kilitleme vidası kullanılacaksa; sadece bir proksimal kilitleme vidası yeterlidir. Cerrah, vidanın minör trokanterin üzerinde olup femoral boynun taban kısmında yerleşmediğinden emin olmalıdır, çünkü bu gibi bir durum femoral boyun kırığına neden olabilir (51).

Distal Kitleme:

Çivinin distal deliklerine vidaların delinip yerleştirilmesi için üç farklı distal kilitleme yöntemi kullanılabilir (51).

- Skopi yerleştirilmiş hedef tekniği,
- Çivi yerleştirilmiş hedef tekniği,
- Serbest el (Freehand) tekniği

Distal vida adaptasyonunda freehand tekniği kullanıldığı için, bu tekniğe odaklanacağız.

Serbest El (Freehand)Tekniği:

Distal vidaların kilitlenmesi için serbest el (freehand) tekniği kullanılacaksa, skopinin C-kolu lateral pozisyonda ve kemikle 90° açı yapacak şekilde yerleştirilir. Cerrah, skopide distal vida deliklerini net ve tam bir daire olarak görmeden kesinlikle delme işlemine başlamamalıdır. Yerleştirme sırasında çivi genellikle rotasyona uğradığı için çivinin düzgün hizalanmasını sağlamak için ortopedik masa kullanmak faydalı olabilir (51).

Eğer çivinin distal kısmındaki delikler tam ve net bir daire değil de eliptik şekilli görünüyorsa, bu yoğunlaştırıcı ışının çiviyle aynı hizada olmadığını gösterir. Çivi doğru şekilde rotasyon edilmesine rağmen, yoğunlaştırıcı ışının çiviye 90° açıda olmaması durumunda, delikler longitudinal planda eliptik şekilde görünecektir. Eğer çivinin rotasyonu düzgün değilse ancak skopi doğru bir şekilde yerleştirilmişse, transvers planda eliptik şekilli görünecektir. Bu nedenle C-kolunun açısı ve hastanın rotasyonu değiştirilerek tam ve net daire elde edilebilir (51).

Tam bir daire şekli elde edildikten sonra, cerrah uzun bir işaretleyici kullanarak yoğunlaştırıcı ışının içindeki deliğin tam ortasından geçecek şekilde işaretleme yapmalıdır. Bundan sonra uygun cilt kesisi uygulanabilir. Keskin işaretleyici kullanılarak deliğin ortasından geçecek ve femurun lateral korteksine kadar uzanan işaretleme yapılabilir. Bu işlem tamamlandıktan sonra, drill, awl veya işaretleyici kullanılarak femurun lateral korteksi geçilir ve uygun matkap ucu femoral defekt içine yerleştirilir. Matkap ucu ile uzak kortekste geçilerek kitleme vida deliği tamamlanmış olur. Uygun bir boy ölçer kullanılarak doğru vida boyutu belirlenir ve ardından yerleştirilir (51).

Femur cisim kırıklarının tedavisinde kaç adet kilitleme vidası kullanılacağı, cerrahın karşısına daima çıkan bir sorudur. İki distal kitleme deliğinin proksimali boş bırakılırsa, bu deliğin yorulmaya dayanamayarak çivi kırılmasına neden olabileceği düşünülür. Ancak, femur cisim kırıklarının tedavisinde reamerli çivilerin kullanımıyla ilgili yapılan klinik çalışmalar incelendiğinde, çivi kırılması tezinin büyük bir problem olduğu desteklenmemektedir. Bir başka araştırmada, femur cisim kırıklarında bir veya iki distal kitleme vidası kullanımı klinik ve biyomekanik olarak analiz edilmiştir (52). Bu çalışma, bu tezi desteklemiş ve bir adet distal vidanın distal fiksasyon için uygun ve yeterli olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar, bu uygulamanın yalnızca cisim kırıkları için geçerli olduğunu altını çizmişlerdir. Distal metafiz ve diafiz kırıkları ile osteoporotik kemik varlığı iki distal kitleme vidası kullanımı için endikedir. Yaşlı osteoporotik kemikte maksimum destek sağlanması gerektiğinden, bu durumda iki distal vida kullanılmalıdır (52).

Postoperatif Bakım:

Postoperatif bakım, kırık tipine, hasta yaşına, preoperatif hastanın mobilitesine ve eşlik eden travmaların ciddiyetine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Ayrıca, politravmalı bir hastada diğer travmaların türü, rehabilitasyon programını belirler. Fiziksel gücü normal olan bir hastada, izole femur cisim kırıklarında reamerli intramedüller çivi uygulanması, erken ağırlık vermeye olanak sağlar. Cerrahlar, kırığın ciddiyetine bağlı olarak yük verme için zaman skalası kullanabilirler, ancak gerçekte ağrının izin verdiği ölçüde yük verilebilir. Bu nedenle, çivili midshaft transvers femur kırıklarında erken yük verilebilir. Ancak, femurun geniş alanlarına yayılan ayrılmış kırıklarda, yük verme, kal dokusu görünene kadar birkaç (2 ila 3) ay geciktirilebilir.

Eğer dinamizasyon uygulanacaksa çivilemeden sonraki 6.-8. haftada yapılmalıdır.

Retrograd kilitli intramedüller çivileme, kilitli antegrad çivi uygulaması femur kırıklarının tedavisinde ilk kez 1970 yılında Küntscher tarafından pertrokanterik bölge kırıklarının tedavisinde kullanılmıştır. Daha sonra Harris, Zicker, Ender ve diğerleri distal ve proksimal femurdaki metafizik kırıkların elastik çivi fiksasyonunu önermişlerdir (34). 1990'lardan sonra intramedüller çivilerdeki

hızlı değişim ve gelişim ile interkondiler alandan giriş yapılan retrograd intramedüller çiviler geliştirilmiştir (34).

Femur diafizer kırıklarında uygulanan retrograd kilitli intramedüller çivilemenin yararları ve zararları aşağıdaki gibi sıralanabilir (34).

Avantajları (34):

- Distal femoral kırıkların stabilizasyonu ve redüksiyonu kolaydır.
- Aynı taraflı shaft ve femur boyun kırığı olan hastalarda shaftın ve boynun ayrı implantlarla redükte edilip sabitlenmesini olanaklı kılar.
- Aşırı kilolu hastalarda, retrograd çivileme tekniği daha kolay uygulanır. Çünkü piriform fossayı bulmaktansa interkondiler notch u bulup ilk giriş yapmak daha kolaydır.
- Gebelerde kullanım açısından retrograd intramedüller çivileme tekniği daha uygundur. Çünkü fetusun rasyasyona maruz kalma riski düşük olur.
- Multitравmalı hastalarda operasyon zamanını uzatmadığı ve özel hasta pozisyonu gerekmediği için avantajlıdır.
- Yüzen diz travması olan hastalarda hem tibia hem de femur için intramedüller çivi uygulanacaksa tek insizyon ile iki kemik için de çivi uygulanabilir.
- Diz altından ampute olan ekstremitede femur shaft kırığı varsa daha avantajlıdır, aynı taraflı total kalça protezi olan olgularda daha avantajlıdır.
- Aynı taraflı asetabulum kırığı olan olgularda heterotopik ossifikasyon riskini azaltır.

Dezavantajları (34):

- Yanlış kaynama komplikasyonu daha sık gözlenir. Proksimal kırıklarda rotasyonu uzunluğu kontrol altında tutmak zor olduğu proksimal femur kırıklarında kontraendikedir.
- Erken serilerde kaynamama ve gecikmiş kaynama oranı daha yüksektir.
- Retrograd kilitli intramedüller çivileme uygulanacak hastadan diz eklemine girildiği için septik artrit oluşabilir.
- Diz eklemine giriş yapıldığı için arka çapraz ve ön çapraz bağın kanlanması bozduğu savunulmuştur.

° Operasyon sonrası persistan diz ağrısına neden olması önemli bir problemidir (%30).

2.11. Komplikasyonlar

2.11.1. Enfeksiyon

Femur çivilemesi sonrası enfeksiyon oranları oldukça düşüktür. İntramedüller çivileme tekniği kullanılarak yapılan açık redüksiyonlarda enfeksiyon riski daha yüksektir. Özellikle çok parçalı kırıklarda açık redüksiyon yapılmışsa fragmanların deperioste edilerek devitalize edilmesi, enfeksiyon riskini artırır. Açık kırıkların kapalı kırıklardan daha sık görülmesi şaşırtıcı değildir. Ancak, her açık kırıkta olduğu gibi, debridmanın ve cerrahın yumuşak doku kapatma yeteneğinin enfeksiyon üzerinde belirleyici olduğu unutulmamalıdır. İnsizyon bölgesinde haftalar veya aylar sonra eritem, endurasyon ve ödem tespit edilen hastalar, enfeksiyon açısından incelenmelidir. CRP, eritrosit sedimentasyon hızı ve kan beyaz küre sayısı gibi laboratuvar testleri faydalı göstergelerdir. Radyografilerde enfekte kemikte tipik olarak radyolusen sekestr veya periostal kalınlaşma görülebilir.

Derin enfeksiyon teşhisi konulduğunda, intramedüller çivinin tahliye edilip edilmemesi kararı verilmelidir. Eğer çivi sağlam bir stabilite sağlıyorsa, tahliye edilmeyebilir. Debridman sonrasında kırık hattında belirgin bir hareket tespit edilmezse, çivi tahliye edilmeyebilir. Çoğu femur kırığı enfeksiyon varsa bile enfeksiyon bastırılmışsa ve uygun tespit mevcutsa, 4-6 ay içerisinde iyileşir. Yeterli kırık iyileşmesi sağlandıktan sonra tahliye edilebilir ve endosteal kanal reamerlanabilir. Çivi çıkarılırken belirgin bir enfeksiyon saptanırsa, antibiyotikli çimentodan yapılan zincir kanala yerleştirilebilir (bu antibiyotikli çimento zinciri 2-3 hafta tutulmalıdır). Debridman sonrası instabilite tespit edilirse, yeterli yumuşak doku ve kemik debridmanı yapıldıktan ve endosteal membran reamerlama ile uzaklaştırıldıktan sonra daha geniş çaplı bir intramedüller çivi yerleştirilerek stabilite sağlanabilir.

Eğer debridman sonrası geniş bir kemik boşluğu oluşursa (sekestrasyon sonrası), çivi çıkarılıp traksiyon uygulanır ve antibiyotik içeren zincir yerleştirilir; ardından birden fazla tekrarlayan debridmanlar yapılır. Operasyon sırasında yaranın

temiz olduğu gözlemlenirse ve operasyonu takiben 6 hafta süre zarfında yaradan pürülan akıntı görülmezse, femoral cismin rekonstrüksiyonu amacıyla bir operasyon planlanır. Bu operasyon, cerrahın deneyimine göre seçilir ve çeşitli seçenekler arasında kilitli intramedüller çivileme ve greftleme, intramedüller çivi üzerinden uniplanar dış fiksator kullanarak segment kaydırma, Ilizarov dış fiksator kullanarak segment kaydırma gibi yöntemler bulunmaktadır (22).

2.11.2. Nonunion

Nonunion insidansı da kemike enfeksiyonunda olduğu gibi genellikle düşüktür ve temel olarak travmanın şiddetine bağlıdır. Femurun reamerlanması tam olarak faydaları net olarak bilinmese de, reamerlama kemik üzerinde osteoindüktif etki gösterebilir ve bu da nonunion insidansının düşük olmasını açıklayabilir gibi görünmektedir. Büyük kemik kaybı olmadığı sürece, aseptik kaynamamalar genellikle çivi değişimiyle tedavi edilmelidir. Ancak büyük kemik defekti durumunda, vaskülarize kemik grefti, kortikokanselöz kemik grefti veya segmental transport gibi yöntemler kullanılabilir. Konsolidasyonun geciktiği durumlarda, operasyondan 6 veya 8 hafta sonra uygulanacak dinamizasyon, nonunion gelişimini engelleyebilir (22, 34, 51).

2.11.3. Femur Boyun Kırığı

Intramedüller çivileme sırasında nadir görülen bir komplikasyondur. Genellikle kırığın çivileme sonucu mu oluştuğu yoksa travmaya bağlı mı olduğu ayırt edilmesi zordur. Bu durumda, cerrahın femur boyun kırığı olasılığına karşı dikkatli olması gerekmektedir. Christie ve Court-Brown, preoperatif femur boyun kırığı gözlenmeyen dört hastada operasyon sırasında meydana gelen femur boyun kırıklarını bildirmişlerdir (53). Bu vakaların üçü, bedensel olarak zayıf yapıya sahip, intramedüller kanalın çapının dar olduğu kadın hastalarda meydana gelmiştir. Bu dört kırığın hepsi, çok az deplasmanı olan veya nondeplase olan vertikal ekstrakapsüler kırıklardı. Üçü proksimal uca kompresyon vidası yerleştirilerek tedavi edilmiştir, geriye kalan bir tanesi ise nonoperatif olarak takip edilmiştir. Yazarlar, femoral çivileme sırasında giriş deliğinin önemli olduğunu ve olası kırık

komplikasyonlarını önlemek için çivinin doğru konumlandırılmasının önemini vurgulamışlardır (22, 34, 51, 53).

2.11.4. Proksimal Femur Fraktür

Eğer çivi medüller kanaldan genişse ve proksimal femur yeterince reamerlanmamışsa, proksimal femur kırığı riski artabilir. Ancak, proksimal femoral kırıkları sıkça yanlış yerleşimli çivi ilk giriş deliği nedeniyle meydana geldiği bilinmektedir. Eğer ilk giriş noktası trokhanter major'un üzerinden daha lateralde bir nokta olarak seçilirse, çivi mediale doğru geçebilir ve proksimal femoral kortekste kırığa sebep olabilir. Bu durum, özellikle osteoporotik ve yaşlı hastalarda daha sık görülür. Ancak, cerrahın deneyimi arttıkça bu tür komplikasyonların azaldığı bildirilmiştir (51).

2.11.5. Nörolojik Hasar

Etkilenen üç sinir vardır: pudental sinir, siyatik sinir, common peroneal sinir. Sinir felcine neden olan durum genellikle traksiyon esnasında nöropraksi gelişimidir. Bu durum genellikle kendiliğinden düzelir. Pudental sinir felci, femoral çivileme sırasında en sık rastlanan nörolojik komplikasyondur. Kadınlarda labial his kaybına, erkeklerde ise penil ve skrotal his kaybına ve erektile disfonksiyona neden olabilir. Bu durumun, operasyon sırasında aşırı traksiyona bağlı olarak gelişebileceği düşünülmektedir (22, 34, 51, 53).

Bu durum, Brumback ve meslektaşları tarafından araştırılmıştır (54). 106 hastanın statik kilitli çivileme ile tedavi edildiği bir prospektif çalışmaya dâhil edilmiştir. Araştırmacılar, traksiyon masasında perineal basıncı bir basınçölçer kullanarak ölçmüşler ve perineal basıncın uygulandığı süreyi belirlemişlerdir. Pudental sinirin etkilendiği 10 hastanın (%9,4) dokuzunda sadece duysal değişiklikler tespit edilirken, bir erkek hastada ise erektile disfonksiyon gözlemlenmiştir. Araştırmacılar, sinir felci gelişiminde ekstremitenin traksiyonda kaldığı süre değil de, traksiyon uygulama gücünün etkili olduğunu belirtmişlerdir. Kırık manipülasyonuna ek olarak uyluk adduksiyonunun traksiyon gücünü arttırdığını belirtilmiştir. Sefalomedüller rekonstrüksiyon femoral çivilemede,

standart kilitli çivilemeye nazaran daha sık pudental sinir felci gözlemlenmiştir. Bu önemli sorunla karşı karşıya olan cerrahlar dikkatli olmalıdır. Pudental sinir etkilenmesi, traksiyon gücünün azaltılmasıyla önlenabilir ve traksiyon desteğinin kontralateral kalçaya uygulanması önerilir. Nörolojik komplikasyonların olumlu yanı sıra genellikle kendini sınırlayan hasar oluşması ve birkaç ay içinde sinirin normal fonksiyonuna dönmesidir (22, 34, 51, 53).

2.11.6. Heterotropik Ossifikasyon

Femoral çivileme sonrasında, kalça abdükörlerinde ve proksimal femur çevresindeki yumuşak dokularda heterotropik ossifikasyon gelişimi sık görülen bir komplikasyondur. Çivi proksimal ucunun hemen üzerinde küçük bir ossifiye alan olarak görülebilir, ancak bazen daha yaygın olabilir ve kalça abduksiyonunda kısıtlılığa ve hatta ankiloza yol açabilir. En yaygın semptomu ağrıdır, genellikle trokanter major çevresinde ve uyluğun proksimal kısmında hissedilir. Femur çıkarılmadan önce bu kemik dokusunun uzaklaştırılması gerekebilir.

Intramedüller çivileme sonrası heterotropik ossifikasyon gelişim insidansı araştırmalar ile incelenmiştir. Bunlardan biri Brumback ve meslektaşları tarafından yapılmıştır (55). Prospektif olarak 100 ardışık unilateral femur kırığı olgusunda heterotropik ossifikasyon insidansını ve intramedüller çivileme sonrası kemik artıkların yumuşak dokulardan uzaklaştırılmasının bu insidansı nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Çalışmada, intramedüller çivileme sonrası hastaların %26'sında kalça eklemi çevresinde ağır heterotropik ossifikasyon gözlenmiştir. %34 hastada ise minör ossifikasyon tespit edilmiştir geriye kalan %40 hastada hiç heterotropik ossifikasyon görülmemiştir. Brooker sınıflaması heterotropik ossifikasyon gelişen hastalarda kullanılmıştır ve hastalar dört ayrı gruba ayrılmıştır. Çalışmada %23 hastada grade 1 heterotropik ossifikasyon saptanmışken, %11 hastada grade 2 heterotropik ossifikasyon saptanmış, %15 hastada grade 3 heterotropik ossifikasyon saptanmış, %11 hastada grade 4 heterotropik ossifikasyon tespit edilmiştir. Heterotropik ossifikasyon derecesi ile hasta yaşının, cinsiyetin, travmanın ciddiyetinin, kapalı intrakranial travmanın varlığının veya yokluğunun, kırık ayrışmasının seviyesinin ve tipinin, çivilemenin zamanlamasının ve intramedüller fiksasyonun tipi arasında korelasyon bulunmamıştır. Ayrıca, saline ile lavaj

yapılmasının heterotopik ossifikasyon gelişiminde istatistiksel farklılık göstermediği görülmüştür (55).

Heterotopik ossifikasyon genellikle küçük bir sorundur ve hafif gluteal ağrıya neden olabilir, ancak bazen kalça eklem hareketlerini kısıtlayabilir ve ek operatif müdahale gerektirecek kadar ciddi olabilir.

2.11.7. Pulmoner Komplikasyon

Multi-travmalı hastalarda femur stabilizasyonunda en etkili yöntem olarak intramedüller çivileme öne çıkmaktadır. Ancak, son çalışmalarda EKO ile yapılan incelemelerde reamerlama sırasında döngüye neden olacak materyallerin sağ kalbe geçtiği ve eğer hastada patent foramen ovale varsa sol kalbe ve oradan da sistemik dolaşıma ilerleyeceği gösterilmiştir. Akciğerler normal fonksiyonunda çalışıyorsa, bu materyalin kolayca akciğerler tarafından absorbe edilebildiği açıkça görülmüştür. Ancak, belirgin pulmoner yaralanma varsa ve akciğerler normal fonksiyonunda çalışmıyorsa bu absorpsiyon yeteneğinin azalabileceği düşünülmelidir. Bu nedenle, birçok cerrah bu gibi durum varlığında intramedüller femur çivi uygulamasını tercih etmemektedir.

Wozasek ve meslektaşları, koyun modeli üzerinde yaptıkları çalışmada reamarlı femoral çivileme, plak-fiksasyon ve reamarsız femoral çivileme uygulamalarını karşılaştırmışlardır (60). Reamarlı intramedüller çivilemenin diğer uygulamalar ile karşılaştırıldığında daha sık yağ embolisine neden olduğunu göstermişlerdir. Ancak, ciddi torasik travma varlığında bile akciğerlerin arteriyel basınç cevabında farklılık olmadığını gözlemlemişlerdir (60).

Cerrahlar özellikle pulmoner travması olan multiple travmalı hastalarda intramedüller çivileme tekniğini seçerken emboli riskini dikkate almalıdırlar. Reamerlı intramedüller çivilemenin aleyhinde hareket etmek belki de yanlış olacaktır, ancak daha uygun femoral stabilizasyon metodu bu alt grup için daha fazla araştırma yapılarak bulunmalıdır.

2.11.8. İntramedüller Çivi ve Vida Kırılması

Çoğu zaman çivi kırılması nonunion durumunda meydana gelir ve bu kırılma süresine, çivinin büyüklüğüne ve hastanın aktivitesine bağlı olarak ortaya çıkar.

Daha küçük çaplı ve reamersız kullanılan çivilerin daha sık kırıldığı gözlenmiştir. Kırık genellikle nonunion bölgesinde görülür ve çiviler genellikle vida deliklerinin olduğu yerlerden kırılabilir. Bir araştırmada F. Granklin ve ekibi 60 kırık intramedüller çivi olgusunu incelemiş ve insidansın %1-3.3 arasında değiştiğini bulmuşlardır (34). Ancak, bu çalışma eski bir seri olduğundan günümüzdeki insidansın bu kadar yüksek olmadığı düşünülmektedir.

2.11.9. Radyasyon Dozu

Cerrahlar, ortopedik operasyonlar sırasında belirli bir miktar radyasyona maruz kalırlar, özellikle de femur çivilemesi gibi işlemlerde. Ancak, bu radyasyon maruziyetini iyi cerrahi teknikler ve gelişmiş görüntüleme cihazlarıyla azaltmak mümkündür. Bununla birlikte, cerrahların radyasyona maruz kalması ve bu maruziyetin miktarının bilinmesi önemlidir. Kempf ve meslektaşları toplam görüntüleme süresini 3,43 dakika olarak hesaplamışlardır (56). Ancak, son zamanlarda yapılan çalışmalar bu sürenin daha uzun olduğunu göstermektedir. Sugarman ve arkadaşları ise 12,08 dakika, Levin ve arkadaşları 12,6 dakika olarak bulmuşlardır (57, 58). Bu süre, cerrahi deneyimsizlikle birlikte artabilir. Ancak, Sugarman ve ekibi, bir cerrahın overdose radyasyona maruz kalması için yılda 700'den fazla intramedüller çivileme yapması gerektiğini belirtmiştir (58).

Sanders ve meslektaşları, benzer bir çalışmayı floroskopi yardımıyla gerçekleştirilen 65 olguda incelemişlerdir (59). Statik femoral çivilemede ortalama skopi süresini 6,26 dakika olarak hesaplanmışlar ve cerrahın yılda 750 çivi ameliyatını güvenle yapabileceğini bulmuşlardır (59). Sonuç olarak, cerrahlar ve hastaların maruz kaldığı radyasyon düzeyi genellikle tehlike arz etmez.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Hastalar ve Yöntem

Bu araştırma, Akdeniz Üniversitesi Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde, Ocak 2014 ile Ocak 2021 tarihleri arasında femur cisim kırığı tanısı konulduktan sonra intramedüller çivi ile osteosentez uygulanan vakaların 1 yıllık takibiyle kaynama oranlarının ve kaynamayı etkileyebilecek parametrelerin değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışmamız, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun TBAEK-22 sayılı ve 25/01/2024 tarihli onayıyla gerçekleştirilmiştir (Ek-1).

Çalışma kapsamında, Ocak 2014 ile Ocak 2021 tarihleri arasında femur shaft kırığı nedeniyle kilitli intramedüller çivi uygulanan hastaların bilgilerine hastane dosya sistemi üzerinden erişildi. Hastane dosya sistemi üzerinden hastaların hikaye (anamnez) ve konsültasyon kayıtları, klinik yatış ve hemşire gözlem formları, anestezi gözlem formları ve ameliyat notları incelendi. Ayrıca preoperatif ve postoperatif radyografiler, PACS (Picture Archiving and Communication Systems) sistemi üzerinden değerlendirildi.

Ocak 2014 ile Ocak 2021 tarihleri arasında, Akdeniz Üniversitesi Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji kliniğinde kayıtlı 421 femur cisim kırıklı hastadan 274 tanesi için kilitli intramedüller çivi uygulanmıştır. 41 hasta, çalışma koşullarına uymadığı için çıkarılmış, geriye kalan 233 femur kırığı olan 223 hastadan (10 hasta bilateral femur cisim kırığı mevcut) 46 hasta takiplerinde kayıp olması nedeniyle çalışmadan dışlanmıştır. Son olarak 187 femur cisim kırığı olan 177 hasta (10 bilateral femur cisim kırığı) ile çalışma grubu oluşturulmuştur (Tablo 3.1).

I. Çalışmaya dâhil edilme koşulları:

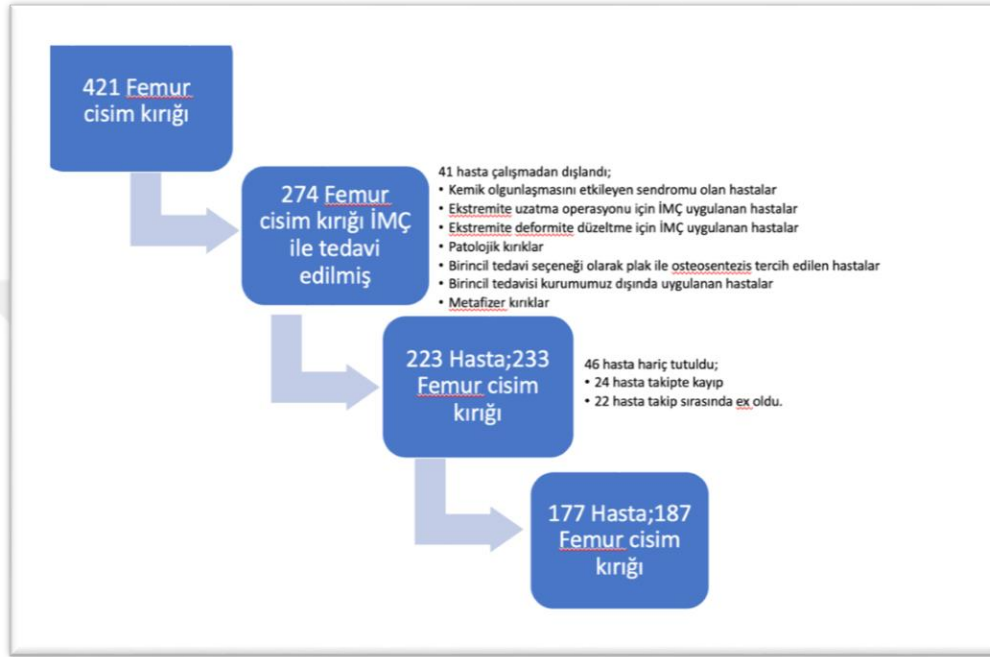
Postoperatif takiplerde 3-6-9-12. ay çift yönlü (AP-Lateral) grafileri eksiksiz olan hastalar çalışmaya eklenmiştir.

II. Çalışmadan dışlanma koşulları:

- Kemik olgunlaşmasını etkileyen sendromu olan hastalar,
- Ekstremitte uzatma operasyonu için İMÇ uygulanan hastalar,
- Ekstremitte deformite düzeltme için İMÇ uygulanan hastalar,
- Patolojik kırıklar,

- Nihai tedavisi plak ile fiksasyon olan hastalar,
- Metafizler kırıkları,
- Nihai tedavisi dış merkezde uygulanan hastalar.

Tablo 3.1. Çalışma grubu oluşum şeması



Çalışmanın birincil sonuç değişkeni olarak çivi çapı/isthmus çapı oranının kaynama üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. İkincil sonuç değişkeni olarak ise kaynama üzerinde etkisi olabilecek diğer parametrelerin değerlendirilmesi planlanmıştır.

1/3 orta diyafizer segmentte yer alan, koni veya huni şeklindeki intramedüller kanalın en dar kısmı femurun isthmusunu oluşturur. Femurların %90'ında isthmus, büyük trokanterin ucunun 14,8 ile 23,8 cm distalinde bulunur (61).

Çalışmada, hastane sisteminden hasta dosyalarına girilen ameliyat notları incelenmiş ve çivi çapları kaydedilmiştir. Ayrıca preoperatif radyografilerde isthmus çapları ölçülmüştür. Çivi çapının isthmus çapına oranı hesaplanarak kaydedilmiştir.

Gözlemci tarafından hastaların 3, 6, 9 ve 12. aylardaki iki yönlü radyografi görüntüleri ayrı ayrı değerlendirilmiş ve RUSF (Radiographic Union Score for Femur) skorlaması yapılarak puanlanmıştır. Bu skorlama sisteminde, AP ve Lateral

direkt radyolojik grafilerde her korteks için kallus kalitesi 1 ile 3 arasında puanlanır. Her korteks için verilen puanların toplamı RUSF puanını oluşturur. RUSF skorunun en düşük değeri 4, en yüksek değeri ise 12 olacaktır (Tablo 3.2) (62, 63).

Çalışmada, femur shaft kırığı tanısı sonrası kilitli intramedüller çivi ile tedavi uygulanan hastaların, RUSF skoru 7 ve üstü kaynama olarak değerlendirilmiş. 9. ve 12. aylarda RUSF puanı 7 ve üstü kaynama gecikmesi olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 3.2. Kaynamanın RUSF skoruna göre değerlendirilmesi

RUSF (Radiographic Union Score for Femur)	Radyografik Kriterler	
Korteks başına skor	Kallus	Kırık hattı
1	Henüz yok	Görülüyor
2	Var	Görülüyor
3	Var	Gözükmüyor
TOTAL: 4-12		

Tüm hastalar için hikaye (anamnez) ve konsültasyon kayıtları değerlendirildi. Bu kayıtlarda hastanın yaralanma tarafı, yaralanma mekanizması, birden fazla ekstremitelerde fraktür olup olmadığı, varsa kafa travması varlığı, kırığın açık veya kapalı olması durumu ve açık kırık ise Gustilo Anderson sınıflaması, diyabet varlığı, VKİ (Vücut Kitle İndeksi), sigara kullanımı, alkol kullanımı, ASA (American Society of Anaesthesiologists) skoru, postoperatif dönemde enfeksiyon gelişimi durumunda enfeksiyon hastalıkları konsültasyon notu ve uygulanan antibiyoterapi kayıtları bulunmaktadır.

Kırık etiyolojisi ve yaralanma şekli için anamnez kayıtları incelendiğinde, hastaların yarısından çoğunda araç dışı trafik kazası sonrası femur shaft kırığı olduğu belirlenmiştir. Bu kazaların çoğunun motosiklet kazası ve yaya olarak araç çarpması sonucunda meydana geldiği tespit edilmiştir. Diğer kırık etiyolojileri ise araç içi trafik kazaları, yüksekte düşme, kendi seviyesinden düşme, endüstriyel yaralanmalar, spor yaralanmaları, ateşli silah yaralanmaları ve tarım makineleriyle yaralanma gibi nedenlerdir.

PACS sistemi üzerinden preoperatif ve postoperatif radyolojik görüntüleri değerlendirilerek kırığın diyafizer lokalizasyonu, Winquist/hanse sınıflaması ve AO/OTA sınıflaması belirlendi

Hastane dosya sistemi üzerinden Ortopedi bölümüne konsültasyondan kaç saat sonra hastaya İMÇ uygulandığı kaydedilmiştir. Ayrıca kayıtlı ameliyat notlarından birincil tedavi seçeneği olarak eksternal fiksasyon uygulanan hastalar belirlenmiş ve eğer eksternal fiksasyon uygulanmışsa, bu hastalarda İM çiviye geçiş süresi kaydedilmiştir. Ameliyat notları incelenerek açık kırıklı hastalarda yumuşak doku rekonstrüksiyonu ile tedavi edilen hastalar belirlenmiştir.

Tablo 3.3. Kaynamayı etkileyen parametreler

Kaynamayı Etkileyen Parametreler			
1	Cinsiyet	12	Alkol
2	Yaş	13	Sigara
3	Yaralanma mekanizması	14	Vücut Kitle İndeksi (BMI)
4	Birden fazla ekstremitede fraktür	15	ASA skoru
5	Kırık taraf (Dominant-Nondominant)	16	Diyabet hastalığı
6	Kafa travması	17	Redüksiyon şekli (Açık-Kapalı)
7	Kırık yerleşimi (Proksimal/Orta/Distal/Segmente)	18	Travma-Operasyon Arası Süre
8	AO / OTA sınıflaması	19	Primer eksternal fiksator uygulaması
9	Kırık şekli (Açık-Kapalı kırık)	20	Açık kırıklı hasta; flep uygulaması
10	Winquist/Hansen sınıflaması	21	Açık kırıklı hasta; I.V. antibiyotik ihtiyacı
11	Çivi/İsthmus çapı oranı		

3.2. Araştırma Verilerinin İstatiksel Değerlendirilmesi

Verilerin analizinde SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) v.27.0 programı kullanılmıştır. Elde edilen veriler tanımlayıcı istatistikler kategorik veriler için yüzde dağılımlar şeklinde, sürekli veriler için aritmetik ortalama, standart sapma ile değerlendirilmiştir. Gruplar arası ortalama karşılaştırırken öncelikle normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir. Kategori sayısı iki olan grupların ortalamaları karşılaştırılırken normal dağılıma

uyanlarda Independent Sample T test kullanılmıştır. Kategorik verilerin yüzde dağılımlarını karşılaştırırken Pearson Ki Kare ve Fisher Exact testi kullanılmıştır. Kırık kaynamasında risk faktörü olduğu düşünülen değişkenlerin değerlendirilmesinde Binary Lojistik Regresyon kullanılmıştır. En iyi modelin elde edilmesinde değişken seçme yöntemi olarak Enter modeli kullanılmıştır. Kaynama Durumu Belirlemede Çivi Çapı/İsthmus Oranının kesim noktası belirlenirken roc curve analizi yapılmıştır. Verilerin analizinde $p<0,05$ düzeyi istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.



4. BULGULAR

Tablo 4.1. Hastaların 3-6-9-12. aylarda kaynama durumu

	3. Ay	6. Ay	9. Ay	12. Ay
Kaynama	114	133	133	161
Kaynama Gecikmesi	-	-	28	11
Kaynamama	73	54	26	15
Toplam	187	187	187	187

187 hastaya ait 3'er aylık periyotlarla kaynama durumuna bakıldığında 3. ayda 114 hastanın ve 6. ayda 133 hastada kaynama olduğu görülmüştür. 9. ayda 133 hastada kaynama 28 hastada kaynama gecikmesi olduğu bulunmuştur. 12. aya bakıldığında 161 hastada kaynama olduğu 11 hastada kaynama gecikmesi olduğu saptanmıştır (Tablo 4.1).

Tablo 4.2. Hastalara ait çeşitli kategorik verilerin dağılımı ve sürekli verilerine ait ortalamalar

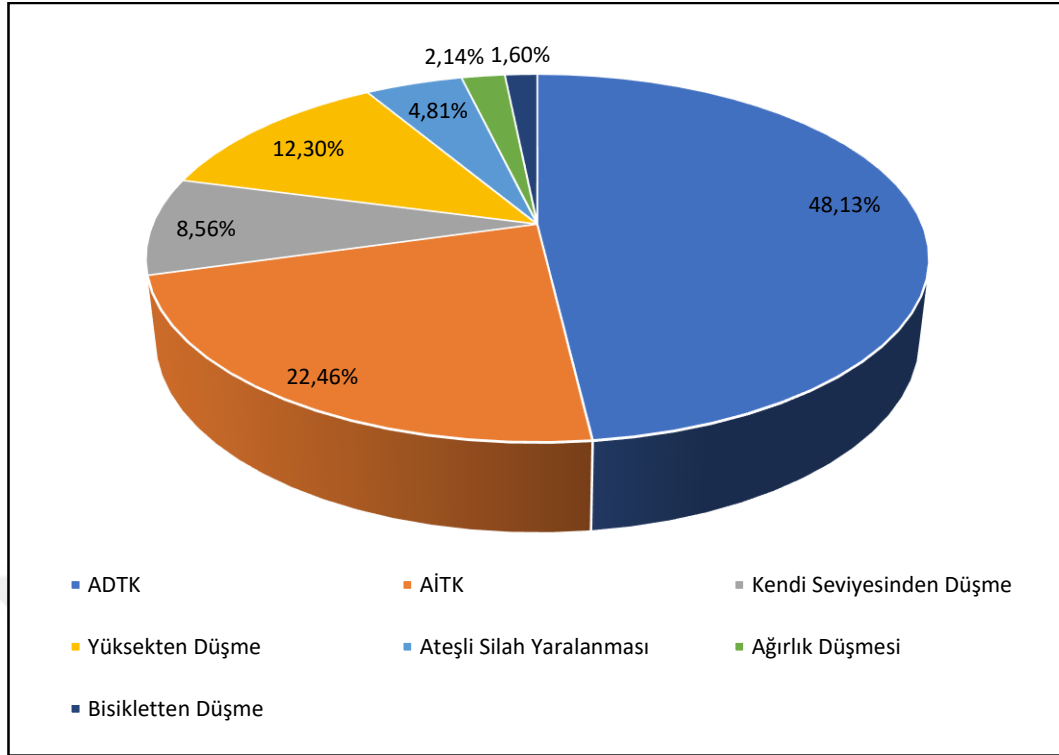
	6. Ay	n (Sayı)	% (Yüzde)
Cinsiyet	Erkek	141	75,40
	Kadın	46	24,60
Taraf	Dominant	103	55,08
	Nondominant	84	44,92
Sigara	Yok	94	50,27
	Var	93	49,73
Alkol	Yok	134	71,66
	Var	53	28,34
Diyabet	Yok	177	94,65
	Var	10	5,35
Yaş (ort±ss)		30,80	15,46
ASA (ort±ss)		1,37	0,60
VKI (ort±ss)		24,95	4,99

Hastalara ait çeşitli demografik veriler değerlendirildiğinde grup yaş ortalaması $30,80 \pm 15,46$ olup cinsiyet dağılımı %75,40 erkek ve %24,60 kadın olduğu bulunmuştur. Hastaların ASA ortalaması $1,37 \pm 0,60$ ve VKI ortalaması $24,95 \pm 4,99$ olarak saptanmıştır. Hastaların %49,73'ünün sigara, %28,34'ünün alkol kullandığı, %5,35'inin diyabeti olduğu, %55,08'inde kırığın dominant alt ekstremitede ve %44,92'sinde kırığın nondominant alt ekstremitede olduğu saptanmıştır (Tablo 4.2).

Tablo 4.3. Hastaların yaralanma mekanizmalarının dağılımı

		n	%
Yaralanma Mekanizması	ADTK	90	48,13
	AİTK	42	22,46
	Kendi Seviyesinden Düşme	16	8,56
	Yüksekten Düşme	23	12,30
	Ateşli Silah Yaralanması	9	4,81
	Ağırlık Düşmesi	4	2,14
	Bisikletten Düşme	3	1,60
	Toplam	187	100,00

Hastaların yaralanma mekanizmalarının dağılımı incelendiğinde; %48,13 ADTK, %22,46 AİTK, %12,30 yüksekten düşme, %8,56 kendi seviyesinden düşme, %4,81 ateşli silah yaralanması, %2,14 ağırlık düşmesi ve %1,60 bisikletten düşme olduğu saptanmıştır (Tablo 4.3).



Grafik 4.1. Yaralanma mekanizması dağılımı

Tablo 4.4. Hastaların yaralanma mekanizmalarının dağılımı

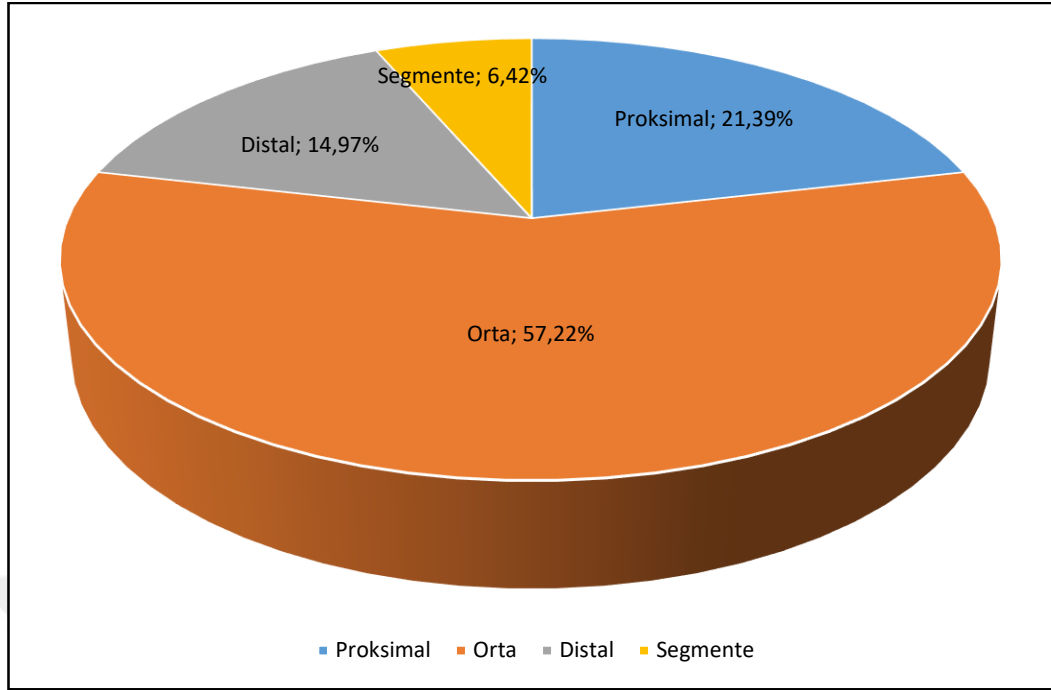
		n	%
Operasyon	Açık Redüksiyon	44	23,53
	Kapalı Redüksiyon	143	76,47
Multitravma	Yok	80	42,78
	Var	107	57,22
Kafa Travması	Yok	117	62,57
	Var	70	37,43
Kırık Bölgesi	Proksimal	40	21,39
	Orta	107	57,22
	Distal	28	14,97
	Segmente	12	6,42
Açık/Kapalı Kırık	Kapalı	149	79,68
	Açık	38	20,32
Eksternal Fiksator Uygulaması	Hayır	170	90,91
	Evet	17	9,09
Debridman veya Flep İhtiyacı	Hayır	179	95,72
	Evet	8	4,28
I.V. Antibiyotik İhtiyacı	Hayır	179	95,72
	Evet	8	4,28
G.A. Tip	Tip 1	15	39,47
	Tip 2	20	52,63
	Tip 3	3	7,89

Hastaların kırık özellikleri incelendiğinde; %76,47 kapalı olarak redükte edildiği, %57,22 multi travma, %37,43 kafa travması, %79,68 kapalı kırık olduğu görülmüştür. Kırık bölgelerine bakıldığında sırasıyla %57,22 orta, %21.39 proksimal, %14,97 distal ve %6,42 segmente olduğu görülmüştür. Hastaların %9,09’unda ilk müdahale olarak eksternal fiksator uygulanmıştır. Ayrıca hastaların %4,28’inde debridman ve antibiyotik kullanım ihtiyacı olmuştur. Gustilo Anderson açık kırık tipine bakıldığında en sık %52,63 oranında tip 2 olduğu görülmüştür (Tablo 4.4).

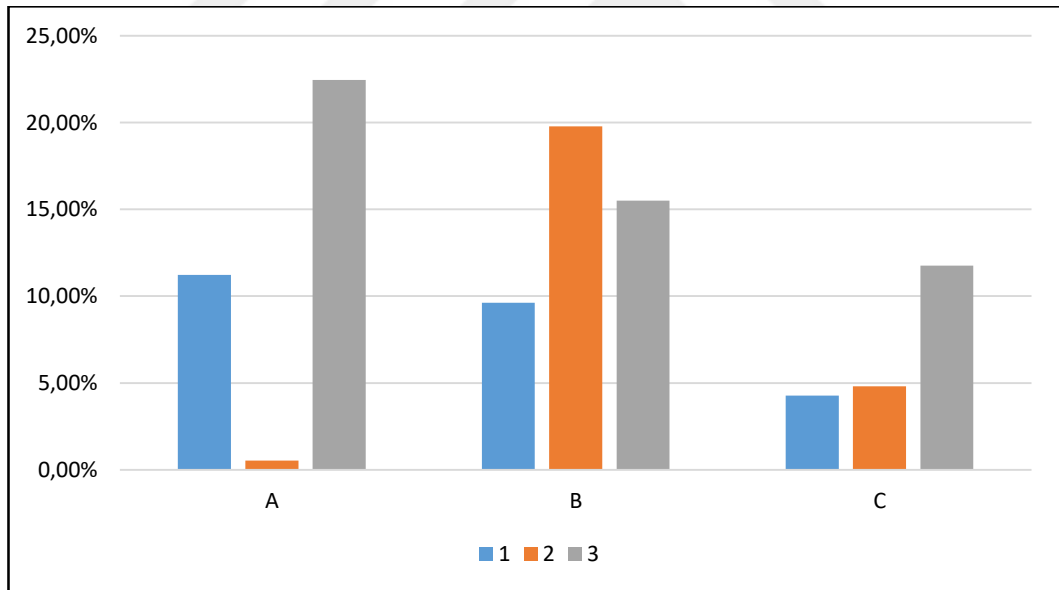
Tablo 4.5. Hastaların AO/OTA ve Winquist/Hansen sınıflaması dağılımı

		n	%
AO/OTA Sınıflaması	A1	21	11,23
	A2	1	0,53
	A3	42	22,46
	B1	18	9,63
	B2	37	19,79
	B3	29	15,51
	C1	8	4,28
	C2	9	4,81
	C3	22	11,76
Winqvist/Hansen Sınıflaması	0	59	31,55
	1	33	17,65
	2	32	17,11
	3	27	14,44
	4	36	19,25

Hastaların AO/OTA sınıflamasına bakıldığında %22,46 oranında A3 olduğu ve en az %0,53 oranında A2 olduğu görülmüştür. Winqvist/Hansen Sınıflamasına bakıldığında ise en sık %31,55 oranında “0” ve en az %14,44 oranında “3” olduğu görülmüştür (Tablo 4.5).



Grafik 4.2. Kırık bölgesinin dağılımı



Grafik 4.3. AO/OTA sınıflaması dağılımı

Tablo 4.6. Hastaların Rusf skoru ve operasyon özelliklerinin ortalaması

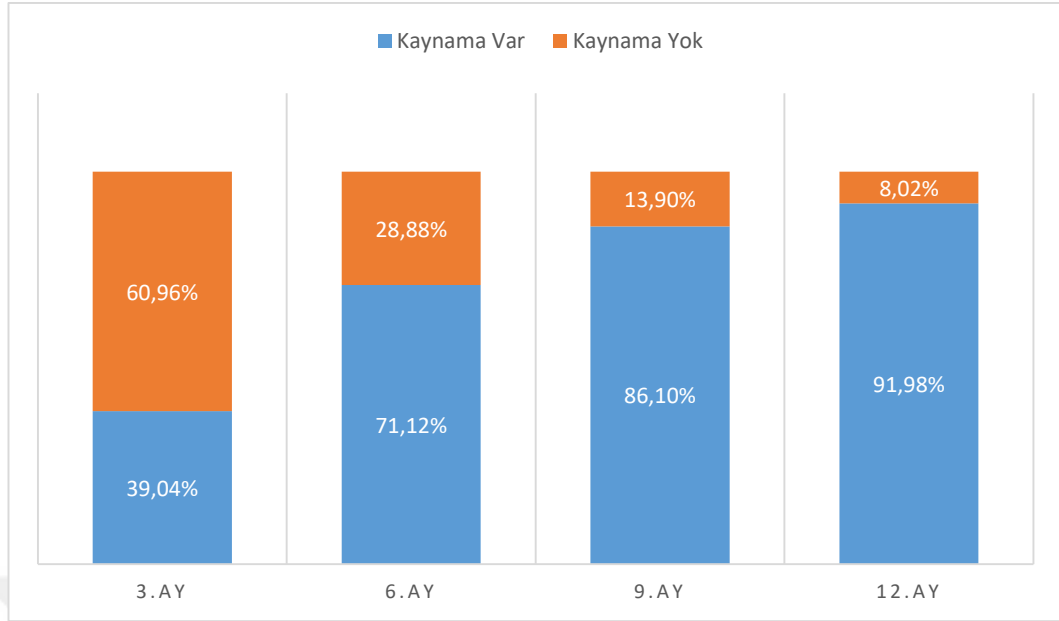
	Ortalama	Standart Sapma
Çivi/İsthmus Çap Oranı	0,92	0,12
3. Ay Rusf Skoru	6,17	1,63
6. Ay Rusf Skoru	7,88	1,97
9. Ay Rusf Skoru	9,26	2,11
12. Ay Rusf Skoru	10,30	1,96
Travma-Operasyon Arası Süre (Gün)	3,94	5,96
Ex-Fix Den Kaç Gün Sonra Opere Olmuş	50,59	52,07

Hastaların rusf skorlarına bakıldığında 3. ay rusf ortalaması $6,17 \pm 1,63$, 6. ay rusf ortalaması $7,88 \pm 1,97$, 9. ay rusf ortalaması $9,26 \pm 2,11$ ve 12. ay rusf ortalaması $10,30 \pm 1,96$ olduğu görülmüştür. Çivi/isthmus çapı oranının ortalaması $0,92 \pm 0,12$ saptanmıştır. Hastaların travmadan sonraki operasyon gün ortalaması $3,94 \pm 5,96$ ve ex-fixden sonraki operasyon gün ortalaması $50,96 \pm 52,07$ bulunmuştur (Tablo 4.6).

Tablo 4.7. Rusf skoruna göre kaynama durumunun aylara göre dağılımı

		N	%
3. Ay	Kaynama Yok	114	60,96
	Kaynama Var	73	39,04
6. Ay	Kaynama Yok	54	28,88
	Kaynama Var	133	71,12
9. Ay	Kaynama Yok	26	13,90
	Kaynama Var	161	86,10
12. Ay	Kaynama Yok	15	8,02
	Kaynama Var	172	91,98

Hastaların rusf skoruna göre kaynama durumu incelendiğinde aylara göre kaynama dağılımı; 3. ay %39,04, 6. ay %71,12, 9. ay %86,10 ve 12. ay %91,68 olarak bulunmuştur (Tablo 4.7).



Grafik 4.4. Rusf skoruna göre kaynama durumunun aylara göre dağılımı

Tablo 4.8. Hastaların çeşitli özelliklerine göre 3. ay kaynama durumu

Hasta Özellikleri		3. Ay Kaynama Durumu				p
		Kaynama Yok		Kaynama Var		
		n	%	n	%	
Cinsiyet	Erkek	83	58,86	58	41,14	0,303
	Kadın	31	67,39	15	32,61	
Operasyon	Açık redüksiyon	33	75,00	11	25,00	0,045
	Kapalı redüksiyon	81	56,64	62	43,36	
Taraf	Dominant	63	61,16	40	38,84	0,950
	Nondominant	51	60,71	33	39,29	
Multitravma	Yok	53	66,25	27	33,75	0,200
	Var	61	57,00	46	43,00	
Kafa Travması	Yok	74	63,24	43	36,75	0,408
	Var	40	57,15	30	42,85	
Kırık Diafiz Bölgesi	Proksimal	26	65,00	14	35,00	0,664
	Orta	61	57,00	46	43,00	
	Distal	19	67,85	9	32,15	
	Segmente	8	66,66	4	33,34	
AO/OTA A Sınıfı	A1	17	80,95	4	19,05	0,001
	A2	1	100,00	0	0,00	
	A3	15	35,71	27	64,29	
AO/OTA B Sınıfı	B1	13	72,22	5	27,78	0,181
	B2	18	48,64	19	51,36	
	B3	19	65,51	10	34,49	
AO/OTA C Sınıfı	C1	8	100,00	0	0,00	0,072
	C2	5	55,55	4	44,45	
	C3	18	81,81	4	18,19	

Tablo 4.8. (Devam). Hastaların çeşitli özelliklerine göre 3. ay kaynama durumu

Hasta Özellikleri		3. Ay Kaynama Durumu				p
		Kaynama Yok		Kaynama Var		
		n	%	n	%	
AO/OTA Sınıflaması	A1	17	80,95	4	19,05	*
	A2	1	100,00	0	0,00	
	A3	15	35,71	27	64,29	
	B1	13	72,22	5	27,78	
	B2	18	48,64	19	51,36	
	B3	19	65,51	10	34,49	
	C1	8	100,00	0	0,00	
	C2	5	55,55	4	44,45	
	C3	18	81,81	4	18,19	
Açık/Kapalı Kırık	Kapalı	85	57,04	64	43,96	0,047
	Açık	29	76,31	9	23,69	
Ex-Fiks Uygulaması	Hayır	103	60,58	67	39,42	0,800
	Evet	11	64,70	6	35,30	
Sigara	Yok	56	59,57	38	40,43	0,696
	Var	58	62,36	35	37,64	
Alkol	Yok	85	63,43	49	36,57	0,350
	Var	29	54,71	24	45,29	
Diabet	Yok	107	60,45	70	39,55	0,743
	Var	7	70,00	3	30,00	
Debridman veya Flep İhtiyacı	Hayır	109	60,89	70	39,11	0,927
	Evet	5	62,50	3	37,50	
I.V. Antibiyotik İhtiyacı	Hayır	109	60,89	70	39,11	0,927
	Evet	5	62,50	3	37,50	
Winquist/Hansen Sınıflaması	0	29	49,15	30	50,85	<0,001
	1	13	39,39	20	60,61	
	2	22	68,75	10	31,25	
	3	22	81,48	5	18,52	
	4	28	77,77	8	22,23	

Hastaların çeşitli özelliklerine göre 3. ay kaynama durumu arasındaki ilişki incelendiğinde 3. ay kaynama durumu ile cinsiyet ($p=0,303$), taraf ($p=0,950$), multitravma ($p=0,200$), kafa travması ($p=0,408$), AO/OTA B sınıfı ($p=0,181$), AO/OTA C sınıfı ($p=0,072$), kırık diafiz bölgesi ($p=0,664$), ex-fiks uygulanması ($p=0,800$), sigara ($p=0,696$), alkol ($p=0,350$), diabet ($p=0,743$) debridman ihtiyacı ($p=0,927$) ve antibiyotik ihtiyacı ($p=0,927$) arasında istatistiksel ilişki bulunmamıştır. Kırığın operasyon sırasında redüksiyonunun şekline göre kaynama durumu dağılımında istatistiksel ilişki bulunmuş olup kapalı redüksiyon uygulananlarda kaynama oranı (%43,36) açık redüksiyon uygulananlardan (%25,00) daha yüksek bulunmuştur ($p=0,045$). Açık/kapalı kırık olma durumu ile 3. ay kaynama dağılımı arasında istatistiksel ilişki bulunmuş olup kapalı kırıklarda kaynama oranı (%43,96) açık kırıklardaki kaynama oranından (%23,69) daha yüksek bulunmuştur ($p=0,047$). Winqvist/Hansen Sınıflamasına göre kaynama

durumu dağılımına bakıldığında istatistiksel bir ilişki saptanmıştır ve “0” grubunda (%50,85) ve “1” grubunda (%60,61) olanların kaynama oranı diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur ($p<0,001$). AO/OTA A Sınıfı alt gruplarına bakıldığında AO/OTA A3 grubunda (%64,29) olanların kaynama oranı A2 ve A1 gruplarından daha yüksek bulunmuştur ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p=0,001$) (Tablo 4.8).

Tablo 4.9. 3. ay kaynama durumuna etki eden risk faktörleri

3. Ay Kaynama		B	OR	GA (%95)	P
AO/OTA Sınıflaması	A1		1 (Referans)		
	A2	-0,098	0,907	0,170-4,832	0,909
	A3	-0,150	0,860	0,146-5,054	0,868
	B1	1,791	5,994	1,486-24,169	0,012
	B2	0,203	1,225	0,246-6,096	0,805
	B3	1,143	3,137	0,784-12,548	0,106
	C1	0,393	1,482	0,340-6,457	0,600
	C2	-0,035	0,966	0,157-5,952	0,966
	C3	0,192	1,211	0,558-2,628	0,628
Winkvist/Hansen Sınıflaması	0		1 (Referans)		
	1	0,397	1,487	0,626- 3,531	0,368
	2	-0,822	0,439	0,177- 1,086	0,075
	3	-1,516	0,220	0,073- 0,658	0,007
	4	-1,287	0,276	0,108- 0,704	0,007

3. ay kaynama durumuna etki eden risk faktörleri lojistik regresyonla değerlendirilmiş olup anlamlı çıkan değişken tabloda verilmiştir. AO/OTA Sınıflamasında her grup(a-b-c) kendi içinde değerlendirildiğinde risk olarak anlamlı ilişki bulunmamıştır fakat tüm grup değerlendirildiğinde AO/OTA sınıflamasında B1 grubunda olmak kaynama olasılığını A1 sınıfına göre 5,994 (%95GA 1,486-24,169) kat arttırmaktadır. Winkvist/Hansen Sınıflamasında grup 0’a göre grup 3 de olanların kaynama olasılığı 0,220 (%95GA 0,073-0,658) kat, grup 4’te olanların kaynama olasılığı 0,276 (%95GA 0,108-0,704) kat azalttığı görülmüştür (Tablo 4.9).

Tablo 4.10. Hastaların çeşitli özelliklerine göre 6. ay kaynama durumu

Hasta Özellikleri		6. Ay Kaynama Durumu				p
		Kaynama Yok		Kaynama Var		
		n	%	n	%	
Cinsiyet	Erkek	35	24,82	106	75,18	0,051
	Kadın	19	41,30	27	58,70	
Operasyon	Açık redüksiyon	16	36,36	28	63,64	0,288
	Kapalı redüksiyon	38	26,57	105	73,43	
Taraf	Dominant	31	30,09	72	69,91	0,806
	Nondominant	23	27,38	61	72,62	
Multitravma	Yok	26	32,50	54	37,50	0,434
	Var	28	26,16	79	73,84	
Kafa Travması	Yok	38	32,47	79	67,53	0,216
	Var	16	22,85	54	77,15	
Kırık Diafiz Bölgesi	Proksimal	15	37,50	25	62,50	0,411
	Orta	28	26,16	79	73,84	
	Distal	9	32,14	19	67,86	
	Segmente	2	16,66	10	83,34	
AO/OTA A Sınıfı	A1	11	52,38	10	47,62	<0,001
	A2	1	100,00	0	0,00	
	A3	5	11,90	37	88,10	
AO/OTA B Sınıfı	B1	9	50,00	9	50,00	0,047
	B2	7	18,91	30	81,09	
	B3	7	24,13	22	75,87	
AO/OTA C Sınıfı	C1	3	37,50	5	62,50	0,602
	C2	2	22,22	7	77,78	
	C3	9	40,90	13	59,10	
AO/OTA Sınıflaması	A1	11	52,38	10	47,62	*
	A2	1	100,00	0	0,00	
	A3	5	11,90	37	88,10	
	B1	9	50,00	9	50,00	
	B2	7	18,91	30	81,09	
	B3	7	24,13	22	75,87	
	C1	3	37,50	5	62,50	
	C2	2	22,22	7	77,78	
	C3	9	40,90	13	59,10	
Açık/Kapalı Kırık	Kapalı	41	27,51	108	72,49	0,540
	Açık	13	34,21	25	65,79	
Ex-Fiks Uygulaması	Hayır	50	29,41	120	70,59	0,782
	Evet	4	23,52	13	76,48	
Sigara	Yok	22	23,40	72	76,60	0,097
	Var	32	34,40	31	65,60	
Alkol	Yok	39	29,10	95	70,90	0,913
	Var	15	28,30	38	71,70	
Diabet	Yok	49	27,68	128	72,31	0,155
	Var	5	50,00	5	50,00	
Debridman veya Flep İhtiyacı	Hayır	53	29,60	126	70,40	0,442
	Evet	1	12,50	7	87,50	
I.V. Antibiyotik İhtiyacı	Hayır	52	29,05	127	70,95	0,805
	Evet	2	25,00	6	75,00	
Winquist/Hansen Sınıflaması	0	15	25,42	44	74,58	0,292
	1	6	18,18	27	81,82	
	2	9	28,12	23	71,87	
	3	11	40,74	16	59,26	
	4	13	36,11	23	63,89	

Hastaların çeşitli özelliklerine göre 6. ay kaynama durumu arasındaki ilişki incelenmiştir. Çeşitli özelliklere göre 6. ay kaynama durumu dağılımına bakıldığında; cinsiyet ($p=0,051$), operasyon şekli ($p=0,288$), taraf ($p=0,806$), multitravma ($p=0,434$), kafa travması ($p=0,216$), AO/OTA C sınıfı ($p=0,602$), kırık diafiz bölgesi ($p=0,411$), açık/kapalı kırık ($p=0,540$), ex-fiks uygulanması ($p=0,782$), sigara ($p=0,097$), alkol ($p=0,913$), diabetes ($p=0,155$), debridman ihtiyacı ($p=0,442$), antibiyotik ihtiyacı ($p=0,805$) ve Winquist/Hansen Sınıflaması ($p=0,292$) arasında istatistiksel ilişki bulunmamıştır. AO/OTA A sınıfına göre kaynama durumuna bakıldığında istatistiksel ilişki saptanmıştır ve en yüksek kaynama oranı (%88,10) A3 de olduğu görülmüştür ($p<0,001$). AO/OTA B sınıfına göre kaynama dağılımına bakıldığında en yüksek kaynama oranı (%81,09) B2 de olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p=0,047$) (Tablo 4.10).

Tablo 4.11. 6. ay kaynama durumuna etki eden risk faktörleri

6. Ay Kaynama		B	OR	GA (%95)	P
AO/OTA Sınıflaması	A1		1 (Referans)		
	A2	-0,200	0,819	0,368-1,823	0,625
	A3	1,884	6,581	1,629-26,586	0,008
	B1	-0,124	0,883	0,213-3,659	0,864
	B2	1,418	4,129	1,090-15,633	0,037
	B3	0,843	2,323	0,597-9,030	0,224
	C1	0,911	2,486	0,413-14,965	0,320
	C2	-0,283	0,754	0,257-2,209	0,606
	C3	0,039	1,040	0,239-4,534	0,958
AO/OTA A Sınıfı	A1		1 (Referans)		
	A2	-0,138	0,871	0,331-2,294	0,784
	A3	2,097	8,140	2,293-28,901	0,001
AO/OTA B SINIFI	B1		1 (Referans)		
	B2	1,455	4,285	1,244-14,767	0,021
	B3	1,145	3,143	0,895-11,034	0,074
Cinsiyet	Kadın		1 (Referans)		
	Erkek	1,212	3,359	1,325-8,516	0,011
Sigara	Var		1 (Referans)		
	Yok	0,996	2,709	1,131-6,484	0,025

6. ay kaynama durumuna etki eden risk faktörleri lojistik regresyonla değerlendirilmiş olup anlamlı çıkan değişkenler tabloda verilmiştir. AO/OTA grupları (a-b-c) kendi içinde değerlendirildiğinde A3 grubunda olanların kaynama olasılığı A1'e göre 8,140 (%95GA 2,293-28,901) kat daha fazla olduğu ve B2 grubunda olanların B1'e göre kaynama olasılığı 4,285 (%95GA1,244-14,767) kat daha fazla olduğu görülmüştür. Tüm AO/OTA grubu değerlendirildiğinde A3 grubunda olmak kaynama olasılığını A1 sınıfına göre 6,581 (%95GA 1,629-26,586) kat ve B2 grubunda olmak kaynama olasılığını A1 sınıfına göre 4,129 (%95GA 1,090-15,633) kat arttırmaktadır. Erkeklerde kadınlara göre kaynama olasılığı 3,359 (%95GA 1,325-8,516) kat ve sigara içmeyenlerde içenlere göre kaynama olasılığı 2,709 (%95GA 1,131-6,484) kat artmaktadır (Tablo 4.11).

Tablo 4.12. Hastaların çeşitli özelliklerine göre 9. ay kaynama durumu

Hasta Özellikleri		9. Ay Kaynama Durumu				p
		Kaynama Yok		Kaynama Var		
		n	%	n	%	
Cinsiyet	Erkek	19	13,47	122	86,53	0,959
	Kadın	7	15,21	39	84,79	
Operasyon	Açık redüksiyon	5	11,36	39	88,64	0,758
	Kapalı redüksiyon	21	14,68	122	85,32	
Taraf	Dominant	15	14,56	88	84,44	0,939
	Nondominant	11	13,09	73	86,91	
Multitravma	Yok	12	15,00	68	85,00	0,872
	Var	14	13,08	93	86,92	
Kafa Travması	Yok	18	15,38	99	84,62	0,590
	Var	8	11,42	62	88,58	
Kırık Diafiz Bölgesi	Proksimal	8	20,00	32	80,00	0,635
	Orta	13	12,14	94	87,86	
	Distal	4	14,28	24	85,72	
	Segmente	1	8,33	11	91,67	
AO/OTA A Sınıfı	A1	6	28,57	15	71,43	0,002
	A2	1	100,00	0	0,00	
	A3	2	4,76	40	95,24	
AO/OTA B Sınıfı	B1	5	27,77	13	72,23	0,216
	B2	4	10,81	33	89,19	
	B3	3	10,34	26	89,66	
AO/OTA C Sınıfı	C1	1	12,50	7	87,50	0,981
	C2	1	11,12	8	88,88	
	C3	3	13,63	19	86,37	

Tablo 4.12. (Devam). Hastaların çeşitli özelliklerine göre 9. ay kaynama durumu

Hasta Özellikleri		9. Ay Kaynama Durumu				p
		Kaynama Yok		Kaynama Var		
		n	%	n	%	
AO/OTA Sınıflaması	A1	6	28,57	15	71,43	*
	A2	1	100,00	0	0,00	
	A3	2	4,76	40	95,24	
	B1	5	27,77	13	72,23	
	B2	4	10,81	33	89,19	
	B3	3	10,34	26	89,66	
	C1	1	12,50	7	87,50	
	C2	1	11,12	8	88,88	
	C3	3	13,63	19	86,37	
Açık/Kapalı Kırık	Kapalı	18	12,08	131	87,92	0,244
	Açık	8	21,05	30	78,95	
Ex-Fiks Uygulaması	Hayır	23	13,52	147	86,47	0,711
	Evet	3	17,64	14	82,36	
Sigara	Yok	10	10,63	84	89,37	0,277
	Var	16	17,20	77	82,80	
Alkol	Yok	16	11,94	118	88,06	0,318
	Var	10	18,86	43	81,14	
Diabet	Yok	23	13,00	154	87,00	0,147
	Var	3	30,00	7	70,00	
Debridman veya Flep İhtiyacı	Hayır	25	14,00	154	86,00	0,907
	Evet	1	12,50	7	87,50	
I.V. Antibiyotik İhtiyacı	Hayır	24	13,40	155	86,60	0,602
	Evet	2	25,00	6	75,00	
Winquist/Hansen Sınıflaması	0	7	11,86	52	88,14	0,936
	1	4	12,12	29	87,88	
	2	5	15,62	27	84,38	
	3	5	18,51	22	81,49	
	4	5	13,88	31	86,12	

Hastaların çeşitli özelliklerine göre 9. ay kaynama durumu arasındaki ilişki incelenmiştir. Çeşitli özelliklere göre 9. ay kaynama durumu dağılımına bakıldığında; cinsiyet ($p=0,959$), operasyon şekli ($p=0,758$) taraf ($p=0,939$), multitravma ($p=0,872$), kafa travması ($p=0,590$), AO/OTA B sınıfı ($p=0,216$), AO/OTA C sınıfı ($p=0,981$), kırık diafiz bölgesi ($p=0,635$), açık/kapalı kırık ($p=0,244$), ex-fiks uygulanması ($p=0,711$), sigara ($p=0,277$), alkol ($p=0,318$), diabet ($p=0,147$), debridman ihtiyacı ($p=0,907$), antibiyotik ihtiyacı ($p=0,602$) ve Winiquist/Hansen Sınıflaması ($p=0,936$) arasında istatistiksel ilişki bulunmamıştır. AO/OTA A sınıfına göre kaynama durumuna bakıldığında istatistiksel ilişki saptanmıştır ve en yüksek kaynama oranı (%95,24) A3’de olduğu görülmüştür ($p=0,002$) (Tablo 4.12).

Tablo 4.13. Hastaların çeşitli özelliklerine göre 12. ay kaynama durumu

Hasta Özellikleri		12. Ay Kaynama Durumu				p
		Kaynama Yok		Kaynama Var		
		n	%	n	%	
Cinsiyet	Erkek	10	7,09	131	92,91	0,531
	Kadın	5	10,86	41	89,14	
Operasyon	Açık redüksiyon	3	6,81	41	93,19	0,772
	Kapalı redüksiyon	12	8,39	131	91,61	
Taraf	Dominant	8	7,76	95	92,23	0,887
	Nondominant	7	8,33	77	91,67	
Multitravma	Yok	9	11,25	71	88,75	0,257
	Var	6	5,60	101	94,40	
Kafa Travması	Yok	10	8,54	107	91,46	0,949
	Var	5	7,14	65	92,86	
Kırık Diafiz Bölgesi	Proksimal	3	7,50	37	92,50	0,744
	Orta	9	8,41	98	91,59	
	Distal	3	10,71	25	89,29	
	Segmente	0	0,00	12	100,00	
AO/OTA A Sınıfı	A1	5	23,80	16	76,20	0,106
	A2	0	0,00	1	100,00	
	A3	1	2,38	41	97,62	
AO/OTA B Sınıfı	B1	3	16,66	15	83,34	0,443
	B2	2	5,40	35	94,60	
	B3	3	10,34	26	89,66	
AO/OTA C Sınıfı	C1	0	0,00	8	100,00	0,673
	C2	0	0,00	9	100,00	
	C3	1	4,54	21	95,46	
AO/OTA Sınıflaması	A1	5	23,80	16	76,20	*
	A2	0	0,00	1	100,00	
	A3	1	2,38	41	97,62	
	B1	3	16,66	15	83,34	
	B2	2	5,40	35	94,60	
	B3	3	10,34	26	89,66	
	C1	0	0,00	8	100,00	
	C2	0	0,00	9	100,00	
Açık/Kapalı Kırık	Kapalı	12	8,05	137	91,94	0,974
	Açık	3	7,89	35	92,11	
Ex-Fiks Uygulaması	Hayır	15	8,82	155	91,18	0,368
	Evet	0	0,00	17	100,00	
Sigara	Yok	5	5,31	89	94,69	0,272
	Var	10	10,75	83	89,25	
Alkol	Yok	11	8,20	123	91,80	0,881
	Var	4	7,54	49	92,46	
Diabet	Yok	14	7,90	163	92,10	0,813
	Var	1	10,00	9	90,00	
Debridman veya Flep İhtiyacı	Hayır	15	8,37	164	91,63	0,632
	Evet	0	0,00	8	100,00	
I.V. Antibiyotik İhtiyacı	Hayır	15	8,37	164	91,63	0,632
	Evet	0	0,00	8	100,00	
Winquist/Hansen Sınıflaması	0	5	8,47	54	91,53	0,220
	1	2	6,06	31	93,94	
	2	2	6,25	30	93,75	
	3	5	18,51	22	81,49	
	4	1	2,77	35	97,23	

Hastaların çeşitli özelliklerine göre 12. ay kaynama durumu arasındaki ilişki incelenmiştir. Çeşitli özelliklere göre 12. ay kaynama durumu dağılımına bakıldığında; cinsiyet ($p=0,531$), operasyon ($p=0,772$) taraf ($p=0,887$), multitravma ($p=0,257$), kafa travması ($p=0,949$), AO/OTA A sınıfı ($p=0,106$), AO/OTA B sınıfı ($p=0,443$), AO/OTA C sınıfı ($p=0,673$) kırık diafiz bölgesi ($p=0,744$), açık/kapalı kırık ($p=0,974$), ex-fiks uygulanması ($p=0,368$), sigara ($p=0,272$), alkol ($p=0,881$), diabetes ($p=0,813$), debridman ihtiyacı ($p=0,632$), antibiyotik ihtiyacı ($p=0,632$) ve Winquist/Hansen Sınıflaması ($p=0,220$) arasında istatistiksel ilişki bulunmamıştır (Tablo 4.13).

Tablo 4.14. 3. ay kaynama durumuna göre çeşitli değişken ortalamalarının karşılaştırılması

Değişkenler	3. Ay Kaynama Durumu		P
	Kaynama Yok	Kaynama Var	
Yaş	31,90±16,02	29,06±14,48	0,222
BMI	24,98±5,04	24,90±4,94	0,920
Travma-Operasyon Arası Süre (Gün)	3,89±6,19	4,01±5,62	0,896
Ex-Fix'den Kaç Gün Sonra Opere Olmuş	43,81±54,53	63,00±49,43	0,486
ASA	1,36±0,56	1,38±0,65	0,868
Çivi/İsthmus Çap Oranı	0,91±0,13	0,92±0,09	0,513

3. ayda kaynama durumuna göre; yaş ($p=0,222$), BMI ($p=0,920$), travmadan sonraki operasyon günü ($p=0,896$), Ex-fiksdan sonraki operasyon günü ($p=0,486$), ASA ($p=0,868$) ve çivi/isthmus çap oranı ($p=0,513$) ortalamaları arasında istatistiksel ilişki bulunmamıştır (Tablo 4.14).

Tablo 4.15. 6. ay kaynama durumuna göre çeşitli değişken ortalamalarının karşılaştırılması

Değişkenler	6. Ay Kaynama Durumu		P
	Kaynama Yok	Kaynama Var	
Yaş	36,31±17,83	28,55±13,84	0,005
BMI	25,07±4,33	24,90±5,25	0,835
Travma-Operasyon Arası Süre (Gün)	3,75±7,42	4,01±5,29	0,794
Ex-Fix'den Kaç Gün Sonra Opere Olmuş	23,00±13,90	59,07±56,88	0,237
ASA	1,50±0,66	1,32±0,57	0,091
Çivi/İsthmus Çap Oranı	0,91±0,15	0,92±0,09	0,841

6. ayda kaynama durumuna göre; BMI ($p=0,835$), travmadan sonraki operasyon günü ($p=0,794$), Ex-fiksden sonraki operasyon günü ($p=0,237$), ASA ($p=0,091$) ve çivi/isthmus çap oranı ($p=0,841$) ortalamaları arasında istatistiksel ilişki bulunmamıştır. 6. ay kaynama durumuna göre yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak ilişki bulunmuş olup kaynama olmayanların yaş ortalaması ($36,31\pm17,83$) kaynama olanlardan ($28,55\pm13,84$) daha yüksek bulunmuştur ($p=0,005$) (Tablo 4.15).

Tablo 4.16. 9. ay kaynama durumuna göre çeşitli değişken ortalamalarının karşılaştırılması

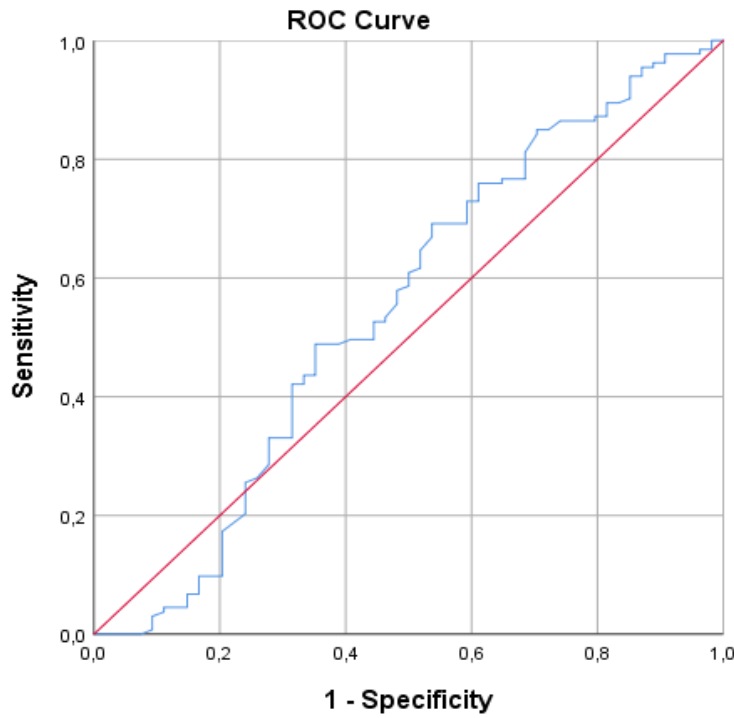
Değişkenler	9. Ay Kaynama Durumu		P
	Kaynama Yok	Kaynama Var	
Yaş	38,23±16,95	29,59±14,91	0,008
BMI	25,37±3,93	24,88±5,14	0,643
Travma-Operasyon Arası Süre (Gün)	2,80±2,37	4,10±6,29	0,354
Ex-Fix'den Kaç Gün Sonra Opere Olmuş	27,33±13,31	55,57±56,20	0,412
ASA	1,50±0,70	1,35±0,58	0,254
Çivi/İsthmus Çap Oranı	0,90±0,15	0,92±0,11	0,644

9. ayda kaynama durumuna göre; BMI ($p=0,643$), travmadan sonraki operasyon günü ($p=0,354$), Ex-fiksdan sonraki operasyon günü ($p=0,412$), ASA ($p=0,254$) ve çivi/isthmus çap oranı ($p=0,644$) ortalamaları arasında istatistiksel ilişki bulunmamıştır. 9. ay kaynama durumuna göre yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak ilişki bulunmuş olup kaynama olmayanların yaş ortalaması ($38,23\pm16,95$) kaynama olanlardan ($29,59\pm14,91$) daha yüksek bulunmuştur ($p=0,008$) (Tablo 4.16).

Tablo 4.17. 12. ay kaynama durumuna göre çeşitli değişken ortalamalarının karşılaştırılması

Değişkenler	12. Ay Kaynama Durumu		P
	Kaynama Yok	Kaynama Var	
Yaş	36,93 $\pm$ 17,97	30,26 $\pm$ 15,16	0,109
BMI	25,41 $\pm$ 5,06	24,91 $\pm$ 4,99	0,708
Travma-Operasyon Arası Süre (Gün)	2,64 $\pm$ 2,13	4,05 $\pm$ 6,18	0,397
Ex-Fix'den Kaç Gün Sonra Opere Olmuş	0	50,58 $\pm$ 52,07	-
ASA	1,46 $\pm$ 0,74	1,36 $\pm$ 0,59	0,538
Çivi/İsthmus Çap Oranı	0,89 $\pm$ 0,17	0,92 $\pm$ 0,11	0,352

12. ayda kaynama durumuna göre; yaş ($p=0,109$), BMI ($p=0,708$), travmadan sonraki operasyon günü ($p=0,397$), ASA ($p=0,091$) ve çivi/isthmus çap oranı ($p=0,538$) ortalamaları arasında istatistiksel ilişki bulunmamıştır (Tablo 4.17).



Diagonal segments are produced by ties.

Grafik 4.5. 6. ay kaynama durumu belirlemede çivi çapı/isthmus oranının roc analiz eğrisi

Tablo 4.18. 6. ayda kaynama görülen hastalarda çivi çapı/isthmus oranı kesim noktası

Kesim noktası	Duyarlılık	Seçicilik	Area Under Curve (auc)
Çapı/İsthmus Oranı-0,89	%60	%50	%54 (p=0,297)

ROC analizi ile 6. ayda kaynama sağlanan hastalardaki çivi çapı/isthmus çapı oranı istatistiksel kesim noktası hesaplanması sonucunda, çivi çapı/isthmus çapı oranının 0,89 sınır düzeyinde ve AUC %54 seviyesinde olduğu, duyarlılık düzeyi %60, seçicilik düzeyi de %50 olduğu tespit edilmiştir ve bu düzeyin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür (p=0,297) (Tablo 4.18).

5. TARTIŞMA

Femur, vücuttaki en sağlam ve en uzun kemiklerden biridir. Ayrıca çevresinde en fazla kas kütlesi bulunan ve hem doğrudan hem de dolaylı etkilerle sık kırılan bir kemiktir. Tüm kırıkların %8'ini oluşturan femur shaft kırıkları özellikle gençler ve çocuklarda görülür. Zengin damarlanması ve çevresindeki kas kitlesi nedeniyle kaynama gecikmesi ve psödo artroz nadir olarak görülen durumlardandır (1).

Femur cisim kırıklı hastalarda başarılı sonuç elde etmek için amaçlanması gereken hedefler arasında deformitesiz tam fonksiyon gösterebilen bir ekstremitte elde etmek, mekanik aksı korumak, uygun redüksiyon ile yapısal stabiliteyi sağlamak, rotasyon, pozisyon ve uzunluk kusurlarını kabul edilebilir sınırlar içinde tutmak bulunmaktadır. Femur cisim kırıklarında, intramedüller çivi uygulamasıyla osteosentez sonrası %10'un altında gecikmiş kaynama ve kaynamama sorunlarıyla karşılaşılabilir.

Femur cisim kırıklarında, kaynama süresi 6 aya kadar olanlar normal süre olarak kabul edilmektedir. 6-9 ay arasında ek bir müdahale gerektirmeden kaynama gerçekleşirse, bu durum gecikmiş kaynama olarak değerlendirilir. 9 ayı geçen kırıklar ise nonunion tanımına girerler (81). Kaynama, grafilerde kallus dokusunun görülmesi, muayenede kırık hattında hassasiyet olmaması ve fonksiyonel açıdan hastanın şikâyetsiz ve koltuk değneksiz yürüdüğü zaman olarak tanımlanabilir (66).

Femur cisim kırıklarının tedavisinde bir diğer sorun, radyolojik kaynama değerlendirmesi için henüz “altın standart” bir sistemin bulunmamasıdır (64). 2010 yılında Whelan tarafından geliştirilen “Tibia için Radyografik Birleşme Puanı - RUST-” puanlama sisteminin femur kemiğine uygulanabilirliği, “Femur için Radyografik Birleşme Puanı - RUSF-” şeklinde umut verici olmuştur. Kaynama ile bu puanlama arasındaki korelasyonu açıklayan çalışmaların yetersiz olmasına rağmen, son yıllarda yapılan araştırmalar, RUSF puanlama sisteminin radyolojik kaynamayı belirlemede güvenilirliğini desteklemektedir (64, 65).

2014-2021 tarihleri arasında, intramedüller çivi ile kırık fiksasyonu yapılan ve çalışma kriterlerine uyan 187 femur shaft kırığı bu çalışmayı oluşturmaktadır. Bu çalışmada da radyolojik kaynamanın değerlendirilmesi için RUSF skorlaması

kullanılmış olup en az 3 kortekste kallus dokusunun izlendiği hastalar “kaynama” şeklinde değerlendirilmiştir. İki yönlü radyografilerde ön, arka, medial ve lateral korteks değerlendirilmiş olup kallus dokusunun izlendiği 3 korteks ve kallus dokusunun gözlenmediği tek korteks; toplamda en az 7 puan alarak değerlendirilmeye katılmıştır. İntramedüller çivi fiksasyonu sonrası 6. ay RUSF skoru 7 ve üzeri olan hastalar “kaynama”, 6. ay RUSF puanı 7’den daha az olan ve 9. ay ile 12. ay RUSF puanı 7 ve üzeri olan hastalar “kaynama gecikmesi” olarak değerlendirilmiştir. Buna göre; 3. ay 114 olguda kaynama, 73 olguda kaynamama, 6. ay 133 olguda kaynama, 54 olguda kaynamama, ilk 6 ayda kaynama izlenmeyen ancak takiplerinde 9. ayda 28 olgu ve 12. ayda 11 olguda kaynama izlenmiştir. 1 yıllık takibin sonunda 172 olguda kaynama izlenmiş olup literatürle uyumlu şekilde %8.02 olguda (15 vaka) kaynama izlenmemiştir. 39 olguda (%20,8 oranında) kaynama gecikmesi görülmüştür.

6. ay RUSF skoruna göre kaynama ve 9-12. ay RUSF skoruna göre gecikmiş kaynama olarak değerlendirilen hastalarda, çalışmanın birincil sonuç değişkeni olarak çivi/isthmus çapı oranının kaynama üzerine etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. İkincil olarak kaynama üzerinde etkili olabilecek faktörlerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır; hangi etiyolojik faktörlerin kırık iyileşmesine ne kadar etkili olduğunu belirlemeyi amaçlamıştır.

Günümüzde femur shaft kırıklarının tedavisinde konservatif tedavinin artık pek tercih edilmediği bilinmektedir. Konservatif tedavi, yüksek kaynama oranlarına sahip olmasına rağmen, uzun hastane kalış süreleri, artan maliyet, uzuv kısalığı, eklem sertliği ve kötü veya gecikmiş kaynama gibi istenmeyen sonuçlarla ilişkilendirilmiştir (78, 79). Bu nedenle traksiyon, alt ekstremitte kırığı olan hastaların cerrahi müdahale bekledikleri süre boyunca ambulasyonlarını kolaylaştırmak için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Breys ise intramedüller çivi ile tedavinin yetersiz olduğu durumlarda redüksiyon kaybını önlemek ve torsiyonel yükü etkisiz hale getirmek için kullanılabilir (80).

Bu bilgiler ışığında, genel sağlık durumu izin veren her hasta için cerrahi tedavi tercih edilmelidir. Cerrahi tedavi yöntemlerinden biri plak-vida ile osteosentezdir. Plak-vida ile osteosentez uygulaması, femur cisim kırıklarının tedavisinde sıkça kullanılan tekniklerden biridir. Bu teknikte, aksiyel yüklenme

sırasında plak üzerine aktarılan yük doğrudan distale doğru hareket eder, bu da plak uygulanan bölgede osteoporoz gelişimine yol açabilir. Plak osteosentezinin bir diğer sakıncası ise kırık hattının açılması ve bu nedenle gerçekleşen kırık parçalarının beslenmesinin bozulmasıdır. Uygun teknikle yapılan cerrahilerde %95'e varan kaynama oranları bildirilmiş olsa da, plak osteosentezinin kullanımını kısıtlayan yaygın komplikasyonlar arasında diz hareketlerinde kısıtlılık, enfeksiyon gelişimi, stabilitede bozulma ve erken dönemde yük verilememesi bulunmaktadır (81, 82, 83).

Karşılaştırmalı bir çalışmada, plak-vida ile osteosentez ile intramedüller çivi ile osteosentez yapılan hastalar karşılaştırılmış ve plak-vida ile osteosentez yapılan hastalarda %4 kaynamama oranı saptanmıştır. Intramedüller çivileme yapılan hastalarda ise tam kaynama elde edilmiştir (81).

Eksternal fiksator uygulaması, parçalı femur shaft kırıklarında yeterli stabilizasyon ve fiksasyon sağladığı için tercih edilen bir yöntemidir (84). Ancak, yüksek kaynama oranları varolmasına rağmen çivi yolu enfeksiyonu, diz sertliği ve hasta uyumunun düşük olması gibi önemli sorunlarla karşılaşılmaktadır.

Intramedüller çivi ile osteosentez, 1940'lardan sonraki dönemlerde diğer cerrahi tedavi yöntemlerine üstünlük kurarak altın standart halini almıştır. Bunun nedenleri arasında yüksek kaynama oranı, torsiyon ve bükme kuvvetlerine karşı stabil bir fiksasyon sağlaması, enfeksiyon ve malunion oranlarının düşük olması sayılabilir (86, 87). Erkeklerde 15 yaşından, kızlarda ise 12-13 yaşından itibaren intramedüller kilitli çivilerle osteosentez uygulanabilir. Bu yöntem, kondiler fragmanlar ve trokanterik bölgede vida uygulanması için yeterli kemik mesafesi olduğu süre boyunca her türlü femur shaft kırığında tercih edilebilir. Uzun kemik kırıklarında kliniğimizde de ilk tedavi seçeneği olarak intramedüller çivi ile osteosentez uygulanmaktadır.

Kilitli çiviler, medulla oyularak ya da oyulmadan, statik veya dinamik kitleme uygulayarak, açık veya kapalı yöntemlerle uygulanabilir. Oyulmanın endosteal kan akımını etkileyebileceği bilinmesine rağmen, deneysel çalışmalar periosteal kan akımını ve çevresel kas dokusundaki kan akımını altı kat artırdığını göstermiştir (89). Oyma, daha büyük çaplı çivilerin kullanılmasına olanak tanıyarak çivi ile kemik yüzeyi arasında daha geniş bir temas yüzeyi oluşturur ve böylece stabiliteyi

artırır. Ayrıca, medulladan kürete edilen materyal kırık iyileşmesini olumlu yönde etkileyerek otolog kemik grefti olarak işlev görebilir. Bu bilgiler ışığında, kliniğimizde özel durumlar hariç olmak üzere (patolojik kırıklar gibi), tüm çivi uygulamalarında oyma işlemi yapılmaktadır.

Oyularak yapılan intramedüller çivi ile osteosentezde endosteal kan akımı hızlı bir şekilde kendini yenileyerek kaynama için daha uygun bir ortam sağlar (80, 92, 93). Bu yöntemde mekanik sorunlar daha az ortaya çıkar (94). Bhandari ve arkadaşları kaynama sorunlarının ve implant yetmezliğinin oymalı çivilerle azaltılabileceğini savunmuşlardır (95). Çok merkezli bir çalışmada, oyma işlemi uygulanmadan çivileme yapılan 107 kırıkta %7,5 oranında, oymalı çivileme yapılan 121 kırıkta ise sadece 2 tanesinde (%1,7) nonunion saptanmıştır (96). Clathworthy ve arkadaşları (97), oyma yapılan olgulardaki kaynama süresinin oyma uygulanmamış olgulara göre daha kısa olduğunu bildirmişlerdir. Chapman, oyma sonrasında medüller içeriğin sistemik dolaşıma karıştığını ve korteks kan akımının %30-80 oranında azaldığını belirtmiştir. Çalışmasında oymasız yapılan çivilerde endosteal kan akımının korunduğunu, ancak oymalı yapılan çivilerde ise daha güvenli bir tespit yapıldığını bildirmiştir (98).

Wozasek ve ekibi, oymalı kilitli intramedüller çivileme sırasında kemik iliği intravazasyonunu tespit etmiştir. Bu intravazasyonun çiviye çakma işlemi sırasında en fazla oluştuğunu belirtmişlerdir (99).

Bu yöntemin periosteal ve endosteal dolaşımı bozmayan bir yöntem olduğunu, büyük çaplı çivi kullanımına izin verdiğini ve stabiliteyi artırdığını göz önüne alarak, biz de çalışmamızdaki tüm hastalara oymalı intramedüller çivi ile osteosentez uyguladık.

Statik çivileme, kırığın tespit edilmesi için intramedüller çivinin hem proksimal hem de distaldeki deliklerden geçirilen tespit vidalarıyla tespit edilmesiyle gerçekleştirilir. Eğer kırık yalnızca distal veya proksimalden vidalanırsa, bu yöntem dinamik intramedüller çivileme olarak adlandırılır. Dinamik çivilemede çivi yükü femur kemik ile paylaşılırken, statik çivilemede çivi yükü tek başına taşınır. Bu biomekanik farklar göz önüne alındığında, kırık hattında kaynama gecikmesi tespit edilirse, operasyonu takip eden 6-8 hafta içinde

dinamizasyon yapılabilir. Bu şekilde, kırık hattında kompresyon sağlanarak kaynama süreci artırılabilir.

İstmusun sağlam izlendiği kırıklarda, kırık seviyesi istmusun altında ise distal vida, üstünde ise proksimal vida yerleştirilerek dinamik intramedüller çivileme önerilir (100, 101). Brumback ve ekibi genel popülasyonda femoral çivileme kullanımını incelemiş ve femoral intramedüller çivileme ile ilişkili komplikasyonları analiz etmişlerdir (102, 103, 104). Ayrıca, statik kilitlemenin kırık iyileşmesi ve osteopeni üzerine etkilerini araştırmışlardır. 133 kırık ile yaptıkları çalışmada dinamik femoral çivileme uygulamasını analiz etmişler ve 8 kırıkta ikinci bir cerrahi girişim gerekmiştir, 14 kırıkta (%10,5) fiksasyon ve redüksiyon kaybı, 13 kırıkta ise ortalama 2 cm. kısalık görülmüştür. Thoresen ve Wiss yaptıkları çalışmada kal dokusu gördükten sonra dinamizasyon uygulamış ve takiplerinde statik ve dinamik kilitli gruplarda kaynamanın birbirine yakın zamanlarda olduğunu bulmuşlardır (105,106). Brumback ve ekibi yaptıkları başka bir çalışmada statik kilitli tespit ve dinamizasyon ihtiyacını değerlendirmişler, 100 yeni diafiz kırıklı hastayı incelemişler ve 2 hasta dışında bütün hastalar dinamizasyon uygulanmadan iyileşmiştir, bu nedenle dinamizasyon rutin olarak önerilmemektedir (104). Yaptığımız çalışmada femur shaft fraktürü için yapılan intramedüller çivilemelerin hepsinde statik kitleme uygulanmıştır. Hiç bir hastada kaynamaya etkisi olduğu düşünülmendiği için takipte dinamizasyon uygulanmamıştır.

Grover, 182 femur kırığını kapsayan bir çalışmada, 74 olguya tek distal kilit vidası uygulamıştır. Diğer grup olan 108 olguya ise iki distal kilit vidası koymuştur. Çalışmanın sonucunda Grover; proksimal ve orta diafiz kırıklarda tek distal kitleme vidasının yeterli olduğunu, bu uygulamanın ayrıca operasyon ve radyasyona maruz kalma sürelerini azalttığını belirtmiştir. Buna kıyasla, distal femur kırıklarında iki distal vidanın gerekliliğini de vurgulamıştır (107).

Hajek'in 27 hastayı içeren çalışması, uygun kırıklarda tek distal kitleme vidasının yeterli olduğunu göstermiştir. Bu durum, radyasyona maruz kalma süresinin azaltılmasını vurgulamaktadır (108).

Solak ve ekibinin yaptığı 18 olguluk çalışmada da tek distal vida kullanılarak yeterli stabilite elde edildiği belirtilmiştir (109).

İki distal vidanın kullanılması, distal metafiz ve diafiz kırıkları ile osteoporotik kemik varlığında endikedir. Özellikle yaşlı osteoporotik kemiklerde maksimum destek sağlanması gerektiğinden, bu durumda iki distal vida tercih edilir. Bizim serimizde ise tüm kırıklarda distalden iki vida kullanılmış ve bu hastalarda çivi-vida kırılması veya tespit materyali yetersizliği gibi komplikasyonlarla karşılaşılmamıştır.

Femur çivileme gibi ortopedik cerrahi girişimler sırasında cerrah, hasta, hemşire ve personel bir miktar radyasyona maruz kalabilir. Ancak, gelişmiş görüntüleme cihazları ve iyi bir cerrahi teknik kullanılarak radyasyona maruz kalma derecesi azaltılabilir. Bu nedenle cerrah, hasta, hemşire ve personelin maruz kaldığı radyasyon dozunun bilinmesi ve bu konuda hakkında gerekli önlemlerin alınması önemlidir. Bu amaçla yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır.

Fuchs ve arkadaşları intramedüller çivileme ameliyatı sırasında maruz kalınan radyasyon maruziyeti ile ilgili bir çalışma yapmıştır (110). Bu çalışmada, intramedüller çivileme ameliyatı sırasında ameliyat salonu ekibinin aldığı radyasyon dozları ve bunların belirlenen limitleri incelenmiştir. Ortalama 135 dakikada yapılan bir intramedüller çivi ile osteosentez ameliyatında ortalama 450 saniye süren bir fluoroskopi kullanımı yapıldığı belirtilmiştir. Bu fluoroskopi işlemi sırasında gözlerin 13.9 uSV, tiroid bezinin 30.5 uSV ve ellerin 39.4 uSV miktarında radyasyon aldığı bulunmuştur. Aynı çalışmada, müsaade edilen radyasyon dozlarının eller için yılda 500 mSV ve tiroid için 300 mSV olduğu ifade edilmiştir. Çalışmada ayrıca intramedüller çivileme işlemi sırasında X-ışını kaynağından belirli mesafelerde durulduğunda alınan radyasyon miktarı ölçülmüştür. Yapılan tespitlere göre; 7 dakikalık skopi kullanımında X-ışını üreten kaynaktan 40 cm uzaklıkta durulduğunda 17 milirem, 80 cm uzaklıkta durulduğunda ise 2 milirem radyasyon alındığı belirlenmiştir.

Bu bilgiler ışığında, radyasyon dozunu azaltmak için şu önlemler alınabilir:

1) Ameliyat ekibi ve cerrah intramedüller çivileme prosedürüne aşina olmalı ve işlemi hızlı bir şekilde gerçekleştirmelidir.

2) Skopi cihazına gereksiz yere sürekli basılmamalı ve görüntü hafızada tutma özelliği kullanılmalıdır.

3) Radyasyonun etkisi uzaklıkla ters orantılı olduğundan, mümkün olduğunca X-ışını kaynağına uzakta durulmalıdır (radyasyonun 45-50 cm'den sonra etkisi azalır).

4) Ameliyat ekibi mutlaka kurşun yelek ve yakalık gibi koruyucu ekipmanlar giymelidir.

5) X-ışını tüpü hastadan mümkün olduğunca uzakta tutulmalı, ışın toplayıcı kısım hastaya en yakın yerde olmalıdır.

Kempf ve ekibinin yaptığı bir çalışmada, peroperatif görüntüleme süresinin toplam 3,43 dakika olduğu hesaplanmıştır (111). Bununla birlikte farklı çalışmalarda bu sürenin daha uzun olduğu bulunmuştur. Örneğin, Levin ve arkadaşları aynı süreyi 12,6 dakika, Sugerman ve arkadaşları ise 12,08 dakika olarak bulmuşlardır (112, 113). Ancak, Sugerman ve ekibi, bir cerrahın kabul edilebilir sınırlar içindeki radyasyon dozunu aşabilmesi için bir yıl içinde 700'den fazla femur intramedüller çivi uygulaması yapması gerektiğini belirtmişlerdir (113).

Kempf ve arkadaşları, skopi cihazına 80 cm uzaklıkta olmanın ve 0,5 mm kalınlığında kurşun önlük giymenin radyasyon dozundan etkilenme miktarını önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir (111). Sanders ve ekibi de benzer bir çalışmada, statik femoral çivilemede ortalama skopi süresini 6,26 dakika olarak bulmuş ve cerrahın yılda 750 benzer ameliyatı doz aşımına uğramadan güvenle yapabileceğini hesaplamışlardır (114).

Çeşitli literatür kaynaklarında peroperatif skopi kullanımıyla ilgili farklı süreler bildirilmiştir. Ancak, bu süreler cerrahın deneyimi arttıkça skopi kullanım süresinin ve dolayısıyla radyasyona maruz kalma süresinin azalacağını göstermektedir.

Bizim çivileme operasyonlarımız sırasında radyasyondan korunmak için kurşun yelekler giyilmiş ve skopi ile görüntü alma aşamaları mümkün olduğunca azaltılmaya çalışılmıştır. Skopi kullanılan aşamalarda alınan radyasyon dozu oldukça azalmıştır. Ancak, distal vida kilitleme aşamasında, hedef cihazından sapmalar olduğunda distal kilitleme işlemi için daha fazla görüntü alınması

gerekebilmiştir. Yine, X-ışınından korunmak için X-ışını kaynağından en az 50 cm mesafede bulunulmaya özen gösterilmiştir.

Çalışmamızda hastaların yaş ortalaması 30,8 yıl olarak gerçekleşmiştir. Alho ve ark.'nın çalışmasında (73) 24 yıl, R. L Jaarsma ve arkadaşlarının çalışmasında (72) 28,4 yıl, Akbaş ve ark.'nın yaptığı çalışmada (75) 36 yıl, Durakbaşı ve ark.'nın yaptığı çalışmada (76) 29 yıl, Wiss ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (73) 28 yıl olarak bildirilmiştir.

Metsemakers W.J. ve ark (147)., 248 hasta ile yaptıkları çalışmada femur kırıklarında kaynamama üzerine etkili faktörleri incelemiş ve hasta yaşının kaynama üzerine anlamlı etki yaratmadığını saptamışlardır. Copuroglu ve ark.'nın (148) yaptığı çalışmada yaş ilerledikçe osteoporoz insidansındaki artışın ve kemik kalitesindeki düşüşün uzun kemiklerin kaynamasını olumsuz etkilediği kanısına varılmıştır. Wu K.J. ve ark. (149), 152 hasta ile yaptıkları çalışmada femur kırıklarında kaynamaya etkili faktörleri incelemişlerdir ve 50 yaş üstü bireylerde nonunion riskinin arttığını ifade etmişlerdir. Walter N. Ve ark'nın (150) yaptığı kesitsel çalışmada femur shaft kırığı olan hastalarda kaynama üzerine etkili faktörler incelenmiş ve 75 yaş üstü bireylerde kaynamama riski ve mortalite riski yüksek bulunmuştur. Ekegren C. ve ark. (153), 315 hasta ile yaptıkları çalışmada femur shaft kırığı olan hastalarda 55-64 yaş aralığında olanların kaynamama riskinin yükseldiğini ifade edilmiştir.

Çalışmamızda, 3-12. ay takiplerinde yaşın kaynama üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Ancak, 6. aydaki iyileşme düzeyleri ve ölçümlere göre, kaynama olmayanların yaş ortalaması ($36,31 \pm 17,83$), kaynama olanlardan ($28,55 \pm 13,84$) daha yüksek bulunmuştur ($p=0,005$). Benzer şekilde, 9. aydaki iyileşme düzeyleri ve ölçümlere göre, kaynama olmayanların yaş ortalaması ($38,23 \pm 16,95$), kaynama olanlardan ($29,59 \pm 14,91$) daha yüksek bulunmuştur ($p=0,008$). Bu sonuçlar, geç dönem kaynama üzerinde yaşın istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Başka bir ifadeyle, kaynama gecikmesi olan ve takiplerinde kaynama görülen hastaların daha genç bireylerden oluştuğu belirlenmiştir.

Ülkemizde, erkeklerin daha fazla araba kullanması ve ağır işlerde çalışması nedeniyle yüksek enerjili travmalara daha sık maruz kaldıkları bilinmektedir. Literatürde femur kırıklarının cinsiyet dağılımıyla ilgili çeşitli bulgular mevcuttur.

Durakbaşı ve arkadaşlarının (76) çalışmasında erkek-kadın oranı 3,2, R. L. Jaarsma ve arkadaşlarının (72) çalışmasında 3,47, Wiss ve arkadaşlarının (74) çalışmasında 7,33, Alho ve arkadaşlarının (73) çalışmasında 1,57, Akbaş ve arkadaşlarının (75) çalışmasında ise 2,52 olarak rapor edilmiştir. Çalışmamızda ise bu oranın 3,06 olduğu bulunmuştur.

Tay ve arkadaşlarının (115) çalışmasında, tibia ve femur kırıklarında erkek ve kadınların kaynamama oranlarını değerlendirmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Drosos ve arkadaşları (116), ortalama kaynama süresini kadınlarda 21,6 hafta, erkeklerde 27,2 hafta olarak bildirmişler ancak bu iki grup arasında istatistiksel anlamlılık gözlemlememişlerdir. Metsemakers ve arkadaşlarının (117) yaptığı çalışmada ise, erkeklerde kadınlara göre kaynamama riskinin 1,8 kat arttığı belirlenmiştir.

Çalışmamızda, 3-9-12. ay kontrollerinde cinsiyetin kaynama üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. 6. aydaki iyileşmeye etkisi olan bağımsız risk faktörlerini değerlendirmek için uygulanan lojistik regresyon modeline göre, erkeklerde kadınlara göre kaynama olasılığı 3,359 (%95GA 1,325-8,516) kat artmaktadır.

Femur cisim kırıkları genellikle yüksek enerjili travmaların sonucu olarak ortaya çıkar, ancak osteoporoza bağlı olarak düşük enerjili travmalarla da oluşabilir. Bununla birlikte, femur cisim kırıkları genellikle genç erişkin erkeklerde ve trafik kazaları gibi yüksek enerjili travmalar sonucunda meydana gelir.

Thoresen ve arkadaşlarının (67) çalışmasında %80, Beaty ve Austin'in (68) çalışmasında ise %77 oranında yüksek enerjili travmanın kırık oluşumuna neden olduğu bildirilmiştir. Literatürde femur kırıklarının %55 ile %86 arasında trafik kazaları nedeniyle meydana geldiği rapor edilmiştir (69, 70, 71). Bizim çalışmamızda ise bu oran ADTK(48.13) ve AİTK(22.46) toplam %70,59 olarak bulunmuştur.

Metsemakers W.J. ve ark. (147), 248 hasta ile yaptıkları çalışmada femur kırıklarında kaynamama üzerine etkili faktörleri incelemiş ve travma mekanizmasının kaynama üzerine anlamlı etki yaratmadığını saptamışlardır. Wu K.J. ve ark. (149), 152 hasta ile yaptıkları çalışmada femur kırıklarında kaynamama üzerine etkili faktörleri incelemiş ve travma mekanizmasının kaynama üzerine anlamlı etki yaratmadığını saptamışlardır. Ekegren C. ve ark. (153), 315 hasta ile yaptıkları çalışmada femur kırıklarında kaynamama üzerine etkili faktörleri incelemiş ve travma mekanizmasının kaynama üzerine anlamlı etki yaratmadığını saptamışlardır. Yuan H. Ve ark. (152), 2020 hasta ile yaptıkları çalışmada intramedüller çivi ile opere edilen femur cisim kırığı olan hastalarda yüksek enerjili travma ile yaralanan hastaların kaynamama riskinin yüksek olduğunu ifade etmişlerdir ve bunu yüksek enerjili travma sonrası kırığın daha komplike bir hal aldığına bağlamışlardır.

Çalışmamızda, 3-6-9-12. ay kontrollerinde yaralanma mekanizmasının kaynama üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

Metsemakers W.J. ve ark. (147), 248 hasta ile yaptıkları çalışmada femur kırıklarında kaynamama üzerine etkili faktörleri incelemiş ve multitravma varlığının kaynama üzerine anlamlı etki yaratmadığını saptamışlardır. Wu K.J. ve ark.(149), 152 hasta ile yaptıkları çalışmada femur kırıklarında kaynamama üzerine etkili faktörleri incelemiş ve multitravma varlığının kaynama üzerine anlamlı etki yaratmadığını saptamışlardır Yuan H. Ve ark. (152), 2020 hasta ile yaptıkları çalışmada femur kırıklarında kaynamama üzerine etkili faktörleri incelemiş ve multitravma varlığının kaynama üzerine anlamlı etki yaratmadığını saptamışlardır.

Vakaların 80 tanesi (42,78%) multitravma (birden fazla ekstremitte fraktürü varlığı) geçirmemiş olup 107 tanesi (57,22%) multitravma ile birlikte femur cisim kırığı içermektedir. 3-6-9-12. Ay multitravma mevcudiyetinin kaynama üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

Kafa travması ile birlikte uzun kemik kırığı olan hastalarda kaynama hızının arttığı ve bol kallus geliştiği bilinmektedir. Ancak, bu durumun altında yatan mekanizma tam olarak belirsizdir. Dolaşımdaki artmış büyüme faktörlerinin veya dolaşımdaki lokal büyüme faktörlerinin salınımını uyaran etkilerinin, artan

osteogenezise aracılık edebileceği olasılığı araştırılmıştır. Bir çalışmada, 32 hasta üzerinde yapılan araştırmada, kafa travması sonrası hücre mitojenik aktivitesinin yaklaşık olarak 37 gün sonra pik yaptığı gözlemlenmiştir (118).

Travmatik beyin hasarının kaynama üzerine olumlu etkilerinin olduğunu gösteren birçok çalışmalar mevcuttur. Zhang ve arkadaşları (119), travmatik beyin hasarını takiben lokal ve sistemik yollarla gerçekleşen hormonal değişikliklerin, kaynama üzerinde olumlu etkileri olabileceğini belirtmişlerdir. Spencer tarafından yapılan bir çalışmada, kırık iyileşmesini ölçmek için, kafa travması olan ve olmayan hastalar karşılaştırılmış ve travmatik beyin hasarı olanların daha yüksek bir iyileşme tepkisine sahip olduğu ve daha kısa sürede kaynamanın gerçekleştiği kanısına varılmıştır. Histolojik ve radyolojik analizler, bu hastalarda iyileşme cevabını tanımlamak için "miyozitis ossifikans" ve "heterotopik kemik" terimlerinin, "kırık kallus" yerine daha uygun olabileceğini bildirmişlerdir (120). Başka bir çalışmada ise, eşlik eden kafa travması olan hastalarda nöral ve hormonal mekanizmaların kombine bir şekilde dâhil olduğu gösterilmiştir (121).

Çalışmamızda 70 vakada (%37,43) kafa travması mevcudiyeti olup 117 vakada (%62,57) kafa travması ile birliktelik bulunmamaktadır. Çalışmamızda 3-6-9-12. aylardaki incelemelerde hastaların kafa travması ile birlikte femur shaft fraktürü olmasının kaynama üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

Bizim çalışmamızda kırık yerleşimi proksimal, orta, distal ve segmenter olmak üzere 4 şekilde sınıflanmıştır Diyafizer yerleşimine göre en sık görülen kırık türü %57,22 ile orta diyafizer kırıklardır. Bunu sırasıyla %21,39 ile proksimal diyafizer, %14,97 ile distal diyafizer ve %6,42 ile segmental kırıklar izlemiştir.

Drosos ve arkadaşları (116), segmental kırıkların yüksek enerjili travmaya sekonder görüldüğünü savunmuşlar, çalışmalarında bu tür kırıkların ortalama 40,2 haftada kaynadığını ve en uzun kaynama süresine bu kırık şeklinin sahip olduğunu göstermişlerdir.

Çalışmamızda 3-6-9-12. ay kontrollerinde, kırık yerleşiminin kaynama üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

Femur şaft kırıkları ile ilgili olarak sık kullanılan 2 sınıflama vardır. Bunlar; Winquist-Hansen ve AO/OTA sınıflamasıdır. Bizim çalışmamızda da bu iki sınıflama kullanılmıştır.

Winquist-Hansen sınıflaması kırık parçalarındaki ayrılmaya göre düzenlenmiştir. Bu sınıflamaya göre Tip 0,1,2 femur şaft kırıklar stabil, Tip 3 ve 4 femur şaft kırıklar anstabil olarak nitelendirilebilir. Bizim çalışmamızda vakaların %31,55'i Tip 0, %17,65'i tip I, %17,11'i tip II, %14,44'ü tip III, %19,25'i tip IV olarak bulundu. Dolayısıyla %66,31'i stabil, %33,69'u ise anstabil kırık olarak görüldü. Tüzüner ve arkadaşlarının çalışmasında %71,4 stabil, %28,6 anstabil, Durakbaşı ve arkadaşlarının çalışmasında %73 stabil, %27 anstabil olarak bildirilmiştir.

Çalışmamızda hastaların Winquist-Hansen sınıflamasına göre dağılım durumlarının 3. ayda kaynamaya etki ettiği görülmüş olup “0” grubunda (%50,85) ve “1” grubunda (%60,61) olanların kaynama oranı 2-3 ve 4. gruplardan daha yüksek bulunmuştur ($p<0,001$) 3. ay kırık iyileşmesini etkileyen bağımsız risk faktörlerini araştırmak için yapılan lojistik regresyon modeline göre Winquist/Hansen Sınıflamasında grup 0'a göre grup 3 de olanların kaynama olasılığı 0,220 (%95GA 0,073-0,658) kat, grup 4'te olanların kaynama olasılığı 0,276 (%95GA 0,108-0,704) kat azalttığı görülmüştür.

AO/OTA sınıflamasına göre, femur cisim kırıkları 27 alt gruba ayrılır. Tip A kırıklar, basit, spiral (A1), oblik (A2) ve transvers (A3) kırıklardır. Tip B kırıklar kama tarzı kırıklar olup, spiral kama (B1), bükülme kama (B2) ve parçalı kama (B3) kırıklarını kapsar. Tip C kırıklar karmaşık kırıklar olup, kompleks spiral kırıklar (C1), segmental kırıklar (C2) ve çok parçalı (C3) kırıklardan oluşur. AO/OTA sınıflamasına göre çalışmamızda %11,23'ü A1, %0,53'ü A2, %22,46'sı A3 toplam %34,22'si A grubu olarak bulundu. %9,63'ü B1, %19,79'ü B2, %15,51'i B3 toplam %44,93'ü B grubu olarak bulundu. %4,28'i C1, %4,81'i C2, %11,76'sı C3 toplam %20,85'i C grubu olarak bulundu. S.-E. Byun ve ark.'nın çalışmasında (77) %51,7'si A grubu, %33,5'i B grubu, %14,6'sı C grubu olarak bildirilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, AO tipinin nonunion (122), uzamış kaynama süresi veya sadece gecikmiş kaynama (123) ile anlamlı şekilde ilişkili olduğu bildirilmiştir. AO tipi karmaşıklaştıkça kaynama süresinin uzadığı gözlemlenmiştir

(116). Ancak bazı çalışmalarda AO tipi ile gecikmiş kaynama veya kaynamama arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (116, 124, 125). Drosos ve arkadaşları (116), AO/OTA alt gruplarının kırık iyileşmesi üzerine anlamlı istatistiksel sonuç vermediğini ifade etmişlerdir.

Çalışmamızda hastaların AO/OTA sınıflamasına göre dağılım durumlarının 3. ayda kaynamaya etki ettiği görülmüş olup AO/OTA A Sınıfı alt gruplarına bakıldığında AO/OTA A3 grubunda (%64,29) olanların kaynama oranı A2 ve A1 gruplarından daha yüksek bulunmuştur ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p=0,001$). 3. ay kırık iyileşmesini etkileyen bağımsız risk faktörlerini araştırmak için yapılan lojistik regresyon modeline göre AO/OTA Sınıflamasında her grup (a-b-c) kendi içinde değerlendirildiğinde risk olarak anlamlı ilişki bulunmamıştır. Fakat tüm grup değerlendirildiğinde AO/OTA sınıflamasında B1 grubunda olmak kaynama olasılığını A1 grubuna göre 5,994 (%95GA 1,486-24,169) kat arttırmaktadır.

Hastaların AO/OTA sınıflamasına göre dağılım durumlarının 6. ayda kaynamaya etki ettiği görülmüş olup AO/OTA A sınıfı alt gruplarına bakıldığında en yüksek kaynama oranı (%88,10) A3 de olduğu görülmüştür ($p<0,001$). AO/OTA B sınıfına göre kaynama dağılımına bakıldığında en yüksek kaynama oranı (%81,09) B2’de olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p=0,047$) 6. ay kırık iyileşmesini etkileyen bağımsız risk faktörlerini araştırmak için yapılan lojistik regresyon modeline göre AO/OTA grupları (a-b-c) kendi içinde değerlendirildiğinde A3 grubunda olanların kaynama olasılığı A1’e göre 8,140 (%95GA 2,293-28,901) kat daha fazla olduğu ve B2 grubunda olanların B1’e göre kaynama olasılığı 4,285 (%95GA1,244-14,767) kat daha fazla olduğu görülmüştür. Tüm AO/OTA grubu değerlendirildiğinde A3 grubunda olmak kaynama olasılığını A1 sınıfına göre 6,581 (%95GA 1,629-26,586) kat ve B2 grubunda olmak kaynama olasılığını A1 sınıfına göre 4,129 (%95GA 1,090-15,633) kat arttırmaktadır.

Hastaların AO/OTA sınıflamasına göre dağılım durumlarının 9. ayda kaynamaya etki ettiği görülmüş olup AO/OTA A sınıfı alt gruplarına bakıldığında en yüksek kaynama oranı (%95,24) A3 de olduğu görülmüştür ($p=0,002$).

Araştırmamızda 187 femur cisim kırığının 38'i (%20,3) açık, 149'u (%79,7) kapalı tip kırık olduğu görülmüştür. 38 açık femur şaft kırığı, G.A. sınıflamasına göre 15 kırık Tip 1, 20 kırık Tip 2, 3 kırık Tip 3 sınıflamasına girmektedir.

Bhandari ve arkadaşları (126), kapalı kırıklara kıyasla Tip 3 açık kırıklarda 10,25 kat artmış tekrarlayan operasyon riski olduğunu bildirmişlerdir. Tay ve arkadaşları (115), femur ve tibia kırıklarını incelemişler ve 47 Tip 3 açık kırıklı hastanın 30 (%63)'unda gecikmiş kaynama ve kaynamama saptamışlar ve bu durumu istatistiksel olarak anlamlı bulmuşlardır.

Tscherne sınıflaması ile kaynamama veya kırık kaynaması arasında anlamlı ilişki olduğunu gösteren Gaston ve arkadaşları (77) tarafından yapılan 100 hastayı içine alan bir çalışmada, Tscherne sınıflamasının kaynama zamanı ve klinik sonuçlarını öngörmeye Gustilo Anderson sınıflaması, AO/OTA sınıflaması, deplasman miktarı ve Winkquist-Hansen sınıflaması gibi değişkenlerden daha üstün olduğunu ortaya koymuştur. Ancak, bu retrospektif çalışmada yaralanmaya dair yeterli bilgi olmadığı için Tscherne sınıflaması değerlendirme parametreleri içinde yer almamaktadır.

Çalışmamızda 6-9-12. ay kontrollerinde, kırığın açık veya kapalı olmasının kırık iyileşmesi üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu görülmemiştir. Kırığın açık veya kapalı olması durumu ile 3. ay kaynama dağılımı arasında istatistiksel ilişki bulunmuş olup kapalı kırıklarda kaynama oranı (%43,96) açık kırıklardaki kaynama oranından (%23,69) daha yüksek bulunmuştur ($p=0,047$).

Çalışmamıza dâhil edilen hastalarının %49,73(93 hasta)'ünün sigara kullandığı görülmüştür.

Sigara veya tütün kullanımının, hatta solunmasının, kaynama üzerinde olumsuz etkileri olduğunu anlatan günümüzde kanıtlanmış birçok çalışma bulunmaktadır. Nikotin, tütünün ana maddesidir ve kolinerjik aktivasyon yoluyla TNF-alfa salgılanmasını teşvik eder. Düşük dozda uyarıcı olmasına rağmen, yüksek dozda nikotin doğrudan osteoblastlar için toksiktir. Sigara dumanında bulunan karbonmonoksit (CO), hemoglobine bağlanarak hemoglobinin oksijen taşıma kapasitesini azaltır. Bu durumda periferik dokuda hipoksiye neden olarak kemik iyileşmesini bozabilir. Ayrıca, nikotin vazokonstriksiyona neden olarak doku perfüzyonunu değiştirir ve buna bağlı olarak hipoksi ve iskemi gelişebilir. Kemik

ve doku tamirinin gecikmesi sonucunda kaynama gecikmesi, kaynamama, enfeksiyon, açık kırıklar için flep yetmezliği ve osteomyelit gibi komplikasyonların riski artar (127-134).

Çalışmamızda 3-9-12. ay kontrollerinde, sigara kullanımının kırık iyileşmesi üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu gözlenmemiştir. 6. ay kaynamayı etkileyen bağımsız risk faktörlerini araştırmak için yapılan lojistik regresyon modeline göre sigara içmeyenlerde içenlere göre kaynama olasılığı 2,709 (%95GA 1,131-6,484) kat artmaktadır.

Çalışmamıza dâhil edilen hastalarının %28,34 (53 hasta)'ünün alkol kullandığı görülmüştür.

Chakkalakal ve arkadaşları (135), iskelet ve kırık onarımı üzerine alkolün etkilerini incelemişlerdir. Alkol tüketiminin; düşme insidansında artışın yanı sıra, artan kemik rezorpsiyonu ve yeni kemik oluşumundaki düşüş sonucu gelişen osteopeni ve kaynamadaki gecikmeler ile ilişkisi olduğunu gösteren bulgular mevcuttur. Hücre kültürü ve hayvan çalışmalarında, alkolün doza bağlı olarak osteoblast aktivitesi üzerinde toksik bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Büyük olasılıkla hücre çoğalmasının inhibe etmekte ve mezenkimal hücrelerin kötü farklılaşmasına sebep olmakta böylelikle kemikleşebilir bir matrisin sentezini bastırmaktadır. Mineral içeriği düşük kemik dokusu gelişimi ile sonuçlanır. Hayvan deneylerinde kaynamanın inhibisyonunu tümör nekroz faktör α (TNF- α) ve interlökin-1 (IL-1) antagonistleri kullanarak tersine döndürmek mümkündür. Kırık ile başvuran bir hastada, ilk günden başlamak şartıyla sigara ve alkol kullanımının bırakılması tavsiye edilmelidir (135, 136, 137).

Çalışmamızda 3-6-9-12. ay kontrollerinde, alkol kullanımının kırık iyileşmesi üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu gözlenmemiştir.

Araştırmamızda, hastaların %5,35 (10 hasta)'inin diyabetes mellitus tanısı olduğu saptanmıştır.

Diyabetin kaynama üzerindeki bazı etkileri büyüme faktörlerinin inhibisyonu ile ilişkilidir ve altta yatan asıl mekanizma çoğunlukla bilinmemektedir (138, 139). Diyabette proliferasyon safhasında hücre sayısının azaldığı varsayılmaktadır. Büyüme faktörlerinin (IGF-1, VEGF, TGF- β) diyabet varlığında önemli düzeyde azaldığı gösterilmiştir (140). Streptozotosin verilerek diyabet oluşturulan denek

hayvanlarıyla yapılan bir çalışmada, iki haftalık iyileşmeden sonra kal dokusunun kırıldığı ve sertlikte %50 azalma olduğu gözlenmiştir (141). Başka bir çalışmada; iyileşmenin 4. ila 11. günleri arasında, kallus ve DNA içeriğinde %40'lık, kollajen içeriğinde ise %50-55'lik bir azalma meydana geldiği saptanmıştır (142). Diyabetik hayvanlarla yapılan başka bir çalışmada ise insülin ile tedavi edildikten sonra kal dokusunun gücü ve sertliğinin kontrol grubuyla aynı seviyeye geldiği izlenmiştir (143). Trombositten zengin plazmanın uygulanması ile erken dönemlerde normal osteogenezis ve kondrogenezisin restore edildiği ve daha sonraki dönemlerde kısmen iyileştirilmiş mekanik kuvvet sağlandığı görülmüştür (144).

Çalışmamızda 3-6-9-12. ay kontrollerinde, hastaların diyabet olma durumunun kırık iyileşmesi üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu gözlenmemiştir.

Çalışmamızda hastaların ASA skoru ortalamasının $1,37 \pm 0,60$ olduğu görülmüştür.

ASA skoru, hastanın genel preoperatif durumunu değerlendiren beş puanlık bir skaladır ve yüksek puanlar fizyolojik durumun kötü olduğuna işaret eder. Ding ve arkadaşları (145), humeral şaft kırıklarında aseptik kaynamama nedenlerini araştırmışlar ve ASA skoru 3 üzeri olan hastaların kaynamama olasılığının arttığını vurgulamışlardır. Benzer şekilde, ileri yaşın da kaynamama olasılığını arttırması muhtemel görünmektedir.

Çalışmamızda 3-6-9-12. ay kontrollerinde, hastaların ASA skor değerlerinin kırık iyileşmesi üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu gözlenmemiştir.

Çalışmamızda hastaların VKİ ortalaması $24,95 \pm 4,99$ olarak izlenmiştir.

Jacop C. ve arkadaşları (146), obezitenin kırık iyileşmesi üzerindeki etkilerini inceledikleri bir araştırmada, vücut kitle indeksi 20-25 arasında olan hastalar ile vücut kitle indeksi ≥ 40 kg/m² olan morbid obezler arasında karşılaştırmalı analiz yapmışlardır. Ancak, bu analizde bir ilişki tespit edememişler ve daha kapsamlı araştırmaların yapılması gerektiği sonucuna varmışlardır.

Çalışmamızda 3-6-9-12. ay kontrollerinde, hastaların VKİ değerlerinin kırık iyileşmesi üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu gözlenmemiştir.

Murphy ve arkadaşlarının yaptıkları retrospektif bir çalışmada, kapalı femur şaft kırığı olan hastalarda intramedüller çivileme ve eksternal fiksator uygulama sonrası tedavilerini karşılaştırmışlardır. Klinik sonuçlar incelendiğinde, intramedüller çivilemenin üstün olduğu bulunmuştur. Günümüzde, femur şaft fraktürü olan hastada eksternal fiksator ile tespit sadece G.A. Tip 3C açık kırıklarda seri debridmanlara ve yara bakımına izin verdiği için ilk tedavi seçeneği olarak kabul edilmektedir (85).

Whitelaw ve arkadaşları yaptıkları 101 karşılaştırmalı çalışmada, G.A. Tip 1, G.A. Tip 2 ve G.A. Tip 3A ile G.A. Tip 3B açık kırıklarda intramedüller çivi ile tedavinin, eksternal fiksatorle tedavi etmeye göre daha az komplikasyonla sonuçlandığını bildirmişlerdir (142).

Siebenrock 135 açık kırıkla yaptıkları bir araştırmada; 135 hastaya da eksternal fiksator uygulamış ve hastaların 7'sinde tedaviye eksternal fiksatorle devam edilmişken, 38'ine plak vida ile osteosentez ve 24'üne ise intramedüller çivi ile osteosentez uygulanmıştır. Kaynama süresi en kısa olan grup, intramedüller çivileme grubu olmuştur. Ayrıca en düşük enfeksiyon görülme ve kaynamama oranı da intramedüller çivilemede görülmüştür (143).

Çalışmamızda bulunan hastaların %9,09'una (17 hasta) birincil tedavi yöntemi olarak eksternal fiksator uygulanmıştır. Açık kırığı olan 38 hastanın 17'sine birincil tedavi olarak eksternal fiksator uygulanmıştır. Gustilo Anderson Tip 1 açık fraktürü olan 15 ve Gustilo Anderson Tip 2 açık fraktürü olan 6 hastanın izole ekstremitte travması olduğu ve yumuşak doku kondisyonunun iyi olması nedeniyle primer tedavi olarak intramedüller çivileme uygulanmıştır. Yumuşak doku kondisyon sorunu olan ve multitravma mevcudiyeti olan Gustilo Anderson Tip 2 açık kırıklı 14 hastaya ve Gustilo Anderson Tip 3 açık kırıklı 3 hastaya eksternal fiksator uygulanmıştır. Birincil tedavisi eksternal fiksatorle yapılan hastalarda, ortalama $50,96 \pm 52,07$ gün sonra intramedüller çivi ile tespit yapılmıştır.

Çalışmamızda 3-6-9-12. ay kontrollerinde, femur şaft fraktürü olan hastalarda ilk müdahalenin eksternal fiksatorle olması durumunun kırık iyileşmesi üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu gözlenmemiştir.

Çalışmamızda, olguların %4,28'ine (8 hasta) açık kırık sonrası eksternal fiksator ve debridman uygulanmıştır. Tüm olgu grubunda %4,28 (8 hasta) hastada enfeksiyon gelişimi sonrası hastaların intravenöz antibiyoterapisi düzenlendi ve takiplerinde hiçbir hastada implant tahliyesi ihtiyacı oluşmamış; mevcut enfeksiyonun yüzeyde sınırlı olduğu yumuşak dokunun altına inmediği tespit edilmiştir. Çalışmamızda 3-6-9-12. ay kontrollerinde, hastaların debridman ve intravenöz antibiyotik ihtiyacı olma durumunun kırık iyileşmesi üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Çalışmamızda 143 hasta (%76,47) kırık hattı açılmadan (kapalı redüksiyon) opere edilmiş olup, 44 hasta (%23,53) kırık hattı açılarak (açık redüksiyon) opere edilmiştir.

Metsemakers W.J. ve ark. (147), 248 hasta ile yaptıkları çalışmada femur kırıklarında kaynamama üzerine etkili faktörleri incelemiş ve redüksiyon şeklinin kaynama üzerine anlamlı etki yaratmadığını saptamışlardır.

Çalışmamızda 6-9-12. ay kontrollerinde, kırığın redüksiyon şeklinin kaynama üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu gözlenmemiştir. Hastaların kırığın redüksiyon şekline göre dağılım durumlarının 3. ayda kırık iyileşmesine etki ettiği görülmüş olup kapalı redüksiyon uygulananlarda kaynama oranı (%43,36) açık redüksiyon uygulananlardan (%25,00) daha yüksek bulunmuştur ($p=0,045$).

Kapalı kırıklarda cerrahinin zamanlaması konusunda farklı görüşler bulunmaktadır. Winkquist ve Hansen, ameliyat öncesi ve sonrası oluşabilecek yağ embolisi riskini önlemek için cerrahiyi 3-7 gün sonra önermektedirler. Lam ise, 1-2 haftalık gecikme ile intramedüller çivinin tespit edilmesi durumunda kırık yerinin kanlanması daha fazla düzeleceğini ve bu nedenle pseudoartroz oranının daha düşük olduğunu ileri sürmektedir. Wolinsky ve Johnson, izole femur kırığı olan gençlerde iyi bir öndeğerlendirme yapılarak 24 saatten sonra intramedüller çivinin uygulanması gerektiğini, multipl yaralanmalarda ise resüstasyon zaman aldığından ve akciğer oksijenizasyonunun düzelmesi için 72 saat sonra intramedüller çivilemenin yapılmasını önermektedirler (88).

Multiple travmaya sahip femur cisim kırıklı hastalar üzerinde yapılan bir çalışmada, hemodinamik açıdan stabil ise ilk 24 saat içinde kilitli intramedüller çivilemenin hastanın rehabilitasyonunu kolaylaştırabileceği ve pulmoner ile

enfeksiyon komplikasyonlarını azaltabileceği savunulmuştur. Gecikmiş çivilemede kas spazmına bağlı kapalı redüksiyon zorlaşacak ve bu da operasyon süresini uzatarak komplikasyon riskini artırabilecektir (89, 90, 91).

Kliniğimizde uygun şartların sağlandığı en kısa zamanda hastaları operasyona almaktayız, bizim çalışmamızda ortalama 3,94 gün sonra hastalar opere edilmiştir.

Çalışmamızda 3-6-9-12. ay kontrollerinde, hastaların cerrahi zamanlamasının kaynama üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu gözlenmemiştir.

Çalışmamızda 187 femur cisim kırığının 103 tanesi (%55,08) dominant alt ekstremitede, 84 tanesi (%44,92) non-dominant alt ekstremitede izlenmektedir.

Ekegren C. ve ark. (153), 315 hasta ile yaptıkları çalışmada femur kırıklarında kaynamama üzerine etkili faktörleri incelemiş ve kırık yönünün kaynama üzerine anlamlı etki yaratmadığını saptamışlardır. Yuan H. ve ark (152),2020 hasta ile yaptıkları çalışmada intramedüller çivi ile opere edilen femur cisim kırığı olan hastaları incelemiş ve kırık yönünün kaynama üzerine anlamlı etki yaratmadığını saptamışlardır

Çalışmamızda 3-6-9-12. ay kontrollerinde, hastaların kırık yönlerinin kaynama üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu gözlenmemiştir.

Araştırmamızın ana hedefi, çivi/isthmus çapı oranının kaynama üzerindeki etkisini değerlendirmektir. Çalışmamızda çivi/isthmus çap oranının ortalaması $0,92 \pm 0,12$ olarak bulunmuştur.

Hung W.C. ve ark. (151), 93 hasta ile yaptığı çalışmada femur shaft kırığı olan ve intramedüller çivi ile osteosentez uygulanan hastalarda kaynamama riskini arttıran faktörler araştırılmıştır. Bu çalışmada medüller kanalı geniş hastalarda küçük çaplı çivi kullanmak (çivi/isthmus çapının düşük olması) kaynamama riskini arttırdığı yönünde sonuçlanmıştır.

Çalışmamızda, çivi/isthmus çapı oranının kırık iyileşmesine etkisini değerlendirmek için 6. ayda radyolojik olarak kaynama gözlenen kırıklar üzerinden ROC analizi yapılarak kesim noktası tayin edilmiştir. 6. ayda kaynama gözlenen hastalara göre çivi/isthmus çapı oranı istatistiksel olarak kesim noktası hesaplanması ve incelenmesi ROC analizi sonucunda ölçümlerinin kesim noktası düzeyinin 0,89 mm sınır düzeyinde ve AUC %54 seviyesinde olduğu, duyarlılık

düzeyi %60, seçicilik düzeyi de %50 olduğu tespit edilmiştir ve bu düzeyin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlenmiştir ($p=0,297$). Bunun nedeninin femurun etrafında geniş ve damarsal açıdan zengin kas kitlesinin bulunması ve bu nedenle kaynamama oranlarının düşüklüğü gösterilebilir. Çalışmamızda da 9-12. aylara doğru hasta popülasyonun çoğunun kaynama lehinde olduğu görülmektedir. Bu da femur cisim kırığı ile karşılaşılınca uygun çap ve boyda çivi ile redükte edilen femur cisim kırıklarında kaynamama olasılığının nadir görüleceğini ifade etmektedir.



6. SONUÇLAR

Özellikle yetişkin yaş grubunda sık karşılaşılan femur cisim kırıklarının cerrahi tedavisinde iyileşme üzerinde etkinliği gösterilmiş olan pek çok parametre mevcuttur.

Bizim çalışmamızda da kırık iyileşmesini etkileyen parametreler değerlendirilmiş olup sonuçlar aşağıda belirtildiği gibi sonuçlanmıştır;

1) Genç erişkin yaş grubunda radyolojik kaynama insidansının daha yüksek olduğu gözlemlendi.

2) Erkek hastalarda kadınlara kıyasla kırık iyileşme oranlarının daha yüksek olduğu gözlemlendi.

3) Kırığa neden olan mekanizmanın ve çoklu kırık mevcudiyetinin kırık iyileşmesini anlamlı olarak etkilemediği görüldü.

4) Kafa travması mevcudiyetinin kırık iyileşmesi üzerine etkili olmadığı gözlemlendi.

5) Kırık yerleşimi (proksimal, orta, distal, segmenter) ile kırık iyileşmesi arasında anlamlı istatistiksel bir ilişki bulunmadı.

6) AO/OTA sınıflamasına göre gruplar kendi içinde değerlendirildiğinde A grubunda A3,B grubunda B2 sınıfında yer alan kırıkların kırık iyileşmesini istatistiksel olarak arttırdığı gözlemlenmiştir.

7) AO/OTA sınıflamasına göre tüm gruplar birlikte değerlendirildiğinde B1 ve B2 sınıfındaki kırıklarda kırık iyileşmesinin A1 sınıfındaki kırıklara kıyasla istatistiksel olarak arttığı gözlemlenmiştir.

8) Winqvist-Hansen sınıflamasına göre stabil kırıklarda (0-1-2), instabil kırıklara (3-4) kıyasla kırık iyileşmesinin istatistiksel olarak arttığı gözlemlenmiştir.

9) Kapalı femur cisim kırığı olan hastalarda açık kırıklı hastalara kıyasla kırık iyileşmesinin istatistiksel olarak arttığı görülmüştür.

10) Sigara kullanımının, kırık iyileşme üzerine olumsuz etkileri olduğu görülmüştür. Ancak alkol kullanımının kırık iyileşmesi üzerine etkili olduğu gözlenmemiştir.

11) Diyabet varlığının, yüksek ASA skoru ve VKİ olmasının, kırık iyileşmesi üzerine istatistiksel olarak etkili olduğu görülmemiştir.

12) Primer tedavi olarak eksternal fiksator uygulanan hasta grubunda, kırık iyileşmesinin anlamlı olarak etkilenmediği görüldü.

13) Açık kırık nedeniyle tekrarlayan debridman uygulanan ve I.V. antibiyotik kullanım ihtiyacı olan hasta grubunda, kırık iyileşmesinin anlamlı olarak etkilenmediği görüldü.

14) Kapalı redükte edilen femur cisim kırıklarının açık redükte edilenlere kıyasla kırık iyileşmesini istatistiksel olarak arttırdığı görüldü.

15) Travmanın gerçekleşmesini takiben hastanın operasyona alınana kadar geçen sürenin kırık iyileşmesi üzerine etkili olduğu gözlenmemiştir.

16) Kırık tarafın(dominant-nondominant) kırık iyileşmesini istatistiksel olarak etkilemediği gözlemlendi.

17) Çalışmanın ana amacı, intramedüller çivi/isthmus çapı oranının kaynama üzerindeki etkisini araştırmaktır. Bu oranın radyolojik olarak kaynama üzerindeki etkisini belirlemek için, 6. ayda kaynama gözlenen hastalar üzerinde ROC analizi yapıldı ve kesit düzeyi 0,89 olarak belirlendi. Bu değer, %60 hassasiyet ve %50 özgüllük düzeyine sahip oldu. Bu düzeyin istatistiksel olarak yüksek anlamlılıkta olmadığı görüldü.

7. ÖZET

Femur cisim kırıklarının intramedüller çivi uygulaması, kırığın sağlıklı bir şekilde iyileşmesini desteklemek için mekanik ve biyolojik olarak avantajlı bir ortam sunar. Bu yöntem, kırık hattında mikro hareketliliğe izin verirken aynı zamanda kırık hattı distali ve proksimali arasında kesintisiz bir iç bağlantı oluşturarak kırığı stabilize etmek için hastanın kemik yapısı ile implant arasında optimum uyumu sağlamanın önemini vurgular. Bu tek merkezli ve retrospektif çalışma, femur shaft kırıklarında intramedüller çivi ile osteosentez uygulaması sonrası kırık iyileşmesini etkileyen faktörleri değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Araştırmanın temel odak noktası, femur isthmus çapı ile intramedüller çivi çapı arasında olumlu yönde etkileyebilecek optimal bir boyut ilişkisinin belirlenmesidir. Bu amaçla, Ocak 2014 ile Ocak 2021 tarihleri arasında Akdeniz Üniversitesi Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde tedavi edilen 421 femur kırığı olan hasta kayıtları incelenmiştir. Bu hastaların 274'üne intramedüller çivi uygulanmıştır. Çalışma kriterlerine uymayan 41 hasta dışlanmış, geriye kalan 233 femur cisim kırığı olan 223 hasta içerisinde 46 tanesi takiplerinin düzensizliği nedeniyle çalışmadan çıkarılmıştır. Sonuç olarak, 187 femur cisim kırığı olan 177 hasta, çalışma grubunu oluşturmuştur. Tüm vakalar için çivi çapı/isthmus çapı oranı belirlenmiştir. Hastaların 3-6-9-12. aylarda çekilen grafileri ayrı ayrı incelenmiş, RUSF skorlaması yapılarak ortalama puanlar alınmış ve kırık kaynaması değerlendirilmiştir. Diğer potansiyel etkenlerin (demografik özellikler, klinik bulgular, cerrahi sonrası radyolojik ölçümler) kırık kaynaması üzerindeki etkisini belirlemek için tek değişkenli ve çok değişkenli istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır.

Çivi çapı ile isthmus çapı arasındaki oranının kaynama üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla 6. ayda radyolojik anlamda kaynama değerlerine uyan kırıklar üzerinden yapılan ROC analizi sonucunda, yapılan ölçümlerinin kesim noktası 0,89 olarak belirlenmiştir. Bu değer, %54 tutarlılık seviyesinde bulunmuştur, hassasiyet düzeyi %60, özgüllük düzeyi ise %50 civarındadır ve istatistiksel olarak kaynama üzerine yüksek derecede anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.

Diğer parametreler incelendiğinde; Genç bireylerde ve kadınlara kıyasla erkeklerde kırık iyileşmesinin anlamlı bir düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir. Femur cisim kırıklarında yaygın olarak kullanılan Winqvist-Hansen ve AO/OTA sınıflaması değerlendirilmeye alınmış ve Winqvist-Hansen sınıflamasına göre bakıldığında stabil kırıklarda (0-1-2) unstabil kırıklara (3-4) göre anlamlı düzeyde kırık iyileşmesinin arttığı görülmüştür. AO/OTA sınıflamasına göre bakıldığında ise gruplar kendi içinde değerlendirildiğinde A grubunda A3 sınıfında olmak ve B grubunda B2 sınıfında olmak kırık iyileşmesini istatistiksel olarak arttırdığı gözlenmiştir. AO/OTA sınıflamasında tüm gruplar birlikte değerlendirildiğinde ise B1 ve B2 sınıfında olmak A1 sınıfında olmaktan kaynama olasılığını daha fazla arttırdığı görülmüştür. İntramedüller çivi ile osteosentez yapılan kapalı femur cisim kırıklarına göre açık kırıkların daha uzun dönemde radyolojik kaynama gösterdiği görülmüştür. Sigara kullanımının kırık iyileşmesi üzerinde olumsuz etkileri olduğu belirlenmiştir. Alkol kullanımının kırık iyileşmesi üzerine anlamlı etki etmediği görülmüştür. Hastada yüksek ASA ve VKİ skoru olması, diyabet varlığı ise kırık iyileşmesi üzerine anlamlı bir etki göstermemiştir. Redüksiyon şekline göre bakıldığında kırık hattının açılmadığı kapalı redüksiyonda açık redüksiyona kıyasla anlamlı düzeyde kırık iyileşmesinin arttığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Femur cisim kırığı, intramedüller çivi, kırık iyileşmesi.

8. ABSTRACT

The intramedullary nail application for femoral shaft fractures provides a mechanically and biologically advantageous environment to support the proper healing of the fracture. This method allows micro-mobility at the fracture site while providing continuous internal fixation between the distal and proximal ends of the fracture, emphasizing the importance of achieving optimal fit between the patient's bone structure and the implant to stabilize the fracture.

This single-center retrospective study aims to evaluate the factors that influence fracture healing after intramedullary nail osteosynthesis in femoral shaft fractures. The main focus of the research is to determine the optimal size relationship that can positively affect the fracture healing between the femoral isthmus diameter and the intramedullary nail diameter.

For this purpose, the medical records of 421 patients with femoral fractures treated at the Orthopedics and Traumatology Clinic of Akdeniz University Hospital between January 2014 and January 2021 were examined. Intramedullary nails were applied to 274 of these patients. Forty-one patients who did not meet the study criteria were excluded, and 46 out of 223 patients with 233 femoral shaft fractures were excluded from the study due to irregular follow-up. As a result, 177 patients with 187 femoral shaft fractures formed the study group. The nail diameter/isthmus diameter ratio was determined for all cases. X-rays taken at 3, 6, 9, and 12 months for the patients were separately analyzed, RUSF scoring was performed, and the fracture healing was evaluated. Univariate and multivariate statistical evaluations were conducted to determine the impact of other potential factors (demographic characteristics, clinical findings, postoperative radiological measurements) on fracture healing.

When evaluating the effect of the ratio between nail diameter and isthmus diameter on healing, a ROC analysis was performed on fractures that corresponded to radiological healing values at the 6-month mark, and the cutoff value for the measurements was determined to be 0.89. This value was found at a 54% consistency level, with a sensitivity level of 60% and a specificity level of around 50%, and no statistically significant relationship was found with fracture healing.

When examining other parameters, it was determined that fracture healing was significantly higher in young patients, in males compared to females. The commonly used Winkist-Hansen and AO/OTA classifications for femoral shaft fractures were evaluated, and it was observed that fracture healing significantly increased in stable fractures (0-1-2) compared to unstable fractures (3-4) when assessed according to the Winkist-Hansen classification. When evaluated according to the AO/OTA classification, it was observed that being in class A3 in Group A and in class B2 in Group B statistically increased fracture healing. When all groups were evaluated together in the AO/OTA classification, being in class B1 and B2 increased the likelihood of healing compared to being in class A1. It was observed that open fractures showed longer radiological healing term compared to closed fractures. Smoking was found to have negative effects on fracture healing, while alcohol use did not have a significant impact. Having a high ASA and BMI score or the presence of diabetes did not show a significant effect on fracture healing. When examined according to the reduction technique, it was observed that closed reduction, where the fracture site did not open, significantly increased fracture healing compared to open reduction.

Key Words: Femoral shaft fracture, intramedullary nail, fracture healing.

9. KAYNAKLAR

1. Ege R. Travmatoloji ve Kırıklar ve eklem yaralanmaları.1989 4. Baskı ;3(40): 2364-2460
2. Soeur, R: intramedullary Pinning of Diaphyseal Fractures. J Bone Joint Surg.1946; 28(2): 309-331
3. Browner,BD.: The Science and Practice of intramedullary Nailing. 2nd Edition,USA:Williams & Wilkins, 1996
4. Stryker,HH.: A Broaching Tool to Facilitate intramedullary Nailing. J Bone Joint Surg.1952; 34-A(1): 230-231
5. Küntscher, G: intramedullary Surgical Technique and Its Place in Orthopaedic Surgery. J Bone Joint Surg.1965; 47-A (4): 809-818
6. Dagrenat D, Kempf I. Biomechanics of locked intramedullary fixation of fractures. In: Kempf I, Leung KS, eds. Practice of Intramedullary Locked Nails. Springer-Verlag Berlin 2002; 43–9
7. Thakur AJ. Elements of fracture fixation, 3rd edn. Elsevier Health Sciences, New Delhi, India 2015
8. Rosa N, Marta M, Vaz M, Tavares SMO, Simoes R, Magalhaes FD, et al. Intramedullary nailing biomechanics: evolution and challenges. Proc Inst Mech Eng H 2019; 233(3): 295–308. doi: 10.1177/0954411919827044
9. Born CT, Pidgeon T, Taglang G. 75 years of contemporary intramedullary nailing. J Orthop Trauma 2014; 28(Suppl 8): S1–S2. doi: 10.1097/BOT.0000000000000163
10. Gimeno MS, Albareda JA, Vernet JC, Gallego JF, Fernandez JJ, Inigo FS. Biomechanical study of the Grosse-Kempf femoral nail. Int Orthop (SICOT) 1997; 21: 115–8
11. Russell TA. Intramedullary nailing: evolutions of femoral intramedullary nailing: first to fourth generations. J Orthop Trauma 2011; 25(Suppl 3): 135–8. doi: 10.1097/BOT.0b013e318237b2eb
12. DeCoster T. A brief history of medullary nailing, New Mexico perspective. UNM Orthop Res J 2012; 1: 46-54

13. Brumback RJ, Uwagie-Ero S, Lakatos RP, Poka A, Bathon GH, Burgess AR, et al. Intramedullary nailing of femoral shaft fracture. Part II: Fracture healing with static interlocking fixations. J Bone Joint Surg Am 1988; 70(10): 1453–62. PMID: 3198669
14. Aktuğlu, K., Alpaydın,Ş., Önçağ, H., Özkayın, N., Muhacir H. : Femur cisim kırıklarında kilitlenebilir elastik demet çivileme. Acta Orthop Traumatol Turc.1999; 33: 1-6
15. Street, M.D.: The evolution of intramedullary nailing; the Science and Practice of Intramedullary Nailing, Browner, B.d (eds); 2nd ed., Williams&Wilkins 1996: 1-27
16. Routt, M.L.C. Jr.: Fractures of the femoral shaft. In Green N.E., Swintkowski M.F (eds): Skeletal Trauma in children. Vol 3. Philadelphia: W&B Saunders, pg: 345-368, 1994
17. Staheli, L.T.: Fractures of the shaft of the femur. In Rockwood C.A.,Wilkins K.E., King R.E (eds): Fractures in children. 3rd. ed. Philadelphia: J.B. Lippincott, pg: 1121- 1163,1991
18. Kuran, O.: Femur anatomisi; Sistematik anatomi, İstanbul, Filiz Kitabevi; pg:76-79; 1983
19. Ege, R: Femur cisim kırıkları, Travmatoloji Kırıklar ve Eklem Yaralanmaları; Ed: Rıdvan Ege; 5.baskı, 3. cilt, pg: 2363-2443; Kadioğlu Matbaası, Ankara, 1989
20. Netter, F.H.: Musculoskeletal System, The CIBA Collection of Medical Illustration,Vol:8, Part:1, CIBA Geigy Corporation pg: 76-97
21. Dere, F.: Anatomi, Adana, Aydoğdu Ofset, pg: 10-15; 1990
22. Star, Adam J., Bucholz Robert W.: Fractures of the shaft of the femur, Rockwood and Greens Fractures of Adults; Ed: James H. Beaty, M.D., James R. Kasser, M.D.; 5th. ed.,Vol. 2, Chapter 41, pg: 1686-1690; Lippincott Williams Wilkins 2001
23. Laing, P.G.: The blood supply of the femoral shaft: Anatomical study. J Bone Joint Surg Br.; Vol.:35, pg: 462-466; 1953
24. Gülşen, M.: Deformite düzeltimi prensipleri, İlizarov cerrahisi ve prensipleri kitabı Ed: M. Çakmak, M. Kocaoğlu. Doruk grafik matbaası, İstanbul, pg: 145-146; 1990

25. Paley, D.: Normal Lower Limb Alignment and Joint Orientation,: Principles of Deformity Correction: 1st. ed., Chapter 1, pg: 1-17; 2002
26. Paley, D.: Normal Lower Limb Alignment and Joint Orientation,: Principles of Deformity Correction: 1st. ed., Chapter 1, pg: 1-17; 2002
27. Güz, H.: Femur cisim kırıklarında plak-vida osteosentezi (Uzmanlık Tezi), İstanbul, 2002
28. Claiborne, A., Christian: General principles of fracture treatment; Campbell's Operative Orthopaedics; Terry Canale (eds), 9th. Ed., Vol.3, pg: 1993-2042; Mosby 1998
29. Thoresen, B.O., Alho, A., Ekeland, A., Stromose, K., Folleras, G., Haukebe, A.: Interlocking intramedullary nailing in femoral shaft fractures.; J Bone Joint Surg; 67- A: 1313-1320, 1985
30. Winquist, R.A., Hansen, S.T., Clawson, K.: Closed intramedullary nailing of femoral fractures, a report of five hundred and twenty cases.; J Bone Joint Surg 66A: 529-539, 1984
31. Taylor, J. C.: Fractures of lower extremity; In Campbell's Operative Orthopaedics; ed. Greenshaw, A H.;8 .ed. Vol 2; 723-1346; Missouri, Mosby-YearBook inc.; 1992
32. Vangness C., DeCampos, J.,Merritt, P. et al.: Meniscal injury associated with femoral shaft fractures: an arthroscopic evaluation of incidence. J Bone Joint Surg 75B: 207- 209; 1993
33. Lieurance, R., Benjamin, J.B., Rappaport, W.D.: Blood loss and transfusion in patients with isolated femur fractures. J Orthop Trauma; 6: 175-179; 1992
34. Charles, M., Court –Brown, M.D.: Femoral Diaphyseal Fractures; Skeletal Trauma Basic Science, Management and Reconstruction; Bruce D. Browner, M.D., F.A.C.S., Alan M. Levine, M.D., Jesse B. Jupiter, M.D., Peter G. Trafton, M.D., F.A.C.S.; 3rd Ed, Vol:2, pg: 1882-1888; Saunders 2003
35. Winquist, R.A., Hansen, S.T.: Comminuted fractures of the femoral shaft treated by intramedullary nailing.; Orthop Clin North Am; 11:633-648, 1980
36. Bucholz, R.W., Brumback, R.J.: Fractures of the shaft of the femur.; Rockwood and Green's Fractures in Adults, ed. Rockwood C. A. Jr.; Green, D.P.; Bucholz, R. N.; 5rd Ed, Vol. 2, pg: 1653-1723; J.B. Lippincott Company, 1991

37. Brumback, R.J., Uwagie-Ero, S., Lakatos, P.P., Poka, A., Bathon, G.H., Burgess, A.R.: Intramedullary nailing of femoral shaft fractures. Part II: Fracture healing with static interlocking fixation.; J. Bone Joint Surg.; 70A:1453-1462, 1988
38. Clawson, K., Smith, R., Hansen, S.; Closed intramedullary nailing of the femur. J Bone Joint Surg ; 53A: 681-692; 1971
39. Benirschke, S., Melder, I., Henley, MB. et al.; Closed interlocking nailing of femoral shaft fractures: Assesment of technical complications and functional outcomes by comparison of a prospective database with retrospective review.; J Orthop Trauma; 7: 118-122; 1993
40. Brumback, R.J., Reilly, J.P., Poka, A. et al.; Intramedullary nailing of femoral shaft fractures: part I. Decision-making errors with interlocking fixation. J Bone Joint Surg Am; 70: 1441-1452; 1988
41. Bechtold, J. E., Kyle, R. F., Peren, S. M.: Biomechanics of intramedullary nailing.; In the science and practice of intramedullary nailing; ed. Browner B.D; 2nd. ed. pg: 89- 101; Baltimore Williams & Wilkins, 1996
42. Russell, T.A., Taylor, J.C., LaVelle, D.G., Beals, N.,B., Brumfield, D.L., Durham, A.G.: Mechanical characterization of femoral interlocking intramedullary nailing systems. J. Orthop Trauma: 5: 332-340: 1991
43. Tencer, A.F., Sherman, M.C., Johnson, K.D.: Biomechanical factors affecting fracture stability and femoral bursting in closed intramedullary rod fixation of femur fractures. J. Biomech. Eng. 107:104-111. 1985
44. Johnson, K.D., Johnston, D.W.C., Parker, B.: Comminuted femoral shaft fractures: Treatment by roller traction, cerclage wires and an intramedullary nail, or an interlocking intramedullary nail.; J Bone Joint Surg; 66-A: 1222-1235, 1984
45. Surdo, V., Dalla, P.P.: Breakage of the Kuntscher nail in fractures of the femur after healing has occurred. Ital. J. Orthop Traumatol. 17:125-130. 1991
46. Johnson, K.D., Tencer. A.: Mechanics of intramedullary nails for femoral fractures. Unfallchirurg 93: 506-511, 1990
47. Miller, S.D., Burkart, B., Damson, E.. Shrive, N., Bray, R.C.: The effect of the entry hole for an intramedullary nail on the strength of the proximal femur: J. Bone Joint Surg. 75B: 202-206, 1993

48. Johnson, K.D., Tencer, A.F., Sherman, M.C.: Biomechanical factors affecting fracture stability and femoral bursting in closed intramedullary nailing of femoral shaft fractures, with illustrative case presentations. *J. Orthop. Trauma* 1: 1-11, 1987
49. Kyle, R.F., Schaffhausen, J.M., Bechtold, J.E.: Biomechanical characteristics of interlocking femoral nails in the treatment of complex femoral fractures. *Clin. Orthop.* 267:169-173, 1991
50. Bankston, A.B., Keating, E.M., Saha, S.: The biomechanical evaluation of intramedullary nails in distal femoral shaft fractures.: *Clin. Orthop.* 276:277-282, 1992
51. Court-Brown, C. M.; Browner, B.D.: Locked nailing of femoral fractures.; In the science and practice of intramedullary nailing.; ed. Browner, BD., 2nd. ed. pg: 161-182 Baltimore. William & Wilkins, 1996
52. Hajek, P.D., Bicknell, H.R., Bronson, W.E., Albright, J.A., Saha, S.: The use of compared with two distal screws in the treatment of femoral shaft fractures with interlocking intramedullary nailing.; *J Bone Joint Surg.*; 75A; 519-524, 1993
53. Christie, J., Court-Brown, C., Kinninmonth, A.W.G., Howie, C.R.: Intramedullary locking nails in the management of femoral shaft fractures.; *J. Bone Joint Surg.*; 70B: 206-210, 1988
54. Brumback, R.J., Ellison, T.S., Molligan, H., Molligan, D.J., Mahaffey, S., Schmidhauser, C.: Pudendal nerve palsy complicating intramedullary nailing of the femur. *J. Bone Joint Surg.* 74A: 1450-1455, 1992
55. Brumback, R.J., Wells, J.D., Lakatos, R., Poka, A., Bathon, G.H., Burgess, A.R.: Heterotopic ossification about the hip after intramedullary nailing for fractures of the femur.; *J. Bone Joint Surg.*; 72A:1067-1073, 1990
56. Kempf, I., Grosse, A., Beck, G.: Closed locked intramedullary nailing, its application to comminuted fractures of the femur.; *J Bone Joint Surg*; 67-A: 709-719, 1985
57. Levin, P.E., Schoen, R.W., Browner, B.D.: Radiation exposure to the surgeon during closed interlocking intramedullary nailing.; *J. Bone Joint Surg.* 69A:761-766, 1986
58. Sugarman, I.D., Adam, I., Bunker, T.D.: Radiation dosage during AO locking femoral nailing.; *Injury*; 19: 336-338, 1988

- 59.** Sanders, R., Koval, K.J., Dipasquale, T., Schmelling, G., Stenzler, S., Ross, E.: Exposure of the orthopaedic surgeon to radiation.: J. Bone Joint Surg. 75A: 326-330. 1993
- 60.** Wozasek, J.E., Neudeck, F., Obertacke, U., Redl, H., Schlag, G.: Intra- versus extra- medullary femoral fracture fixation in thoracic trauma.; Orthopaedic Trauma Association; Los Angeles, 1994
- 61.** A comparison between Asians and Caucasians in the dimensions of the femoral isthmus based on a 3D-CT analysis of 1189 adult femurs EUR J Trauma Emerg Surg . 2022 Jun;48(3):2379-2386. doi: 10.1007/s00068-021-01740-x
- 62.** DiSilvio Jr F, Foyil S, Schiffman B, Bernstein M, Summers H, Lack WD. Long Bone Union Accurately Predicted by Cortical Bridging within 4 Months. JB JS Open Access 2018; 3(4): e0012. doi: 10.2106/JBJS.OA.18.00012
- 63.** Ekegren CL, Edwards ER, de Steiger R, Gabbe BJ. Incidence, Costs and Predictors of Non-Union, Delayed Union and Mal-Union Following Long Bone Fracture. Int J Environ Res Public Health 2018; 15(12): 2845. doi: 10.3390/ijerph15122845
- 64.** Reichert ILH, Mc Carthy ID, Hughes SPF. The Acute Vascular Response to; Intramedullary Reaming. J. Bone Joint Surg 1995; 77(3): 490–3. PMID: 7744943
- 65.** DiSilvio Jr F, Foyil S, Schiffman B, Bernstein M, Summers H, Lack WD. Long Bone Union Accurately Predicted by Cortical Bridging within 4 Months. JB JS Open Access 2018; 3(4): e0012. doi: 10.2106/JBJS.OA.18.00012
- 66.** Güz, H.: Femur cisim kırıklarında plak-vida osteosentezi (Uzmanlık Tezi), İstanbul, 2002;36-42
- 67.** Thoresen, B.O., Alho, A., Ekeland, A., Stromose, K., Folleras, G., Haukebe, A.: Interlocking intramedullary nailing in femoral shaft fractures.; J Bone Joint Surg 1985; 67 A:1313-1320
- 68.** Beaty JH, Austin SM, Warner WC, Canale ST, Nichols L. Interlocking intramedullary nailing of femoral-shaft fractures in adolescents: preliminary results and complications. J Pediatr Orthop 1994;14:178-83.
- 69.** Ege, R: Femur cisim kırıkları, Travmatoloji Kırıklar ve Eklem Yaralanmaları; Ed: Rıdvan Ege Kadioğlu Matbaası, Ankara, 1989; 5.baskı, 3. Cilt;2363-2443

70. Taylor, J. C.: Fractures of lower extremity; In Campbell's Operative Orthopaedics; ed. Greenshaw, Missouri, Mosby-YearBook inc.; 1992 A H.;8 .ed. Vol 2; 723-1346
71. Winquist, R.A., Hansen, S.T., Clawson, K.: Closed intramedullary nailing of femoral fractures, a report of five hundred and twenty cases.; J Bone Joint Surg 1984;66A: 529- 539
72. Jaarsma R.L., Pakvis D.F.M., Verdonshot N., Biert J., Van Kampen A.: Rotational malalignment after intramedullary nailing of femoral fractures; J Orthop Trauma 2004; 18:403-409
73. Alho, A., Stremese, K., Ekeland, A.: Locked intramedullary nailing of femoral shaft fractures. J Trauma 1991; 31: 49-59
74. Wiss, D.A., Fleming, C.H., Mata, J.M., Clark, D.: Comminuted and rotationally unstable fractures of the femur treated with an interlocking nail.; Clin. Orthop 1986; 232:35-47 59
75. Akbaş, A., Kunt, M., Unsaldı, T., Bulut, O.: Erişkin femur cisim kırıklarının cerrahi tedavisi ve bu tedavide interlocking intramedüller çivilemenin yeri, Acta Orthop Traumatol Turc 1994;28, 161-167
76. Durakbasa O, Haklar U, Tuygun H, Turkmen M. Intramedullary nailing of adult femoral shaft fractures. Acta Orthop Traumatol Turc 2002;36:316-321.
77. Injury. 2018 Aug;49(8):1602-1606.doi: 10.1016/j.injury.2018.06.006.
78. Browner BD. Pitfalls, errors, and complications in the use of locking Kuntscher nails. Clin Orthop 1986;(212):192-208.
79. Kempf I, Grosse A, Abalo C. Locked intramedullary nailing. Its application to femoral and tibial axial, rotational, lengthening, and shortening osteotomies. Clin Orthop 1986;(212): 165-173.
80. Kessler SB, Hallfeldt KK, Perren SM, Schweiberer L. The effects of reaming and intramedullary nailing on fracture healing. Clin Orthop 1986;(212): 18-25.
81. Serin, E., Sarıkaya, M.: Erişkin femur cisim kırıklarının tedavisinde plakla osteosentez ve intramedüller Küntscher çivileme sistemlerinin karşılaştırması; Acta Orthop. Trauma Turc.1988; 32: 307-314
82. Bicimoglu A, Muratli HH, Yagmurlu MF, Tabak AY, Aktekin CN. The results of plate fixation with the use of biological fixation principles and minimally

invasive technique in femur fractures. [Article in Turkish] *Acta Orthop Traumatol Turc* 2002;36:129-135

83. Ruedi TP, Luscher JN. Results after internal fixation of comminuted fractures of the femoral shaft with DC plates. *Clin Orthop Relat Res* 1979;(138):74-76.

84. Chevalley F, Amsutz C, Bally A. Experimental study of external fixation of femoral fractures. Mechanical properties of different kinds of fixation. Clinical implications. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1992;78:423-9.[Abstract]

85. Murphy, C.P., D'Ambrosia, R.D., Dabezies, E.J., Acker, J.H., Shoji, H., Chuinard, R.G.: Complex femur fractures: Treatment with the Wagner external fixation device or the Grosse-Kempf interlocking nail.; *J. Trauma* 1988; 28:1553-1561

86. Wolinsky PR, McCarty E, Shyr Y, Johnson K. Reamed intramedullary nailing of the femur: 551 cases. *J Trauma* 1999; 46:392-399.

87. Butler MS, Brumback RJ, Ellison TS, Poka A, Bathon GH, Burgess AR. Interlocking intramedullary nailing for ipsilateral fractures of the femoral shaft and distal part of the femur. *J Bone Joint Surg [Am]* 1991;73:1492-1502.

88. Ege, R: Femur cisim kırıkları, *Travmatoloji Kırıklar ve Eklem Yaralanmaları*; Ed: Rıdvan Ege 1989; 5.baskı, 3. cilt, Kadioğlu Matbaası, Ankara; 2363-2443

89. Arazi, M., Yel, M., Oktar, M.N., Ogtin, T.C., Memik, R.: Erişkin femur cisim kırıklarının kilitli intrameduller çivileme ile tedavisi: (Distal kilitlemede kolay bir teknik).; *Acta Orthop Traumatol Turc* 1999;33: 126-130 60

90. Browner, B.D., Jupiter, J.B., Levine, A.M., Trafton, P.G.: Femoral shaft fractures.; *Skletal Trauma W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1998; Vol 2: 1927-2031*

91. Winquist, R.A., Hansen, S.T., Clawson, K.: Closed intramedullary nailing of femoral fractures, a report of five hundred and twenty cases.; *J Bone Joint Surg* 1984;66A: 529- 539

92. Charles MC, Bruce DB. Locked nailing of femoral fractures. In: Bruce DB, editor. *The science and practice of intramedullary nailing*. 2nd ed. Philadelphia: Williams & Wilkins; 1996;161-182.

93. Brumback RJ, Virkus WW. Intramedullary nailing of the femur: reamed versus nonreamed. *J Am Acad Orthop Surg* 2000;8:83-90.

- 94.** Kyle, R.F., Schaffhauser, J.M., Bechtold, J.E.: Biomechanical characteristics of interlocking femoral nails in the treatment of complex femoral fractures. *Clin. Orthop.*1991; 267:169-173
- 95.** Bhandari M, Guyatt GH, Tong D, Adili A, Shaughnessy SG. Reamed versus nonreamed intramedullary nailing of lower extremity long bone fractures: a systematic overview and meta-analysis. *J Orthop Trauma* 2000;14:2-9.
- 96.** Canadian Orthopaedic Trauma Society. Nonunion following intramedullary nailing of the femur with and without reaming. Results of a multicenter randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg [Am]* 2003;85-A:2093-2096.
- 97.** Clatworthy MG, Clark DI, Gray DH, Hardy AE. Reamed versus unreamed femoral nails. A randomised, prospective trial. *J Bone Joint Surg [Br]* 1998;80:485-489.
- 98.** Chapman, M.W.: The effect of reamed and nonreamed intramedullary nailing on fracture healing.; *Clin Orthop.*1988; 355: 230-238
- 99.** Wozasek, J.E., Neudeck, F., Obertacke, U., Redl, H., Schlag, G.: Intra- versus extramedullary femoral fracture fixation in thoracic trauma.; *Orthopaedic Trauma Association; Los Angeles* 1994;85-96
- 100.** Court-Brown, C. M.; Browner, B.D.: Locked nailing of femoral fractures.; In the science and practice of intramedullary nailing. Baltimore. William & Wilkins 1996; ed. Browner, BD., 2nd. Ed;161-182
- 101.** Jones, A. L.: Fractures of the femoral diaphysis, including the subtrochanteric region.; In *orthopaedic knowledge updated trauma* ed.; Levine. Itzsefont, American academy of orthopaedic Surgeons, 1996 AM; 121: 127-138
- 102.** Brumback, R.J., Ellison, T.S., Poka, A., Bathon, G.H., Burgess, A.R.: Intramedullary nailing of femoral shaft fractures. Part III: Long term effects of static interlocking fixation.; *J. Bone Joint Surg.*1992; 74A:106-112
- 103.** Brumback, R.J., Reilly, J.P., Poka, A. et al.; Intramedullary nailing of femoral shaft fractures: part I. Decision-making errors with interlocking fixation. *J Bone Joint Surg* 1988 Am; 70: 1441-1452
- 104.** Brumback, R.J., Uwagie-Ero, S., Lakatos, P.P., Poka, A., Bathon, G.H., Burgess, A.R.: Intramedullary nailing of femoral shaft fractures. Part II: Fracture healing with static interlocking fixation.; *J. Bone Joint Surg.*1988; 70A:1453-1462

- 105.** Thoresen, B.O., Alho, A., Ekeland, A., Stromose, K., Folleras, G., Haukebe, A.: Interlocking intramedullary nailing in femoral shaft fractures.; J Bone Joint Surg 1985; 67-A:1313-1320
- 106.** Wiss, D.A; Brian, W.: Interlocked nailing for treatment of segmental fractures of the femur; J. Bone and Joint Surg.1990; 72-A: 724-728
- 107.** Grover,J., Wiss,DA.: A Prospective Study of Fractures of The Femoral Shaft Treated with A Static, intramedullary, Interlocking Nail Comparing One versus Two Distal Screws. Orthop ClinNorth 1995;Am. 26 (1): 139-146
- 108.** Hajek, P.D., Bicknell, H.R., Bronson, W.E., Albright, J.A., Saha, S.: The use of compared with two distal screws in the treatment of femoral shaft fractures with interlocking intramedullary nailing.; J Bone Joint Surg.1993; 75A; 519-524
- 109.** Solak, A.Ş., Aydın, E., Boysan, E., Kamiloğlu, S., Adabağ, C.: Femur cisim kırıklarının kilitli intramedüller çivi ile tedavisinde tek distal vida kullanımının sonuçları.; Acta Orthop Traumatologica Turc.1998;32: 37-39
- 110.** Fuchs,M., Schmid, A, Eiteljörge, T., Modler, M., Stürmer, KM.: Exposure of the Surgeon to Radiation during Surgery. International Orthopaedics (SICOT).1998; 22: 153-156
- 111.** Kempf, I., Grosse, A., Beck, G.: Closed locked intramedullary nailing, its application to comminuted fractures of the femur.; J Bone Joint Surg 1985; 67-A: 709-719
- 112.** Levin, P.E., Schoen, R.W., Browner, B.D.: Radiation exposure to the surgeon during closed interlocking intramedullary nailing.; J. Bone Joint Surg. 1986;69A:761-766
- 113.** Sugarman, I.D., Adam, I., Bunker, T.D.: Radiation dosage during AO locking femoral nailing.; Injury 1988; 19: 336-338
- 114.** Sanders, R., Koval, K.J., Dipasquale, T., Schmelling, G., Stenzler, S., Ross, E.: Exposure of the orthopaedic surgeon to radiation.: J. Bone Joint Surg.1993; 75A: 326- 330
- 115.** Hoaglund FT, States JD. Factors influencing the rate of healing in tibial shaft fractures. Surg Gynecol Obstet 1967; 124(1): 71-6. PMID: 6015797.

- 116.** Tay WH, de Steiger R, Richardson M, Gruen R, Balogh ZJ. Health outcomes of delayed union and nonunion of femoral and tibial shaft fractures. *Injury* 2014; 45(10): 1653-8. PMID: 25062602
- 117.** Kraft CN, Diedrich O, Burian B, Schmitt O, Wimmer MA. Microvascular response of striated muscle to metal debris. A comparative in vivo study with titanium and stainless steel. *J Bone Joint Surg Br* 2003; 85(1): 133-41. doi: 10.1302/0301-620x.85b1.12749
- 118.** Gullihorn L, Karpman R, Lippiello L. Differential effects of nicotine and smoke condensate on bone cell metabolic activity. *J Orthop Trauma* 2005; 19(1): 17-22. doi: 10.1097/00005131-200501000-00004
- 119.** Skott M, Andreassen TT, Ulrich-Vinther M, Chen X, Keyler DE, LeSage MG, et al. Tobacco extract but not nicotine impairs the mechanical strength of fracture healing in rats. *J Orthop Res* 2006; 24(7): 1472-9. doi: 10.1002/jor.20187
- 120.** Raikin SM, Landsman JC, Alexander VA, Froimson MI, Plaxton NA. Effect of nicotine on the rate and strength of long bone fracture healing. *Clin Orthop* 1998; 353: 231-7. doi: 10.1097/00003086-199808000-00027
- 121.** Kyrö A, Usenius JP, Aarnio M, Kunnamo I, Avikainen V. Are smokers a risk group for delayed healing of tibial shaft fractures? *Ann Chir Gynaecol* 1993; 82(4): 254-62. PMID: 8122874
- 122.** Castillo RC, Bosse MJ, MacKenzie EJ, Patterson BM, LEAP Study Group. Impact of smoking on fracture healing and risk of complications in limb-threatening open tibia fractures. *J Orthop Trauma* 2005; 19(3): 151-7. doi: 10.1097/00005131-200503000-00001
- 123.** de Azevedo Filho FAS, Cotias RB, Azi ML, de Almeida Teixeira AA. Reliability of the radiographic union scale in tibial fractures (RUST). *Rev Bras Ortop* 2017; 52(1): 35-9. doi: 10.1016/j.rboe.2016.05.006
- 124.** Laigle M, Rony L, Pinet R, Lancigu R, Steiger V, Hubert L. Intramedullary nailing for adult open tibial shaft fracture. An 85-case series. *Orthop Traumatol Surg Res* 2019; 105(5): 1021-4. doi: 10.1016/j.otsr.2019.04.020
- 125.** Helttula I, Karanko M, Gullichsen E. Central hemodynamics during reamed intramedullary nailing of unilateral tibial fractures. *J Trauma* 2000; 48(4): 704– 10. doi: 10.1097/00005373-200004000-00019

- 126.** Wysocki RW, Kapotas JS, Virkus WW. Intramedullary nailing of proximal and distal one-third tibial shaft fractures with intraoperative two-pin external fixation. *J Trauma* 2009; 66(4): 1135–9. doi: 10.1097/TA.0b013e3181724754
- 127.** Chakkalakal DA. Alcohol-induced bone loss and deficient bone repair. *Alcohol Clin Exp Res* 2005; 29(12): 2077-90. doi: 10.1097/01.alc.0000192039.21305.55
- 128.** Perrien DS, Wahl EC, Hogue WR, Feige U, Aronson J, Ronis MJJ, et al. IL-1 and TNF antagonists prevent inhibition of fracture healing by ethanol in rats. *Toxicol Sci* 2004; 82(2): 656-60. doi: 10.1093/toxsci/kfi002
- 129.** Cozen L. Does diabetes delay fracture healing? *Clin Orthop* 1972; 82: 134-40. PMID: 5011018
- 130.** Loder RT. The influence of diabetes mellitus on the healing of closed fractures. *Clin Orthop* 1988; 232: 210-6. PMID: 3289812 133
- 131.** Gandhi A, Doumas C, O'Connor JP, Parsons JR, Lin SS. The effects of local platelet rich plasma delivery on diabetic fracture healing. *Bone* 2006; 38(4): 540-6. doi: 10.1016/j.bone.2005.10.019
- 132.** Follak N, Klötting L, Wolfe E, Merk H. Delayed remodeling in the early period of fracture healing in spontaneously diabetic BB/OK rats depending on the diabetic metabolic state. *Histol Histopathol* 2004; 19(2): 473-86. doi: 10.14670/HH-19.473
- 133.** Macey LR, Kana SM, Jingushi S, Terek RM, Borretos J, Bolander ME. Defects of early fracture-healing in experimental diabetes. *J Bone Joint Surg Am* 1989; 71(5): 722-33. PMID: 2659600
- 134.** Funk JR, Hale JE, Carmines D, Gooch HL, Hurwitz SR. Biomechanical evaluation of early fracture healing in normal and diabetic rats. *J Orthop Res* 2000; 18(1): 126-32. doi: 10.1002/jor.1100180118
- 135.** Gooch HL, Hale JE, Fujioka H, Balian G, Hurwitz SR. Alterations of cartilage and collagen expression during fracture healing in experimental diabetes. *Connect Tissue Res* 2000; 41(2): 81-91. doi: 10.3109/03008200009067660
- 136.** Ding L, He Z, Xiao H, Chai L, Xue F. Factors affecting incidence of aseptic nonunion after surgical fixation of humeral diaphyseal fracture. *J Orthop Sci* 2014; 19(6): 973–7. doi: 10.1007/s00776-014-0640-1

- 137.** Jakob CT, Spencer M, Jennifer LT, Naohiro S, Yolanda MM, Daniel CJ. Effect of Obesity on Bone Healing After Foot and Ankle Long Bone Fractures J Foot Ankle Surg Mar-Apr 2017; 56(2): 258-262. doi: 10.1053/j.jfas.2016.11.010
- 138.** Findakli F, Busse JW, Schemitsch EH, Lonn E, Farrokhyar F, Bhandari M, the TRUST Investigators Smoking, Obesity, and Disability Benefits or Litigation Are Not Associated with Clinically Important Reductions in Physical Functioning After Intramedullary Nailing of Tibial Shaft Fractures: A Retrospective Cohort Study. Clin Orthop Relat Res 2021; 479(4): 805-13. doi: 10.1097/CORR.0000000000001573
- 139.** Fong K, Truong V, Foote CJ, Petrisor B, Williams D, Ristevski B, et al. Predictors of nonunion and reoperation in patients with fractures of the tibia: an observational study. BMC musculoskeletal disorders. 2013; 14: 103. doi: 10.1186/1471-2474-14-103
- 140.** Marsh JL, Nepola JV, Wuest TK, Osteen D, Cox K, Oppenheim W. Unilateral external fixation until healing with the dynamic axial fixator for severe open tibial fractures. J Orthop Trauma 1991; 5(3): 341–8. doi: 10.1097/00005131-199109000-00014
- 141.** Tabatabai S, Hosseini E. Treatment of open tibial fractures: converting or continuing external fixation. Iran J Med Sci 2008; 33: 1.
- 142.** Whitelaw G.P., Wetzler M., Nelson A., Segal D., Fletcher J., Hadley N., Sawka M.: Ender Rods Versus External Fixation in the Treatment of Open Tibial Fractures. Clin. Orthop. 350: 90-96 1998.
- 143.** Siebenrock KA, Schillig B, Jacob RP. Treatment of Complex Tibial Fractures. Arguments for early secondary intramedullary nailing. Clin Orthop Relat Res 1993; 290: 269-74. PMID: 8472458
- 144.** Rommens P, Gielen J, Bross P, Gruwez J. Intrinsic problems with the external fixation device of Hoffman-Vidal-Andrey: A critical evaluation of 117 patients with complex tibial shaft fractures. J Trauma 1989; 29(5): 630-8. doi: 10.1097/00005373-198905000-00018
- 145.** Morandi M, Zembo M. The Ilizarov compression-distraction osteosynthesis. A method for infected pseudoarthrosis and segmental bone defects. In: D'Ambrosio

RD, Mourier RL (Editors). Orthopaedic Infections. 1st Ed. New Jersey: Slack Inc., 1989; 163–90.

146. McKee MD, Yoo DJ, Zdero R, Dupere M, Wild L, Schemitsch EH, et al. Combined single-stage osseous and soft tissue reconstruction of the tibia with the Ilizarov method and tissue transfer. *J Orthop Trauma* 2008; 22(3): 183–9. doi: 10.1097/BOT.0b013e3181678a64

147. Metsemakers, W.-J., Roels, N., Belmans, A., Reynders, P., & Nijs, S. (2015). Risk factors for nonunion after intramedullary nailing of femoral shaft fractures: Remaining controversies. *Injury*, 46(8), 1601-1607. doi:10.1016/j.injury.2015.05.007

148. Copuroglu, C., Calori, G. M., & Giannoudis, P. V. (2013). Fracture non-union: Who is at risk? *Injury*, 44(11), 1379–1382. doi:10.1016/j.injury.2013.08.003

149. Wu, K.-J., Li, S.-H., Yeh, K.-T., Chen, I.-H., Lee, R.-P., Yu, T.-C., ... Wu, W.-T. (2019). The risk factors of nonunion after intramedullary nailing fixation of femur shaft fracture in middle age patients. *Medicine*, 98(29), e16559. doi:10.1097/md.00000000000016559

150. *Injury* 2023 Jul;54(7):110822. doi: 10.1016/j.injury.2023.05.053. Epub 2023 May 16

151. *J Clin Med* 2022 Jun 24;11(13):3664. doi: 10.3390/jcm11133664.

152. *Orthop Surg* 2022 Sep;14(9):2132-2140. doi: 10.1111/os.13410. Epub 2022 Aug 5.

153. Ekegren, C., Edwards, E., de Steiger, R., & Gabbe, B. (2018). Incidence, Costs and Predictors of Non-Union, Delayed Union and Mal-Union Following Long Bone Fracture. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 2845. doi:10.3390/ijerph15122845