

T. C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

İNTRAMEDULLER ÇİVİLEME YÖNTEMİ İLE OPERE
EDİLEN TİBİA CİSİM KIRIKLI HASTALARIN TAKİBİNDE
KULLANILAN RADYOGRAFİK KAYNAMA SKORLAMA
SİSTEMİNİN GÜVENİLİRLİĞİNİN HASTA KLİNİĞİ İLE
DOĞRULANMASI

UZMANLIK TEZİ
Dr. Erman ÇEKİÇ

İZMİR
2010

T. C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

**İNTRAMEDULLER ÇİVİLEME YÖNTEMİ İLE OPERE
EDİLEN TİBİA CİSİM KIRIKLI HASTALARIN TAKİBİNDE
KULLANILAN RADYOGRAFİK KAYNAMA SKORLAMA
SİSTEMİNİN GÜVENİLİRLİĞİNİN HASTA KLİNİĞİ İLE
DOĞRULANMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Erman ÇEKİÇ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Emin ALICI

İZMİR

2010

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince değerli katkılarıyla bana yön veren, her türlü yardım ve hoşgörüsünü esirgemeyen; başta Ortopedi ve Travmatoloji AD Başkanı sayın Prof. Dr. Emin Alıcı olmak üzere, Ortopedi ve Travmatoloji AD’da öğretim üyesi olan tüm hocalarıma ve tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Tüm eğitim hayatım boyunca hep bana destek olan aileme, asistanlık dönemim sırasında tüm sevinçlerim ve dertlerime ortak olan biricik aşkıma ve varlığıyla tüm hayatımın akışını değiştiren bir tanecik oğluma teşekkür ederim.

Asistanlık dönemimde beraber çalıştığım tüm ameliyathane hemşireleri ve personeli, servis hemşireleri ve servis personeline yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİLLER.....	v
TABLolar.....	vii
ÖZET.....	1
ABSTRACT.....	2
GİRİŞ VE AMAÇ.....	3
GENEL BİLGİLER.....	5
4.1 Tarihçe.....	5
4.2 Anatomi.....	6
4.2.1 Tibia Anatomisi.....	6
4.2.2 Fibula Anatomisi.....	10
4.2.3 Bacağın Kasları.....	10
4.2.4 Bacağın Kompartmanları.....	16
4.2.5 Bacağın Kanlanması.....	17
4.2.6 Bacağın İnnervasyonu.....	19
4.3 Tibia Cisim Kırıkları.....	24
4.3.1 Kırığın Etyolojisi.....	24
4.3.2 Kırığın Tanımlaması.....	27
4.3.3 Klinik Belirti ve Bulgular.....	28
4.3.4 Radyolojik Değerlendirme.....	30
4.3.5 Kırık Sınıflandırması.....	30
4.3.6 Kırık İyileşmesi.....	33

4.4 Tedavi Yöntemleri.....	42
4.4.1 Konservatif Tedavi Yöntemleri.....	42
4.4.1.1 Kapalı Redüksiyon ve Alçılama.....	42
4.4.1.2 İnkorpore Alçılama.....	43
4.4.1.3 İskelet Traksiyonu.....	43
4.4.1.4 Fonksiyonel Breys.....	44
4.4.2 Cerrahi Tedavi Yöntemleri.....	44
4.4.2.1 Eksternal Fiksatorle Tedavi.....	44
4.4.2.2 Açık Redüksiyon ve İnternal Tesbit.....	45
4.4.2.2.1 Minimal internal fiksasyon.....	45
4.4.2.2.2 Plak- Vida ile İnternal Fiksasyon.....	45
4.4.2.2.3 İntrameduller Çivileme.....	46
4.4.2.2.3.1 İntrameduller Çivileme Yöntemleri.....	46
4.5 Komplikasyonlar.....	51
4.5.1 Bölgesel Komplikasyonlar.....	51
4.5.2 Sistemik Komplikasyonlar.....	54
GEREÇ VE YÖNTEM.....	55
BULGULAR.....	64
TARTIŞMA.....	79
KAYNAKLAR.....	87

ŞEKİLLER

Sayfa

1. Şekil-4.1. Tibia ve Fibulanın ön ve arkadan görünüşü.....	8
2. Şekil- 4.2. Tibia proksimalinin üstten görünüşü.....	9
3. Şekil- 4.3. Tibia ve Fibula distalinin alttan görünüşü.....	9
4. Şekil-4.4. Crurisin ön ve arka planda yüzeyel kasları.....	12
5. Şekil-4.5. Crurisin medial ve lateral planda yüzeyel kasları.....	13
6. Şekil-4.6. Crurisin anterlateral ve ön yüzde derin kasları.....	14
7. Şekil-4.7. Crurisin derin posterior kaslarının görüntüsü.....	15
8. Şekil-4.8. Crurisin transvers kesiti ve kompartmanlar.....	20
9. Şekil-4.9. Crurisin anterior damarlanması.....	21
10. Şekil-4.10. Crurisin posterior damarlanması.....	22
11. Şekil-4.11. Crurisin venöz dolaşımı.....	23
12. Şekil-4.12. Yük deformasyon eğrisi	26
13. Şekil-4.13. Tsherne sınıflaması.	32
14. Şekil-4.14. Kırık tamir dönemleri.....	38
15. Şekil-5.1. Tibia kırıkları için radyografik kaynama skorlama sisteminin puanlaması.....	58
16. Şekil-6.1. Hastaların cinsiyet dağılım.....	64
17. Şekil-6.2. Hastaların kırık taraf dağılımı.....	65
18. Şekil-6.3. Kaza nedenlerinin yüzdelik dağılımı.....	66
19. Şekil-6.4. Ek yaralanmalar.....	67
20. Şekil-6.5. Kırık yeri ve kırık taraf karşılaştırmalı tablosu.....	68
21. Şekil-6.6. Postoperatif görülen komplikasyonlar.....	68
22. Şekil-6.7. Kırıkların AO sınıflamasına göre dağılımı.....	69

23. Şekil-6.8. Gustilo- Anderson sınıflmasına göre kırık tiplerinin dağılımı.....	69
24. Şekil-6.9. Rust skorunun dağılımı.....	70
25. Şekil-6.10. Karlstrom-Olerud puanlarının dağılımı.....	71
26. Şekil-6.11. SF-36 Fiziksel fonksiyon skoru dağılımı.....	72
27. Şekil-6.12. SF-36 Ağrı skoru dağılımı.....	72
28. Şekil-6.13.RUST skoru ile Karlstrom-Olerudpuanı karşılaştırmalı grafiği.....	73
29. Şekil-6.14. RUST skorlamasının VAS aktivite skoru ile karşılaştırmalı grafiği.....	76
30. Şekil-6.15. RUST skorlamasının SF-36 fiziksel fonksiyon skoru ile karşılaştırmalı grafiği.....	76
31. Şekil-6.16. RUST skorlamasının SF-36 ağrı skoru ile karşılaştırmalı grafiği.....	77
32. Şekil-6.17. Karlstrom-Olerud puanı ile SF-36 fiziksel fonksiyon skorunun karşılaştırmalı grafiği.....	77
33. Şekil-6.18. VAS istirahat ağrı skoru ile SF-36 ağrı skorunun karşılaştırmalı grafiği.....	78
34. Şekil-6.19. VAS aktivite ağrı skoru ile SF-36 ağrı skorunun karşılaştırmalı grafiği.....	78

TABLÖLAR

Sayfa

1. Tablo-4.1. Kompartmanlar ve barındırdıkları sinirlerin fonksiyonları.....	29
2. Tablo-4.2. Tibia cisim kırıklarında AO/ASIF sınıflama kriterleri tablosu.....	35
3. Tablo-4.3. Tibia cisim kırıklarında AO/ASIF sınıflaması görsel tablosu.....	36
4. Tablo-5.1. Karlstrom-Olerud'un fonksiyonel değerlendirme ölçütleri.....	55
5. Tablo-5.2. Tibia kırıkları için radyografik kaynama skora tablosu.....	57
6. Tablo-6.1. Tüm parametrelerin birbirleriyle çapraz istatistikleri sonrası değerleri.....	75

1. ÖZET

Çalışmanın amacı, 2010 yılında hipotezi ortaya atılan ‘Tibia Kırıklarında Radyolojik Kaynama Skorlama Sistemi’ nin (RUST) klinik olarak doğrulanmasıdır.

Bu amaçla Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji AD’da 2005- 2010 yılları arasında, tibia cisim kırığı sonrası intrameduller çivileme yapılmış hastalar çalışmaya alındı. Toplam olarak 41 hasta belirlendi. Bu hastalar kontrollere çağrılarak muayeneleri yapıldı ve Karlstrom- Olerud fiziksel fonksiyon tablosuna göre değerlendirildi. Hastalara yapılan anket sonuçlarına göre VAS istirahat, VAS aktivite, SF-36 fiziksel fonksiyon ve SF-36 ağrı skorları elde edildi. Son olarak hastaların radyografileri değerlendirildi ve RUST skorlama sistemine göre puanlaması yapıldı. Elde edilen veriler birbirleriyle karşılaştırıldı.

Sonuç olarak Radyolojik Kaynama Skorlama Sistemi, hastaların fiziksel fonksiyon ve ağrı skorlarıyla karşılaştırıldığında p değeri açısından anlamlı bulundu. Daha doğru bir anlatımla, hastalarda fiziksel olarak kaynama bulgularının iyi olduğu durumlarda RUST skoru da genel olarak yüksek puan aralıklarında bulundu. Ayrıca diğer parametrelerin birbirleriyle olan karşılaştırmaları da anlamlı bulundu.

Bu bilgiler ışığında, Radyolojik Kaynama Skorlama Sistemi’nin daha geniş araştırmalar yapılması dahilinde, gelecekte kullanılabilir olduğu, en azından yeni oluşturulabilecek sınıflama sistemleri için kaynak olarak kullanılabileceği görüşü hakim olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tibia cisim kırığı, intrameduller çivileme, kaynama bulguları

2. ABSTRACT

The goal of this study is the confirmation of “Radiologic Union Score System for Tibial Fractures” with a clinical study.

For this purpose, the patients who are had an intramedullary nailing operation after tibial fractures, at The Orthopaedics and Traumatology Department of Dokuz Eylül University Medicine Faculty in between 2005 -2010 years, determined and added to this study. In total 41 patients were determined. These patients called to the hospital and examined from us. After examination, each patient took a Karlstrom-Olerud physical function value. And after answering questionnaire, each patient took a VAS resting value, a VAS activating value, a SF-36 pyhsical function value and a SF-36 pain value. At last we assessed all radiologic x-rays and gave a RUST score for each x-rays. All these scores compared with one another.

As a result, after comparing with other parameters, the Radiologic Union Score System found significant in terms of p value. In other words, when the pysical conditions and pain scores were good for union, the RUST score also was good. Besides after comparing all of other parameters, all results were significant.

Therefore we think that, the Radiographic Union Score System will can use for classification of radiologic union for fractures or this system will can be a source for new classifications in the future. But other wide studies have to do, to accept this system as a classification for fractures.

Key words: tibia shaft fractures, intramedullary nailing, union findings

3. GİRİŞ VE AMAÇ

Tibia cisim kırığı, uzun kemik kırıkları içerisinde en sık görülen kırıklardandır. Hekimliğin en eski devirlerinden günümüze kadar, çok çeşitli tedavi yöntemleri denenmiş fakat yinede bu kırıklar için tedavi yöntemleri arasında kesin bir fikir birliğine varılamamıştır. Günümüzde iş kazaları, trafik kazaları, ateşli silah yaralanmaları başta olmak üzere büyük kemik bölgeleri daha fazla yüksek enerjili travmalara maruz kalmakta, insanların gelişen dünyaya ayak uydurmak için başlarına gelebilecek bu gibi durumlardan en kısa sürede sıyrılarak, çalışma hayatlarına en kısa sürede dönmeleri gerekmektedir. Bu nedenle bu kırıkların tedavi seçenekleri ve yöntemleri sürekli gelişmektedir. (1, 2, 3).

Tibia; bacağın yük taşıyan temel kemiğidir ve anatomik yerleşiminden dolayı travmalara fazlasıyla maruz kalmaktadır. Özellikle ön ve iç yüzü yumuşak doku desteğinden zayıf olduğu için savunmasızdır ve travmalara fazlasıyla maruz kalır. Hatalı kaynama sonucu görülen deformiteler, kısalık, diz ve ayak bileği ekleminde oluşan artroz ve diğer komplikasyonlar, tibia kırıklarının önemini artırmaktadır.

Kırık ekstremitenin mümkün olduğunca anatomik redüksiyonunu sağlamak, tedavi boyunca bu redüksiyonu korumak ve ekstremitenin ve dolayısıyla hastanın zamanında fonksiyonlarını yapabilecek hale gelmesini sağlamak, kırık tedavisindeki temel amaçlardandır. Tedavi yöntemi; kırığın yapısı, kemiğin mekanik özellikleri, hastanın genel durumu, hastanın yaşı ve bacağın cilt, cilt altı, kas, nörolojik ve vasküler yapılarından oluşan yumuşak dokuların durumu göz önüne alınarak belirlenmelidir. Tedaviyi üstlenen hekimin bu teknikleri uygulayabilecek kapasiteye ve tecrübeye sahip olması gerekir. Tibia cisim kırıklarının tedavi seçenekleri içinde alçı veya fonksiyonel breyslerden, plak ve vidalar veya intrameduller çivilerle, açık redüksiyon ve internal fiksasyon ile eksternal fiksasyon tekniklerine kadar çeşitli seçenekler söz konusudur. (1, 2, 3).

Tibia kırıkları sonrası uygulanan tedavi stratejilerinde ve hastaların postoperatif takiplerinde son yıllarında ciddi gelişmeler olmasına rağmen radyolojik tetkikleri kullanarak, geç kaynama veya kaynamama durumlarının saptanmasında halen tartışmalar sürmektedir. Tibia kırıkları sonrası intrameduller çivileme yöntemi ile tedavi edilen hastalarda kaynamama oranları %5 ile %33 arasında değişmektedir.

Hastalarda kaynamayı saptamak için seri klinik muayeneler ve radyolojik tetkikler yapılmaktadır. Her ne kadar kırık iyileşmesini gösteren birçok gösterge olsa da (yürürken ağrı olması, kırık hattındaki palpasyon vb.) kırık kaynamasını radyolojik olarak gösteren ve kabullenmiş evrensel bir skorlama sistemi henüz bulunmamaktadır. Yapılan klinik çalışmalarda kırık iyileşmesi, çekilen x-ray filmlerde kallus formasyonu veya kırık hattındaki boşluğun kaybolması gibi nonspesifik yöntemlerle gösterilemeye çalışılmıştır. Birçok yazar izlemler sırasında ardışık iki x-ray görüntüsünde kallus köprüsünün görülmesini radyolojik olarak kırık kaynaması için yeterli olduğunu belirtmiştir. Hammer ve arkadaşları, Tower ve arkadaşları ve Lane ve arkadaşlarının çeşitli zamanlarda hazırladıkları skorlama sistemleri birbirlerine benzer nitelikte olup, kırık hattında kallus görülmesi, kallus köprüsünün görülmesi ve kırık hattının görünür olup olmamasına bağlı olarak kırık kaynamasını göstermeye çalışmışlardır. Fakat bu skorlama sistemleri yıllar içerisinde eksiklikleri nedeniyle birçok cerrah arasında tartışmalara yol açmış ve görüş birliğine varılamamıştır. 1985 yılında Panjabi ve arkadaşları kırık kaynamasının en önemli göstergesi olarak kırık hattındaki kortikal devamlılığın olduğunu söylemiş ve bu görüş genel kabul görmüştür. Bunun üzerine tartışmalı olan diğer sınıflamaların kullanılabilirliği iyice azalmıştır. Bu nedenle 2010 yılında Bhandari ve arkadaşlarının hipotezini ortaya attıkları radyolojik kaynama skorlama sisteminin ortopedistler arasında güvenilirlik çalışması yapılmıştır. Genel olarak kullanım kolaylığı ve görüş birliği saptanmış olmasına rağmen bu skorlama sisteminin hastaların kliniği ile korrelasyonunu gösteren bir çalışma henüz yapılmamıştır. Bu yüzden klinik güvenilirliği kanıtlanmamıştır.

Çalışmamızda kliniğimizde 2005- 2010 yılları arasında tibia cisim kırığı sonrası intrameduller çivileme yapılan 41 hastanın klinik muayeneleri ve genel sağlık durumlarıyla bu skorlama sistemini karşılaştırılarak klinik olarak kullanılabilirliğini göstermek istedik. Çalışmanın sonunda, radyografik kaynama skorlama sisteminin hem radyolojik hem de klinik olarak güvenilir olup olmadığı ve bu sistemin rutin kullanıma girip girmeyeceği yönünde yol gösterici olacaktır. Gelecekte bu sistemin evrenselleşmesi ve diğer kırık bölgeleri içinde kullanılabilecek bir skorlama sisteminin temellerini atmada bu çalışmalar ana kaynak olarak gösterilebilecektir.

4. GENEL BİLGİLER

4.1 Tarihçe

Tibia cisim kırıklarının tedavileri ve takipleri konusunda, son 60 yılda oldukça fazla ilerleme kaydedilmiştir. Speed' in 1928' de yayınlanan 'Textbook of Fracture's and Dislocations' adlı kitabında 54 tibia kırıklı hastanın sonuçları yayınlamıştır (4, 5).

1938'de yayınlanan Wilson'un Textbook' unda, o zamanlar çok kullanılan iskelet traksiyonu ile tibiada %20 kaynamama oranı bildirilmektedir. Johner ise 1938' de yayınlanan makalesinde, 291 hastanın sadece %9' unda geç iyileşme ve 3 vakada kaynamama rapor etmiştir (5, 6).

1950'li yıllardan önce tibia kırıklarının tedavisinde konservatif tedavi yöntemleri daha çok tercih edilirken, bu yıllardan sonra cerrahi tedavinin ağırlık kazandığını görmekteyiz. Daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda, cerrahi tedavi sonuçlarında ciddi komplikasyonların görülmesi ve konservatif tedavi yöntemleri ile tedavi edilen hastaların yüksek başarı yüzdesi, tekrar konservatif tedavi yöntemlerine dönülmesine neden olmuştur. Fakat henüz ideal tedavinin bulunmadığı, yeni arayışların olduğu günümüzde 'intrameduller çivileme' ile cerrahi tedavinin ağırlık kazandığını görmekteyiz (7).

İnternal fiksasyon metodlarının gelişmesi ile ilk önceleri kabul edilen tam anatomik redüksiyon ve rijit fiksasyonun yerini, artık günümüzde biyolojik fiksasyon almıştır (7, 8, 9).

G. A. İlizarov' un geliştirdiği 'Distraksiyon Histogenezi Yöntemi ve Eksternal Fiksator' yöntemi ile en güç kırıkların, kaynama problemlerinin ve deformitelerin başarıyla tedavi edilebildiği görülmüştür. Bu nedenle de eksternal fiksatörler, açık kırık tedavisinde uzun yıllar ilk tercih edilen tedavi yöntemi olmuşlardır (10, 11, 12).

Kırık tedavisinde intrameduller çivileme yöntemlerinin daha iyi tanınması ve iyi sonuçlarının alınmasıyla, diğer tedavi yöntemlerinin kullanımı sınırlanmıştır. Sonuç olarak intrameduller çivileme yöntemi tedavi seçenekleri arasında yüzyılın en büyük gelişmelerinden biri olarak kabul edilmektedir (6, 7, 8, 13).

4.2 Anatomi

4.2.1 Tibia anatomisi

Bacak iskeleti; tibia ve fibula isimli iki uzun kemikten oluşur. Tibia kruris bölgesinin temel kemiğidir ve lateralinde fibula ile komşudur. İnsan vücudunun femurdan sonra en uzun ve en sağlam kemiğidir. Tibia cismi kesitinde üçgen şeklinde olup, uçlarda genişlemektedir (14, 15, 16, 17).

Tibia üst ucu özellikle transvers ekseninde genişlemiştir. Bu bölge femur alt ucundan aktarılan yük için dayanak noktası oluşturur. Medial ve lateral kondiller ile tibial tüberositi içerir. Kondiller arkaya doğru uzanır ve cisim üst ucu, posterior yüzeyden arkaya doğru bir miktar taşar. Aralarında interkondiler bölge bulunur (Şekil-4.1) (14, 15, 16, 17).

Medial kondil laterale göre daha büyük olup, lateral kondil kadar dışarı taşmaz. Medial kondilin yüzeyi konkavdır. Lateral kenarında konkavite artar ve medial interkondiler bölgeyi oluşturur (Şekil- 4.2) (14, 15, 16, 17).

Lateral kondil tibia cisminde posterolateral bölümde dışarıya taşar. Üst ucu, femur lateral kondili için bir eklem yüzeyi ile kaplıdır. Alt ucunda fibula üst ucuyla eklemleşen bir eklem yüzeyi taşır. Eklem kıkırdağının medial kenarı yukarı doğru uzanarak lateral interkondiler tüberkülü kaplar. Lateral kondilin anterolateralinde, iliotibial bandın yapışma yeri yakınında ‘Gerdy Tüberkülü’ bulunur (Şekil- 4.2) (14, 15, 16, 17).

İnterkondiler bölge, iki kondilin eklem yüzeyleri ve tibia üst yüzeyinde arasında bulunur. En dar bölümü olan ortası yükselerek, interkondiler eminensiyayı oluşturur. Eminensiyanın lateral ve medial bölümleri hafifçe yukarıya uzar ve lateral ve medial interkondiler tüberkülleri, oluşturur (Şekil- 4.2) (14, 15, 16, 17).

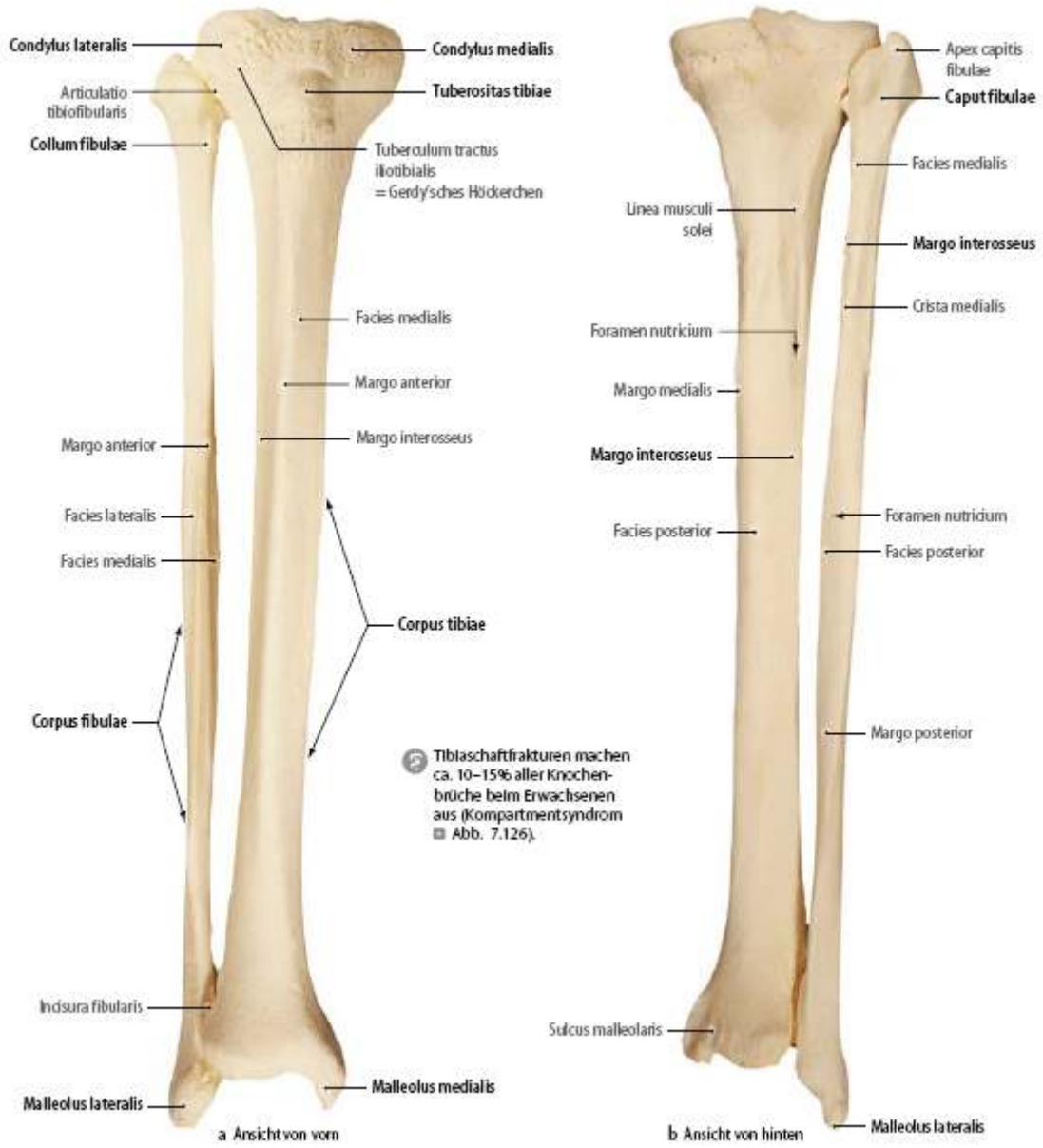
Tibial tüberosit, tibia cisminin ön kenarı ve üst ucundadır. İki kondilin ön yüzlerinin birleştiği üçgen bölgesinin ucu kesilmiş tepesidir. Alçak bir çıkıntı olup, alt bölümü ciltten sadece infrapatellar bursa ile ayrılmıştır. Tibial tüberositin üst bölümüne ise patellar tendon yapışır (14, 15, 16, 17)

Tibia cismi, kesitinde üçgen olup anterior, interosseöz ve medial kenarlarla ayrılan medial, lateral ve posterior yüzlere sahiptir. Orta ve alt 1/3 birleşme yeri en

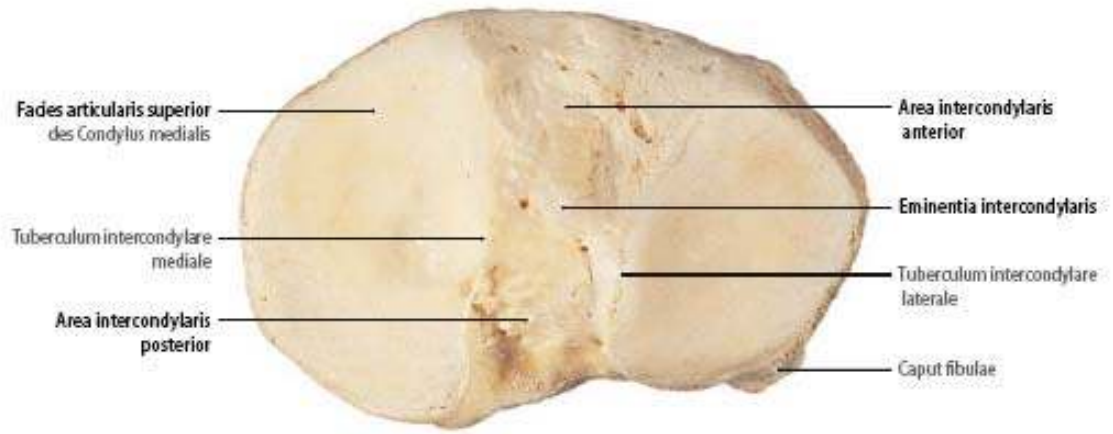
ince kısmı olup, proksimal ve distale doğru belirgin genişleme gösterir (14, 15, 16, 17).

Tibianın anterior kenarı, tibial tüberositten başlar ve medial malleole doğru uzanır. Distal 1/4 'ü haricinde cilt altında oldukça belirgindir. İnterosseoz kenar, lateral kondilin fibular eklem yüzeyinin distal ve anteriorundan başlar, fibular oluğun anterior kenarına doğru uzanarak, tibia distalinin lateral kenarını oluşturur ve fibula ile tibia arasındaki interosseöz membrana yapışma yeri oluşturur. Medial kenar, medial kondildeki çukurun anteriorundan başlar ve medial malleolun arka kenarına doğru uzanır (14, 15, 16, 17).

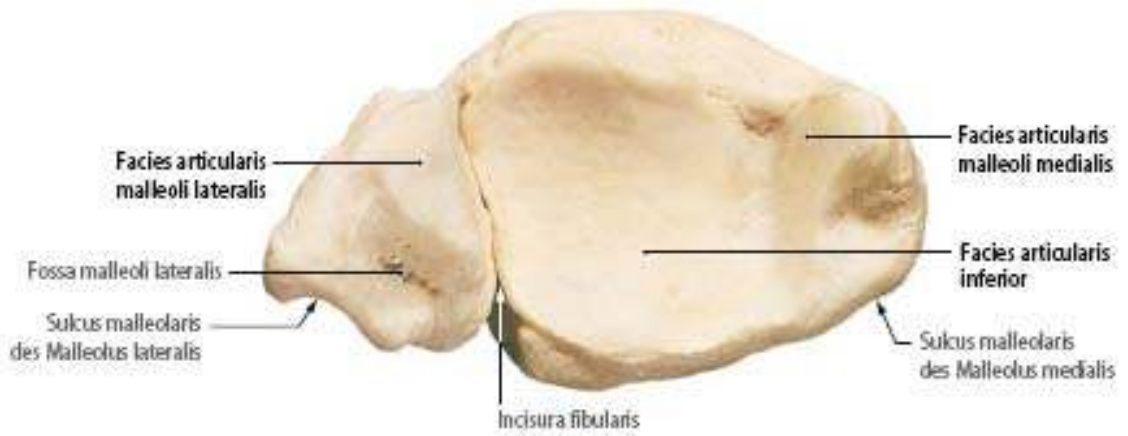
Medial yüzey anterior ile medial kenar arasında bulunur ve yalnızca fasya ve deri ile örtülüdür. Medial yüzey seyri boyunca cilt altında palpe edilebilir, yüzeyi ise geniş ve düzgündür. Lateral yüzey, yukarıda konkav aşağıda konveks yapıya sahiptir, geniş ve düzgündür.



Şekil-4.1. Tibia ve fibulanın ön ve arkadan görünüşü



Şekil-4.2. Tibia proksimalinin üstten görünüşü



Şekil-4.3. Tibia ve fibula distalinin alttan görünüşü

Posterior yüzey ise interosseoz ve medial kenarlar tarafından sınırlanmıştır. Posterior yüzün yukarı kısmında ‘Linea muskuli solei’ isimli, yukarıdan aşağıya ve dıştan içe eğik durumda uzanan bir çizgi görülür. Bu çizginin devamında vasküler yatak ve nutrisyen foramen bulunur (14, 15, 16, 17).

Tibia alt bölümü, üst kısma göre küçük ve ince, cisme göre daha geniştir. Mediale ve distale doğru, medial malleolü oluşturur. Anterior, medial, posterior, lateral ve inferior yüzeyleri vardır. Lateral yüzeyi oluşturan üçgen fibular oluk, fibula ile eklemleşir ve distal tibiofibular eklem olarak adlandırılır. Kıkırdaksı olan eklem yüzeyleri düzensizdir ve eklem kapsülü bulunmaz. İnterosseoz ligaman iki eklem yüzünü sıkıca tutar. Tibianın ön ve arka yüzeyleri tendon, damar ve sinirlerle ilişkilidir. İç yüzey düzgündür, cilt altındadır ve medial malleolu oluşturur. Tibianın alt yüzü ise talus ile eklemleşir (Şekil- 4.3) (14, 15, 16, 17).

4.2.2 Fibula anatomisi

Fibula çapı tibiaya göre daha küçük olup, tibia posterolateralinde ve kaslarla çevrilidir. İki kemik arasındaki açıklığa spatium interosseum denir. Bu aralık membrana interossea cruris ile kaplıdır. Fibulanın proksimal ucuna caput fibulae denir. Caput fibula tepesi dışa arka tarafta apex capitis fibulae ile sonlanır. Caput fibulae medial tarafında facies articularis capitis fibulae adlı eklem yüzü vardır. Fibula ortasında dört kenar görülür. Margo interossea, margo medialis, margo anterior, margo lateralis’dir. Bu kenarlar arasında facies medialis, facies posterior ve facies lateralis isimli üç yüz görülür. Fibula alt ucuna malleolus lateralis denir. Talusla eklem yapan iç yüzüne facies articularis malleoli denir. Malleolis lateralis arka yüzünde yukarıdan aşağıya doğru uzanan sulcus malleoli fibulae adlı oluk vardır. Buradan peroneal kasların tendonları geçer (Şekil- 4.1) (18).

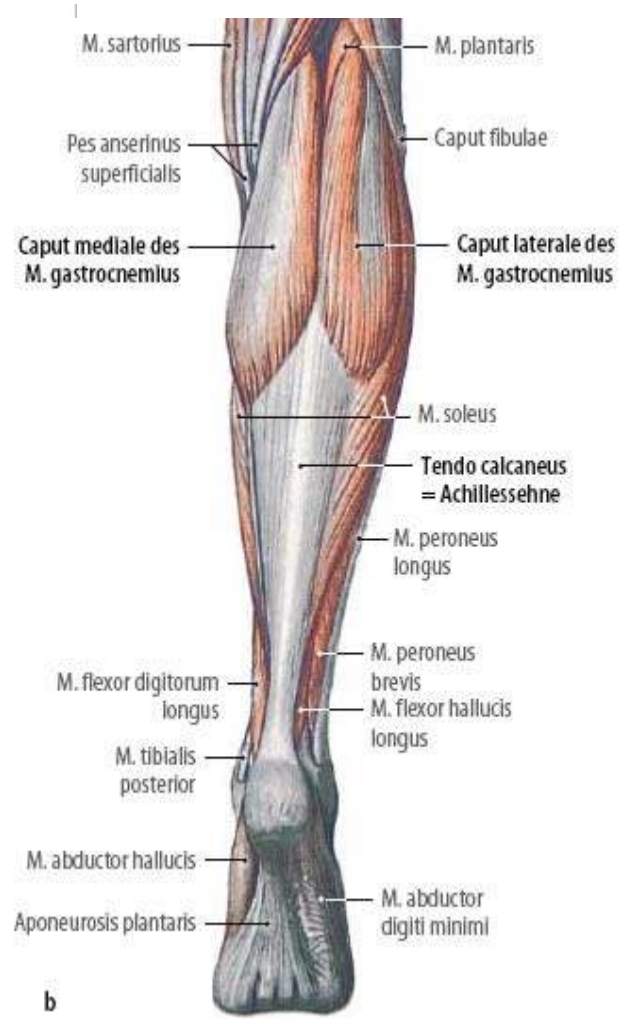
4.2.3 Bacağın kasları

Bacağa, uyluk ön yüzünde bulunan kuadriseps femoris kas grubu, patellar tendon aracılığı ile yapışır. Bu kas grubu vastus medialis, vastus lateralis, vastus intermedius ve rektus femoris kaslarından oluşur ve bacağın ekstansiyonunu sağlar. Uyluk arkasında bulunan iskiyokrural kaslar da diz eklemine geçerek bacakta sonlanırlar. Bu kas grubu da m. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus, m. sartoryus, m. gracilis, m. kuadriseps ve iliotibial bandı içermektedir (2, 6).

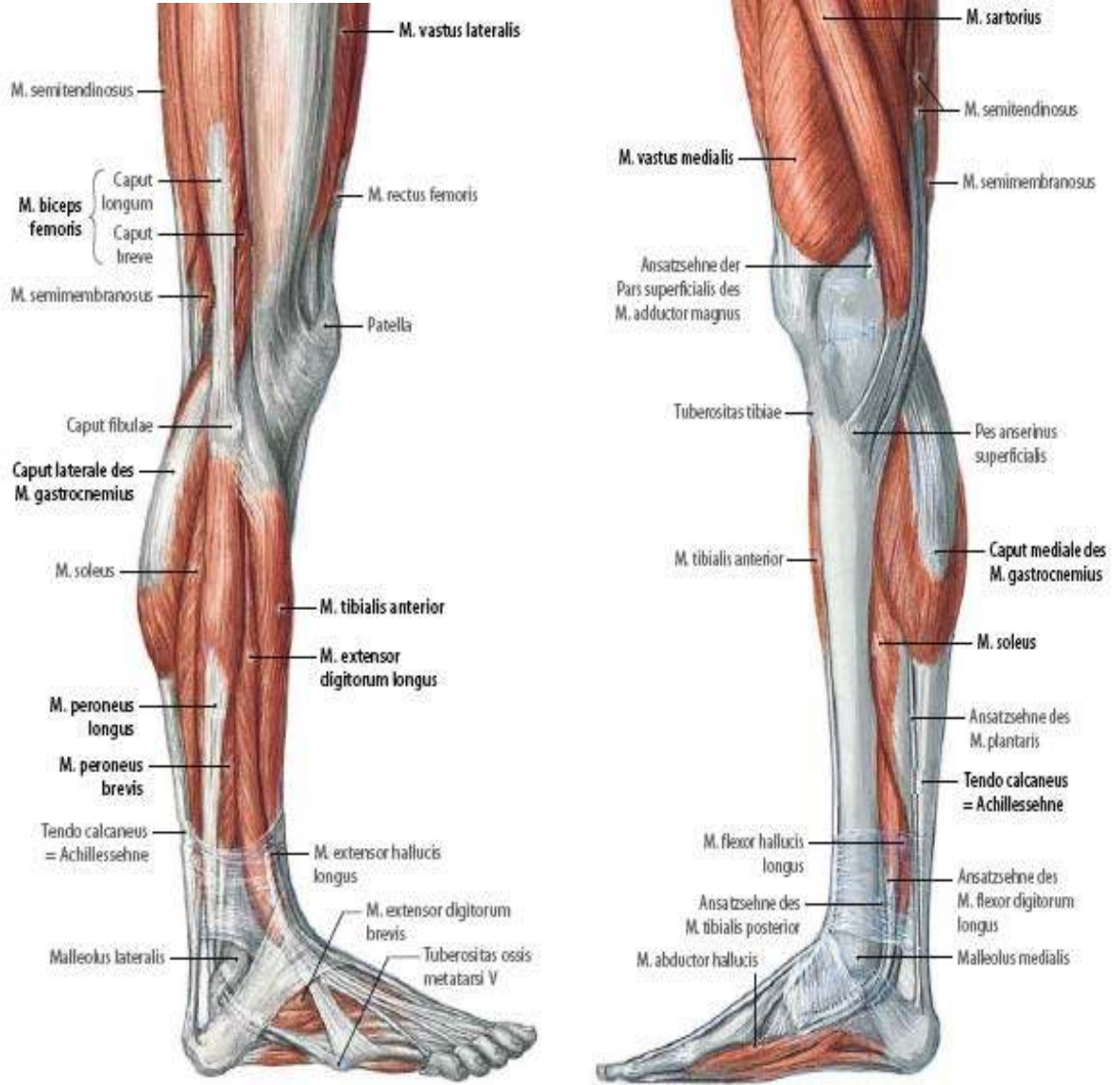
Cruris bölgesinde bulunan kas grupları da ön, arka ve lateral kas grupları olarak sınıflandırılır.

Cruris bölgesinin ön yüzdeki kasları; m.tibialis anterior, m.extensor hallucis longus, m.extensor digitorum longus ve m.fibularis (peroneus) tertius' dur. Bu kas grubu n.fibularis (peroneus) profundus tarafından uyarılırlar. Bu kas grubu ayak ve parmaklara dorsal fleksiyon (ekstansiyon) yaptırırlar. M. tibialis anterior ayağa ekstansiyon ve eversiyon yaptırır. Ayağın en kuvvetli ekstansörü ve invertörüdür. Bu iki hareket yürüme sırasında önemlidir. A.dorsalis pedisin pulsasyonu m.ekstansör hallucis longusun hemen yanından alınır. M.extensör digitorum longus anterior kompartmanın en yüzeysel kasıdır ve ayak bileği eklemi önünde 2-5. parmaklara giden dört tendona ayrılır. M. peroneus tertius ise m.extensor digitorum longus'un bir parçasıdır ve ayağa ekstansiyon ve eversiyon yaptırır (Şekil- 4.4, Şekil-4.6).

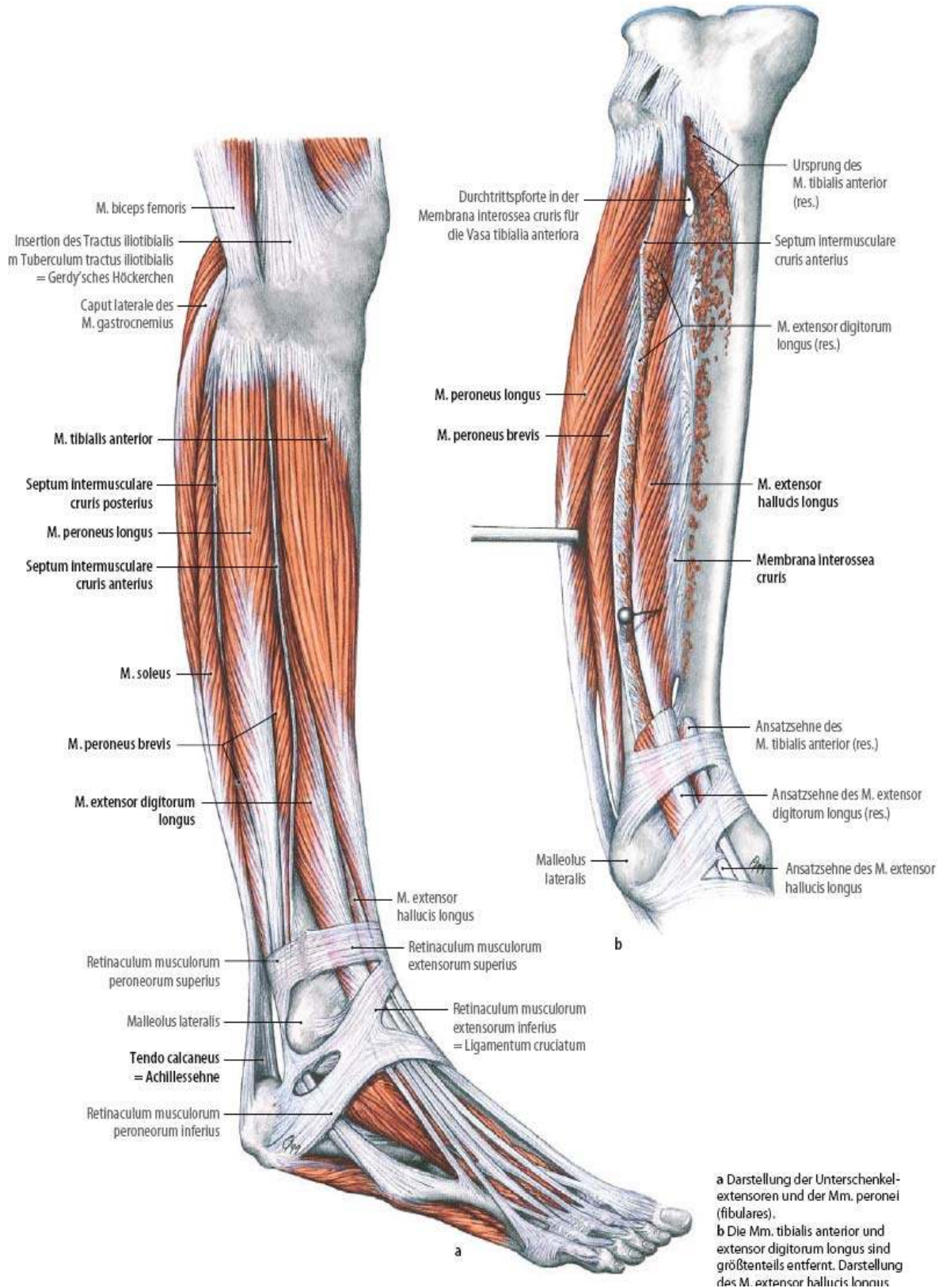
Bacak bölgesinin lateral grup kasları ise m.fibularis (peroneus) longus ve m.fibularis (peroneus) brevis'dir. Bu kaslar ayağın esas evertör (pronasyon ve abduksiyon) kaslarıdır. N.fibularis (peroneus) superficialis tarafından uyarılırlar. N.tibialis felcinde ayağa fleksiyon bu kaslar sayesinde olur (Şekil- 4.5).



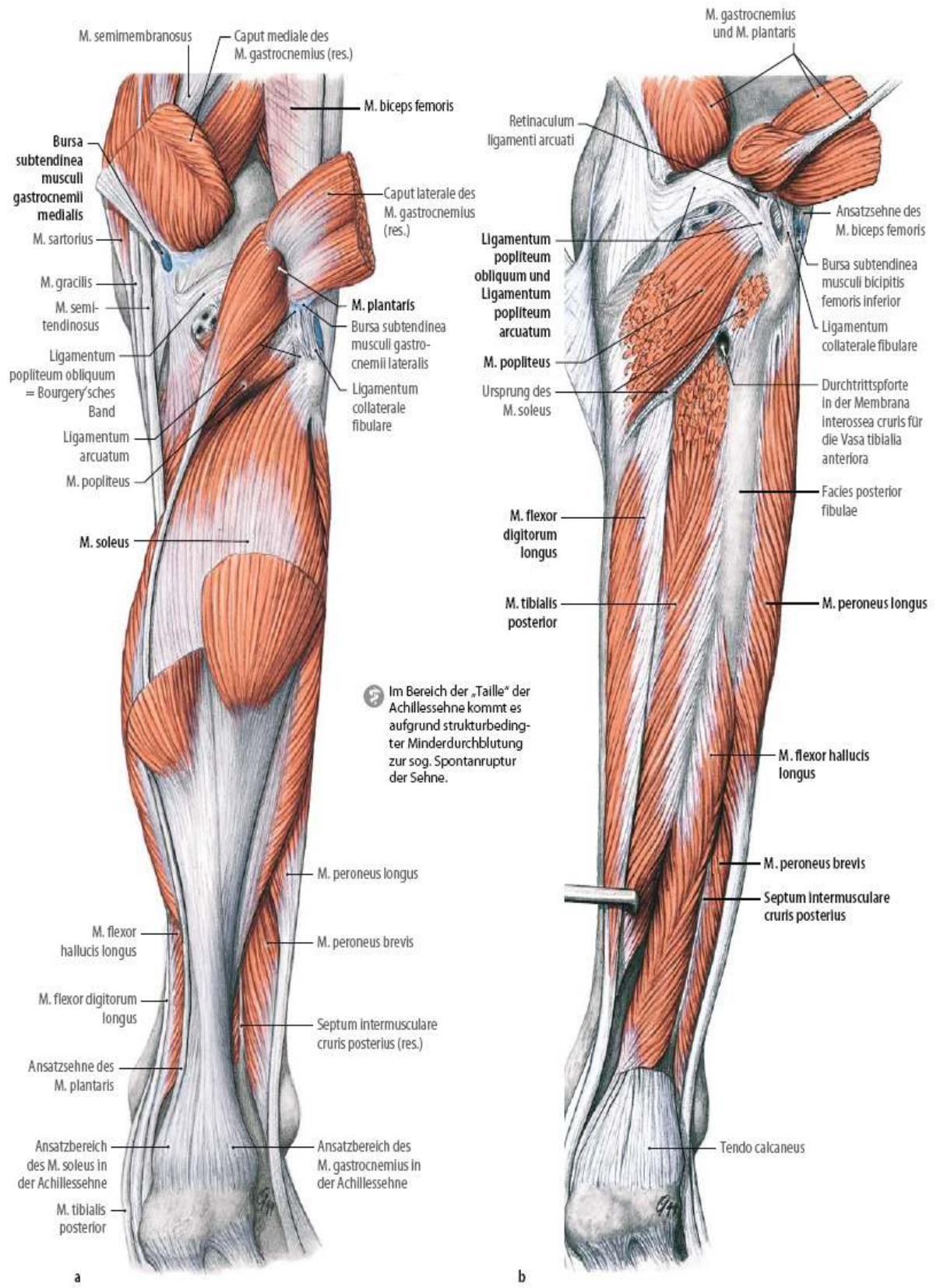
Şekil-4.4. Crurisin ön ve arka planda yüzeyel kasları



Şekil-4.5. Crurisin lateral ve medial planda yüzeyel kasları



Şekil-4.6. Crurisin anterolateral ve ön yüzde derin kasları



Şekil-4.7. Cruris derin kasların posterior görüntüsü

Bacağın arka bölgesinin kaslarını m.gastrocnemius, m.soleus, m.popliteus, m.fleksör hallucis longus, m.fleksör digitorum longus ve m.tibialis posterior oluşturur. Bu kaslar n.tibialis tarafından uyarılırlar. M.gastrocnemius ve m.soleus beraber m.triceps surae olarak adlandırılır. Bu iki kasın tendonları birleşerek vücudun en güçlü tendonu olan tendo calcaneus'u (achiles tendonu) oluşturur. Ayağa plantar fleksiyon (fleksiyon) yaptıran esas kas gurubudur. Yürüme, dans etme ve parmaklar üzerinde dururken vücut ağırlığına karşı topuğu kaldırır. M.gastrocnemius bacak arkasındaki en yüzeysel kasdır. Medial ve lateral başı vardır. Lateral başın içerisinde çoğu zaman fabella denen bir sesamoid kemik yer alır. Koşma ve atlama gibi hızlı fonksiyonlarda görev alır. M.gastrocnemius hem bacağı hem de ayağa fleksiyon yaptırır. M.soleus ayakta dururken, ayak üzerinde bacağı sabitleyerek, postürün devamlılığını sağlar. Bacak fleksiyondayken ayağın kuvvetli fleksörüdür. M.soleus yürürken kullanılır. A.V. tibialis posterior ile n.tibialis m.soleus'un altında, m.tibialis posterior'un üstünde seyrederek. M.popliteus fossa poplitea'nın döşemesini yapar. Tendonu eklem kapsülünü deler (intrakapsülerdir) ve eklem içine geçer. Diz ekleminde eklem kilitlenmesini çözen kasdır. Tam ekstansiyondaki bir bacakta tibia dışa doğru rotasyon yaparsa diz ekleminde kilitlenme olur. Kilitlenme, bacağın fleksiyonunun başlangıcında, m.popliteus'un femura yaptırdığı dış rotasyonla çözülür. M.tibialis posterior bacak arkasındaki kasların en derinde olanıdır. M.tibialis anterior ile beraber ayağın esas invertör kasıdır. M.plantaris filogenetik olarak gerileyen m.palmaris longus gibi bir kasdır. Bazen bulunmayabilir. Ayağın plantar fleksiyona getirilmesinde yardımcı olur (Şekil-4.4, Şekil-4.7) (14, 17, 18).

4.2.4 Bacağın kompartmanları (Şekil- 4.8)

Anatomik kompartman; kas, damar ve sinir içeren, fazla elastiki olmayan fibroosseöz yapıyla sınırlanmış bir hacimden oluşur. Kruriste tibia, fibula, interosseöz membran ve kruris fasyası ile sınırlanmış 4 adet bacak kompartmanı bulunur. Bunlar anterior, lateral, yüzeysel posterior ve derin posteriordur (14, 16, 18, 19).

Anterior kompartman medialde tibia, lateralde fibula, anteriorda kruris fasyası ve posteriorda interosseöz membran tarafından sınırlandırılır. Bu kompartmanda tibialis anterior, ekstansör digitorum longus, ekstansör hallucis longus ve peroneus tertius kasları yer alır. Bu kompartmanda ayrıca derinde anterior tibial arter ve derin

peroneal sinir bulunmaktadır. Bacak kompartmanları arasında kompartman sendromu gelişme riski en yüksek olan anterior kompartmandır (14, 16, 18, 19).

Lateral kompartmanda fibula, peroneus longus ve peroneus brevis kasları yer almaktadır. Yüzeyel peroneal sinir bu kompartman ile ekstansör digitorum longus arasında yer almaktadır (14, 16, 18, 19).

Yüzeyel posterior kompartmanda gastroknemius, soleus, popliteus ve plantaris kasları yer almaktadır. Ayrıca sural sinir, kısa ve uzun safen ven ve bir duysal sinir içerir (14, 16, 18, 19).

Derin posterior kompartman tibialis posterior, fleksör digitorum longus ve fleksör hallucis longus kaslarını içerir. Posterior tibial sinir, peroneal ve posterior tibial arterlerde bu kompartmanda bulunur. Bu kompartman kruris medialinde distal kısım dışında cilt altı olarak bulunmaz, bu yüzden burada oluşan kompartman sendromu gözden kaçabilir (14, 16, 18, 19).

4.2.5 Bacağın kanlanması

Femoral arterin devamı olan popliteal arter iki uç dala ayrılır; anterior tibial arter ve posterior tibial arter (20, 21).

Anterior tibial arter, popliteus alt ucunda popliteal arterden ayrılır. Fibula boynu yanında interosseoz membranı deler ve anterior kompartman boyunca interosseoz membranın önünden inerek, ayak bileğinde dorsalis pedis olarak devam eder. Yukarıda tibialis anterior ile ekstansör digitorum longus, aşağıda yine tibialis anterior ile ekstansör hallucis longus kasları arasındadır. Nervus fibularis profundus ile komşudur. Yan dalları; a.rekurrens tibialis anterior ve posterior, a.malleolaris anterior lateralis ve medialisdir (Şekil- 4.9) (14, 16, 17, 19, 20, 21).

Posterior tibial arter, popliteal arterin devamı olarak derin transvers septanın altında ilerler ve medial malleol arkasından ayağa geçer. Yan dalları; ramus sirkumfleksus fibula, a.fibularis (peroneal arter), a.nutrisya tibia, rami malleolaris medialis ve rami kalkaneidir (Şekil- 4.10) (14, 16, 17, 19, 20, 21).

Peroneal arter ise popliteusun 2.5 cm distalinden, posterior tibial arterden ayrılır ve derin posterior kompartman içinde, fleksör hallucis longus arasında iner. Peroneal arter posterior tibial arterin çapı en kalın yan dalıdır. Uç dalları ise medial ve lateral plantar arterlerdir (14, 16, 17, 19, 20,21).

Tibianın kanlanması, özellikle kırık kaynaması ve intrameduller çivilemenin ilkeleri açısından önemlidir. Kemiğin kanlanmasını sağlayan damarlar fonksiyonlarına göre, arteriel kanı getiren afferent vasküler sistem ve venöz kanı uzaklaştıran efferent vasküler sistem olarak ayrılır. Bunların arasındaki bağlantı cismin korteksinde küçük ve rijit kemik kanallarda bulunan, kompakt kemiğin ara vasküler sistemi tarafından sağlanır (14, 16, 17, 19, 22).

Afferent vasküler sistem, ana nutrisyen arter, metafizer arterler ve periosteal arteriol olarak üç ana bölümden oluşur. Ana nutrisyen arter, cisim korteksinin tümüne ulaşır ve meduller kanalın iki ucunda metafizer arterlerle anastomoz yapar. Periosteal arterioller, kemiğe sadece sağlam fasya yapışma yerlerinden girer ve kemiğin dış 1/3 ' ünü kanlandırır (14, 16, 17, 19, 20).

Tibianın nutrisyen arteri, posterior tibial arterin bir dalı olup, soleus kasının orjinine yakın bir noktadan posterolateral korteksten kemiğe girer. Bu arter içerde üç çıkan ve bir inen dala ayrılır. İnlen dal endosteuma küçük dallar verir. Periost, anterior tibial arterden interosseöz membran üzerinden ayrılan birçok dal tarafından beslenir. Dolaşımlardan hangisinin tibial kırıkların iyileşmesinde rol oynadığı konusu tartışmalıdır (14, 16, 17, 19, 20).

Anterior tibial arter, interosseöz membranı deldiği bölgede yaralanmaya yakındır. Peroneal arter ile dorsalis pedis arasında kollateral damarlar bulunduğu için, anterior tibial arter yaralanmalarında dorsalis pedisin pulsasyonu alınabilir (14, 16, 17, 19).

Tibia cisim korteksinde normal kan akımı, medulladan periosta doğrudur. Yumuşak dokulardaki gibi bu akımında dinlenme ve stimülasyon fazları vardır. Bunların arasındaki fark, kemiğin fonksiyonel kan akımının artma potansiyelini gösterir (14, 16, 17, 19).

Bacağın beş ana venöz sistemi vardır. Bunlar büyük ve küçük safen venler, posterior ve anterior tibial venler ve peroneal vendir. Büyük safen ven vücudun en uzun veni olup sıklıkla damar grefti olarak kullanılır. İntrameduller çivilemede, distal kilit vidalarının uygulanması sırasında zedelenebilir. Büyük safen ven femoral vene, küçük safen ven popliteal vene dökülür (Şekil- 4.11) (14, 16, 17, 19).

4.2.6 Bacağın innervasyonu

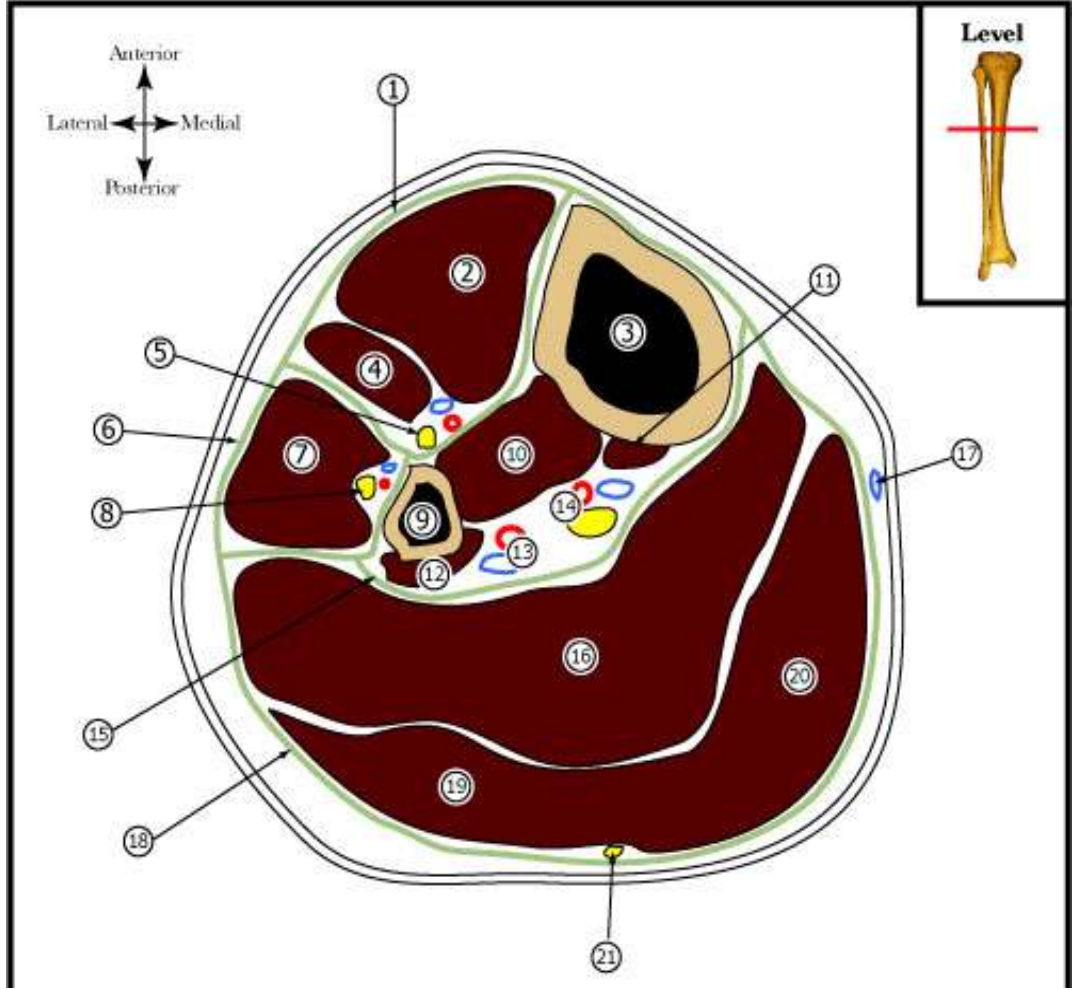
N.femoralis, n.cutaneous medialis ve n.saphenous dalları ile birlikte crurisin medial bölgesinin yüzeysel duyusunu sağlar (18, 23).

N. tibialis siyatik sinirin ikinci uç dalıdır. Fossa poplitea'yı tam ortasından delerek geçer. Buradan geçen a. ve v. poplitea ile birlikte derinden yüzeye doğru V.A.N sıralamasıyla geçer. Duyu alanı olarak crurisin posterolateral kısmını innerve eder (18, 23).

N. fibularis (peroneus) communis fossa poplitea'ya girer girmez siyatik sinirden birinci uç dal olarak ayrılır. Fibula boyununun arka yüzünde yüzeyelleşir ve burada kolayca palpe edilir (18, 23).

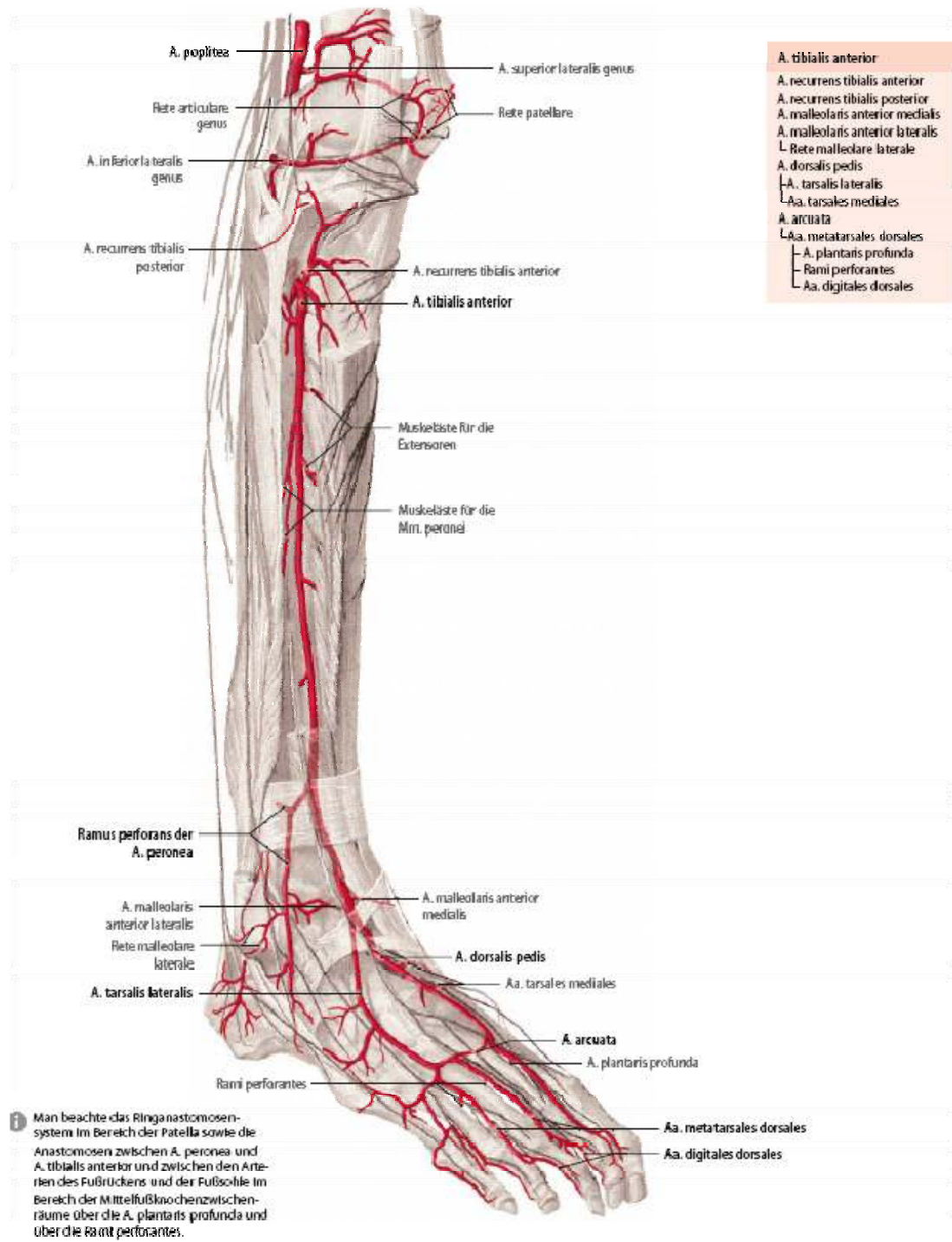
N. fibularis (peroneus) süperficialis fibula boynu ile m.peroneus longus arasından baslar. Septum intermusculare anterior içinde peroneal kaslarla m.extensör digitorum longus arasından aşağıya iner (18, 23).

N. fibularis (peroneus) profundus fibula boynu ile m.peroneus longus arasında baslar. Fibulayı öne içe doğru dolanarak m.extensör digitorum longus' un derinine doğru girer (18, 23).

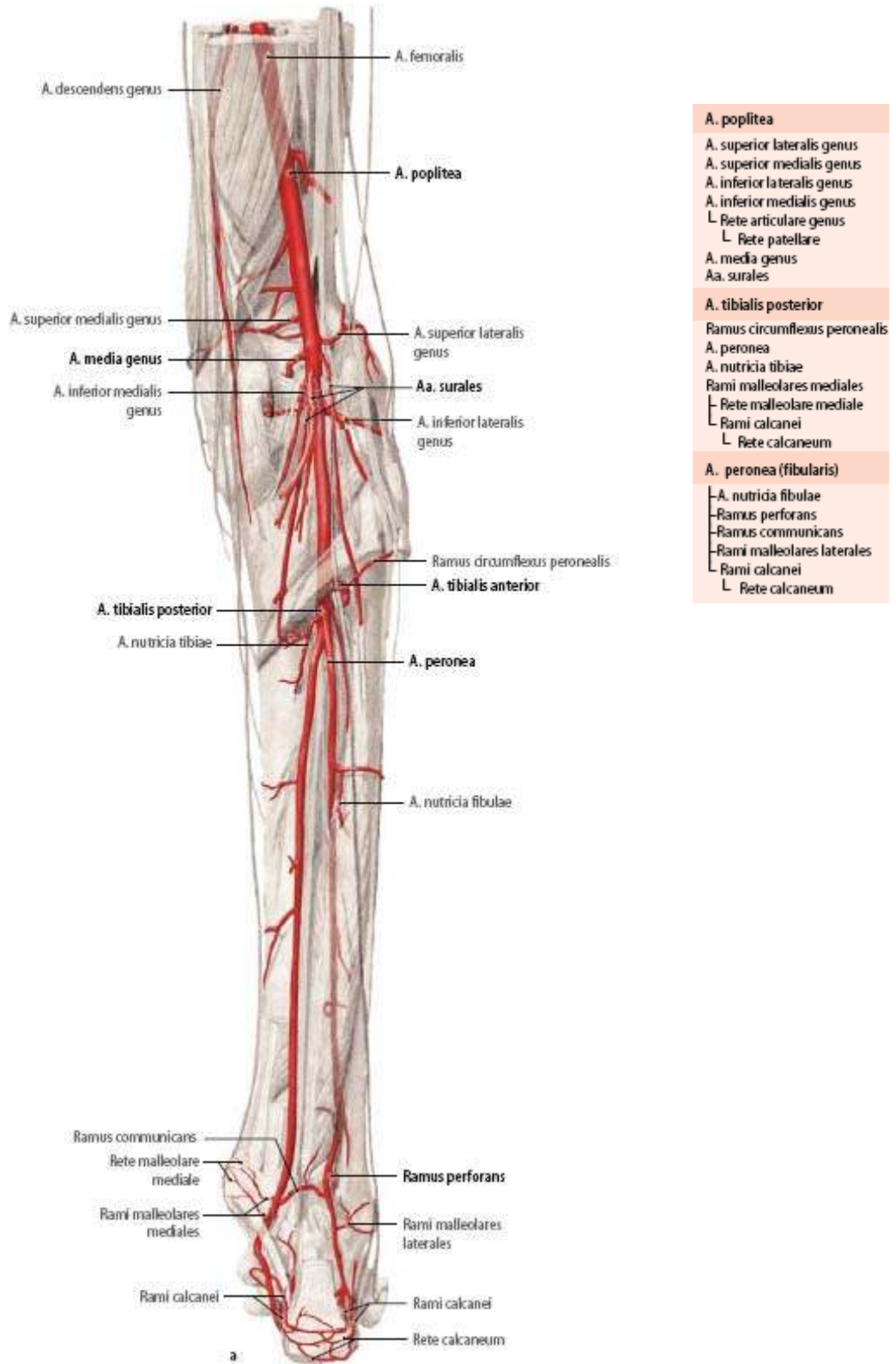


1. Anterior Kompartman (Tibialis anterior, EHL, EDL, Peroneus tertius , derin peroneal sinir ve anterior tibial damarlar)	12. Fleksor hallucis longus
2. Tibialis anterior	13. Peroneal damarlar
3. Tibia	14. Tibial sinir ve posterior tibial damarlar
4. Ekstensor digitorum longus	15. Derin Posterior Kompartman (Popliteus,FHL,FDL,Tibialis posterior Tibial sinir ve posterior tibial damarlar)
5. Derin peroneal sinir ve anterior tibial damarlar	16. Soleus
6. Lateral Kompartman (Peroneus longus,Peroneus brevis ve superficial peroneal sinir)	17. Uzun safen ven
7. Peroneus longus	18. Yüzeyel Posterior Kompartman (Gastrocnemius, Soleus, Plantaris ve Sural sinir)
8. Superfisial peroneal sinir	19. Gastrocnemiusun lateral başı
9. Fibula	20. Gastrocnemiusun medial başı
10. Tibialis posterior	21. Sural sinir ve safen ven
11. Fleksor digitorum longus (FDL)	

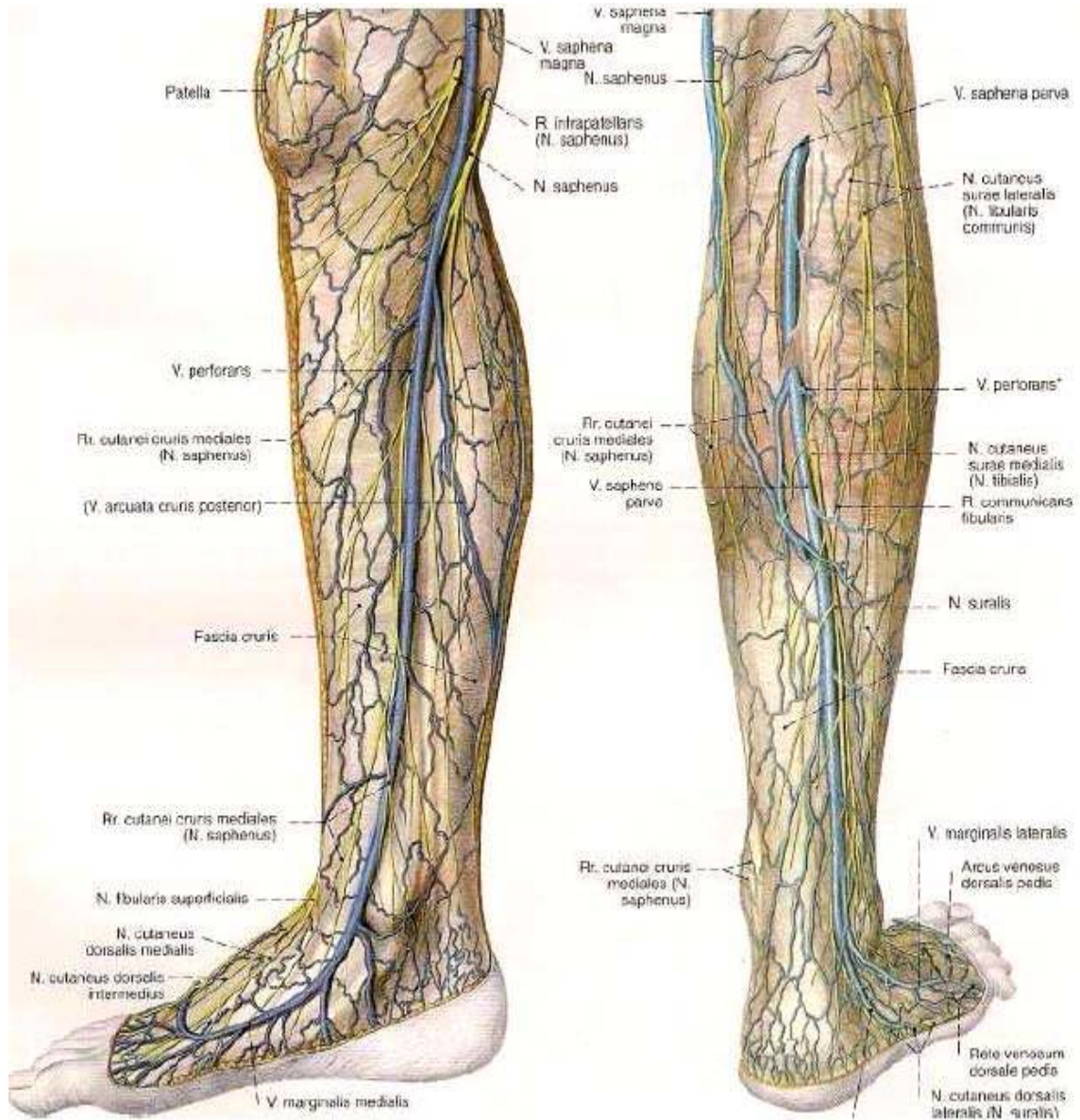
Şekil-4.8. Crurisin transvers kesiti ve kompartmanlar



Şekil-4.9. Crurisin anterior damarlanması



Şekil-4.10. Crurisin posterior damarlanması



Şekil-4.11. Crurisin venöz dolaşımı

4.3 Tibia cisim kırıkları

4.3.1 Kırığın etyolojisi

Dıştan veya içten etki eden kuvvetlerle kemik dokusunda oluşan ayrılmaya veya bu sebeplerle kemiğin anatomik bütünlüğünün ve devamlılığının bozulmasına “**Kırık**” denir. Kemikteki kırılma etki eden kuvvetlerin derecesine ve kemiğin şoku abzorbe edebilme yeteneğine göre ufak bir çatlaktan (Fissür), bir veya bir çok kemiğin kırılmasına; hatta komşu eklemlerde çıkık eşlik etmesine (Kırıklı-çıkık) kadar değişiklik gösterebilir. Kırığı oluşturan kuvvet sadece kemiği kırmayıp, beraberinde kemiğin etrafındaki deri, kaslar, tendonlar, ligamentler, damarlar, sinirler ve komşuluğundaki organları da yaralayabilir.

Kırıklar, kendilerini oluşturan kuvvete göre gruplandırılabilir. Normalde tek uygulama ile kırık oluşturmayacak büyüklükteki travma, uzun süre boyunca uygulanması ve tekrarlanması sonucu kırık oluşturabilir. Bunun yanında kemik yaşayan bir dokudur ve bu tarz kırıklarda, travma periyodları arasında kırık çevresinde yeni kemik oluşumu ve periostal kallus oluşumu görülebilir.

Tek bir kuvvetle ile oluşan kırıklar, kuvvetin büyüklüğüne ve uygulama alanının genişliğine göre gruplandırılabilir. Direkt travma sonrası olan yaralanmalarda, yumuşak doku yaralanması ve kırık fragmanlarda parçalanma miktarı artar. Kuvvetin uygulanma yerine bakılmaksızın kemikte kompresif, tensil, makaslama, bükülme, rotasyon kuvvetleri veya hepsinin kombinasyonu şeklinde yüklenmeler ortaya çıkar. Kortikal kemik genellikle tensil ve makaslama kuvvetlerine karşı zayıftır. Kemiğin uzun aksına ne kadar büyük oranda tensil stres uygulanırsa kemiğin kırılması o kadar kolaylaşır. Erişkin kortikal kemiği kompresyona daha dayanıklı iken gerilim güçlerine karşı daha zayıftır (15, 16, 24, 25, 26).

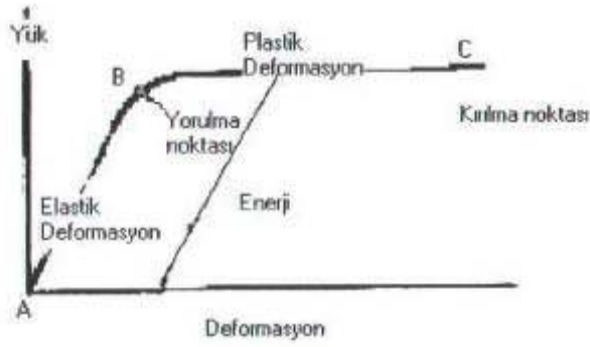
- Transvers kırıklar sade tensil kuvvetlerin veya bükülme kuvvetlerinin sonucu oluşur. Kemikteki tensil kuvvete karşı yetersizliğin ilk cevabı; parçalı olmayan transvers kırıktır. Bükülme kuvvetleri ile kemikte basit transvers bir kırık hattı oluşur.
- Oblik kırıklar düzensiz bir bükülme kuvveti ile oluşabilir. Kompresyon altındaki korteks, tensil stres ile oluşan kırık tüm kemik hattı boyunca yayılmadan önce, oluşan makaslama kuvveti ile kırılır. Böylece kompresif tarafta parçalanma oluşur ve tek veya multipl kelebek fragmanlı kırık oluşur.

- Spiral kırıklar saf torsiyonel yaralanmalar sonucu oluşur. İki farklı kırık çizgisi mevcuttur; biri kemik etrafınca dönen açılı bir çizgi, diğeri de spiralin proksimali ve distaline uzanan uzunlamasına kırık çizgisidir.

Ani bir kuvvete maruz kalan kemik, yavaş yavaş belli bir kuvvete maruz kalan kemikten daha fazla enerjiyi absorbe etmek zorundadır. Bu nedenle ani bir kuvvetle oluşan kırıklarda, kemiğin elastisite modülüsü ve anizometrik özelliklerinin yanında kemiğin enerji absorbe edebilme kapasitesi rol oynar.. Kemiğe yük bindiren cismin kinetik enerjisi; $\frac{1}{2} MV^2$ formülü ile hesaplanır. M harfi cismin kütlesini, V harfi ise cismin hızını gösterir. Formüle göre hızdaki küçük bir artış bile enerjide büyük artışlara neden olur. Yüklenme sırasında kemiğin absorbe ettiği enerji, kırılma ile boşalır. Bu büyük enerji yüklenmesi sonrası oluşan kırıklarda daha fazla yapısal değişikliklerin ortaya çıkmasına, daha fazla fragman parçalanmasına ve daha çok deplasman olmasına neden olur. Aynı mekanizma indirekt kırıklarda da geçerlidir. Düşük hızlı, bükülme ve tensil stres sonucu oluşan kırıkta tek kelebek fragman oluşurken, yüksek hızlı aynı mekanizmalı kırıkta çok sayıda kelebek fragman oluşur. Bükülme komponenti olmadan sadece yüksek hızlı torsiyon mekanizması ile parçalı spiral kırık oluşabilir. Segmenter kırıkların oluşumunda en sık gözlenen mekanizma dört nokta bükülme mekanizmasıdır. Ayakta duran bir kişinin tibiasına araba tamponu çarpması mekanizması, dört nokta mekanizmasına örnek verilebilir (15, 16, 24, 25, 27).

Kortikal kemiğin stres-gerilim davranışı, yüklenme yönüne bağlıdır. Kortikal kemikler uzunlamasına ekseninde, transvers eksene göre daha güçlü ve daha katıdır. Uzunlamasına ve transvers eksenlerde kompresif güçlere karşı dayanma gücü, tensil güçlere olduğundan daha fazladır. Bir kemiğin en önemli mekanik özellikleri sağlamlığı ve sertliğidir. Kemiğin yüklenmeye karşı cevabı, kemiğin geometrisine ve yapısal özelliklerine bağlıdır. Kemiğin yüzeyi geniş ise, aksiyel yüklenmeleri daha geniş bir yüzeye dağıttığı için, kemik üzerinde daha az stres oluşur. Şekil-4.12' de gösterilen eğrinin ilk bölümü elastik bölgedir ve yapının elastisitesini gösterir. Elastisite, cismin yük kaldırıldıktan sonra orijinal şekline dönebilme kapasitesidir. Yük uygulandıkça deformasyon olur ancak kalıcı değildir. Yük kaldırıldığında yapı eski şeklini alır. Yüklenme devam ettikçe yapının en dıştaki lifleri bir noktadan sonra ayrılmaya başlar. Bu noktaya, yorulma noktası denir ve cismin elastik limitini gösterir. Yüklenme bu limiti aşarsa yapı, plastik davranışını ortaya koyar. Yorulma

noktasından sonra gösterilen bölge plastik bölgedir. Bu noktadan sonra yük kaldırılrsa bile cisim eski şekline dönemmez. Yük progresif olarak arttırıldıkça, cisim bir noktadan sonra yetmezliğe girer. Bu nokta ise eğride nihayi yetmezlik noktası olarak adlandırılır (27, 28, 29).



Şekil-4.12. Yük deformasyon eğrisi (27)

Tibia diafiz kırıkları, ekstremitenin yük taşıma kapasitesinin kaybıyla sonuçlanan yaralanmalardır. Bunlar primer olarak kemik yetmezliği ile oluşan stres kırıkları ve düşük enerjili travmalarla oluşan stabil, minimal deplase kapalı tibia cisim kırıklarından, yüksek enerjili travmalarla oluşan yumuşak doku kaybı, nörolojik defisit, vasküler yetmezlik ve kemik kaybıyla sonuçlanan, açık tibia cisim kırıklarına kadar geniş bir spektrum oluşturur (15, 17,30, 31, 32,33).

Tibia kırığı ile birlikte fibula kırığının olması travmanın şiddetini gösterir. Fibulanın çok parçalı olması veya tibia ile arasında diastaz olması interosseöz membranın yırtıldığını gösterir (15, 17, 30, 31, 32, 33).

Günümüzde araç içi veya araç dışı trafik kazaları sonrası, yüksek enerjiye maruz kalan kişilerin %15' inde çoğunluğu açık kırık olmak üzere tibia kırığı meydana gelmektedir. Endüstriyel yaralanmalarda da yüksek enerjiye maruz kalındığı için genellikle geniş yumuşak doku hasarıyla beraber tibia kırığı meydana gelebilmektedir. Yüksek ivmeli ateşli silahlarla oluşan yaralanmalarda da geniş yumuşak doku ve kemik hasarı içeren açık tibia kırıkları sık olarak gelişmektedir (15, 17,30, 31,32,33).

4.3.2 Kırığın tanımlaması

Kırığın belirlenmesi, kırığın klinik ve radyolojik bulgularının yorumlanmasıyla oluşur. İlk değerlendirme kırık olabilecek olan ekstremitenin genel olarak yumuşak dokusunun ve nörovasküler durumunun değerlendirmesini içermelidir. Daha sonra kırığın kapalı veya açık oluşunun değerlendirmesi yapılmalıdır. Daha sonra kırığın anatomik lokalizasyonu ve kırığın yapısı tanımlanır. Tibia cisim kırıklarında lokalizasyon proksimal, orta ve distal 1/3 olarak belirlenir. Kırığın yapısı da transvers, oblik, spiral, kelebek fragmanlı, segmenter veya çok parçalı olarak tanımlanır. Bu değerlendirmelerden sonra kırığın sınıflandırılması yapılır. Günümüzde bu amaç için genellikle AO/ASIF Sınıflaması kullanılmaktadır (15, 17, 30, 31, 32, 34).

Kırık deformitesi, kırık fragmanlarının açılanma, deplasman, rotasyon, kısalık ve distraksiyonunu tanımlar (14, 15, 16, 17).

Kırığın açılanması, kemiğin proksimal ve distal parçalarının arasında ölçülen açı derecesidir. Açılanmanın yönü ise açı apeksinin pozisyonuna göre yapılır. Apeks lateralde ise varus, medialde ise valgus açılanması olarak adlandırılır veya parçanın anterior veya posteriora açılanması da tanımlanır (14, 15, 16, 17).

Kırık deplasmanı, kırık fragmanları arasındaki temas oranını anlatır. Deplasman, proksimal fragman çapının distal fragmanla devamlılığı olmayan kısmının yüzdesi olarak ifade edilir. Kırık hattında görülen ilk deplasman, yumuşak doku hasarı hakkında bilgi verebilir (14, 15, 16, 17).

Rotasyon klinik olarak diğer ekstremitayla karşılaştırılarak değerlendirilir. Radyolojik olarak rotasyon; kırık bölgesinde proksimal ve distal fragmanların kortikal kalınlıklarının farklılığıyla tespit edilir.

Kısalık ve distraksiyon, radyografilerde ölçülür ve milimetre (mm) olarak ifade edilir. Ellis kırık fragmanları arasındaki 1.6mm' den fazla distraksiyonda konservatif tedavide iyileşme sürecinin uzadığını bildirmiştir (14, 15, 16, 17).

Patolojik kırık; travma olmaksızın veya kırık oluşumunu açıklayamayacak kadar küçük bir travma sonucu oluşan kırıklara denir. Tibiada nadir görülürler. Paget hastalığı veya osteomalazi gibi metabolik kemik hastalıkları ya da iyi huylu, metastatik ve primer kemik tümörleri sonucunda oluşabilirler. Enfeksiyon hastalıkları

sonucu oluşan patolojik kırıklar genellikle çocukluk döneminde görülür, erişkinlerde nadirdir (15, 35).

Stres kırıkları; normalde kırık oluşturmayacak büyüklükteki travmaların sürekli tekrarlanması ve sonrasında kemikte gelişen yorgunluk sonucu oluşan kırıklara denir. Tümörler, infeksiyon hastalıkları ve yumuşak doku yaralanmaları ile karıştırılabilirler. Stres kırıklarının tanısında kemik sintigrafisi, MRI, BT ve tekrarlayan radyografiler yardımcı olur (15, 16, 17, 35).

4.3.3 Klinik belirti ve bulgular

Tibia cisim kırıkları genellikle büyük bir travma sonucu oluştukları için beraberinde diğer organ yaralanmalarının ve diğer kırıkların bulunma olasılığı yüksektir. Bu nedenle sistemik muayene tam ve ayrıntılı olarak yapılmalıdır. Tibia kırığı ile birlikte olan diğer yaralanmalar ve kırıklar bu kırığın tedavi şeklini ve seyrini değiştirebilmektedir (14, 15, 17, 34, 36, 37).

Bilinci açık olan hastada, belirgin ağrı ve deformite nedeniyle tanı kolaydır. Bilinci kapalı olanlarda ise fizik muayene ve radyolojik bulgular tanıda zorunludur. Ağrı, ağırlık verememe ve deformite, en sık rastlanan bulgulardır (14, 15, 17, 34, 36).

Ağrı ve duyarlılık, tibia cisim kırığının en temel belirtisidir. Ağrı bütün travmalar sonrası görülen ilk belirtidir. Fakat kemik kırıklarında şiddetli ağrı olur. Spontan ağrı (hastanın travma bölgesinde herhangi bir uyarı olmaksızın var olduğunu ifade ettiği ağrı), direkt ağrı (travma bölgesine basınç uygulandığında ortaya çıkan veya artan ağrı) veya indirekt ağrı (uzak bölgeden zorlama uygulandığında kırık bölgesinde ortaya çıkan veya artan ağrı) müsbet olabilir. Spontan, direkt ve indirekt ağrının aynı lokalizasyonda saptanması kırık lehine bir bulgudur (14, 15, 17, 34, 36).

Hematom, kırığı oluşturan damarların yaralanması veya kırık uçlarının damarları yaralaması sonrası ya da kırıktan kaynaklanan kanama nedeniyle görülür. Hematom hızla artarsa ve büyürse, büyük damar yaralanmaları akla gelmelidir.

Ekimoz, doku arasına ve cilt altına yayılan kanın verdiği görüntüdür. Erken aşamalarda travma bölgesinde görülmesi büyük kanama ve kırık habercisi olabilir.

Deformite, tibia uzunluğu boyunca cilt altında olduğu için genellikle gözle görülebilir ve palpe edilebilir. Travmanın şiddetine, yönüne ve kırıktaki

parçalanmaya göre açılanma, deplasman, rotasyon ve kısalma gibi bulgular değişik kombinasyonlarda görülebilir. İndirekt travma ile oluşan kırıklarda deformite hafif, genellikle dış rotasyon ve valgus birlikteliği vardır (14, 15, 17, 34, 36).

Deplasman olmayan kırıklarda, kırık hattının stabil olup olmadığını anlamak için, bacağı dikkatli bir şekilde varus veya valgus stres testi uygulanır. Eğer bacakta belirgin bir deformite veya kısalık varsa, bu tibia'daki kırığın mekanik olarak stabil olmadığını gösterir (14, 15, 16, 17, 34, 36).

Krepitasyon ve patolojik hareket kırık oluşumu ile olur fakat hastanın ağrısını ve yumuşak doku hasarını artırabileceği için aranmamalıdır. Tibianın yumuşak doku örtüsü ekimoz ve ödem için gözlenmelidir. Özellikle tibia kırığı ile birlikte kompartman sendromunun tanısı önemlidir (Tablo-4.1).

Tibia cisim kırığı gelişen hastaya tam bir vasküler ve nörolojik muayene yapılmalıdır. Cildin rengi ve duyusu, ağrı, kapiller dolum ve kas kontraktilesi dikkatli bir şekilde takip edilmelidir. Kapalı tibia kırıklarında direkt sinir ve vasküler yaralanma nadirdir. Tibia cisim kırığı ile birlikte fibula proksimalinin yaralanmalarında peroneal sinir zedelenebilir. Tibia kırıklarında ise nadir olmakla beraber tibial sinir hasarlanabilir. Ayrıca anterior ve posterior tibial arterler de tibianın distalinde kemiğe yakın geçmesinden dolayı yaralanma olasılığı vardır. (14, 15, 17, 18, 19, 34, 36).

Tablo- 4.1. Kompartmanlar ve barındırdıkları sinirlerin fonksiyonları (20)

Kompartman	Sinir	Motor	Duysal
Anterior	Derin peroneal	1.parmak dorsfleksiyonu	Dorsal 1. ile 2. parmak aralığı
Lateral	Yüzeyel peroneal	Ayak eversiyonu	Ayağın dorsolaterali
Derin posterior	Tibial	Plantar fleksiyon	Ayak plantarı
Yüzeyel posterior	Sural	Gastrosoleus*	Topuk

* : Soleus kası kasıldığı zaman ayağa fleksiyon, supinasyon, adduksiyon, hareketleri yaptırır. Gastrocnemius kası kasıldığı zaman bacağı ve ayağa fleksiyon, supinasyon hareketleri yaptırır (20).

4.3.4 Radyolojik değerlendirme

Tibia kırığının radyolojik değerlendirmesinde rutin olarak iki yönlü anteroposterior (AP) ve mediolateral (ML) radyografiler çekilir. Radyografilerde dizden ayak bileğine kadar, tibia ve fibulanın tamamı görüntülenmelidir. Redüksiyon sonrası çekilen grafilere dizilimi değerlendirmek için diz ve ayak bileği de görüntülenmelidir. Standart AP ve ML grafilere ek olarak çekilen oblik grafilere, özellikle kaynama gecikmesi ve kaynama yokluğunda iyileşmeyi daha net tanımlar. Stres grafilere sıklıkla konservatif tekniklerle veya eksternal fiksasyonla tedavi edilen tibia kırıklarında kaynamanın yeterliliğini değerlendirmede yararlıdır. Varus ve valgus stres grafilere; kırık proksimali ve distalinden tutularak kruris, varus veya valgusa zorlanır ve kırık bölgesinde açılma aranır (14, 15, 16, 17, 34, 38).

Taze kırıklarda çekilen radyografilerde keskin kenarlı kırık uçlarında ödem ve kanama nedeniyle yumuşak doku şişliği görülür. 10-14 gün sonra rezorbsiyon nedeniyle kırık uçlarının belirginliği kaybolur, sonraki dönemlerde endosteal ve periosteal kallus dokusu izlenir. Kallus dokusu ilk başta kırık etrafında düzensiz noktalar şeklinde kalsifikasyonlardır, zamanla miktar ve dansitesinde artış olur. Tamir döneminde kenarları daha yumuşak bir hal alır. Kırık fragmanları arasında hareket varsa, aşırı kallus dokusu oluşur. Kaynama yokluğu ise kırık uçlarında skleroz, düzensizleşmeyi takiben etrafında kallus dokusu bulunmasına rağmen kırık hattının izlenmesidir (14, 15, 16, 17, 34).

Radyolojik olarak direk grafide kırık sahası implant nedeniyle izlenemiyorsa bilgisayarlı tomografi ile kaynama değerlendirilebilir. Kemik sintigrafisi stres kırıklarının tanısında kullanılan değerli bir yöntemdir. Bu amaçla MRI da tercih edilebilir. BT ve MRI' ın intraartikuler komponentli tibia kırıkları, osteomyelit ve kötü kaynamalarda yararı mutlakdır (14, 15, 16, 17, 34, 38).

4.3.5 Kırığın Sınıflandırması

Tibia kırıkları için pek çok yazar, birçok sınıflama sistemi önermiştir. Bu kırıkların sınıflandırmasında en önemli morfolojik değişkenler, kırığın anatomik yerleşimi, kırık çizgilerinin düzeni, birlikte olan fibula kırığı, kırık fragmanlarının sayısı ve pozisyonu, yumuşak doku hasarının derecesi ve kırığın ilk andaki deplasman derecesidir (14, 15, 16, 17, 30, 34, 36, 39).

Müller bir kırık sınıflamasının, kemik lezyonunun ciddiyetini göstermesi ve tedavi ile sonuçların değerlendirmesini için temel oluşturması durumunda, yararlı olacağını bildirmiştir (30,33).

Ellis 1958 yılında tibia kırıklarını yaralanmanın şiddetine göre minör, orta ve major şiddetli kırıklar olarak sınıflandırmıştır (34, 35).

Nicoll 1964 yılında yaptığı sınıflamasında tibia kırıklarının konservatif tedavisinde, prognozu en iyi gösteren kırık özelliklerini belirlemiştir. Bu özellikler, ilk deplasman miktarı, parçalanma derecesi ve yumuşak doku hasarıdır (36).

Henni, Winqvist ve Hansen tarafından geliştirilen kırık hattının parçalanmasına göre uzun kemik cisim kırıklarının sınıflama sistemi tibia kırıklarına uyarlanmıştır (36, 37, 38).

Johner ve Wrush, AO/ASIF grubundan Müller tarafından geliştirilen sınıflamanın, tibia kırıklarındaki sonuçlarını yayınladılar. Bu çalışma sonucunda dört faktör belirlediler. Bunlar; travma mekanizması, parçalanma derecesi, yumuşak doku yaralanması ve kırığın deplasman miktarıdır. Yazarlar prognozda en önemli özelliğin kırığın yapısı olduğunu bildirdiler ve bu sistemi tibia cisim kırıkları için travmanın oluş biçimi ve kırığın parçalanma miktarı gibi morfolojik kriterleri de içerecek şekilde genişlettiler. Bu sınıflama Müller'in izniyle, küçük modifikasyonlarla 'Ortopedik Travma Birliği (OTA) Sınıflaması' olarak kabul edildi (6, 14, 15, 17, 21, 24, 39).

Günümüzde bu sınıflamalardan en güncel ve en yaygın olarak kullanılanı 1991 yılında AO/ASIF (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / Association for the Study of International Fixation) grubu tarafından yayınlanan sınıflamadır. AO grubu, uzun kemik kırıklarını hafif ve iyi prognozludan, ağır ve kötü prognozluya doğru sınıflandırmıştır. AO sınıflamasına göre vücudun uzun kemiklerine birer numara verilmiştir. Buna göre 1 numara humerus, 2 radius-ulna, 3 femur ve 4 numara tibia-fibuladır. Kırık yerine göre proksimal bölge kırıkları 1, diyafizer bölge kırıkları 2, distal bölge kırıkları ise 3 ile belirtilmiştir. Buna göre tibia cismi 42 rakamıyla ifade edilir. Tüm kırıklar önce üç tipe (A, B, C), sonra her tip üçer gruba (1, 2, 3) ve her grupta üçer alt gruba ayrılır (Tablo- 4.2) (6, 14, 15, 17, 24, 30).

AO grubu aynı zamanda kırıklardaki yumuşak doku yaralanmalarını da sınıflandırmıştır. Cilt- kas- tendon ve damar- sinir yapıları ayrı ayrı incelenmiştir (6, 14, 15, 17, 30).

Tsherne ve Gotzen, 1984 yılında kırıklarla birlikte yumuşak doku yaralanmaları için sınıflama sistemi geliştirdiler. Bu sistemle kapalı kırıkları dörde ayırdılar (24, 40).

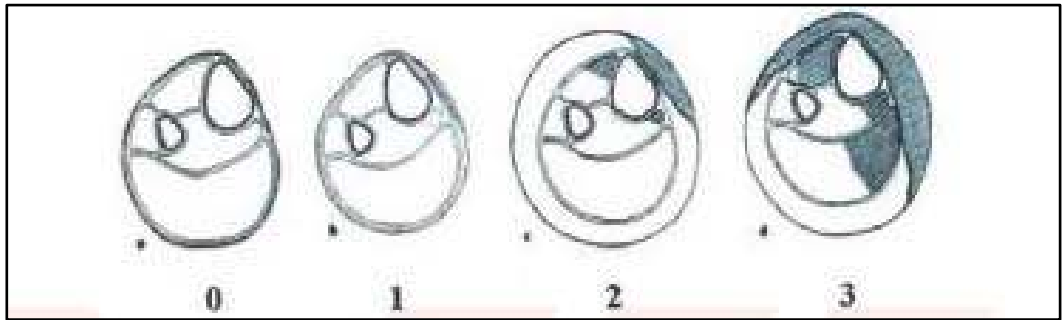
Tscherne sınıflaması

0: basit kırık var, yumuşak doku yaralanması yok veya az

1: yüzeysel cilt abrazyonu var

2: yüzeysel veya derin cilt kontüzyonu ile birlikte olan derin enfeksiyon

3: ağır kırıkla beraber kaslarda parçalanma veya ciltte ciddi ezilme mevcut (17).



Şekil -4.13. Tsherne sınıflaması

Tibia açık kırıklarının birçok sınıflaması mevcuttur. Bu sınıflamalarda travma mekanizması, kırığın konfigürasyonu, yumuşak dokudaki travmanın derecesi ve kontaminasyon miktarı önemlidir. Buna göre en çok kullanılan üç sınıflama sistemi vardır. Bunlar; Gustilo-Anderson Sınıflaması, AO/ASIF Sınıflaması, Tsherne-Oestern Sınıflamasıdır. Açık tibia kırıkları acil cerrahi müdahale gerektiren kırıklardır. Tedavinin amacı en düşük enfeksiyon oranı ile kemik ve yumuşak doku iyileşmesini sağlamak ve en kısa zamanda normal fonksiyonları elde etmektir (24, 30, 36, 39 , 41).

Günümüzde açık kırıklar için en yaygın olarak kullanılan sınıflama sistemi, 1976 yılında ‘Gusitol-Anderson’ tarafından yayınlanan ve 1987 yılında Gustilo, Gruninger

ve Davis tarafından modifiye edilen sınıflamadır. Bu sınıflamada kırıkla beraber oluşan yumuşak doku yaralanmasının boyu, içerdiği dokular, kontaminasyon derecesi, travmanın oluş mekanizması ve kırığı yapısı dikkate alınır.

Gustilo-Anderson sınıflamasında açık kırıklar üç gruba ayrılır. Ayrıca Tip III açık kırıklar da kendi içinde üçe ayrılır (36, 39, 41).

Tip I açık kırıklar: Düşük enerji travmalar ile oluşur. Cilt lezyonu genellikle 1 cm'den küçüktür. Kontaminasyon ve kas hasarı yoktur. Kırık basit yapıdadır (36, 39, 41).

Tip II açık kırıklar: Orta enerjili travmalarla oluşur. Yara genellikle 1 cm'den büyüktür. Orta derecede yumuşak doku hasarı ile bazı kaslarda zedelenme vardır. Yaralanma genellikle dışarıdan içeriye doğru olur. Kırık orta derecede parçalı bir kırıktır (36, 39, 41).

Tip III açık kırıklar: Yüksek enerjili travmalarla oluşan, ağır ezilme bileşeni bulunan, ileri derecede kontamine, çok parçalı ve stabil olmayan kırıklardır. Yaranın büyüklüğüne bakılmaksızın; ateşli silah yaralanmaları, tarım yaralanmaları, aşırı kontamine açık kırıklar, travmatik amputasyon, damar lezyonu olan ve sekiz saatten geç müdahale edilen tüm açık kırıklar tip III olarak kabul edilir (36, 39, 41).

Tip III açık kırıklar da kendi içinde üçe ayrılır;

Tip IIIA açık kırıklar: Yüksek enerjili travma sonucu oluşan, geniş yumuşak doku yaralanması içeren ve kemiğin yumuşak dokularla örtülebildiği segmenter ve çok parçalı kırıklardır (36, 39, 41).

Tip IIIB açık kırıklar: Yüksek enerjili travma sonrası oluşan, periostun sıyrılıp kemiğin açıkta kaldığı, aşırı kontamine, geniş yumuşak doku kaybı bulunan çok parçalı kırıklardır. Açıkta kalan kemik bölümü ancak rekonstrüktif yumuşak doku girişimi ile mümkün olur (36, 39, 41).

Tip IIIC açık kırıklar: Onarım gerektiren büyük arter yaralanması ile birlikte olan kırıklardır (36, 39, 41).

4.3.6 Kırık İyileşmesi

Kemik skar dokusu oluşturmaz ve yeniden yapılanmayla iyileşir. Kırık iyileşmesi kırık olduğu andan itibaren başlar, düzenli kemik doku ile kırık uçları birleşinceye kadar devam eder.

Kırık iyileşmesi iki ana grupta incelenir (15, 42).

I) Primer Kırık İyileşmesi: Rijit internal fiksasyon sonrası görülen iyileşmedir. Fiksasyon sağlandıktan sonra kırık temas noktaları haricinde kalan boşluklar kan damarları ile dolar. Mezenkimal hücreler osteoblastlara dönüşür ve açıkta kalan kemik doku üzerini osteoid olarak kaplarlar. Bu olay osteoklastik rezorbsiyon olmadan gerçekleşir. Belirli bir dış kallus oluşmadan sadece iç kallusla devam eden kontakt iyileşmedir.

II) Sekonder Kırık İyileşmesi: Periosteal iyileşme olup, kırık fragmanları arasında minimum hareketin varlığı halinde görülür. Sekonder kırık iyileşmesi evrelere bölünebilir. Histolojik olarak evreler birbirinden zaman olarak kesin bir sınırla ayrılamaz ve her evre daima kendinden bir önceki veya bir sonraki evre içinde bulunur.

De Palma'ya göre kırık iyileşmesi dört fazda incelenir (15, 42).

- 1- Primer hücresel kallusun oluşum fazı
 - a- hematom fazı
 - b- primer hücresel kallusun oluşum fazı
- 2- Primer hücresel kallusun damarlanma fazı
- 3- Hücresel kallusun kemikleşme fazı,
- 4- Kemiğin yeniden şekillenme fazı

Tablo-4.2. Tibia cisim kırıklarında AO/ASIF Sınıflama kriterleri tablosu

Tibia Cisim Kırıklarında AO/ASIF Sınıflama Kriterleri		
A. Basit Kırıklar		
A1. Basit kırık, spiral	A2. Basit kırık, oblik (>30 derece)	A3. Basit kırık, transvers (<30 derece)
1. Fibula sağlam	1. Fibula sağlam	1. Fibula sağlam
2. Fibula başka yerden kırık	2. Fibula başka yerden kırık	2. Fibula başka yerden kırık
3. Fibula aynı yerden kırık	3. Fibula aynı yerden kırık	3. Fibula aynı yerden kırık
B. Wedge Kırıklar		
B1. Spiral wedge	B2. Bending wedge	B3. Parçalı wedge
1. Fibula sağlam	1. Fibula sağlam	1. Fibula sağlam
2. Fibula başka yerden kırık	2. Fibula başka yerden kırık	2. Fibula başka yerden kırık
3. Fibula aynı yerden kırık	3. Fibula aynı yerden kırık	3. Fibula aynı yerden kırık
C. Kompleks kırıklar		
C1. Kompleks kırık, spiral	C2. Kompleks kırık, segmenter	C3. Kompleks kırık, düzensiz
1. İki ara fragman	1. Bir ara segmenter fragman	1. İki veya üç ara fragman
2. Üç ara fragman	2. Bir ara segmenter fragman ve ilave wedge fragmanlar	2. Sınırlı parçalanma (< 4 cm)
3. Üçten fazla ara fragman	3. İki ara segmenter fragman	3. Yaygın parçalanma (> 4 cm)

Tablo-4.3. Tibia cisim kırıklarında AO/ASIF sınıflaması görsel tablosu

42 diaphyseal								
42-A1	42-A2	42-A3	42-B1	42-B2	42-B3	42-C1	42-C2	42-C3
42-A simple fracture 42-A1 spiral 42-A2 oblique ($\geq 30^\circ$) 42-A3 transverse ($< 30^\circ$)			42-B wedge fracture 42-B1 spiral wedge 42-B2 bending wedge 42-B3 fragmented wedge			42-C complex fracture 42-C1 spiral 42-C2 segmental 42-C3 irregular		

Son klinik çalışmalara göre kırık iyileşmesindeki biyolojik dönemler şöyle tanımlanır (15, 42):

- Kırık dönemi
- Granulasyon dokusu dönemi
- Kallus dönemi
- Yeniden şekillenme dönemi

Cruess ve Dumont'a göre sekonder kırık iyileşmesinin üç evresi vardır (Şekil- 4.14) (42):

1– **Enflamasyon evresi:** Bir kemik kırığı matrikste hasara, hücrelerde ölüme, periosteum ve endosteumda yırtıklara ve kırık kemik uçlarında yer değişimine neden olur. Tüm doku travmalarında, dolayısıyla kırıklarda, ilk verilen yanıt enflamasyondur. Travmanın şiddetine bağlı olarak kırık uçları komşuluğunda, periost ve çevre yumuşak dokuların yırtılmasıyla bu uçlar arasındaki kemik iliğinde ve etrafında kırık hematomu oluşur. Oluşan bu hematoma kırık iyileşmesinde rolü önemlidir. Hematomun basıncı kırık kemik uçlarını bir arada tutar, ayrıca onarım hücrelerinin göçünü kolaylaştıracak bir yapı iskeleti oluşturmaktadır. Ek olarak bu hematoma bulunan trombositler ve hücrelerden büyüme faktörü ve diğer proteinler salınır. Bunlar kırık onarımında yeri olan hücre göçünde, periosteal hücre çoğalmasında ve onarım dokusu matriksin sentezinde aracılırlar. Kırık bölgesindeki hematoma 48 saat içinde organize olarak, fibrinden bir yapı oluşturur. Enflamasyon evresi 1-4 gün sürer.

2– **Onarım evresi:** Kırık iyileşmesinde en önemli aşamadır. 2-40 gün sürer. Bu sürede ilk olarak hematoma organize olur. Lokal aracılı mekanizmalarla hassaslaşan öncü hücreler yeni damar, fibroblast, hücrelerarası madde, destek hücreleri ve diğer hücreleri oluşturmak üzere farklılaşmaya ve düzenlenmeye başlar. Onarım mekanizmasında rol oynayan hücreler mezenşimal kökenli, çok yönlü gelişim gücüne sahip hücrelerdir. Bu hücreler farklılaşmaya başladığında ilk değişikliğe uğrayan hücreler, kılcak damarlarla hematoma içine giren fibroblastlardır. Üçüncü günde karşı kırık uçlarında yoğun mezenşimal hücre vardır. Bu hücreler kırık parçaları arasında yumuşak bir granülasyon dokusu oluşturur. Onarım evresinin ilk zamanlarında kırıkta oluşumu (kırıkta kallus) belirginleşir. Damar yenilenmesi mevcut kan damarlarında tomurcuklanmayla olur ve beslenme yeterli olursa osteoblastlar kallus içinde normal kemik gelişimine elverişli matriksi sağlamış olurlar. Bu hücresel olaylardan sonra artık sert kallus (kemik kallus) dokusu gelişimi için damarlanma, bunun sağlanabilmesi için de osteoidin mineralizasyonu gereklidir. Osteoidin mineralizasyonu, sert kallusun oluşumu ve yapısal stabilite için gereklidir. Onarımını bu döneminde kırık uçları arasında kemik miktarı artarak fuziform bir kallus (kemik kallus) kitlesi ile kırık aralığı örtülür. Kırık kemik uçları, iç ve dış kallus gelişimi ile çok sağlam bir yapıya kavuşur. Yaralanmadan sonra kallus oluşması ve mineralizasyonu için 4-16 hafta arasında zaman gerektirir. Kallus oluşumu ile kaynamanın oluştuğu da söylenebilir. Fakat yinede kaynama henüz tamamlanmış değildir. Onarım evresinin ortasında remodeling dönemi denen, kallusun gereksiz kısımlarının atıldığı ve trabeküler kemiğin stres çizgileri boyunca uzandığı dönem başlar.

3– **Remodeling evresi:** En uzun evredir, aylar, yıllar sürebilir. Bu evrede güçlü ama düzensiz sert kallusun normal veya normale yakın güçteki daha düzenli lameller kemiğe dönüşümüdür. Normal insanlarda 4-16 hafta sürerken yıllar boyunca da devam edebilir. Bu evrede dört ana olay gerçekleşir:

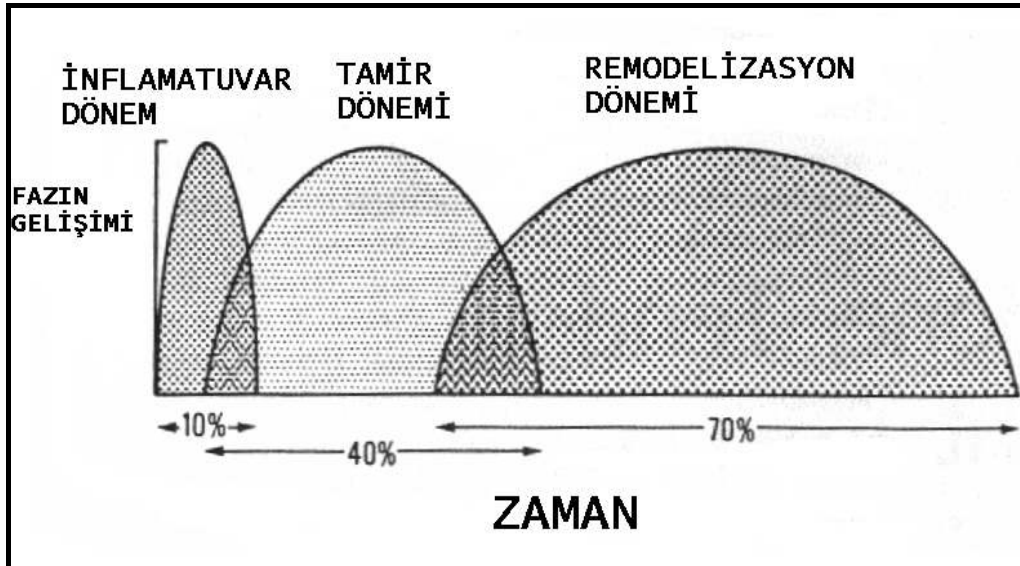
- Kalsifiye kırıkta osteoid dokuyla yer değiştirerek bir çeşit primer trabeküler doku oluşturur.
- Lameller kemik bu dokunun yerini alır.

- Kompakt kemik uçlarındaki kallus lameller kemikten yapılmış sekonder osteonlara değişir. Lameller kemik, kas kuvveti ve mekanik streslere paralel olarak düzenlenmiş osteonlardan oluşur.

- İlik kanalı dereceli olarak yeniden şekillenir. Kanal içindeki kallus osteoklastlar tarafından geri emilir ve boşluklar yeniden düzenlenir.

1892’de Wolf, iskelet sistemi yapısının, bu sistemin mekanik ihtiyacına uygunluk gösterdiğini, daha sonra kendi adıyla anılan kanun ile tanımlamıştır. Wolf, işlev yani stres altındaki ilişkiyi ortaya koymuştur. Bu kanuna göre kemiğin işlevsel durumundaki değişiklik, dokuda yapısal değişikliklere yol açmaktadır. Bu kanun günümüzde de kemiğin yeniden şekillenmesinde temel bir kural olarak kabul edilmektedir. Mekanik strese maruz kalan kemiğin konveks yüzü pozitif, konkav yüzü ise negatif elektrik ile yüklendiğinden, osteoklast aktivitesinin hakim olduğu konveks yüzde geri emilim ve osteoblastik aktivitenin hakim olduğu konkav yüzde ise yeni kemik yapımı olmaktadır. Yani kırığın konkav tarafında kemikleşme, konveks tarafta geri emilim olur.

Bu evreden sonraki kemiğin tıraşlanıp yeniden eski haline döndüğü ‘şekillenme evresi’ 1-2 yıl sürer ve yalnız çocuklar ve adölesanlarda görülür.



Şekil-4.14. Kırık tamir dönemleri

Dokunun genetik iyileşme kapasitesi dışında kırık iyileşmesini etkileyen birçok faktör vardır (42).

1- Kırığa bağlı faktörler (15, 17, 43):

1- Açık kırıklar: Ciddi açık kırıklar yumuşak doku bütünlüğünün bozulmasına, kırık deplasmanına ve belirgin kemik fragman kaybına neden olabilir. Yumuşak dokuların zarar görmesi, kırığa giden kan akımının bozulmasına, nekrotik kemik ve yumuşak doku oluşumuna, kırık hematomunun oluşmasının engellenmesine ve tamir dokusunun oluşumunun gecikmesine yol açar. Ayrıca enfeksiyon açık kırıklarda gözardı edilmemesi gereken bir durumdur.

2- Yaralanmanın şiddeti: Yüksek enerjili travmalarla oluşan kırıklarla meydana gelen yumuşak doku ezilmesi, kemik fragmanlarının deplasmanı ve kaybı, kırık hattına gelen kan akımında azalma kaynamayı olumsuz etkiler. Yumuşak doku ezilmesinin fazla olması nekrotik doku miktarının fazla olmasına, mezenkimal hücre göçünün ve vasküler invazyonun engellenmesine neden olur.

3- Eklem içi kırıklar: Bu tür kırıklarda, eklem hareketi ve yüklenme kırık fragmanlarının hareket etmesine neden olur. Bu durum kırık iyileşmesini geciktirebilir. Eklem yüzey bütünlüğü ve stabilizasyonu sağlanamazsa gecikmiş kaynama veya kaynamama ortaya çıkabilir. Uzun süren immobilizasyonda da eklem sertliği gelişebileceği unutulmamalıdır.

4- Segmenter kırıklar: Uzun bir kemiğin segmenter kırığı sonucu kırık parçanın kan akımı bozulur. Aynı zamanda ciddi yumuşak doku zedelenmesi de varsa kemiğin periosteal kan akımı da bozulabilir. Bu sebeplerden dolayı kaynama gecikmesi yaşanabilir. Segmenter kırık tedavisi yapılırken serbest kemik fragmanının yumuşak doku desteği, bu parçanın kanlanması önemi açısından korunmalıdır.

5- Yumuşak doku interpozisyonu: Kırık fragmanları arasına kas, fasya, tendon, damar ve sinirlerin girmesi kırık kaynamasını olumsuz yönde etkiler. Kapalı redüksiyon sırasında kırık hattının redükte olmaması araya yumuşak doku interpozisyonu olmuş olabileceğini akla getirmelidir.

6- Kan dolaşımının bozulması: Kırık bölgesinin vasküler destekten yoksun olması kaynamayı geciktirebilir. Yapılan açık girişimlerde kemik çevresindeki yumuşak dokunun mümkün olduğunca korunması gerekir. Tibia distalinde yumuşak doku desteği az olduğu için kaynama bu bölgede sorunludur.

7- Kırığın özellikleri: Kemik fragmanları birbirinden ayrılmamış veya uçları birbirine yakın olan kırıklar, deplase kırıklara göre daha iyi kaynarlar. Spiral veya oblik kırıklardaki gibi temas yüzeyi fazla olan kırıklarda kaynama transvers kırıklara göre daha iyidir. Kansellöz bölge kırıklarında da kortikal bölgeye göre daha hızlı kaynama meydana gelir. Tekrarlayan redüksiyon denemeleri kırık uçları arasındaki damar ağzlaşmalarını, granülasyon dokusunu ve yeni kemikleşme için gerekli olan fibrinli yapıyı bozarak kaynamayı geciktirebilir.

2- Hastaya bağlı faktörler (15, 17, 43):

1- Hastanın yaşı: En hızlı kaynama potansiyeli infantlardadır. İskelet gelişimi tamamlayıncaya kadar yaş arttıkça kaynama ve remodelizasyon potansiyeli azalır. İskelet gelişimi tamamlandıktan sonra ise, kaynama potansiyeli yaşa bağlı olarak değişmez. Yaşlı osteoporotik kemiklerde kaynama yeteneği daha azdır.

2- Beslenme durumu: Kırık kaynaması oluşabilmesi için kollajen, proteoglikan, matriks makromoleküllerinin sentezlenmesi, bunun için de yüksek oranda protein ve karbonhidrata ihtiyaç vardır. Bu yüzden hastanın metabolik durumu kırık iyileşmesinde önemlidir.

3- Sistemik hormonlar: Kortikosteroidler mezenkimal hücrelerden osteoblast gelişimini ve kemik matriks oluşumu için gerekli yapıtaşlarının sentezini yavaşlatarak kırık iyileşmesini geciktirir. Anabolizan hormonlar proteine bağlı kalsiyum artışını etkileyerek kırık iyileşmesine yardımcı olurlar. Büyüme hormonu, tiroid hormonları, kalsitonin ve insulinin de deneysel çalışmalarda kaynamayı etkilediği bildirilmiş, fakat ne şekilde etkilediği net olarak anlaşılamamıştır.

4- Nikotin: Klinik çalışmalarda, sigara içilmesinin kırık kaynamasını olumsuz etkilediği gösterilmiştir.

3- Dokuya bağlı faktörler (15, 17, 43):

1- Kemik şekli: Temas yüzeyleri, hücre sayıları ve vaskularite farklılığı nedeni ile kansellöz kemikler kortikal kemiklere göre daha hızlı kaynarlar. Kansellöz bölge kemiklerinin temas yüzeyi fazladır ve mevcut olan trabeküllerin üzerine yeni kemik oluşumu daha kolay olur.

2- Kemik nekrozu: Kırık oluşumu ile kemik fragmanlarının uçlarına giden damarsal ağ bozulabilir. Tamirde gerekli hücrelerin kırık bölgeye gitmesi gecikir ve yeni kemik oluşumundan önce bölgedeki nekrotik kemik rezorbe edilmelidir.

3- Kemik hastalığı: Metabolik, tümöral, dejeneratif, radyasyon ve infeksiyon nedeni ile direnci azalmış kemikler, normalde kemiği kıramayacak kadar küçük travmalarla kırılabilirler. Bu kırıklara patolojik kırık denir. Osteoporoz, osteomalazi, primer kötü huylu kemik tümörleri, metastatik kemik tümörleri, iyi huylu kemik tümörleri, kemik kistleri, osteogenesis imperfekta, fibröz displazi, Paget hastalığı, hiperparatiroidizm ve infeksiyonlar patolojik kırıklara yol açabilirler.

4- Tedaviye bağlı faktörler (15, 16, 17, 43):

1- Kırık fragmanlarının uyumu: Kırık fragmanları arasındaki mesafenin az olması kaynamayı hızlandırır.

2- Yüklenme ve mikrohareket: Kırık kaynaması için ideal koşullar tamir dokusunun yüklenmesini içerir. Kırık fragmana yapılan erken ve kontrollü yüklenme ile uzun kemiklerde mikrohareketler kaynamayı uyarıcı etkiye sahiptir. Fizyolojik yüklenme altında kemiğin elastik deformasyonundan çıkan stres, kemik iyileşmesinin erken döneminde periosteal kallus proliferasyonunu artırır, remodelizasyonunu hızlandırır.

3- Kırık stabilizasyonu: Kırık fragmanlarının stabilizasyonunun iyi olması, oluşan tamir dokusunun bozulmasını önler. İnterfragmanter hareketler, oluşan kallusun kalitesini ve miktarını etkiler. Kırık fiksasyon rijiditesi arttıkça, eksternal kallus oluşumu azalır. Kırık uçları arasında fazla hareket varsa daha fazla periosteal kallus oluşur. Cerrahi insizyon yapılırsa o bölgede lokal kan akımı bozularak kallus gelişimi azalır. Kırık uçları arasındaki makaslama kuvvetleri kaynamayı geciktirir.

4- Vitaminler: A vitamini normal dozda mezenşimal hücre farklılaşmasını uyararak kırık iyileşmesine yardım eder. C vitamini dolaylı yoldan kırık iyileşmesini olumlu etkiler. D vitamini, normal dozlarda kırık iyileşmesini hızlandırır. B6 vitamini eksikliği ve K vitamini antagonistleri kırık iyileşmesine olumsuz etki ederler.

5- Hiperbarik oksijen: 2-3 atmosfer basınçta günde 2-3 saat uygulanan yüksek basınçlı oksijen, kırık iyileşmesine yardımcı olurken, fazlası kaynamayı yavaşlatır.

6- Elektrik akımı: Kırık bölgesine lokal elektrik akımı verilmesi kaynamayı hızlandırır.

4.4 Tedavi Yöntemleri

Tibia cisim kırıklarında tedavide 1930 ve 40'lı yıllarda hakim görüş olan konservatif tedavinin yerini, 1950 ve 60'larda cerrahi tedavi almıştır. 1970'li yıllarda Sarmiento'nun önderliğinde tüm uzun kırıklarda olduğu gibi tibia cisim kırıklarında da konservatif tedavi tekrar ağırlık kazanmıştır. 1980'li yıllarda intrameduller çivi teknolojisindeki gelişmeler bu kırıklarda cerrahi tedavi yönteminin ağırlık kazanmasına yol açmıştır (4, 5, 6).

Tibia cisim kırıklarının tedavi yöntemlerinde beş farklı yöntem kabul görmüş ve uygulaması halen devam etmektedir. Kapalı redüksiyonla alçı ve breys immobilizasyonu, eksternal fiksasyon ile kapalı redüksiyon, internal fiksasyonla açık redüksiyon ve intrameduller çivileme teknikleri dört temel tedavi grubudur. Beşincisi ise açık tibia kırıklarında uygulanan biyolojik girişimdir. Çok ciddi açık tibia kırıklarında amputasyon uygulanabilir. Ancak amputasyon endikasyonunun konulması ve amputasyon zamanının belirlenmesi çok güç ve tartışmalı bir konudur (7, 8, 9, 13).

Tedavi yöntemi; kırığı uygun bir dizilimde, ekstremitede fonksiyon kaybına yol açmayacak şekilde, mümkün olduğunca erken, komplikasyonsuz iyileştirmesi yanında, kaynama süresince hastanın sosyal yaşantısını ve psikolojik durumunu olumlu yönde etkilemelidir ve tedavinin kozmetik sonuçları da dikkate alınmalıdır (10, 11, 12, 13).

4.4.1 Konservatif Tedavi Yöntemleri

4.4.1.1 Kapalı Redüksiyon ve Alçılama

Düşük enerjili minimal deplase tibia cisim kırıkları, kapalı redüksiyonla uzun bacak alçısı ve progresif olarak yük vermeyle iyi bir şekilde tedavi edilebilir (10, 11, 12, 44, 45).

Sarmiento, Bohler ve Dehne gibi yazarlar fonksiyonel breysleme ile yük taşıyarak ayaktan tedaviyi popularize etmişlerdir. Bu tedavide ilk olarak dizde 0-5 derece fleksiyon verilerek uzun bacak alçısı uygulanır. Bu alçıyla aksiller destekli

koltuk değnekleri yardımıyla hemen yük verilir. Genellikle 2-4 hafta içinde tam yük verme gerçekleşir (10, 11, 12, 45).

Haftalık radyografik kontrol kırık redüksiyonunun devamlılığının izlenmesi için gereklidir. Kruristeki şişlik geriledikten sonra, alçı yine uzun bacak alçısıyla ya da Sarmiento tarafından önerilen patellar tendona yaslanan (PTB) alçı veya breysle değiştirilir. Radyografik olarak kallus oluşumu saptandığı zaman kırık redüksiyonunun stabilitesi sağlama alınmıştır ve 2-3 haftalık aralarla kontrol yeterlidir (10, 11, 12, 44, 46).

Bu yöntemle tam yük vermeyle, kas atrofileri az olmakta ve alçı sonrası hastalar daha hızlı bir şekilde normale dönebilmektedir. Buna karşın birçok kapalı tedavi serisinde %25-40 oranları arasında, uzun alçılama ve immobilizasyon sonucunda ayak bileği ve subtalar eklemlerde eklem sertliği bildirilmiştir. Ayrıca yüksek enerjili travmayla oluşan segmenter kırıklar, oblik kırıklar, büyük kelebek fragmanlı kırıklar ve çok parçalı kırıklarda kapalı redüksiyon güçtür ve sıklıkla redüksiyon kaybı görülür. Bu kırıklarda kısalık, kaynama yokluğu, açısal ve rotasyonel defromiteler gibi komplikasyonlar daha yüksek oranda görülür (10, 11, 12, 44, 46).

4.4.1.2 İnkorpore Alçılama

Kapalı redüksiyonda yetersizlik ile karşılaşıldığında, yeni bir redüksiyon ve alçılama, kama çıkarma ile düzeltme veya başka bir yöntem uygulanabilir. Orta dereceli parçalı kırıklarda, kırık hattının proksimal ve distalinden ikişer adet kalın Kirschner teli geçirilip, dizaltı alçı uygulandığında, fragmanların dizilimine daha iyi hakim olunabilmektedir. Genel veya spinal anestezi altında teller geçirilip, bunların yardımıyla manipulasyonla alçı uygulanabilir. Bu şekilde teller 3-6 hafta tutulur. Bu yöntemle açısal deformitelerin önlenmesi zordur. Kirschner telleri çıkarılana kadara hastaların yük verilmesine izin verilmez (12, 44, 45, 46).

4.4.1.3 İskelet Traksiyonu

Böhler tarafından geliştirilen bu yöntem, günümüzde nadiren tibia cisim kırıklarında kesin tedavi yöntemi olarak kullanılmaktadır. Çok parçalı ve deplase kırıklar ile kompartman sendromu düşünülen olgularda, ilk tedavi yöntemi olarak iskelet traksiyonu uygulanabilir. Bu yöntemle kalkaneustan ve tibia distalinden geçilen kalın bir Steinman çivisine, 3-4 kg kadar bir ağırlık asılır. 24 saatlik gözlem sonrasında çekilen film kontrolünde fragmanların büyük kısmının yerlerine geldiği

görölünce, aşırı distraksiyonu engellemek amaçlı ağırlık 2 kg civarına indirilir. Üç haftalık iskelet traksiyonu sonrası Steinman çivisi çıkarılır ve uzun bacak sirkuler alçı uygulanır (44, 45, 47).

4.4.1.4 Fonksiyonel Breys

Fonksiyonel breyslerin kullanımı da bütünüyle yeni bir yöntem değildir. Benzer ortezler, ilkel Çin medeniyetlerinde kullanılmıştır. Sarmiento 1964'te başlattığı tibia kırıkları için diz altı fonksiyonel alçı tekniğini, 1967 yılında yayınlaması ve birçok uygulamasının başarılı sonuçları çok ilgi görmüştür. Bunun gibi birçok başarılı sonucun aynı yıllarda yayınlanması üzerine konservatif tedaviye ilgi giderek artmıştır (4, 11, 12, 48).

Breysin yükü patellar tendondan alıp, malleollere aktardığı görüşü, yıllarca tedavinin ana mekanizması olarak düşünülmüş, fakat yapılan çalışmalar breysin vücut yükünün yalnızca %17'sini taşıdığını göstermiştir. Bu yöntemde ana mekanizma, 2-4 hafta içinde oluşan yumuşak doku stabilitesi ve breysin sağladığı çevresi kapalı, içi su dolu bir sütün benzeyen kapalı kutu etkisidir. İlk yüklenmeyle cilt ile breys arasında ölü boşluk dolar. Bu sırada birkaç derece deplasman olur, daha sonra breysin kapalı kutu etkisi başlar ve kırık stabilizeşerek, deplasmanı da engellemiş olur (4, 11, 12, 48).

İntraartiküler kırıklar, aşırı ağrı ve ödem, kırığın düzgünlüğünün korunmasındaki yetersizlik, aşırı akıntıların bulunduğu ekstremitelere fonksiyonel breys uygulanmamalıdır. Açısal deformitenin büyük olasılıkla gelişeceği kırıklara da breys uygulanmaz (4, 11, 12, 48).

4.4.2 Cerrahi Tedavi Yöntemleri

4.4.2.1 Eksternal Fiksatorler Tedavi

Eksternal fiksatorler özellikle geniş yumuşak doku hasarının bulunduğu olgularda, yumuşak doku bakımına izin vermesi nedeniyle tercih edilmektedir. Günümüzde teknolojinin de gelişmesiyle eksternal fiksatorler, tam kırık iyileşmesi gerçekleşene kadar uygulanabilecek hale gelmiştir (11, 33, 49, 50, 51, 52).

Eksternal fiksatorler pin, ring ve hibrit fiksatorler olarak üçe ayrılır. Pin fiksatorler, beş farklı konfigürasyonda bulunabilir. Bunlar; unilateral tek planlı, unilateral iki planlı, unilateral çok planlı, bilateral tek planlı ve bilateral iki planlı

fiksatorlerdir. İlk olarak İlizarov tarafından geliştirilen ring fiksatorler ise tam veya yarım halkalardan oluşur. Eksternal fiksatorlerde kaynama izlenmesini takiben dinamizasyonla, kırık iyileşmesi stimule edilebilmekte ve bu şekilde kaynama daha hızlı olmaktadır. Özellikle yumuşak doku hasarı olanlarda mikrohareketlere izin veren fiksatorlerin, stabil olanlara göre daha hızlı kaynama sağladıkları bildirilmiştir. Ancak unilateral eksternal fiksatorlerle tedavide, %12 oranında kaynama yokluğu da rapor edilmiştir (11, 33, 49, 50, 51, 53, 54, 55).

4.4.2.2 Açık Redüksiyon ve İnternal Tespit

Açık redüksiyon, tibia kırıklarının tedavisinde sınırlı endikasyonlara sahiptir. Ekstremitede neden olduğu ek doku hasarı, kırık hematomunun kaybedilmesiyle kaynamanın olumsuz yönde etkilenmesi ve enfeksiyon riski, tibia kırıklarında açık redüksiyonunun dezavantajlarıdır. Buna karşın yumuşak doku interpozisyonu veya kelebek fragmanlar nedeni ile dizilimin sağlanamadığı durumlar ile yetersiz tedaviye bağlı kötü pozisyonda kallus oluşması halinde ve segmenter kırıklar gibi orta fragmanın rotasyonunun engellenemediği durumlarda, açık redüksiyon tercih edilebilir. İnternal fiksasyon kırığın tipine, hastanın genel durumuna, ek patolojilere ve cerrahın tercihinə göre belirlenir (5,24,47).

Açık redüksiyonla internal fiksasyon üç yöntemle uygulanabilir;

4.4.2.2.1 Minimal İnternal Fiksasyon

Kırık fragmanlarının interfragmanter kompresyon vidaları veya serklaj telleri ile tespit yöntemidir. Bu yöntem tek başına yeterli stabilite sağlamadığından operasyondaki redüksiyonun devamı için, ameliyat sonrasında sirküler alçı ile desteklenerek kullanılır. Günümüzde nadiren tercih edilir (24, 47).

4.4.2.2.2 Plak- Vida ile İnternal Fiksasyon

Son yıllara kadar tibia kırıklarının cerrahi tedavisinde en popüler yöntem olmuştur. Ancak günümüzde gittikçe popüleritesini kaybetmiştir. Bu yöntem, Müller başta olmak üzere AO grubu tarafından dünyaya yayılmıştır. Fragmanların yumuşak dokulardan ayrılmadan ve periost sıyrılmadan, bir plak ve vidalarla rijit fiksasyonu amaçlanmıştır. Özellikle dinamik kompresyon plakları ile edilen fiksasyon, erken harekete izin vermekte ve kemiğin primer kallus ile kaynamasını sağlamaktadır. Bununla beraber enfeksiyon, kaynama yokluğu ve yumuşak doku problemleri ile karşılaşılabilir. Rijit fiksasyon gereken, damar ve sinir yaralanmaları ile kemik

kaybının olmadığı olgularda, anatomik redüksiyonun gerekli olduğu eklem içi kırıklarda, plak ve vida kombinasyonu ile tedavi uygulanabilir (24, 47, 56, 57).

4.4.2.2.3 İntrameduller Çivileme

İntrameduller çivileme, günümüzde tibia cisim kırıklarının modern cerrahi tedavisinde önemli bir yere sahiptir. Tibia kırıklarında açık veya kapalı yöntemle sağlanacak redüksiyonun, kırık kaynayana kadar korunması, açılanma, rotasyon ve kısalık gibi komplikasyonlara engel olunması için pek çok intrameduller çivileme tekniği geliştirilmiştir. Bu tekniklerin herbiri kendine özgü nitelikler taşıdığından, uygulamayı yapacak olacak cerrahın, her sistem için temel ilkeleri tam olarak bilmesi gerekir (20, 48 ,58).

İntrameduller çivilemenin diğer tedavi yöntemlerine göre birçok avantajı vardır. Bu yöntem özellikle kapalı yapıldığı zaman yeterli tespit sağlarken, yumuşak dokuya verilen zarar da minimal olmaktadır. Böylece kemiğin ekstraosseöz kanlanması korunarak, kırığın revaskularizasyonuna ve periosteal kallus oluşumuna imkan vermektedir. Kas ve tendonlara ek hasar verilmediğinden, erken eklem ve kas rehabilitasyonunu da mümkün kılar (59).

İntrameduller çivilerin yük paylaşma özellikleri vardır. Kırığın yapısı aksiyel stabiliteye sahipse, erken yük vermek mümkündür. Bu durumda yük, büyük oranda kemik tarafından iletilerek kaynama hızlanmaktadır. Yine bu sebeple metal yorgunluğuna bağlı implant yetmezliği de, plak ve vidaya oranla çok az görülmektedir (58).

4.4.2.2.3.1 İntrameduller Çivileme Yöntemleri

Tibiada intrameduller çivileme uygulamalarındaki sorunların çoğu giriş yeri ve çivinin uygulanması ile ilgilidir. Proksimal tibia eklem yüzü düz olduğu için intrameduller çiviler, posterior korteksi delme eğilimindedir. Ayrıca intrameduller çivinin uygulanmasında hata olursa, patellar tendon irritasyonu oluşabilir. Lottes giriş deliğini daha mediale alarak, Herzog ise, Küntscher Çivisine proksimalde bir açı vererek uygulamadaki zorlukları büyük oranda aşmışlardır.

İntrameduller çivileme yöntemleri temel olarak üç gruba ayrılır (1, 20, 59, 60, 61).

1- Fleksibl İntrameduller Çiviler:

1970-80'li yıllarda bu fiksasyon yöntemi oldukça sık kullanım alanı bulmuştur. Bu yöntemde pinler birden çok konularak stabilite sağlanır ve böylece angulasyon ve rotasyon engellenmeye çalışılır. Bu yöntemin teorik olarak avantajı, meduller sirkulasyonda az hasar yapmasıdır. Bazı yazarlar bu yöntemin 1/3 orta cisim kırıklarında yeterli stabilite sağladığını bildirmişlerdir. Yine bu tekniğin tuberositas tibia'nın 7,5 cm altı ile ayak bileğinin 7,5 cm üstünde kalan ve kortikal temasın %25 olduğu kırıklarda da kullanılmasının uygun olduğunu bildirmişlerdir. En çok kullanılan Ender Çivisidir. Ender Çivileri meduller kanalı tam doldurmadığı için rijit intrameduller tespitten çok, intrameduller bir atel görevi yapar. Buna karşın giriş yeri, çivi ucu ve orta bölümündeki kavsi ile kemiğe üç noktadan temas ederek, üç nokta prensibiyle fiksasyon sağlar. Kapalı uygulanabilmesi, meduller dolaşıma az hasar vermesi ve tekniğin basit olması gibi avantajları vardır. Ancak rotasyonel stabilite sağlamadıkları için ameliyat sonrası sirkuler alçı uygulaması gerektirir konusu ise tartışmalıdır (48, 62, 63, 64, 65).

2- Kilitli İntrameduller Çiviler :

Küntscher, meduller kanalı tam olarak dolduran çivilerin fleksibl çivilere göre tibia cisim kırıklarında dizilimi, translasyon ve rotasyonu daha iyi kontrol ettiğini bildirmiştir. Kilitli çivilerle en iyi sonuçlar stabil, kısa oblik veya transvers kırıklarda alınır. Kapalı uygulama tekniği ile, açık redüksiyonla çivileme sırasında gelişecek olan periost ve yumuşak doku hasarı önemli derecede azaltılmış olur (58, 61).

Bu çivilerle rotasyonel kontrol iyi değildir. Genellikle ameliyat sonrasında uzun bacak alçısı gerekir. Bu nedenle oyma işlemi iyi yapılarak, daha geniş ve güçlü çiviler tercih edilmelidir. Ancak oyularak geniş çaplı çivilerin uygulanmasının endosteal kan akımındaki hasarı da arttırdığı unutulmamalıdır (58, 61, 66).

3- Kilitli İntrameduller Çiviler :

Kilitli intrameduller çiviler oyularak veya oyulmadan uygulanabilir. Kırık masası ve skopi cihazı gereklidir. Kilitli intrameduller çivilerin tekniklerindeki gelişmeler ve kullanımlarındaki artış, komplikasyon oranlarını düşürmüş ve endikasyonlarını

genişletmiştir. İntrameduller çivileme uygulamalarından sonra, kaynama için dinamizasyonun nadiren gerektiği konusunda son yıllarda fikir birliği sağlanmıştır. Açık tibia cisim kırıklarının tedavisinde, küçük çaplı kilitli çivilerle başarılı sonuçlar alındığı için birçok otör, kapalı tibia cisim kırıklarının tedavisinde kullanılmak üzere, çeşitli tiplerde oyulmadan uygulanan kilitli çiviler geliştirmiştir. Bu teknik az kan kaybı, ameliyat süresinin kısalması ve oyulma sırasında karşılaşılacak komplikasyonlardan kaçınılması gibi avantajlara sahiptir. Ancak teknik problem olarak, çivinın meduller kanalı doldurmasındaki yetersizlik sebebiyle, kırığın mekanik kontrolünde başarısızlık görülebilir (58, 66).

İntameduller Çivilerin Biyomekaniği

İntrameduller çiviler, kırık bir kemikte temel olarak internal destek görevi görürler. Bu çiviler özellikle bükölme kuvvetlerine karşı koymada çok etkilidirler. Kilitleme işlemi yapılmazsa, aksiyel yüklenmeler sonucu oluşan kısalmalara ve rotasyonel kuvvetlere karşı yeterince güçlü değildirler (15, 16, 43).

İntrameduller çivilerin intrinsik mekanik özellikleri:

1. Internal destek: İntrameduller çiviler kemiğe içerden destek görevi görürler. Hareketli kayıcı implant olarak adlandırılabilirler. Kayan bir implant olan intrameduller çiviler, güçlendirilmedikleri durumlarda kısalmayı, aksiyel yüklenmeyi ve rotasyonu kontrol edemezler. Fakat bükölme kuvvetlerini çok iyi kontrol ederler.

2. Geometri: İntrameduller çivinın geometrisi, çivinın gücünden, sertliğinden ve kemikte olan fiksasyonundan sorumludur. Bir intrameduller çivinın geometrik özellikleri uzunlamasına göre eğriliği, kesit şekli, transvers çapı, yarık karakteri, materyal özelliği ve yapısal sertliğidir.

a) Uzunlamasına öne eğrilik: İntrameduller çivinın giriş yeri doğru olduğu takdirde, çivinın uzunlamasına öne eğriliği sayesinde çivinın kontrolü ve kemik çivi uyumu kolay olur. İntrameduller çivinın şekli ile intrameduller kanalın uyumsuzluğu, kemik çivi fiksasyon stabilitesini olumsuz etkiler. Giriş deliğinin yanlış olması da uyumsuzluğa neden olabilir. Tibia çivilerinde düz tibial kanala girişi kolaylaştıran proksimal eğrilik vardır. Bu eğriliğin yeri kemik çivi uyumsuzluğuna etki eder ve özellikle proksimal tibia kırıkları için önemlidir. Kırık eğriliğin proksimalinde ise çivi distal fragmanı daha distale itebilir.

b) Kesit şekli: Herhangi bir boyuttaki intrameduller çivinin kesit şekli çivinin eylemsizlik momentini belirler. Çeşitli şekillerde kesitli pekçok intrameduller çivi mevcuttur. En yaygını Küntscher'in yonca yaprağı şeklinde olan çivisidir. İntrameduller kanalın tıkanmasını önlemek ve revaskularizasyona imkan tanımak için boşluklar bırakmak hedeflenmiştir. İntrameduller çivilerin daha derin veya daha sığ kanallı şekilleri olduğu gibi duvar kalınlığı farklı olan şekilleri de mevcuttur. Kesit şekli keskin kenarlı olanlar yüksek oranda torsiyonel stabilite sağlarlar. Dezavantajları çıkarılmalarının zor olmasıdır.

c) Boy- Çap: Çivinin boyu da çapı da eylemsizlik momentine etki eder. Küçük bir çivinin eylemsizlik momenti küçük olur. Çaptaki 1 mm'lik artış eylemsizlik momentinde hızla artışa yol açar. Bu nedenle aynı kesite sahip olan çivilerden büyük çaplı olanlar daha sert ve rijit olacaktır. Bu yüzden bazı çiviler yapılırken bu özellik göz önünde bulundurulmuş ve çap küçüldükçe duvar kalınlığı arttırılmıştır. Farklı üretilmiş çiviler arasında aynı çapta olsalar dahi esneme sertlikleri arasında 2 kat, torsiyon modüllerinde ise 3 kat fark bulunabileceği akılda tutulmalıdır.

d) Yarıklı: Oymasız çiviler hariç diğer çivilerin içi boştur. İçi boş intrameduller çiviler açık kesitli (yarıklı) veya kapalı kesitlidirler (yarıksız). Çivide yarıklı bulunmasının amacı, çivi çakılırken radial kompresyona imkan sağlayarak kemik çivi uyumsuzluğunu önlemektir. Çivinin radial kompresyonu ile artmış sürtünme fiksasyonu elde edilir. İntrameduller çivinin kanala yerleştirilmesinde belli derecede kayma gözlemlendiği bildirilmiştir. Bu durum distal kilitleyici vidaların uyumsuzluğuna yol açmaktadır.

e) Metal özelliği: Çoğu intrameduller çivi paslanmaz çelik, bir kısmı da titanyumdur. Titanyumun elastiki modulu, paslanmaz çeliğin yaklaşık yarısı kadardır. Titanyumun azami gücü, paslanmaz çeliğin yaklaşık 1.6 katıdır.

3. İntrameduller çivinin yorgunluğu: Çivileme sırasında ve tedavi süresince çivi nadiren kırılmaktadır. Kırılma yeri genellikle iki distal vidanın proksimali ve vida deliklerinin olduğu yerdir. Bazen kırık iyileşmesinden sonra çivi kırılmaları gözlemlenebilir. Bu durum önceden varolan mikrokırık veya defekt varlığı ile ilgili olabilir. İyileşmeden sonra olan metal yorgunluğuna da bağlı olabilir.

4. İntrameduller çivinin uygulanmasına ait özellikler:

a) Medullayı oyma: Oyma işlemi sonucudaha geniş çaplı, daha güçlü çivi uygulanabilir. Bunun sonucunda çivi ve kemik arasında daha fazla temas alanı oluşturulur, böylece tesbitin sürtünme komponenti artarak stabilite artırılır. Aynı zamanda oyma işlemi sırasında kırık hattında yeni kemik oluşumu uyarılabilir. Dezavantajları ise; endosteal kan akımının bozulması ve yağ embolisi riskinin artmasıdır. Ayrıca kemik korteksi zayıflayabilir (15, 17, 43, 67). Oymasız intrameduller çivilemede, intrameduller damarlar bir miktar zedelenebilir fakat en azından duvarlardaki damarlar sağlam kalır (15, 43, 67).

b) Yüklenme: İntrameduller çivi günlük yaşamda birçok yüke maruz kalır. En önemli yüklenme şekli bükülmedir, bunun yanında yürüme esnasında kompresyon, sandalyeden kalkarken veya merdiven çıkarken torsiyonel yüklenme olur. Bükülme tarzı yüklenmede lateral kortekste ve metalin lateralinde gerilme, medial kortekste ve çivinin medialinde kompresyon oluşur. Kilitli çiviler intrinsik stabilite ve vidaları sayesinde aksiyel yüklenmelere karşı koyarlar. Çivi vidalı değilse, aksiyel yüklenmelere karşı koyamayan kayıcı bir implant olduğu için, kırık hatında kompresyon olur. Bu yüzden parçalı olmayan transvers kırıklarda kilitsiz çivi kullanılabilir. Torsiyon ile kırık hattında rotasyon meydana gelir. İntrameduller çiviler kayıcı implantlar oldukları için torsiyonel güce az direnç gösterirler. Kilitli çiviler ise torsiyonel stabilitesi yüksek çivilerdir. Kırık fragmanları dişlenmiş ise rotasyona karşı intrinsik direnç oluşacaktır (43, 67).

c) Kırık konfigürasyonu ve yerleşimi: Kırık yerleşimi, kırığın proksimal ve distalindeki kemiklerin çivi ile temasını etkiler. Orta hattaki transvers kırıklar intrameduller çivileme için ideal kırıklardır. Çünkü kemik ile çivi arasında kırığın proksimali ve distalinde temas vardır. Bu temas kırık iyileşmesi için gerekli olan tesbiti sağlar. Oblik ve parçalı kırıklarda, kırık hattında, aksiyel ve torsiyonel yüklenmelere karşı yeterli intrinsik stabilite sağlanamaz. Bu tür kırıklarda genellikle dışardan bir tesbite ihtiyaç vardır. Kilitli çivilemede statik vidalar, çivinin kemik içinde kaymasını önler. Bu sayede hem aksiyel kısılma, hem de rotasyon önlenmiş olur. Statik kilitlenen çivilerde kırık hattında konsolidasyon olana kadar yüklenme önerilmez. Dinamik olarak kilitlenmiş çiviler, çivinin kemik içinde kaymasına izin verirler. Bu nedenle dinamik kilitlenmiş çivilerde erken yük verilebilir.

d) Vida gücü: Vidaların dış çapı (dişlerin dış hattını oluşturan çap), kök çapı (dişler başlamadan önceki gövde çapı) ve yivleri (dişler arasındaki mesafe) vardır. Dişlerin şekli, yük taşıyan faktördür. Keskin bir şekil yuvarlak olana göre daha kolay kırılır. Vidanın gücü kök çapına bağlıdır. Çaptaki küçük bir artış, güçte büyük bir artışa yol açar. İki korteksi tutan dişli vidalar tek korteksi tutanlardan daha sağlamdır. İntrameduller çiviye kilitlemeye kullanılacak en geniş çaplı vida, kullanılan çivinin delik çapı ile sınırlıdır. Vida çapını artırmak için çivinin vida deliğinin büyütülmesi gerekir. Bu durum ise çivinin zayıflamasına ve o bölgeden kırılmasına neden olabilmektedir (43).

4.5 Komplikasyonlar

Tibia cisim kırıklarında, kırığın kendisine veya uygulanan tedavi yöntemine bağlı olarak pek çok komplikasyon görülebilir. Bunlar sistemik ve bölgesel olarak ikiye ayrılır (14, 15, 16, 17, 18, 19, 34, 36, 37, 39, 68, 69).

4.5.1 Bölgesel Komplikasyonlar

a) Damar Yaralanmaları: Parçalı, aşırı deplase ve açık kırıklarda damar yaralanması yönünden dikkatli olunmalıdır. Deplase tibia cisim kırıklarında dorsalis pedis ve posterior tibial arter nabızları değerlendirmelidir. İki arter arasındaki kollaterallere bağlı olarak, nabızların alınmasına rağmen arter yaralanması olabileceği unutulmamalıdır. Damar yaralanması düşünülüyorsa bunun, damar yırtılması, trombozu, kırık hematomunun veya kemik fragmanlarının basısı sonucu oluşabileceği bilinmelidir. Kırık acil olarak redükte edilmeli, bacağın dolaşımı tekrar kontrol edilmeli ve gerekiyorsa arteriyografi sonucuna göre acil damar tamiri planlanmalıdır (14, 15, 16, 17, 40).

b) Sinir Yaralanmaları: Tibia kırıklarında direkt travmaya bağlı sinir yaralanmaları sık değildir. Nadiren fibula proksimalindeki kırık nedeniyle peroneal sinir zedelenmesi görülebilir. Yumuşak doku ödemi sonrası veya fibula boynu üzerindeki alçının basısı sonrası sekonder sinir hasarı da görülebilir. Erken tanı ve tedavi ile sinir fonksiyonları geri dönebilmektedir (14, 15, 16, 17, 40).

c) Kompartman Sendromu: En sık anterior kompartmanda görülür. Travma sonrası kırıkla birlikte oluşan kanama ve yumuşak doku ödemi, kompartman içindeki basıncın artmasına yol açar. Basıncın artması ile birlikte venüller ve arterioller kollabe olup dolaşım bozulmakta, neticesinde ödemi daha da fazla artırarak, bir kısır

döngüye yol açmaktadır. Eğer zamanında müdahale edilmezse kompartman içindeki kaslarda iskemik nekroz, daha sonrası fibrozis ve kontraktür gelişir. En sık anterior kompartman etkilenmesine karşın diğer kompartmanlarda etkilenebilir. Kompartman üzerindeki palpasyonla ortaya çıkan ağrı, travma ile açıklanamayacak kadar şiddetlidir. Kompartman kaslarının pasif olarak gerilmesi de ağrıyı artırır. Dolaşımın bozulmasından dolayı sinirler de etkilenir. Önce parestezi veya hipoestezi, daha sonra da anestezi veya paralizi görülür. Kompartman sendromu düşünülen hastalarda, derhal bacağı sıkan tüm alçı, atel ve sargı malzemeleri gevşetilir veya çıkarılır ve bacak kalp seviyesine yükseltilir. Kompartman içindeki basıncın 30 mmHg'nin üzerinde olması kompartman sendromu olarak kabul edilir. Hastanın kliniği de eklenince hastaya kesin fasyatomi endikasyonu doğar. Fasyatomi için tercih edilen yöntem iki insizyonla dört kompartmanın da serbestleştirilmesidir. Bunun için anterolateral ve posteromedial insizyonlar kullanılır (18, 19, 70).

d) Enfeksiyon: Tibia cisim kırıkları sonrası görülen en önemli komplikasyonlardan biridir. Osteomyelit ve enfekte psödoartroz oluşabilir. Bu durumlarda hastalar için çok uzun bir tedavi dönemi gerekir ve enfeksiyonun tam olarak iyileştiğinden emin olmak çok güçtür. Bu yüzden özellikle açık kırıkların tedavisinde erken irrigasyon ve debridman uygulanması çok önemlidir. Ayrıca etkin ve yüksek doz antibiyoterapi uygulanmalı, tetanoz profilaksisi yapılmalı ve kırık bölgesi tesbit edilmelidir. Enfeksiyon oranı çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmekle birlikte açık kırıklarda % 5- 50 ve kapalı kırıklarda % 1- 2 arasında değişmektedir (40, 68, 71, 72).

e) Sudeck Atrofisi: Refleks semtapik distrofi olarak da adlandırılan bu komplikasyon tibia kırıklarında yumuşak doku hasarı fazla olan, uzun süreli alçı tesbiti uygulanan ve geç yük verilen olgularda sık görülmektedir. Patogenezi tam olarak anlaşılamamıştır. Ayırıcı tanıda tenosinovit, kullanmama atrofisi, senil osteoporoz, periferik nörit ve periferik vasküler hastalıklar dikkate alınmalıdır. Sudeck atrofisi radyolojik olarak, tibia distal ucu ve ayak kemiklerinde benekli osteoporozla karakterizedir. Hafif formlar genellikle ekstremitenin fonksiyonel olarak kullanılmaya başlanmasından sonra düzelir. Hastaya psikolojik destek sağlanmalıdır. Konservatif önlemler sonuç vermezse sempatik blokaj uygulanabilir (72, 73).

f) Kozalji: Yanma tarzında ağrı olarak tanımlanan kozalji; duyu lifleri taşıyan bir periferik sinir lezyonu ile ilişkili olup, etkilenen ekstremitede aşırı ağrı ile

karakterizedir. Kozalji, spontan, sıcak, yanma tarzında, yoğun, yaygın aralıklarla gelen ve kalıcı bir ağrıdır. Ağrı ilk birkaç ayda en şiddetli düzeye ulaşır ve uzun süre devam edebilir. Tedavide uygun sempatik liflerin kesilmesiyle kozalji iyileşebilir (72, 73).

g) İmmobilizasyon Osteoporozu: Tibia cisim kırıklarından sonra kullanamaya bağlı olarak osteoporoz görülebilir. Hastaya ve immobilizasyona bağlı olarak vücuttan kalsiyum atılımının artması sonucu negatif kalsiyum dengesi gelişir. Belirgin osteoporoz genellikle 8 haftalık bir immobilizasyondan sonra görülür. Bununla beraber 20 yaş altı ve 50 yaş üstü hastalarda daha erken görülebilir. Radyolojik olarak osteoporoz homojen, noktalı veya band şeklindedir. Kullanmama osteoporozu kendini sınırlayan bir olay olup, immobilizasyon tamamlandıktan sonra büyük oranda geri dönmektedir (72, 73, 74).

h) Kaynama Gecikmesi veya Kaynama Yokluğu: Kallus oluşumunda çeşitli sebeplere bağlı olarak gecikme sonucu, kaynamanın beklenen sürede olmaması, kaynama gecikmesi olarak adlandırılır. Kaynama gecikmesi önlem alınmazsa kırık hattında iyileşme sürecinin aktivitesini yitirmesi ile kaynama yokluğu ile sonuçlanır. Nedenler dört grupta incelenir (14, 15, 16, 17, 75, 76).

- Hasta ile ilgili nedenler: Hastanın genel durumu, yaşı, beslenme durumu ve sistemik hastalıkları gibi sebepler kaynamayı etkiler.
- Kemik ile ilgili nedenler: Tibianın anatomik özelliklerinden dolayı orta ve distal 1/3 bölümlerinin iyi beslenmemesi nedeniyle bu bölgelerin kırıklarında kaynama gecikmesi sık görülür. Kırığın patolojik oluşu ve kırık bölgesinde enfeksiyon gibi nedenler de kaynamayı geciktirir.
- Travma ile ilgili nedenler: Geniş yumuşak doku hasarı olan, açık, kemik kaybı ve fragmanlar arasında yumuşak doku interpozisyonu olan kırıklar daha geç kaynamaya veya kaynama yokluğuna adaydır.
- Tedavi ile ilgili nedenler: Uygulanan tedavi yöntemi sonucu kırık hattında distraksiyon veya deplasman gelişmesi, kırığın yetersiz tesbiti, tekrarlayan manipulasyonlar ve erken yük verme gibi nedenler de kaynama gecikmesi veya kaynama yokluğuna sebep olabilir.

ı) Komşu Eklemlerde Hareket Kısıtlılığı: Tibia cisim kırıklarında, travmaya veya uygulanan tedaviye bağlı olarak, diz ve ayak bileği eklemlerinde hareket kısıtlılığı ve kontraktürler ortaya çıkabilir. Bu yüzden tibia kırığında tedavi yöntemi

seçerken, eklemlere erken hareket verebilecek yöntemlerin tercih edilmesi, uygun olan en erken zamanda fizik tedavi ve rehabilitasyona başlanması, bu komplikasyonun görülme sıklığını ve şiddetini azaltacaktır (14, 15, 16, 17, 77).

k) Amputasyon: Tibia kırıklarından sonra amputasyon; aşırı kemik kaybı ve yumuşak doku yaralanması, tamiri imkansız veya gecikmiş arter yaralanması ile travmatik amputasyonlarda revizyon şeklinde uygulanır. Ayrıca geç dönemde kalıcı enfeksiyon, kaynama yokluğu, fonksiyon kaybına yol açan ve düzeltilemeyen deformitelerin gelişmesi durumunda da amputasyonla enfeksiyonun yenilmesi veya protezle hastanın daha fonksiyonel ve estetik olacağı düşünülerek, amputasyon uygulanabilir (14, 15, 16, 17, 77).

4.5.2 Sistemik komplikasyonlar

Tibia, insan vücudunun en büyük kemiklerinden biridir. Genellikle şiddetli bir travma ile kırılır ve çoğunlukla multipl organ yaralanmaları ile birliktedir.

a) Hipovolemi: Açık tibia cisim kırığında vücut dışına kanama ile aşırı kan kaybı olabilir. Ayrıca multipl travmalı hastalarda retroperitoneal bölgeye, kırık bölgesine veya batin içine de kanama olabilir. 1-2 lt kan kaybindan sonra hipovolemi bulguları ortaya çıkar. Hipovolemik şok hayatı tehdit eden bir durumdur. Erken, hızlı ve doğru bir tedavi uygulanmalıdır (14, 15, 16, 17).

b) Yağ Embolisi Sendromu: Kırıktan sonra meduller kanal içeriğinin dolaşıma katılmasıyla, bir çeşit erişkin respiatuar distres sendromu oluşur. Travmadan 12-36 saat sonra ateş, taşikardi, takipne, nörolojik bulgular, arteriyel oksijen basıncında düşme ve peteşiler ortaya çıkar. Fatal sonlanabilen bir komplikasyon olduğundan, erken tanı ve tedavi hayat kurtarıcıdır (14, 15, 16, 17).

c)Dissemine İntravasküler Koagülasyon: Masif kanama veya hemolitik kan transfüzyon reaksiyonları sonrasında, kanın damar içinde pıhtılaşmasıdır. Böbreklerde akut tubuler nekrozla seyreden, fatal bir klinik tablodur (14, 15, 16, 17).

d) Enfeksiyon: Travmadan sonraki günlerde gazlı gangren, tetanoz ve diğer enfeksiyonlara karşı dikkatli olunmalı, gerekli antibiyoterapi ve profilaksi başlanmalıdır (14, 15, 16, 17, 68, 71).

5. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma için, 2005- 2010 yılları arasında tibia cisim kırığı sonrası, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesinde intrameduller çivileme operasyonu yapılan hastalar belirlendi. Tüm hastalar belirlendikten sonra, araştırma kriterlerine uymayan hastalar çalışmadan çıkarıldı. Daha sonra çalışmaya alınacak hastalar belirlendi.

Çalışma için Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel (İnvaziv) Olmayan Klinik Araştırmalar Değerlendirme Komisyonun’ dan etik kurul onayı alındı. Araştırmaya alınan hastalara telefonla ulaşılarak, hastaların hem çalışmaya katılmak için hem de rutin kontrolleri için hastaneye gelmeleri istendi. Çalışmaya dahil edilen hastalara çalışmanın amacı, uygulanacak anket, fizik muayene ve kontrol filmlerinin gerekliliği ve hastanın sözlü ve yazılı bildirimi sonrası çalışmaya katılmak isteyip istemediği açıklandı. Çalışmaya katılmak isteyen hastalar ‘Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu’ doldurularak araştırmaya dahil edildi.

Tüm olgular çalışmaya katılmayı kabul ettikten sonra ilk olarak, örneği verilen hasta veri kayıt formuna hastanın demografik verileri ve örneğe uygun olarak tüm basamaklar dolduruldu. Daha sonra hastalar her iki alt ekstremitayı de kapsayacak şekilde muayene edildi ve yine tablo- 5.1’ de gösterilen Karlstrom-Olerud kriterlerine göre hastaların fonksiyonel sonuçları kayıt edildi. Karlstrom-Olerud kriterlerine göre 36 puan alan sonuç mükemmel, 35-33 puan arası iyi, 32-30 puan arası tatmin edici, 29-27 puan arası orta ve 26-24 puan arası kötü olarak değerlendirildi (78, 79, 80).

Tablo- 5.1 Karlstrom-Olerud’ un fonksiyonel değerlendirme ölçütleri

	3 puan	2 puan	1 puan
Ağrı	Yok	Az	Ağır
Yürümede güçlük	Yok	Orta	Ağır topallama
Merdivende güçlük	Yok	Destekli	Yapamıyor
Önceki spor aktivitede güçlük	Yok	Bazı sporlar	Spor yapamıyor
İş kısıtlaması	Yok	Orta	İş yapamıyor
Cilt durumu	Normal	Değişik renk	Ülser/fistül
Deformite	Yok	Az	Belirgin
Kas atrofisi (cm)	<1	1-2	>2
Bacakta kısalık (cm)	<1	1-2	>2
Dizde hareket kaybı (0)	<10	10-20	>20
Ayak bileğinde hareket kaybı (0)	<10	10-20	>20

Buna göre; 36 puan mükemmel, 35-33 puan iyi, 32-30 puan tatmin edici, 29-27 puan orta ve 26-24 puan kötü sonuç olarak kabul edilmektedir

Daha sonra anketin diğer bölümlerini hastaların kendileri doldurmaları istendi. Bu bölümlerden ilki ‘Vizuel Analog Skalası (VAS)’ denilen kısımdı. VAS sayısal olarak ölçülemeyen bazı değerleri sayısal hale getirmek için kullanılır. 100 mm’lik bir çizginin iki ucuna değerlendirilecek parametrenin iki uç tanımı yazılır ve hastadan bu çizgi üzerinde kendi durumunun nereye uygun olduğunu bir çizgi çizerek veya nokta koyarak veya işaret ederek belirtmesi istenir. Testin bir dili olmaması ve uygulama kolaylığı en önemli avantajıdır. Testin uygulandığı çizginin yatay veya dikey olmasından, uzunluğundan etkilenmediği gösterilmiştir. Testin kısa süre aralıkları ile tekrarı sonrası verilen cevaplarda anlamlı fark bulunmamıştır. Hastalar için elde edilen değerlerin ortalaması alınır. Test çok uzun süreden beri kendini kanıtlamış ve tüm dünya literatüründe kabul görmüş bir testtir. Güvenlidir, kolay uygulanabilir. Çalışmada hastalardan, istirahat ve aktiviteleri sırasında yaşadıkları ağrıyı değerlendirmeleri için bu skalayı doldurmaları istendi. Hastalar, hiç ağrıların olmamasını 0 ve hayatları boyunca yaşadıkları en şiddetli ağrıyı 10 puan olarak düşünerek, kırık bölgesindeki istirahat sırasında ve aktivite sırasında yaşadıkları ağrıyı ayrı ayrı değerlendirdiler (81, 82, 83).

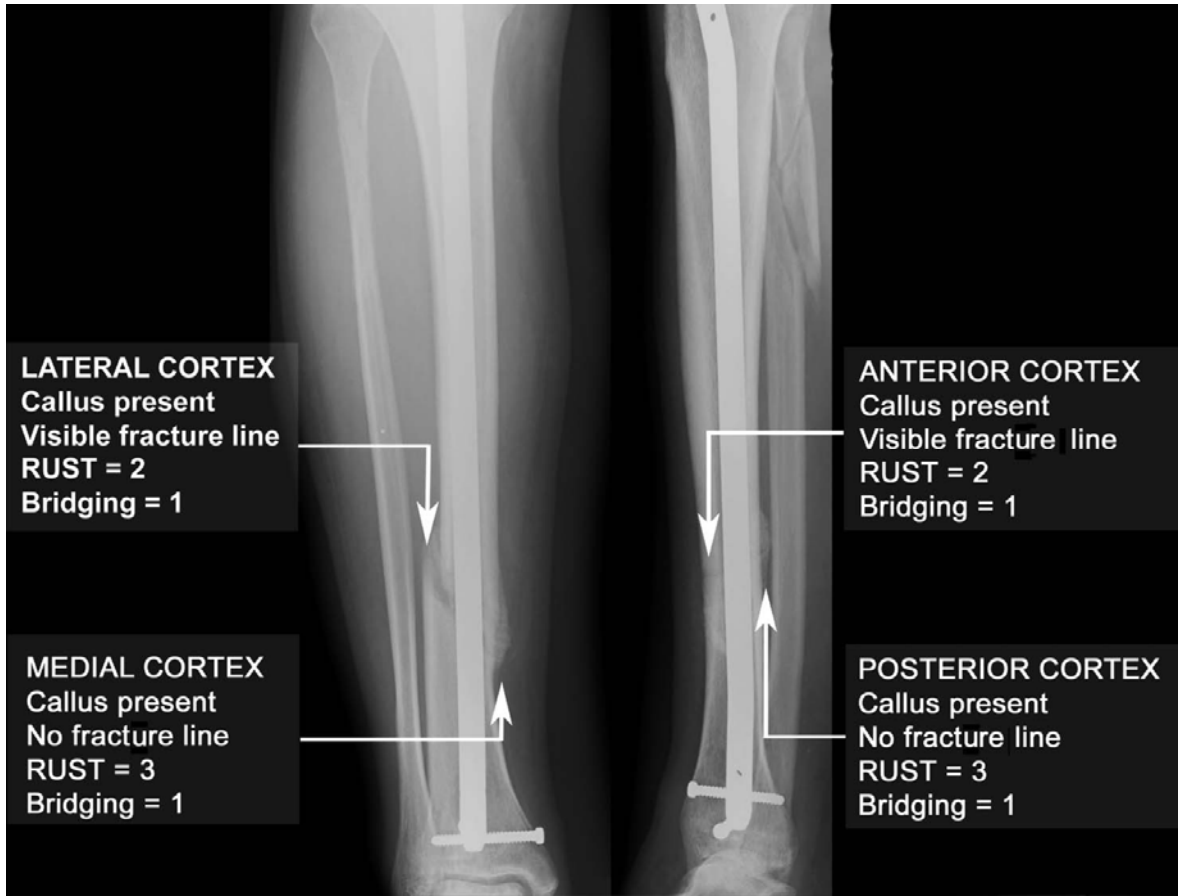
Anketin hastalar tarafından doldurulan ikinci kısmında ise ‘Medical Outcomes Study Short Form Health Survey (SF-36)’ formu bulunmaktaydı. SF-36 en yaygın kullanılan genel sağlık ölçütüdür ve pek çok dile çevrilmiştir. 14 yaş ve üzerindeki tüm bireylere uygulanabilmektedir. Sağlığın birçok yönünü değerlendirir ve farklı hastalıklardaki sağlık durumunun karşılaştırılması için uygundur. Otuzaltı adet soruya verilen cevaplar 8 ayrı alt başlıkta incelenir; fiziksel fonksiyon, fiziksel rol, ağrı, genel sağlık, vitalite (enerji), sosyal fonksiyon, emosyonel rol ve mental sağlık. Bunlardan fiziksel fonksiyon, fiziksel rol, ağrı ve genel sağlık alt grubunun puanları toplanarak fiziksel sağlık puanı elde edilirken, sosyal fonksiyon, emosyonel rol ve mental sağlık alt grubu puanları toplanarak global mental sağlık puanları elde edilir. SF-36’da sağlığın hem olumlu hem de olumsuz yönleri değerlendirilebilmektedir. Cevaplardan elde edilen yüksek değerler daha iyi bir sağlık durumunu gösterir. SF-36’nın Türkçe geçerlilik çalışması Koçyiğit ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Çalışmada hastaların fiziksel durumları ve ağrı skorları temel olarak kullanılmak istendiği için, SF-36 skalasının fiziksel fonksiyon ve ağrı alt grubu kullanılarak değerlendirmeye alındı (84, 85).

Son olarak hastaların muayeneleri ve anketleri tamamlandıktan sonra, hastalara tibia filmleri çekildi. Hastaların radyografileri ‘Radiographic Union Scale for Tibial fractures (RUST)’ isimli skarlama sistemine göre sınıflandırıldı. Bu skarlama sistemine göre hastaların A/P ve M/L çekilen filmlerinde tibia kırık hattındaki dört korteks değerlendirildi. Her korteksteki kırık hattının görünüp görünmediği, kırık hattındaki devamlılığın olup olmadığına göre skarlama yapıldı. Sonuçta en yüksek 12 puan ve en düşük 4 puan üzerinden değerlendirmeler yapıldı (86, 87) (Tablo-5.2, Şekil- 5.1).

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analiz için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 15.0 programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodlar (ortalama, standart sapma, yüzde) kullanıldı. Normal dağılım gösteren parametrelerin grup içi karşılaştırmalarında ‘eşlenmiş t-testi’ kullanıldı. Niteliksel verilerin karşılaştırılmasında ise ‘Ki-Kare testi’ kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında ‘Kruskal Wallis testi’ ve farklılığa neden olan grubun tesbitinde ‘Mann Whitney U testi’ kullanıldı. Sonuçlar %95 güvenlik aralığında, anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

Tablo- 5.2 Tibia kırıkları için radyografik kaynama skarlama tablosu

Korteks	Kırık hattı, kallus yok Skor = 1	Kırık hattı Görünür kallus Skor = 2	Kırık hattı yok Görünür kallus Skor = 3	Total skor Minimum: 4 Maksimum :12
Anterior				
Posterior				
Lateral				
Medial				



Şekil-5.1 Tibia kırıkları için radyografik kaynama skorlama sisteminin puanlaması

HASTA VERİ KAYIT FORMU

Hasta adı soyadı:

Yaş :

Cinsiyet: K E

Kaza nedeni: -araç içi trafik kazası
 -araç dışı trafik kazası
 -yüksekten düşme
 -iş kazası
 -patolojik kırık
 -diğer

Ek yaralanma :

Kırık yeri: Tibia - 1/3proksimal
 - 1/3 orta
 - 1/3 distal

Kırık taraf: Sağ Sol

Kırık tipi: kapalı
 açık ise -tipI
 -tip II
 -tip IIIA
 -tipIIIB
 -tipIIIC

Kırık tipi (AO sınıflamasına göre) :

Takip süresi:

Komplikasyonlar: - yüzeysel enfeksiyon
 - derin enfeksiyon
 - akut kırık
 - damar, sinir yaralanması
 - implant yetmezliği
 - diğer

VİZÜEL ANALOG SKALA (VAS)

İstirahat sırasında hissedilen ağrı

Hiç ağrı olmaması 0

Hayatı boyunca yaşadığı en şiddetli ağrı 10 olarak düşünülerek işaretlenecektir.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Aktivite sırasında hissedilen ağrı

Hiç ağrı olmaması 0

Hayatı boyunca yaşadığı en şiddetli ağrı 10 olarak düşünülerek işaretlenecektir.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

SF 36 anketi

Yönerge: Bu tarama formu size sağlığınıza ilgili görüşlerinizi sormaktadır. Bu bilgiler sizin nasıl hissettiğinizi ve her zamanki faaliyetlerinizi ne rahatlıkla yapabildiğinizi izlemekte yardımcı olacaktır.

Bütün soruları belirtildiği şekilde cevaplayın. Eğer bir soruyu ne şekilde cevaplayacağınızdan emin olmazsanız, lütfen en yakın cevabı işaretleyin

1.Genel olarak sağlığını nasıl değerlendirirsiniz?

(birinin etrafına daire çizin)

Mükemmel.....1
Çok iyi.....2
İyi.....3
Fena değil.....4
Kötü.....5

2. Geçen seneye karşılaştırıldığında, şimdi sağlığını nasıl değerlendirirsiniz?

(birinin etrafına daire çizin)

Bir yıl önceye göre çok daha iyi.....1
Bir yıl önceye göre daha iyi.....2
Hemen hemen aynı.....3
Bir yıl önceye göre daha kötü.....4
Bir yıl önceye göre çok daha kötü.....5

3. Aşağıdakiler normal olarak gün içerisinde yapıyor olabileceğiniz bazı faaliyetlerdir. Şu sıralarda sağlığınıza sizi bu faaliyetler bakımından kısıtlıyor mu? Kısıtlıyorsa ne kadar?

(Her satırda bir sayının etrafına daire çizin)

FAALİYETLER	Evet oldukça kısıtlıyor	Evet biraz kısıtlıyor	Hayır hiç kısıtlamıyo r
a. Kuvvet gerektiren faaliyetler , örneğin, ağır eşyalar kaldırmak, futbol gibi sporlarla uğraşmak	1	2	3
b. Orta zorlukta faaliyetler , örneğin masa kaldırmak, süpürmek, yürüyüş gibi hafif spor yapmak	1	2	3
c. Çarşı – pazar torbalarını taşımak	1	2	3
d. Birkaç kat merdiven çıkmak	1	2	3
e. Bir kat merdiven çıkmak	1	2	3
f. Eğilmek, diz çökmek, yerden bir şey almak	1	2	3
g. Bir kilometreden fazla yürümek	1	2	3
h. Birkaç yüz metre yürümek	1	2	3
i. Yüz metre yürümek	1	2	3
j. Yıkanmak ya da giyinmek	1	2	3

4. Geçtiğimiz bir ay (4 hafta) içerisinde işinizde veya diğer günlük faaliyetlerinizde bedensel sağlığınız nedeniyle, aşağıdaki sorunların herhangi biriyle karşılaştınız mı?

(Her satırda bir sayının etrafına daire çizin)

	Evet	Hayır
a. İş ya da iş dışı uğraşlarınıza verdiğiniz zamanı kısmak zorunda kalmak	1	2
b. Yapmak istediğinizden daha azını yapabilmek? (bitmeyen projeler, temizlenmeyen ev gibi)	1	2
c. Yapabildiğiniz iş türünde ya da diğer faaliyetlerde kısıtlanmak	1	2
d. İş ya da diğer uğraşları yapmakta zorlanmak	1	2

5. Geçtiğimiz bir ay (4 hafta) içerisinde işinizde veya diğer günlük faaliyetlerinizde duygusal problemleriniz nedeniyle (üzüntülü ya da kaygılı olmak gibi) aşağıdaki sorunlardan herhangi biriyle karşılaştınız mı?

(Her satırda bir sayının etrafına daire çizin)

	Evet	Hayır
a. İş ya da iş dışı uğraşlarınıza verdiğiniz zamanı kısmak zorunda kalmak.	1	2
b. Yapmak istediğinizden daha azını yapabilmek (bitmeyen projeler, temizlenmeyen ev gibi...)	1	2
c. İş ya da diğer uğraşları her zaman gibi dikkatlice yapamamak	1	2

6. Son bir ay (4 hafta) içerisinde bedensel sağlığınız ya da duygusal problemleriniz, aileniz, arkadaşlarınız, komşularınızla ya da diğer gruplarla normal olarak yaptığınız sosyal faaliyetlere ne ölçüde engel oldu?

Hiç.....1
Biraz.....2
Orta derecede3
Epeyce.....4
Çok fazla.....5

7. Geçtiğimiz bir ay (4 hafta) içerisinde ne kadar bedensel ağrılarınız oldu?

Hiç.....1
Çok hafif.....2
Hafif.....3
Orta hafiflikte4
Aşırı derecede5
Çok aşırı derecede.....6

8. Son bir ay (4 hafta) içerisinde ağırlı normal işinize (ev dışında ve ev işi) ne kadar engel oldu?

Hiç olmadı1
Biraz2
Orta derecede3
Epey4
Çok fazla5

9. Aşağıdaki sorular geçtiğimiz bir ay (4 hafta) içerisinde kendinizi nasıl hissettiğinizle ve işlerin sizin için nasıl gittiğiyle ilgilidir. Lütfen her soru için nasıl hissettiğinize en yakın olan cevabı verin. Geçtiğimiz 4 hafta içindeki sürenin ne kadarında...

(Her satırda bir sayının etrafına daire çizin)

	Her zaman	Çoğu zaman	Oldukça	Bazen	Nadiren	Hiç
a. Kendinizi hayat dolu hissettiniz?	1	2	3	4	5	6
b. Çok sinirli bir kişi oldunuz?	1	2	3	4	5	6
c. Sizi hiçbir şeyin neşelendirmeyeceği kadar moraliniz bozuk ve kötü oldu?	1	2	3	4	5	6
d. Sakin ve huzurlu hissettiniz?	1	2	3	4	5	6
e. Çok enerjiniz oldu?	1	2	3	4	5	6
f. Mutsuz ve kederli oldunuz?	1	2	3	4	5	6
g. Kendinizi bitkin hissettiniz?	1	2	3	4	5	6
h. Mutlu ve sevinçli oldunuz?	1	2	3	4	5	6
i. Yorgun hissettiniz?	1	2	3	4	5	6

10. Geçtiğimiz bir ay (4 hafta) içerisinde, bu sürenin ne kadarında bedensel sağlığınız ya da duygusal problemlerinizi, sosyal faaliyetlerinize (arkadaş, akraba ziyareti gibi...) engel oldu?

Her zaman1
Çoğu zaman2
Bazen3
Çok ender4
Hiçbir zaman5

11. Aşağıdaki herbir ifade sizin için ne kadar doğru ya da yanlış?

(Her satırda bir sayının etrafına daire çizin)

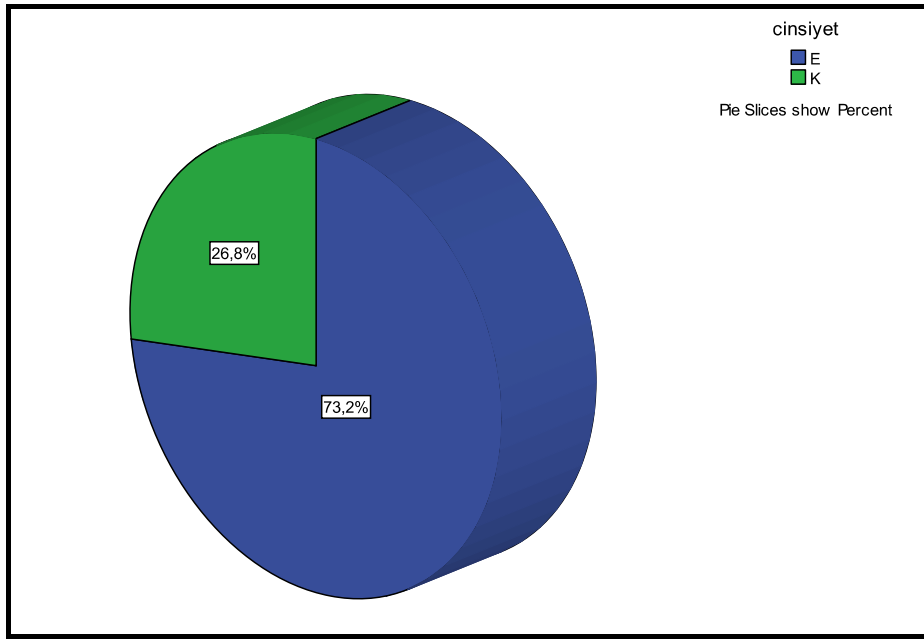
	Kesinlikle doğru	Çoğunlukla doğru	Bilmiyorum	Çoğunlukla yanlış	Kesinlikle yanlış
a. Başkalarından biraz daha kolay hastalandığımı düşünüyorum	1	2	3	4	5
b. Ben de tanıdığım herkes kadar sağlıklıyım	1	2	3	4	5
c. Sağlığımın kötü gideceğini sanıyorum	1	2	3	4	5
d. Sağlığım mükemmeldir	1	2	3	4	5

TEŞEKKÜR EDERİZ...

6. BULGULAR

Çalışma grubumuzda 2005-2010 yılları arasında tibia cisim kırığı geliştikten sonra tibia intrameduller çivileme operasyonu yapılan hastalar seçildi. Taramalarda takibi devam eden, takibi sonlanan dahil olmak üzere 51 hasta belirlendi. Bu hastalardan 10 tanesine telefon numarasıyla ulaşılmaya çalışıldı. Fakat bu 10 hastaya ulaşılamayınca, bu hastalar çalışmaya katılmadı. Toplam olarak 41 hasta çalışma grubuna katıldı.

Çalışmaya alınan hastaların yaş ortalaması %43,10 (en küçük 18, en büyük 80 yaş) idi. 41 hastadan 11 tanesi kadın (%26,8), 30 tanesi ise erkekti (%73,2) (Şekil- 6.1).

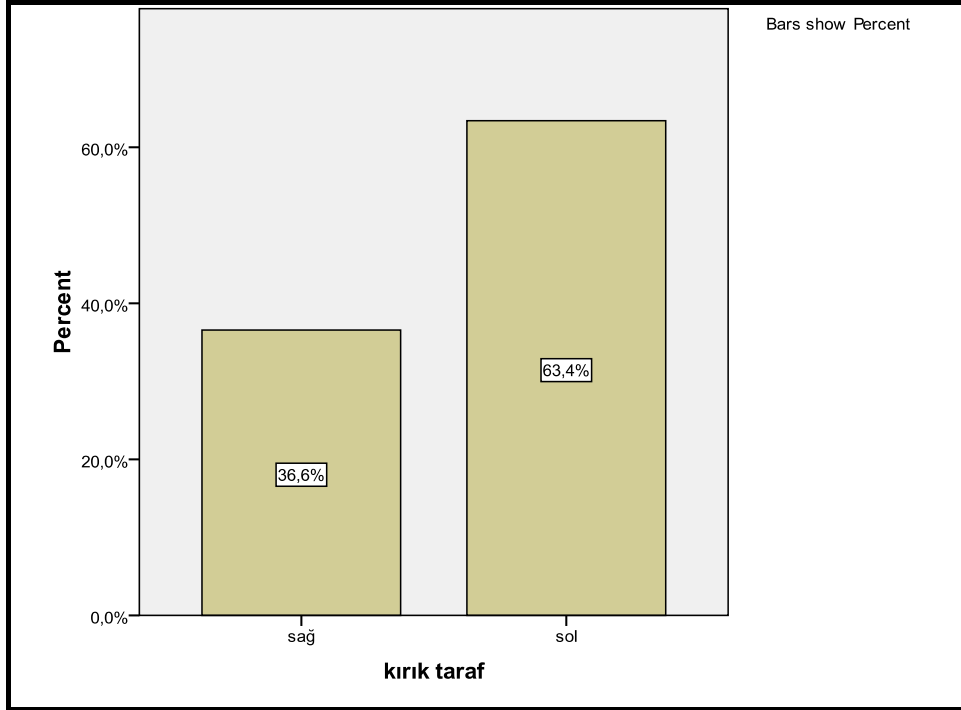


Şekil-6.1. Hastaların cinsiyet dağılımı

Çalışmaya katılan hastaların 26 tanesinde (%63,4) kırık sol tarafta idi, geriye kalan 15 hastada (%36,6) kırık sağ tarafta bulunmaktaydı (Şekil-6.2).

Tibia cisim kırığına yol açan kaza nedenleri, genelde literatürde en çok kullanılan ve tibia cisim kırığına en çok yol açan nedenler olarak sınıflamaya alındı. Sınıflandırmanın içine girmeyecek nedenler ise bir grupta toplandı. 41 hastadan tibia cisim kırığına yol açan en sık neden araç dışı trafik kazası olarak gözlemlendi. 41 vakadan 15 (%36,6) tanesi araç dışı trafik kazası nedenliydi. Daha sonra sırasıyla araç içi trafik kazası 13 vaka (%31,7), yüksekten düşme 10 vaka (%24,4), iş kazası

2 vaka (%4,9) ve diğer alt başlığı altında 1 vaka (%2,4) olarak bulundu (Şekil- 6.3).

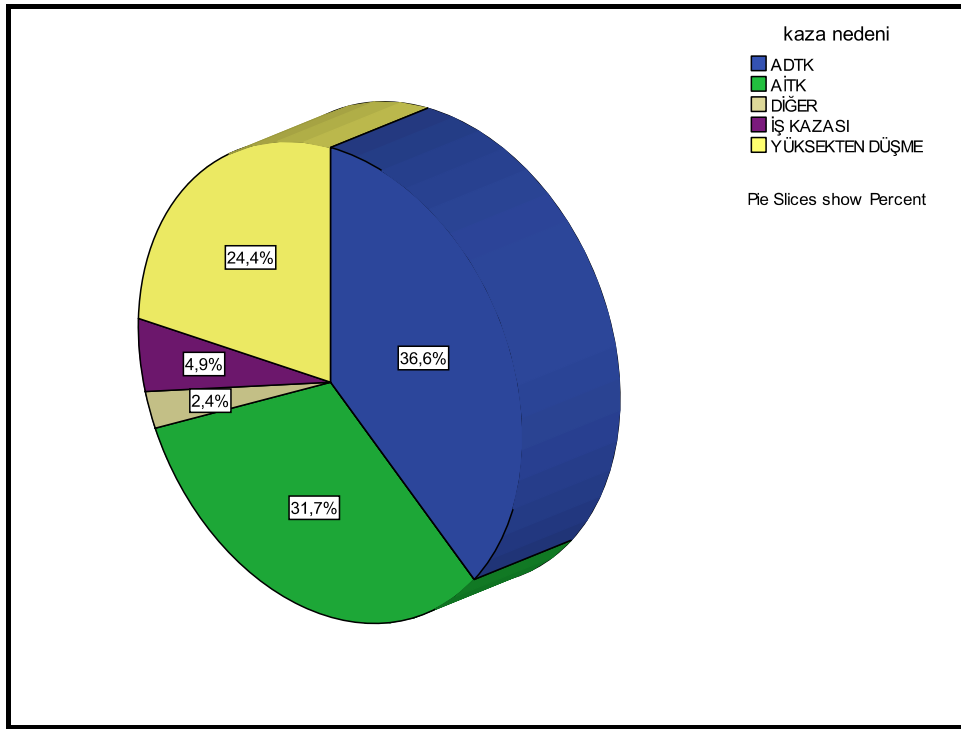


Şekil-6.2. Hastaların kırık taraf dağılımı

Tibia cisim kırıkları genelde yüksek enerjili travmalar sonrası meydana geldiği için aynı hastalarda ek yaralanmaların da olma olasılığının yüksek olduğu çok kez tekrar edilmiştir. Bu ek yaralanmalar aynı zamanda büyüklüğüne göre tibia cisim kırığının tedavisin geciktirmekte ya da kırık kaynamasına etki edebilmektedir. Bu nedenle çalışma sırasında ek yaralanması olan hastalar da analiz edildi. Buna göre 41 hastadan ek yaralanması olmayan hasta sayısı büyük çoğunluğu oluşturmakla birlikte, hasta sayısı 28 (%68,3) idi. Diğer ek yaralanmaları sırasıyla sayacak olursak, femur kırığı (aynı taraf) 3 vaka (%7,3), humerus kırığı 2 vaka (%4,9), izole radius kırığı 2 vaka (%4,9), asetabulum kırığı 1 vaka (%2,4), el bileği kesisi 1 vaka (%2,4), klavikula kırığı 1 vaka (%2,4), aynı tarafta malleol kırığı 1 vaka (%2,4), metatars kırığı 1 vaka (%2,4) ve izole ulna kırığı 1 vaka (%2,4) olarak bulundu (Şekil- 6.4).

Tibia cisim kırıkları kendi içinde üç bölgeye ayrılmaktadır. Bunlar 1/3 proksimal cisim kırığı, 1/3 orta cisim kırığı ve 1/3 distal cisim kırığıdır. Bu kırık bölgeleri için

tedavi şekli çok değişmemekle birlikte, intrameduller çivinin kilitleme mekanizması olarak önemli olabilmektedir. Hastaları bu sınıflamaya göre gruplandırdığımızda, 41 hastadan 31 tanesinde (%75,6) tibia 1/3 orta cisim kırığı görüldü. 6 hastada (%14,6) tibia 1/3 distal kırık, 4 hastada (%9,8) ise tibia 1/3 proksimal kırığı görüldü (Şekil- 6.5).



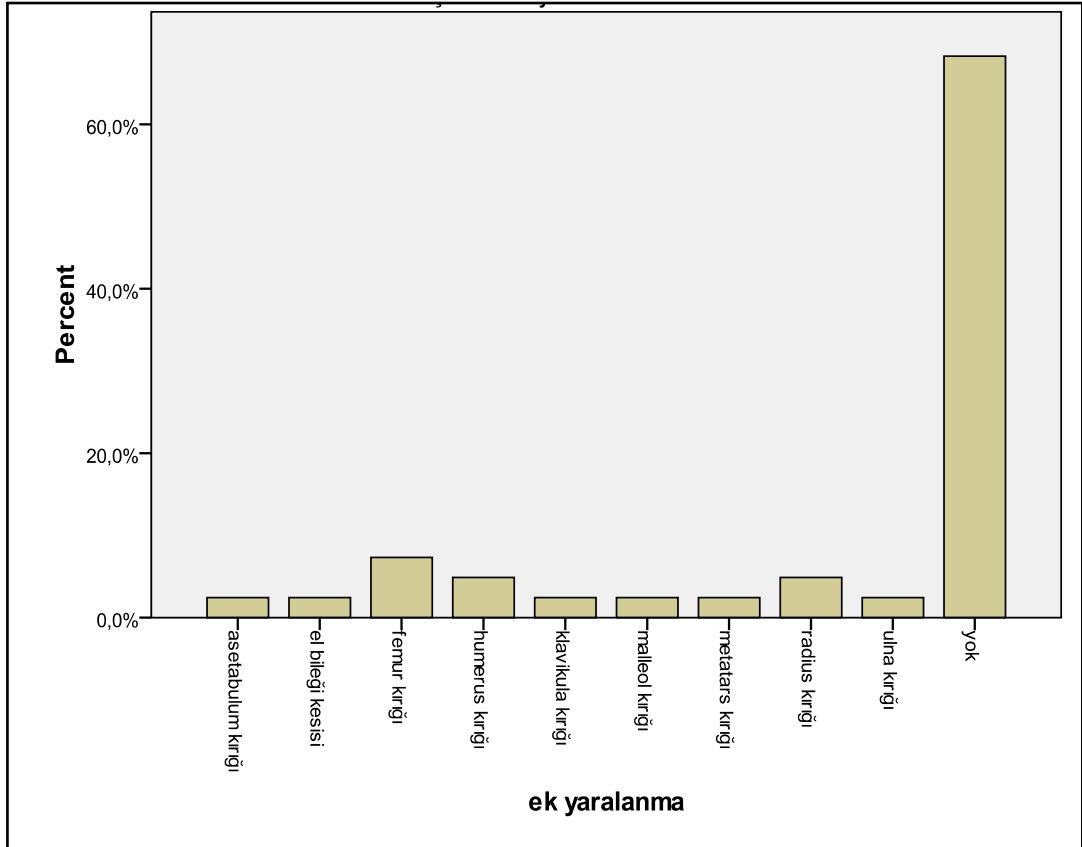
Şekil-6.3. Kaza nedenlerinin yüzdelerik dağılımı

Tibia cisim kırığı bulunan tüm hastalarda fibula kırığı da mevcuttu. Kırık tipinin AO sınıflamasına göre ilk üç sıradaki dağılımı da şöyleydi; 12 hastada (% 29,3) 42A33, 11 hastada (%26,8) 42A22, 7 hastada (%17,1) 42A23 (Şekil-6.7).

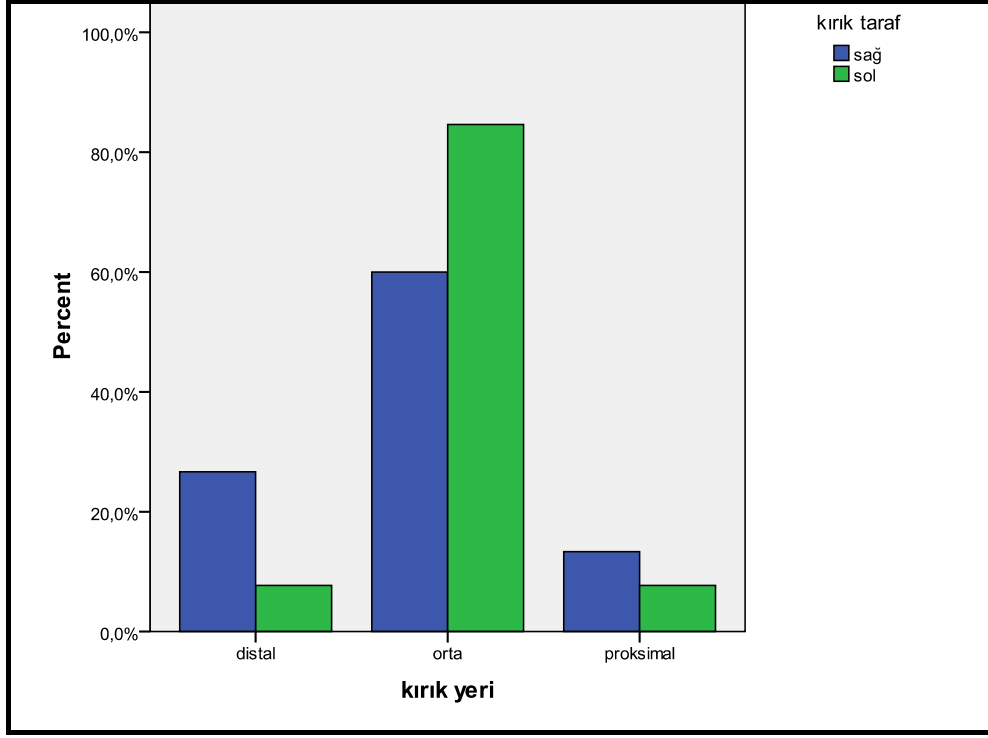
Açık kırık sınıflaması için Gustilo- Anderson sınıflaması kullanıldı. Buna göre 41 hastadan 27 tanesinde (%65,9) kapalı kırık mevcuttu. 3 hastada (%7,3) tip I açık kırık, 6 hastada (%14,6) tip II açık kırık, 3 hastada (%7,3) tip IIIa açık tip kırık ve 2 hastada (%4,9) ise tip IIIB açık kırık gözlendi (Şekil- 6.8).

Hastaların operasyondan sonra ortalama takip süresi 26,32 ay idi (en düşük 8 ay, en uzun süre 48 ay). Operasyon sırasında veya operasyondan sonra gelişen

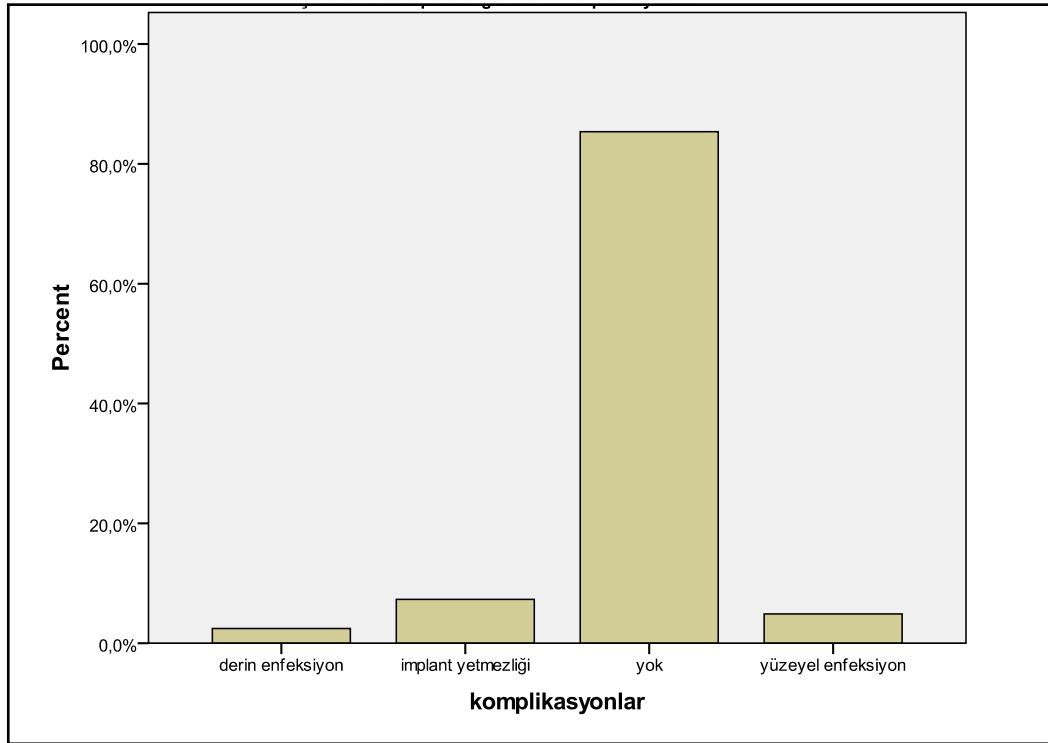
komplkasyonlar ele alındığında 35 hastada (%85,4) herhangi bir komplkasyonla karşılaşılmadı. 2 hastada yüzeysel enfeksiyon (%4,9) gelişti ve bu hastalara sık uygulanan pansumanlarla bu şikayetler geriledi. 1 hastada (%2,4) çivinin giriş bölgesinde derin enfeksiyon gelişmesi üzerine hastaya debridman uygulandı, sonraki dönemde de hastada herhangi başka bir komplkasyon gelişmedi. 3 hastada (%7,3) ise izlemlerde intrameduller çivinin distalindeki kilitleme vidalarında kırık görüldü. Bu hastalara ek bir girişim yapılmadı ve buna rağmen bu 3 hastada da kırık kaynamasının sorunsuz olduğu gözlemlendi (Şekil- 6.6).



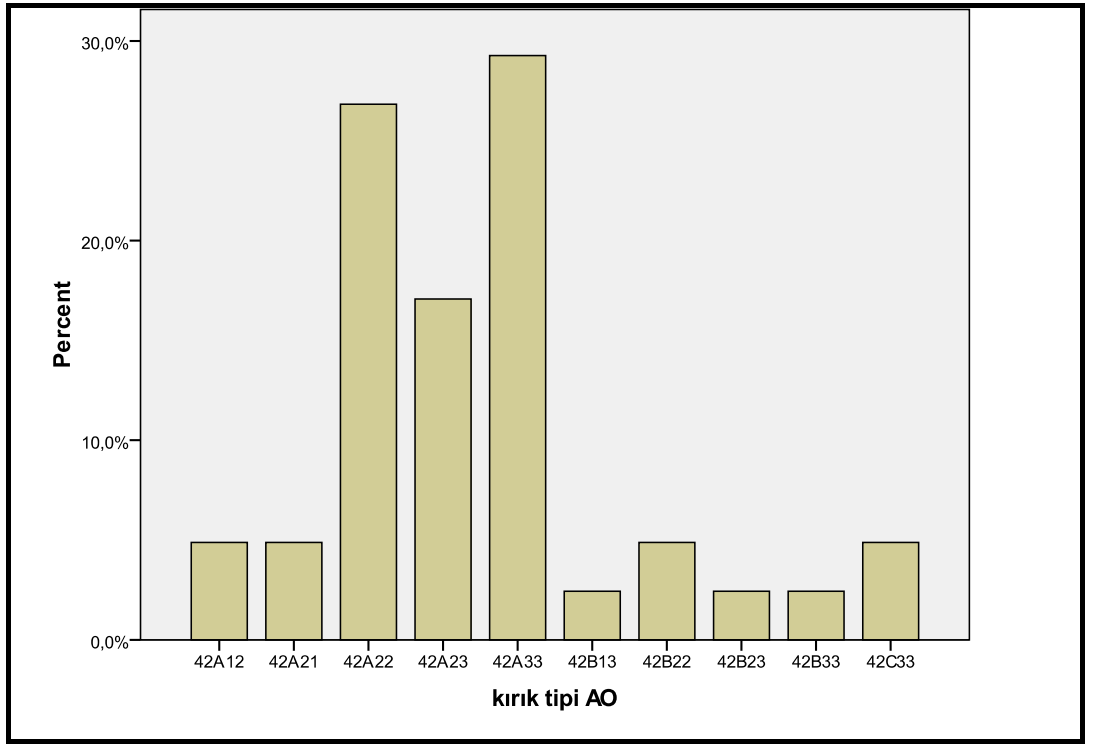
Şekil-6.4. Ek yaralanmalar



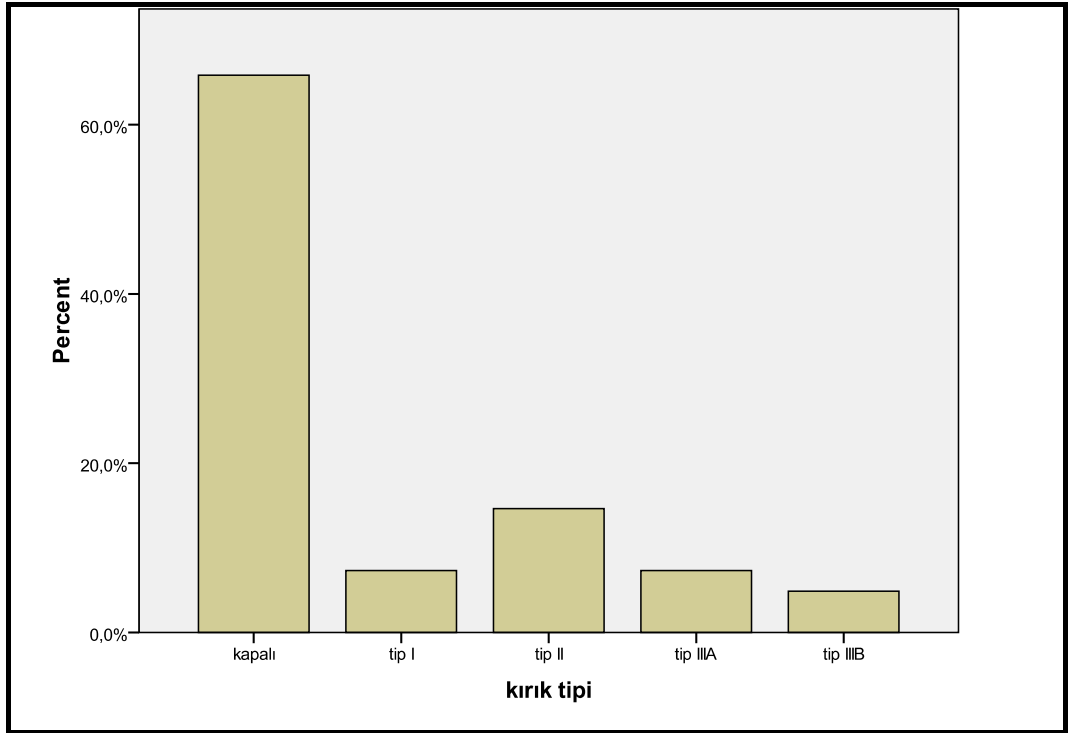
Şekil-6.5. Kırık yeri ve kırık taraf karşılaştırmalı tablosu



Şekil-6.6. Postoperatif görülen komplikasyonlar



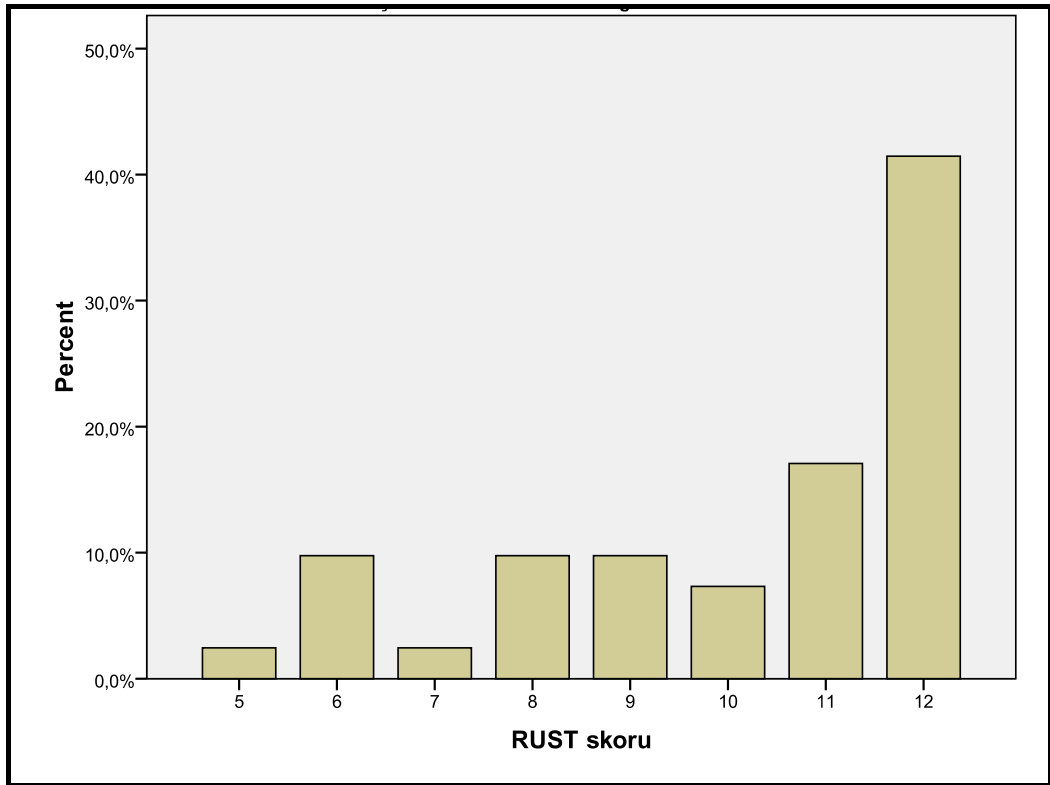
Şekil-6.7. Kırıkların AO sınıflamasına göre dağılımı



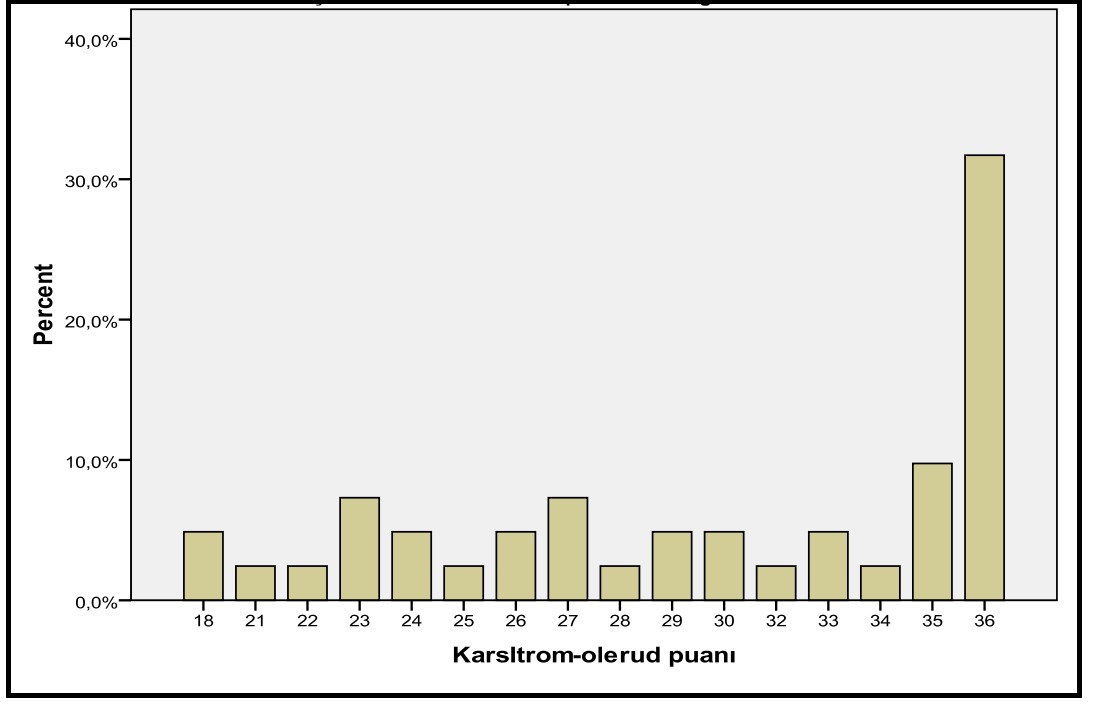
Şekil-6.8. Gustilo- Anderson sınıflamasına göre kırık tiplerinin dağılımı

Radyolojik olarak kırık kaynamasını sınıflandırmak için kullandığımız radyografik kaynama skorlama sistemine göre 41 hastadan 17 tanesi (41,5) tam puan olan 12 puanını aldı. Daha sonra sırasıyla 7 hasta (%17,1) 11 puan, 3 hasta (%7,3) 10 puan, 4 hasta (%9,8) 9 puan, 4 hasta (%9,8) 8 puan, 1 hasta (%2,4) 7 puan, 4 hasta (%9,8) 6 puan ve 1 hasta (%2,4) 5 puan aldı. Tüm radyografik tetkikler aynı kişi tarafından değerlendirildi (Şekil- 6.9).

Hastaların, Karlstrom-Olerud'un fiziksel fonksiyonel değerlendirme skalasına göre aldıkları puanlar ise şöyleydi; 13 hasta (%31,7) 36 tam puan aldı, 7 hasta (%17,1) ise 35-33 puan aralığında bulunup iyi olarak değerlendirildi. 3 hasta (%7,3) 32-30 puan aralığında tatmin edici, 6 hasta (%14,6) 29-27 puan aralığında olup orta ve 12 hasta (%29,3) 27 altı puan alarak kötü olarak sınıflandırıldı (Şekil- 6.10).



Şekil-6.9. Rust skorunun dağılımı



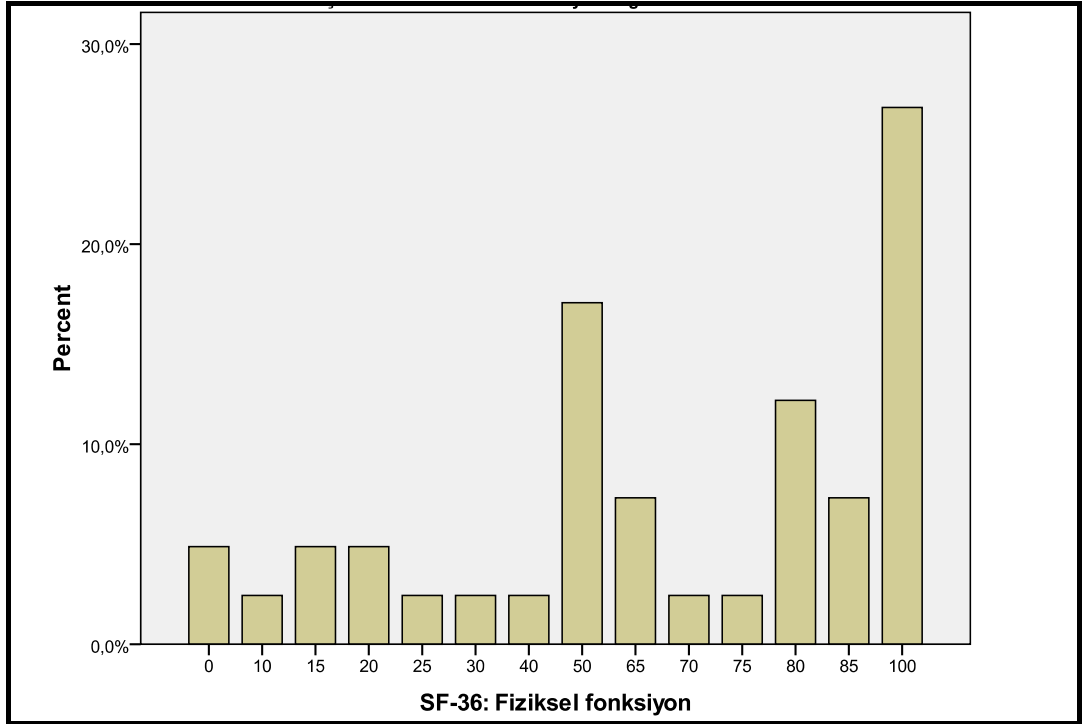
Şekil-6.10. Karlstrom-Olerud puanlarının dağılımı

Vizüel Analog Skalasını (VAS) iki şekilde uygulandı. İlk olarak hastaların kırık bölgelerinde istirahat halindeyken herhangi bir ağrı hissedip hissetmedikleri ve bu ağrıyı derecelendirmeleri istendi. Buna göre 27 hastada (%65,9) istirahat halindeyken herhangi bir ağrı şikayeti yoktu. 9 hasta (%22,0) skala üzerinde 2'yi işaretledi. 2 hasta (%4,9) 3'ü, 2 hastada 4 numarayı işaretledi. 1 hasta ise (%2,4) ise 1 numarayı ağrı şiddeti olarak işaretledi.

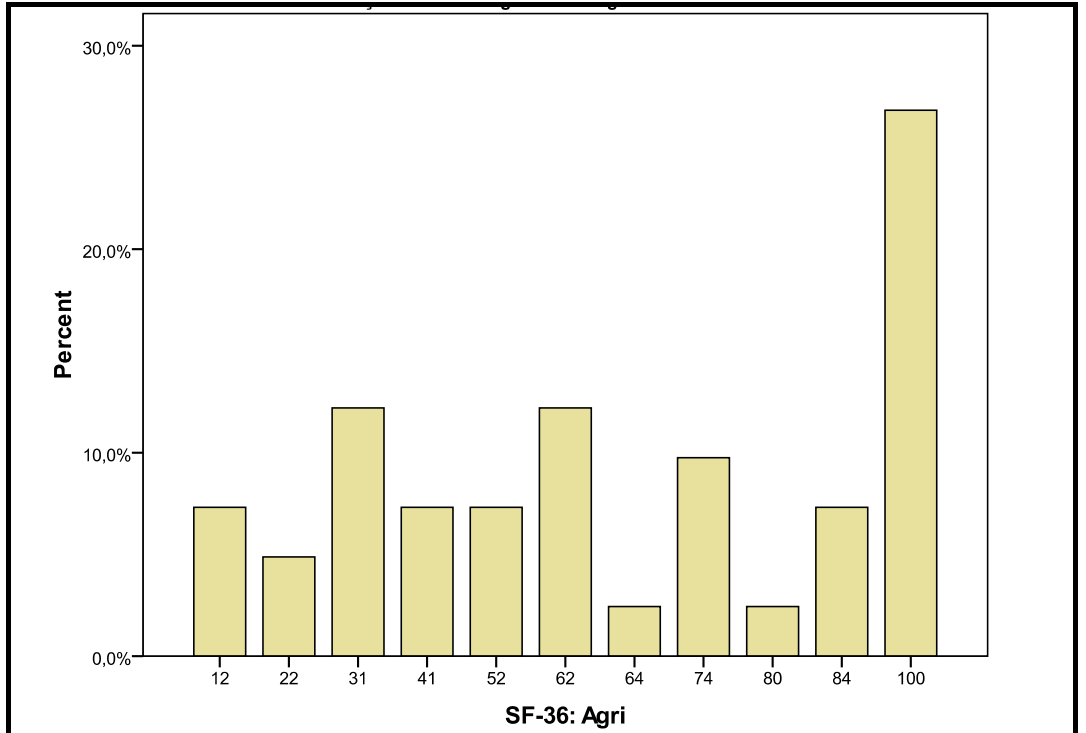
VAS'ın ikinci bölümünde ise hastalara günlük aktiviteleri sırasında herhangi bir ağrı hissedip hissetmedikleri, eğer ağrı hissediyorlarsa skala üzerinde şiddetini işaretlemeleri istendi. Buna göre 41 hastadan 13'ünde (%31,7) aktivite sırasında herhangi bir ağrı yoktu. Aktivite sırasında ağrı hissedenlerin durumu geniş bir dağılım göstermekle birlikte en düşük 1 ve en yüksek 8 olmakla birlikte aradaki değerleri işaretleyenlerin sayısı 28 (% 68,3) idi.

Çalışmada hastaların radyolojik kaynama kriterleri ile genel sağlık durumların karşılaştırmak amaçlı SF-36 skorunu kullanıldı. Bu skora için önemli olan alt başlıklar, fiziksel fonksiyon ve ağrı skorlamalarıydı. Bu nedenle sadece bu iki skora sonucu kullanıldı. SF- 36 fiziksel fonksiyon sonuçlarına göre 41 hastanın 11'i (%26,8) 100 üzerinden tam puan aldı. Diğer 30 hastanın ise 0 ile 85 puan aralığında geniş bir dağılımı vardı (Şekil- 6.11).

S-36 ağrı skorlamasında ise yine aynı şekilde 41 hastadan 11'i (%26,8) 100 üzerinden tam puan aldı. Diğer 30 hasta ise 12 ile 84 puan aralığı arasında geniş dağılım gösteren puanlar aldılar (Şekil-6.12).



Şekil-6.11. SF-36 Fiziksel fonksiyon skoru dağılımı



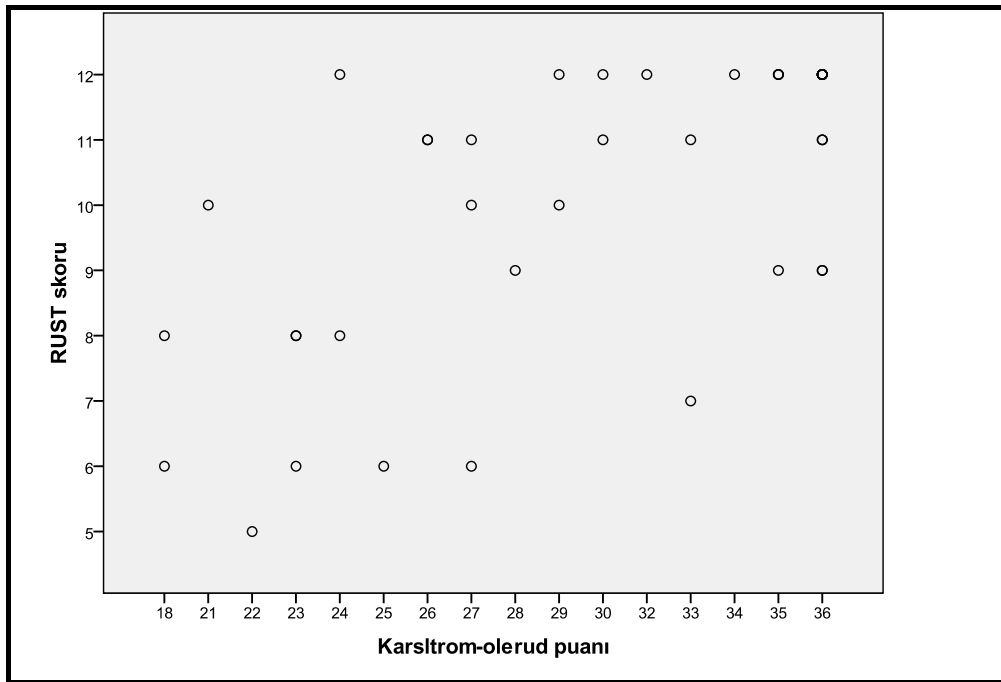
Şekil-6.12. SF-36 Ağrı skoru dağılımı

RUST değerinin klinik olarak hastalar arasında nasıl bir güven aralığı oluşturacağı bilinmiyordu. Daha önce buna yönelik çalışma yapılmamış olması da bu skorum sisteminin ne gibi bir sonuç vereceği konusunda bir soru işareti uyandırırıyordu. Çalışmada RUST skorum sisteminin tam veya yüksek puan alanlar, kırırıın radyolojik olarak kaynamış olduğunu gösteriyordu. Bununla birlikte RUST skorunun yüksek olduğu hastalarda bu bilgilere bağlı olarak Karlstrom-Olerud puanının yüksek olması, VAS istirahat ve aktivite puanlarının düşük olması ve SF-36 fiziksel fonksiyon ve ağrı skorlarının yüksek olması beklenirdi.

RUST skoru 12 tam puan olan hastalar arasında Karlstrom-Olerud puanı en düşük olan 24, VAS istirahat skoru en yüksek 0, VAS aktivite skoru en yüksek 7 puan, SF-36 fiziksel fonksiyon değeri en düşük olan 75 puan ve SF-36 ağrı değeri en düşük olan 41 puan aldı.

RUST skoru alınan en düşük puan olan 5 puanı alan hastada, Karlstrom- Olerud puanı 22, VAS istirahat skoru 4, VAS aktivite skoru 8, SF-36 fiziksel fonksiyon puanı 0 ve SF-36 ağrı puanı 12 idi.

RUST skorunun tüm parametrelerle yapılan çapraz istatistiksel analizlerinde RUST– Karlstrom-Olerud puanı arasındaki p değeri 0,000 bulundu, bu da bize RUST skorunun ne kadar yüksek olursa Karlstrom-Olerud değerinin de o kadar yüksek olduğunu gösterir. Bu iki parametre arasındaki p değeri anlamlı bulundu.



şekil-6.13. RUST skoru ile Karlstrom-Olerud puanı karşılaştırmalı grafiği

RUST skoru ile VAS istirahat ve VAS aktivite skorları karşılaştırıldığında korelasyon katsayıları sırasıyla -0,463 ve -0,541 bulundu. Aralarındaki p değerleri ise sırasıyla 0,002 ve 0,000 bulundu. Bu istatistiklere göre RUST skoru ne kadar yüksek ise VAS istirahat ve aktivite skorları o kadar düşük oluyordu.

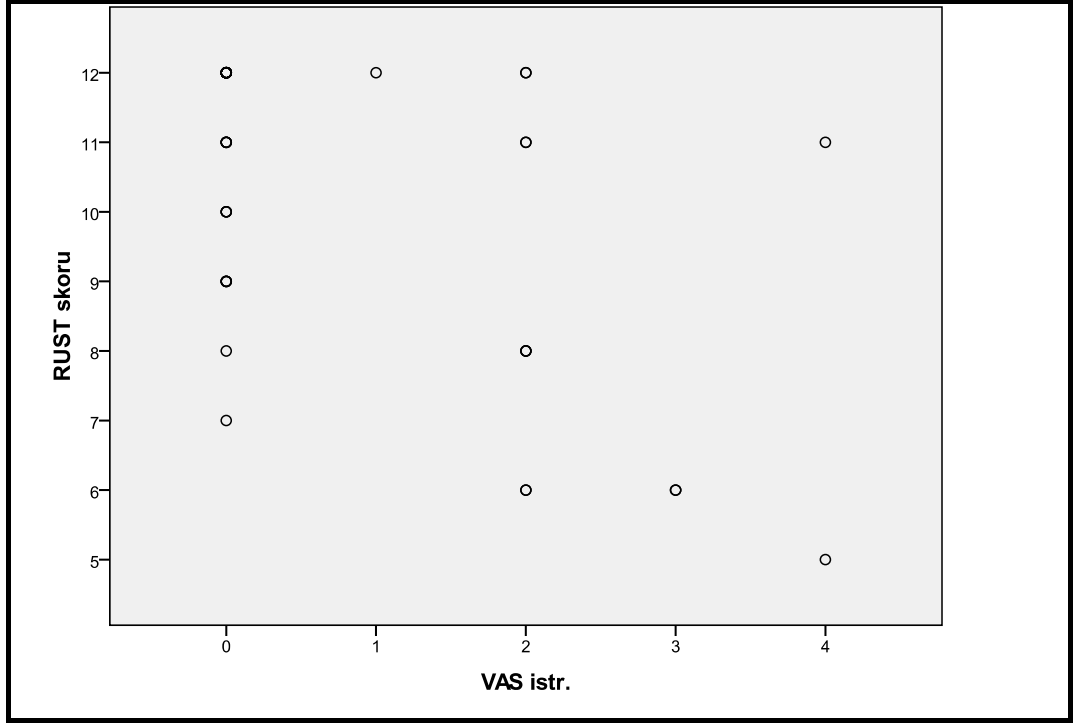
RUST skoru ile SF-36 fiziksel fonksiyon ve ağrı skorları ayrı ayrı karşılaştırıldığında p değerleri sırasıyla 0,000 ve 0,000 idi. Korelasyon katsayıları da sırasıyla 0,710 ve 0,702 idi. Bu veriler ışığında RUST skoru ile SF- 36 puanları p değeri açısından anlamlı bulundu.

Daha sonra Karlstrom-Olerud değeri, VAS istirahat ve aktivite değerleri, SF- 36 fiziksel fonksiyon ve ağrı değerleri kendi aralarında çapraz istatistiksel analize tabi tutuldu. Bu analizin yapılmasındaki amaç, RUST skorunun diğer parametlerle tamamen anlamlı çıkmasına rağmen, bu parametrelerin kendi içindeki uyumluluğunu görmektir (Tablo- 6.1).

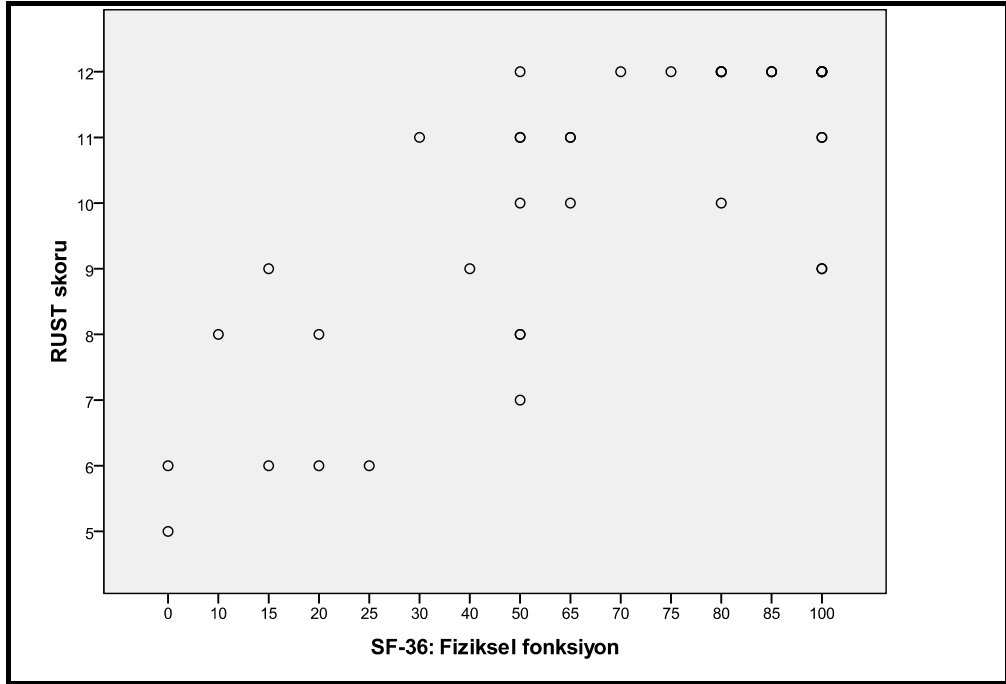
Yapılan değerlendirmelerde diğer parametlerin birbirleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Karlstrom-Olerud puanı yüksek olanlarda yaygın olarak VAS istirahat ve aktivite skorları düşük ve SF-36 fiziksel fonksiyon ve ağrı skorları yüksek idi. Yine aynı şekilde diğer parametrelerde birbirleriyle kıyaslandıklarında ‘p’ değeri açısından anlamlı bulundu.

Tablo- 6.1. Tüm parametrelerin birbirleriyle çapraz istatistikleri sonrası değerleri

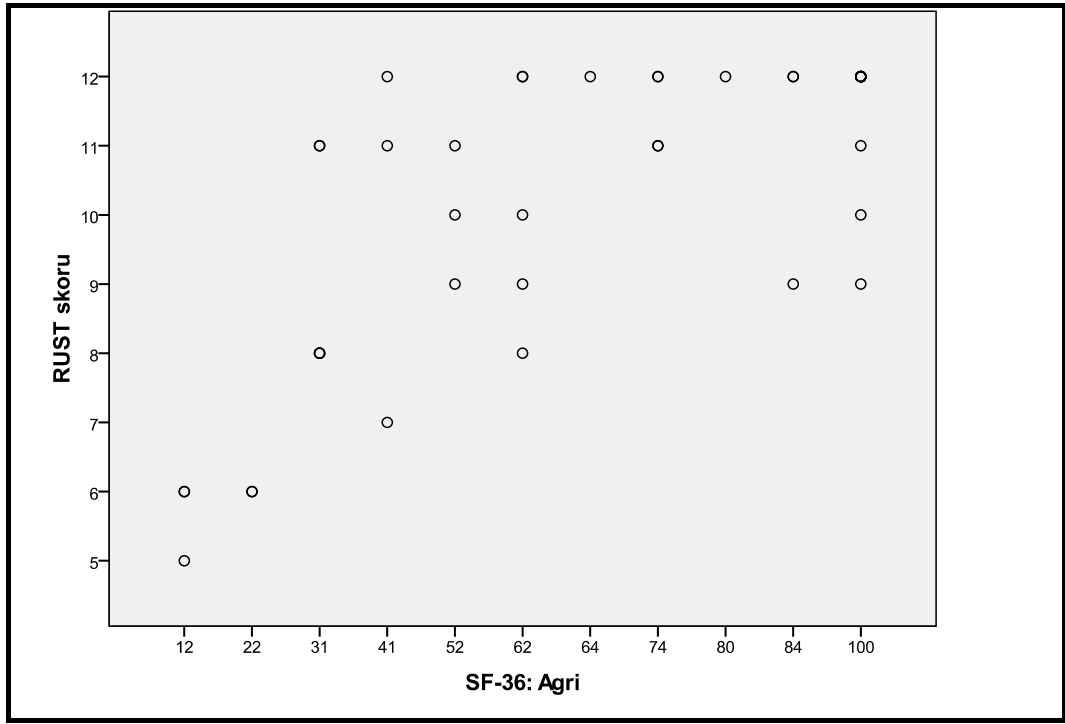
	RUST skoru	Karlstrom -Olerud puanı	VAS istr.	VAS aktv.	SF-36 fonksiyon	SF-36 ağrı
RUST skoru Korelasyon katsayısı p değeri	1.000	0,637 0,000	-0,463 0,002	-0,541 0,000	0,710 0,000	0,702 0,000
Karlstrom- Olerud puanı Korelasyon katsayısı p değeri	0,637 0,000	1,000	-0,534 0,000	-0,837 0,000	0,767 0,000	0,728 0,000
VAS istr. Korelasyon katsayısı p değeri	-0,463 0,002	-0,534 0,000	1,000	0,629 0,000	-0,523 0,000	-0,578 0,000
VAS aktv. Korelasyon katsayısı p değeri	-0,541 0,000	-0,837 0,000	0,629 0,000	1,000	-0,671 0,000	-0,692 0,000
SF-36 fonksiyon Korelasyon katsayısı p değeri	0,710 0,000	0,767 0,000	-0,523 0,000	-0,671 0,000	1,000	0,861 0,000
SF-36 ağrı Korelasyon katsayısı p değeri	0,702 0,000	0,728 0,000	-0,578 0,000	-0,692 0,000	0,861 0,000	1,000



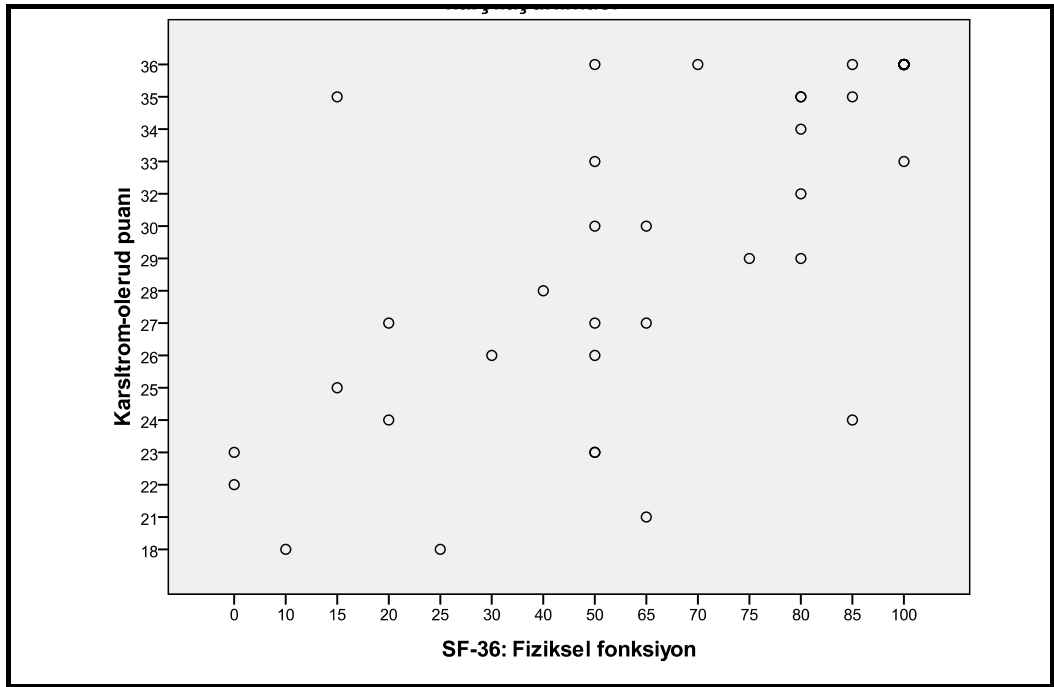
Şekil-6.14. RUST skorlamasının VAS istirahat skoru ile karşılatırmalı grafiğı



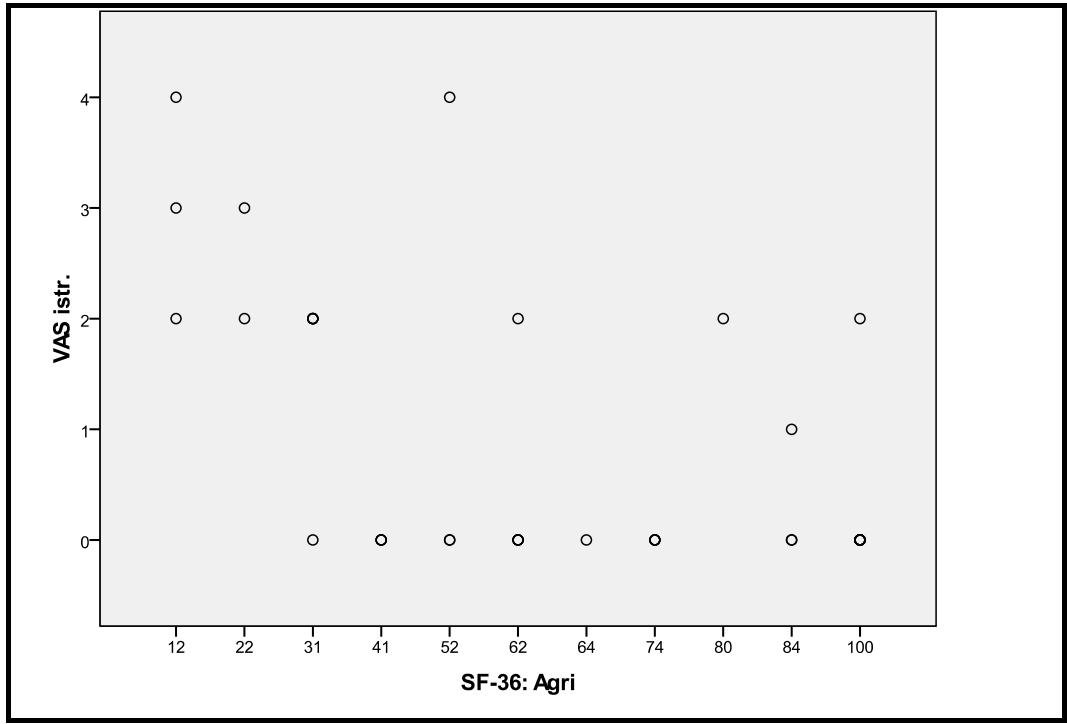
Şekil-6.15. RUST skorlamasının SF-36 fiziksel fonksiyon skoru ile karşılatırmalı grafiğı



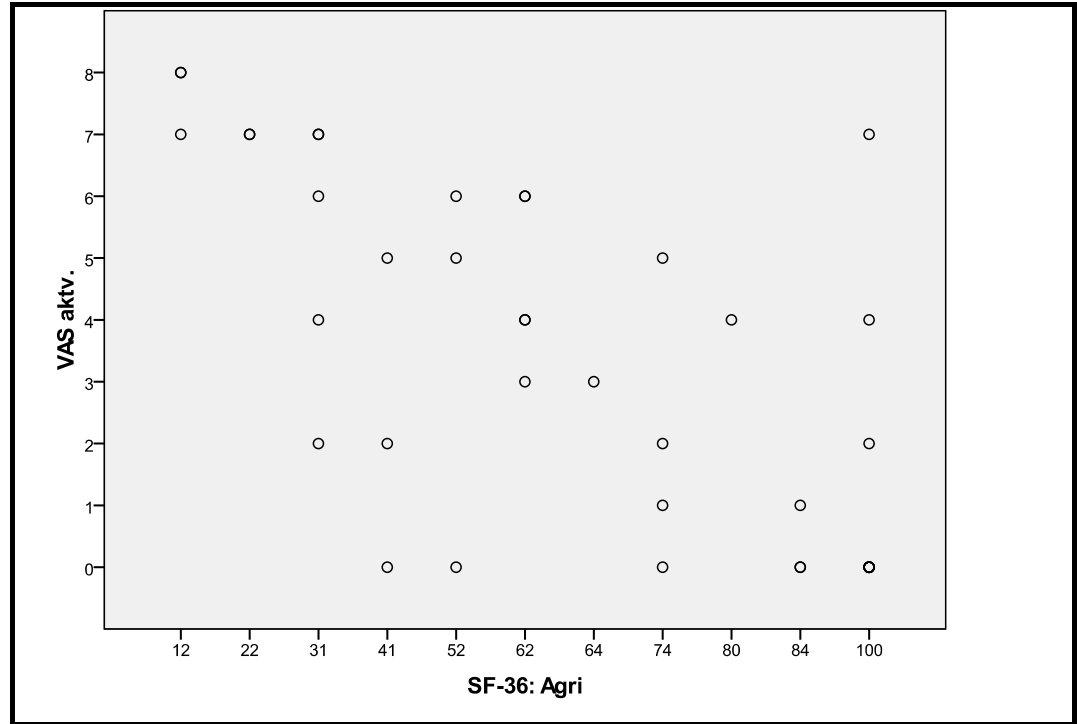
Şekil-6.16. RUST skorlamasının SF-36 ağrı skoru ile karşılaştırmalı grafiği



Şekil-6.17. Karlstrom-Olerud puanı ile SF-36 fiziksel fonksiyon skorunun karşılaştırmalı grafiği



Şekil-6.18. VAS istirahat ağrı skoru ile SF-36 ağrı skorunun karşılaştırmalı grafiği



Şekil-6.19. VAS aktivite ağrı skoru ile SF-36 ağrı skorunun karşılaştırmalı grafiği

7. TARTIŞMA

Tibia kırıkları uzun kemik kırıkları arasında en çok görülen kırıklardandır. Hekimlik tarihi boyunca birçok tedavi yöntemi denenmiş, ama en iyi yöntemin hangisi olduğu konusundaki tartışmalar halen devam etmektedir. Sanayileşmenin artması, teknolojik gelişmeler, motorlu taşıt sayısının artması ve benzeri birçok faktör, yüksek enerjili travma miktarında artışa ve dolayısıyla tibia kırıklarında da sayıca artışa neden olmuştur. Tibia kırıkları tüm kırıkların yaklaşık %15'ini oluşturur ve anatomik pozisyonu nedeniyle en sık görülen uzun kemik kırıklarıdır. Tibianın kan dolaşımı, yoğun adale desteğine sahip kemiklere göre daha zayıftır ve kortikal yapısı daha fazla olan bir kemiktir. Bu yüzden de kaynama gecikmesi, kaynama yokluğu ve enfeksiyon gibi komplikasyon oranı da göreceli olarak sıktır. Enfekte kaynama yokluğu ise tibia kırıklarında en ciddi sorundur. Uzun süreli sakatlıklara ve bazen de amputasyonlara yol açabilir (15, 43, 89, 90).

Tibia kırıklarında tedavi yöntemi olarak tercih edilecek yöntem hastaya, kırığa ve tedavi eden kişiye göre değişir. Kırık ve hastanın özelliklerine göre, uygun olmayan bir tedavi yönteminin seçilmesi, iyatrojenik olarak çok ağır komplikasyonlara yol açabilir ve tedavi sürecini uzatabilir. Tedavide kullanılacak olan yöntem; kırık fragmanlarını iyi konumda karşılaştıran, eksternal kallus oluşumunu uyarabilmek amacıyla kırık bölgesinde kısmi harekete izin veren, kırık bölgesi açılmadan uygulanabilen, erken harekete izin veren ve en az komplikasyon oranının görüldüğü yöntem olmalıdır (15, 88).

Tibia cisim kırıklarının tedavisinde olası seçeneklerden olan konservatif yöntemlerde kırık hematoma korunmaktadır, çevre yumuşak dokulara zarar verilmez ve düşük enfeksiyon ile yüksek kaynama oranları elde edilebilir. Literatüre baktığımızda Sarmiento 1974 yılında fonksiyonel breysle (PTB alçısı), konservatif olarak tedavi ettiği 482 tibia kırığının 10 yıllık takip sonuçlarına göre ortalama 14,5 haftada %99 kaynama elde etmiştir. Sarmiento açık kırıklarda kaynama süresinin kapalı kırıklara göre daha uzun olduğunu bildirmiştir (11, 12).

Nicoll yine 1974'de 144'ü açık olan 674 olguluk serisinde %95 fonksiyonel, deformitesiz iyi sonuç bildirmiştir. Bu çalışmada açık kırıklarda %15 enfeksiyon oranı görülmüştür. Dehne, Hoaglund ve States, Brown, Engelberg, Austin ve Digby

konservatif tedavi yönteminin tibia kırıklarında güvenilir bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir (14, 15, 43).

Konservatif tedavi yöntemlerinin anatomik sonuçları iyi olmasına karşılık komplikasyonları az değildir. Düzenli kontrol ve hasta-hekim ilişkisi gerektirmektedir, kötü kaynama sıklığı daha fazladır, açık kırıklarda yara bakımı zorlaşmaktadır, özellikle ayak bileği ve subtalar eklemlerde oluşan sertlik, işe dönüş süresinin uzun olması ve kişisel hijyen ve sosyoekonomik problemler bu yöntemin dezavantajlarıdır. Ayrıca alçılı tedavi hastaların yaşam kalitesini uzun süreyle kötü yönde etkilemektedir. Bu görüşlerden yola çıkılarak 1970'li yıllarda AO grubunun popülerize ettiği plak + vida ile tedavi ağırlık kazanmıştır (24).

Plak + vida ile rijid internal tesbit sağlansa bile özellikle açık kırıklarda olmak üzere kabul edilemez boyutlarda enfeksiyona yol açması, geniş yumuşak doku ve periost yaralanması oluşturmaları ve sonuçta enfekte kaynama yokluğuna zemin hazırlaması açısından uygulama sıklığı daha sonraki yıllarda azalmıştır. Rüedi ve arkadaşları 418 tibia kırığı üzerinde yaptığı çalışmada kapalı kırıklarda %6 komplikasyon oranı bulunurken açık kırıklarda bu oran %32'ye kadar çıkmıştır (91).

Eksternal fiksator tedavisinde ise yüksek oranda çivi yolu enfeksiyonu, kaynama yokluğu, yanlış kaynama ve fiksator çıkarıldıktan sonra redüksiyon kaybı gibi olumsuzluklar vardır. Siebenrock'un çalışmasında 135 açık kırığa primer eksternal fiksator uygulanmış, bunlarda 73'ünde tedaviye eksternal fiksatorla devam edilirken, 38'ine plak + vida ve 24'üne ise intrameduller çivileme uygulanmıştır. Sonuçta kaynama sürelerine bakıldığında ortalama en kısa kaynama süresi intrameduller çivilemede bulunmuştur. Ayrıca enfeksiyon ve kaynama yokluğu oranı en düşük yöntem de intrameduller çivileme olarak bulunmuştur (92, 93).

Uzun kemik cisim kırıklarında intrameduller çivileme uygulaması son yıllarda en çok kabul gören ve en çok uygulanan yöntem olmuştur. İntrameduller çiviler aksiyel aligmenti korurlar. Kırık bölgesi hiç açılmadan veya küçük bir insizyonla uygulanabilme kolaylıkları vardır. Böylece yumuşak dokulara ve periosta daha az zarar verilir. Erken hareket ve yüklenmeye izin verilir. Erken yüklenmeyle kırık bölgesinde osteojenik aktivite hızlanır ve buna bağlı olarak kırık kaynaması hızlanır. İntrameduller çivileme ile konservatif tedavi yöntemlerinde karşılaşılan, eklem

sertlikleri, sudeck atrofileri gibi lokal komplikasyonlara daha az rastlanır. Ayrıca plakla tesbitte karşılaşılan yüksek enfeksiyon oranları ve uzun kaynama süreleri, eksternal fiksator uygulamalarında karşılaşılan çivi yolu enfeksiyonları, kaynama gecikmesi, nörovasküler yaralanma riski gibi komplikasyonlar intrameduller çivilemede çok daha az görülmektedir. Son yıllarda açık tibia kırıklarında da intrameduller çivileme operasyonlarının sıklığı artmış, buna karşın görülen komplikasyon oranlarında bir artış olmamıştır (15, 94, 95).

Tibia kırıklarının tanı ve tedavi yöntemlerinde yukarıda saydığımız gibi çok hızlı gelişmeler yaşanmaktadır. Aynı şekilde tibia kırıkları sonrası hastaların takipleri sırasında, kırık hattındaki kaynamanın oluşup oluşmadığı ve postoperatif dönemde hastaların kaynama durumuna göre gündelik yaşantılarına ne zaman dönmeleri gerektiği de yine bir tartışma konusudur. Tibia kırıklarının postoperatif takipleri sırasında seri klinik muayeneler ve radyolojik tetkikler yapılmaktadır. Bu seri takipler sonrasında kırık bölgesinin kaynamasının tamamlandığını tam olarak gösteren bir klinik muayene yöntemi ve radyolojik tetkik yoktur.

Hastaların takipleri sırasında klinik olarak takipleri için birçok sınıflama ve skorelama sistemi kullanılmıştır. Hangi skorelama sisteminin kırık kaynamasını ne kadar iyi gösterdiği çeşitli çalışmalarda gösterilmeye çalışılmış, yine de bir görüş birliğine varılamamıştır. Reed ve Morino 11 hastalı küçük çalışmalarında Amerikan Ortopedik Ayak ve Ayak bileği skorelama sistemini distal tibia kırıkları için kullanmışlardır. Brinker ve O' Connor çalışmalarında kullandıkları SF-12 formuyla %80 oranında iyi ve mükemmel sonuçlar elde etmişlerdir. Tükenmez ve arkadaşları tibia kırıkları sonrası takiplerde fonksiyonel sonuçlar için Karlstrom-Olerud skorelama sistemini kullanmışlardır. Skoog ve arkadaşları ise tibia kırıklarının klinik sonuçları için SF-36 ve VAS skalalarını tercih etmişlerdir. Bu sonuçların ışığında çalışmamız için hastaların klinik olarak kırık kaynamasını tanımlayabilecek olduğunu düşündüğümüz VAS skalası, Karlstrom-Olerud fiziksel fonksiyon skalası ve SF-36 fiziksel fonksiyon ve ağrı skalalarını karşılaştırmalı olarak kullandık. Bu skalaların kullanım alanları ve sonuçlarını incelediğimizde kırık takibi sırasında en çok kullanılan ve sonuçları diğerlerine göre daha iyi olan bu dört skorelama sistemi bizim amacımız olan RUST skorelama sistemiyle karşılaştırma açısından en doğru sonucu vereceğini düşündük. Corrales ve arkadaşları 2008 yılında yayınladığı çalışmada kırık kaynamasının takipleri sırasında, kaynamanın gösterilmesi için

yapılan çalışmalardan %62 'si klinik kriterler ve radyolojik kriterleri beraber kullanmışlardır. %37 yayında sadece radyolojik kriterler kullanılmış, %1 yayında ise sadece klinik kriterler kullanılmıştır. Kullanılan klinik kriterlerin arasında en sık kullanılan kriter, kırık yerine yk binmesiyle ağrı veya duyarlılık oluşup oluşmadığıdır. Radyolojik kriterler arasında en çok kullanılanı ise kallus dokusunun kprleşmesidir. Bunu sırasıyla 3 kortekte köprüleşme ve kortikal devamlılık izlemektedir (79, 85, 96, 97, 98, 99, 100).

Sarmiento ve arkadaşları başarılı bir kaynamanın şu kriterlerin varlığında söylenebileceğini dile getirmiştir; 1) hastanın ağırlığı üstlendikten sonra ağrısının olmaması, 2) kırık hattında hareketin olmaması, 3) radyografik filmde kırık hattında görülebilir kallus köprüsünün görülmesi. Direk radyografi dışında radyonuklid görüntüleme, bilgisayarlı tomografi, ultrason ve resonant frekans analizleri deneysel çalışmalarda kırık iyileşmesini göstermede iyi sonuçlar vermişlerdir, fakat klinik uygulamaları pahalı ve zordur (101, 102, 103, 104, 105, 106).

Tibia kırıkları sonrası iyileşmeyi takip eden birçok çalışma olmasına rağmen , radyolojik kaynamayı gösteren bulgular konusunda görüş birliği yoktur. Çoğunlukla klinik çalışmalar non spesifik kriterler ortaya çıkarmıştır, kallusun formasyonu veya kırık hattının yok olması gibi. Birçok yazar radyolojik kaynama kriteri olarak en az iki filmde kallus kprleşmesinin görülmesi gerektiğini savunmuşlardır (105, 107, 108).

şimdiye kadar hangi radyolojik ölçümlerin diğer klinik ve hasta bağımlı çalışmalara uygun olduğu geniş bir çalışmayla gösterilmemiştir. Bununla birlikte yayınlanan çalışmalarda radyografik iyileşme için değerlendirmeler yapılmıştır, fakat sadece iki makalede radyolojik kırık değerlendirmesi güvenilirliği çalışılmıştır. Uzun kemiklerin klinik kırık kaynaması çalışmalarında radyolojik olarak en çok kullanılan kriterler kallus köprüleşmesi (kemik veya trabekula), kırık hattının 3 yönde de köprüleşmesi ve kırık hattının silinmesidir. Davis ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, kortikal kprleşmenin gösterilmesinin kırık iyileşmesinde önemli bir indikatör olduğu fakat, 4 korteksin 3'ünün kortikal kprleşmesinin gösterilmesinin çalışmalarında kabul edilemez derecede yanlış sonuçlar verdiğini göstermiştir (100, 109, 110).

Kanada ve ABD'deki ortopedik cerrahların tecrübelerine göre yapılan çalışmalarda, kortikal devamlılık kırık iyileşmesinin değerlendirmesinde en çok kullanılan yöntem olmuştur. Bununla beraber kallus büyüklüğü ve kırık hattının kaybolması kriterleri de büyük oranda kullanılmaktadır. Çalışmalarda gösterilmiştir ki kortikal devamlılık kırık torsiyonel dirençlilik açısından güçlü bir gösterge olmakla birlikte kallus alanı zayıf bir göstergedir (111, 112).

Kırık hattını tanımlamak için birçok skala ve klassifikasyonlar çıkarılmıştır. Bunlardan önemli olan fakat kullanım alanı fazla bulamayan iki tanesi aşağıda anlatılmıştır. Hammer skalasında kallus formasyonunun 5 değişik aşamasını içeren ve kırık hattı silinmesinin 4 aşamasını içeren 5 değişik alt grup içerir. Hammer skalasının mekanik stabiliteyle korrelasyonu zayıftır, ayrıca 5 grup içerisinde katılımcıların kesin olarak söyleyemeyeceği 3. grup bulunmaktadır. Ayrıca sınıflamanın katılımcılar arasında tutarlılık sağlamaması bu skalanın kullanımını azaltmıştır. Tower'ın sınıflamasında ise, skora puanlaması 0-10 arası değişmektedir. Bu skorlama içerisinde preiosteal kallusun görülmesi, köprüleşmenin görülmesi ve lüsent alanların bulunmasına göre puanlama yapılmaktadır. Bu skorlamada radyolojik skorlamayla klinik skorlamanın beraber kullanılması bu skalanın bir radyografik skorlama sisteminden çıkmasına neden olmuştur (106, 113).

Lane ve arkadaşlarının tanımlamasında ise yeni kemik oluşumunun gözlenmesi, kırık hattının görülmesi ve remodeling'in gözlenmesi yer alır (114).

Panjabi ve arkadaşlarının çalışmasında osteotomi sonrası kırık hattındaki iyileşmeyi en iyi gösteren kriterin kortikal devamlılığın olduğunu göstermiştir (112).

Blockhuis ve arkadaşları osteotomize keçi tibiasında kırık iyileşmesi ile radyolojik değerlendirmenin zayıf korrelasyon içinde olduğunu göstermiştir. Kırık iyileşmesini değerlendirmede radyografinin güvenilirliği, genel kabul gören bir radyolojik belirtecin varolmamasından dolayı tartışmalıdır. Duwelius ve ark. radyolojik kaynamayı göstermek için iki radyografik görüntüde matur köprüleşmiş kallusun görünmesi gerektiğini ileri sürmüştür. Keating ve ark. ise standart anteroposterior radyografik filmde 3 veya 4 kortekte köprüleşmiş kallusun iyileşmenin göstergesi olarak kabul etmiştir. Claes ve ark. ise kırık hattında

radyolojik iyileşmenin görülmesini, iyileşen kemiğin mekanik özelliklerinin gösterilmesinden daha az değerli olduğunu söylemiştir. Ayrıca Claes ve ark. klinik kemik iyileşmesinin radyolojik iyileşmeden birkaç hafta önce olduğunu söylemiştir. Whelan ve arkadaşları dört ortopedistin kendi aralarında radyografik tetkikleri değerlendirirken köprüleşmiş kallusun değerlendirmesinin en ön planda olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte yinede kırık iyileşmesini gösterecek kesin bir bulgu yoktur (107, 108, 115, 116, 117).

Radyografik kaynama, klinik muayenede karışıklık veya tam emin olamama durumlarında çok değerli bir yöntemdir. Yukarıda da görüldüğü gibi birçok yazar düz röntgenogramlardan tibia kırığının kaynamasının ölçülmesinin zorluklarından bahsetmiştir. X-ray dışındaki teknikler, radyonüklid görüntüleme, rezonans frekans analizi, bilgisayarlı tomografi ve ultrason, kırık iyileşmesini deneysel çalışmalarda kaliteli şekilde göstermişlerdir, fakat bu yöntemler hem pahalı hem de rutin kullanımda uygulaması zordur (102, 103, 105, 106, 118, 119).

Görüldüğü üzere kırık kaynamasının radyolojik görüntülenmesi hakkında birçok çalışma yapılmasına karşın halen kırık kaynamasının radyolojik olarak tam olarak gösteren bir kriter üzerinde görüş birliği yoktur. Bu eksiklikten dolayı, bu konuda birçok yayına imza atan Bhandari ve arkadaşları 2010 yılında hipotezini ortaya attıkları tibia kırıkları için radyografik kaynama skorumu sistemini (RUST) geliştirmişlerdir. Bu skorumu sisteminde radyolojik olarak iki temel kriter ele alınmıştır. Bu kriterler kortikal devamlılık ve kırık hattının kaybolmasıdır. Küçük bir grup içinde ortopedistler arasında korrelasyon çalışması yapılmış ve anlamlı bulunmuştur.

Fakat yeni olan bu skorumu sisteminin bazı eksik yönleri vardır. Bu sistemin sınırlamalarından bir tanesi Thomsen'inde çalışmasında belirttiği gibi gözlemci güvenilirlik analizlerinin sadece skorumu sisteminin hassasiyetini ölçmeye duyarlı olduğu fakat gold standart bir çalışmayla karşılaştırma olanağı olmadığı için doğruluğunun ölçülememesinden kaynaklanmaktadır. İkinci kısıtlama nedeni ise çalışma sırasında sınırlı sayıda gözlemcinin kullanılmış olmasıdır. Üçüncü kısıtlama nedeni ise RUST skorumu sisteminin iyileşmiş bir kırıkla iyileşmemiş bir kırığı ayırt edememesidir. Bu durum bu skorumu sisteminin hastaların diğer klinik özellikleriyle karşılaştırılmamış olmasından kaynaklanmaktadır (86).

Biz de bu nedenle çalışmamızda tibia kırığı sonrası intrameduller çivileme yapılmış hastaların klinik durumlarını, yukarıda belirttiğimiz klinik değerlendirme skalalarını kullanarak, RUST skarlama sisteminin hasta bazlı güvenilirliğini saptamak istedik.

Çalışmamızda toplam 41 hasta üzerinde yapılan anket çalışmaları sonrası, ölçülen RUST skorlarının fiziksel fonksiyon ve ağrı testleriyle karşılaştırmalı analizinde hepsinde anlamlı ($p<0.005$) olarak bulduk. Bu sonuçla birlikte RUST skarlama sisteminin hasta kliniği ile doğru orantılı olarak arttığını veya azaldığını gördük. Genel olarak SF-36 fiziksel fonksiyon, ağrı ve Karsltrom-Olerud puanı yüksek olan hastalarda RUST skoru da genel olarak yüksekti. Ayrıca VAS istirahat ve aktivite skorları, ters orantılı olarak yüksek RUST puanlarında düşüktü. Bu da hastaların genel olarak RUST skoruna göre kaynama problemleri olanlarda, klinik olarak da kaynama sorunları yaşıyordu. Yüksek ağrı skorları alan hastaların filmleri de değerlendirildiğinde iki veya üç kortekte kallus köprüleşmesinin veya kırık hattının kaybolmasının izlenmediği görüldü. Ayrıca klinik değerlendirme skalaları da, RUST skorunun tutarlılığını ölçmek amaçlı, kendi içinde istatistiksel analize tabi tutuldu. Bunun sonucunda tüm karşılaştırmalı parametrelerde anlamlı değerler bulduk. Bu da bize bu skalaların, hastaların takibinde kullanılabilecek güvenilirliği olan skalalar olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmanın sonucunda RUST skarlama sisteminin hastaların klinik durumlarıyla anlamlı çıkmasına karşılık, bu çalışmada RUST skarlama sisteminin güvenilirliği açısından bazı eksikleri olduğunu inkar etmemek gerekir. İlk olarak çalışma sırasında klinik ve radyolojik skarlama sistemleri, hastaların bir kere çağırılıp, tek bir değerlendirme sonrası uygulanması sonucu kullanılmıştır. Fakat özellikle bu çalışmanın hastaların preoperatif değerlendirmesinden itibaren kaynamaya kadar geçen süre içerisinde tüm değerlendirmelerinin toplanarak analizinin yapılması, bu skarlama sisteminin daha doğru analizleri vermesini sağlayacaktır. Ayrıca aynı hasta üzerinde farklı zamanlarda yapılan skarlama farklılık gösterip göstermeyeceği bu çalışmanın eksik yönlerinden birini oluşturmaktadır. İkinci bir eksik taraf ise çalışma sırasında gözlemci olarak sadece aynı gözlemcinin kullanılmış olmasıdır. Aynı hastaların birden çok gözlemci tarafından karşılaştırmalı olarak değerlendirmesi sonrası daha anlamlı sonuçların alınabilmesi mümkündür.

RUST skorlamasının kemikteki korteksin görünmesine bağlı olması nedeniyle, bu skorlama sistemi diğer uzun kemikler için de uyarlanabilir olabileceğini göstermektedir. Bu kemiklerinde intrameduller çivileme yöntemi ile operasyonlarının mümkün olması, bu skorlama sisteminin bu kemiklerin tedavilerinde de kullanılabileceğini gösterir. Bununla birlikte femur, önkol ve humerus için bu skorlama sisteminin aynı kriterler kullanılarak uygulanması, bu kemiklerin kırık kaynaması sırasında farklı kuvvetlere ve dinamiklere maruz kalması nedeniyle uygun olmayabilir. Bunun için gerekli çalışmaların yapılması gerekir.

Tartışıldığı gibi RUST skorlama sistemi intrameduller çivileme sonrası kırık hattındaki köprüleşme ve kırık hattının kaybolmasını içeren bir skorlama sistemidir. Kırık kaynamasında kullanılan diğer yöntemlerde (plak-vida fiksasyonu, external fiksasyon) RUST skorlaması uygulanabilir. Fakat bu sistemlerde kırık hattındaki kaynama sırasında görülen kallus dokusu, endosteal kemikleşme oranı , kırık hattının kaybolması gibi belirtilen durumlar operasyonun çeşidine göre farklılık gösterebilmektedir. Plak vida fiksasyonunda primer kemik iyileşmesi ağırlık kazanmaktadır ve endosteal kemik iyileşmesi temel iyileşme olmakla birlikte az bir miktar kallus dokusu görülür. External fiksasyonda ise intrameduller çivilemeye göre daha abartılı bir kallus dokusu görülür. Bu nedenle bu skorlama sisteminin bu durumlarda kullanılabilirliğini göstermek amaçlı ileri çalışmalar yapılmalıdır. Davis ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada farklı bölgelerde oluşan kırıkların internal fiksasyon sonrası takiplerinde kendilerine özgü büyüklükte kallus meydana getirdikleri ve kırık hattının kaybolmasının kırık bölgelerine göre farklı zamanlarda olduğu gösterilmiştir (110).

Sonuç olarak kırık takibinde kullanılan radyolojik kriterlerden altın standart bir yöntem bulunmamasına karşın, RUST skorlama sistemi gelecek için umut vaat etmektedir. Fakat henüz çok yeni bir sınıflama sistemi olduğu için üzerinde geniş merkezleri ve geniş hasta profillerini kapsayan çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu çalışmaların yapılması durumunda bu skorlama sisteminin uygulanabilirliği ve gelecekte diğer kemiklerin sınıflamalarında da yol gösterici olabileceği düşünülebilir.

8. KAYNAKLAR

1. Bonatus T, Olson SA, Lee S, Chapman FM. Nonreamed Locking Intramedullary Nailing for Open Fractures of the Tibia. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1997; 339: 58-65.
2. Checketts R, Christopher GM, Jennings AG. 134 Tibial Shaft Fractures Managed with the Dynamic Axial Fixator. *Acta Orthop. Scand* 1995; 66 (3): 271-274.
3. Lang GJ, Cohen BE, Bosse MJ, Kelam JF. Proksimal Third Tibial Shaft Fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. JB Lippincott Company 1995; 315: 64-74.
4. De Palma AF. Kırık ve Çıkıkların Tedavisi. Ege R (edt). *Travmatoloji*. 2.Baskı. Ankara, Ankara Üniversitesi Basımevi 1974; Cilt 2.
5. Johner R, Wruhs O. Fractures of the Tibial Schaft. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1983; 178: 7-26.
6. Moroney MK, Pun Wo K, Astori IP. Closed Reduction of Tibial Shaft Fractures Using a Sling. *International Journal of the Care of the Injured (INJURY)* 1999; 30: 439-441.
7. Claudi BF, Oedekoven G. Biologische Osteosynthesen. *Chirurg* 1991; 62: 367-377.
8. Gerber C, Mast JW, Ganz R. Biological Internal Fixation of Fractures. *Arch. Orthop. Traum. Surg.* 1990; 109: 295-303.
9. Hooper GJ, Keddell RG, Penny ID. Conservative Management or Closed Nailing for Tibial Shaft Fractures. *Journal of Bone Joint Surgery (JBJS)* 1991; 73: 83-85.
10. Prince HG, Webb JK, Christodoulou A. Tibial Fractures Primary AO Plating or Functional Cast Bracing? *JBJS* 1989; 71: 340.
11. Sarmiento A. A Functional Below the Knee Cast for Tibia Fractures. *JBJS* 1976; 49 (A): 855-875.
12. Sarmiento A. Functional Bracing of Tibial and Femoral Schaft Fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1972; 82: 1-13.

13. Howard PW, Dooley M, North A, Wallace WA. A Prospective Study of Dynamic Axial Fixation of Tibial Shaft Fractures. JBJS 1991; 73: 83
14. Guyton JL. General Principles of Fractures of Lower Extremity. Canale ST (eds). Campbell's Operative Orthopaedics. 10. edition, Missouri, Mosby-Year Book 2003; Volume 3: 2669-2872.
15. Rockwood CA, Green DP. Fractures of the Tibia and Fibula. Bucholz RW, Heckman JD (eds). Rockwood and Green's Fractures in Adults. 5. edition, Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins 2001; Volume 2: 1939-2000.
16. Chapman MW. Fractures of the Tibial and Fibular Shafts. Evarts CM (eds). Surgery of the Musculoskeletal System. Churchill Livingstone 1990; 1-62, 3741-3825.
17. Ege R. Travmatoloji. 5.Baskı, Ankara, Bizim Büro Basımevi 2003; 2774-82, 3143-3393.
18. Dere F. (1996) Anatomi. Adana: Okullar Pazarı Kitabevi
19. Solheim LF, Skjeldal S, Ström K, Alho A. Acute Compartment Syndrome After Tibial Fracture. Acta Orthop. Scand. 1992; 63: 70-71.
20. Kuran O. Sistematik Anatomi. İstanbul: Filiz Kitabevi, 1983: 78-83, 195-201, 313-7, 337-41.
21. Zeren Z. Sistematik İnsan Anatomisi. İstanbul: Sermet Matbaası, 1971: 149-53, 238-40
22. Brown CMC, Will E, Christie J, McQueen MM. Reamed or Unreamed Nailing for Closed Tibial Fractures. A Prospective Study in Tscherne C! Fractures. JBJS 1996; 78(B): 580-83.
23. Hepgüler S, Arasıl T. The Netter Collection of Medical Illustrations (Hepgüler, S. Editör) İstanbul: Güneş Kitabevi 2009
24. Weller S, Höntsch D, Medullary Nailing of Femur and Tibia. In: Allgöwer M (Ed). Manual of Internal Fixation, 3rd ed. Berlin Heidelberg: Springer Verlag: 1991. p: 291-366.

25. Day MS, Ostrum RF, Chao EYS, Rubin CT, Einhorn TA. Bone Injury, Regeneration and Repair. In: Buckwalter JA, Einhorn TA, Simon SR (Ed). Orthopaedic Basic Science. 2nd ed. Iowa City: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2000: 371-99.
26. Johner R, Staubli HU, Gunst M, cordey J. The Point of View of the Clinician: A Prospective Study of the Mechanism of Accidents and the Morphology of Tibial and Fibular Shaft Fractures. Injury 2000; 31 Suppl 3: 45-9.
27. Frankel VH, Nordin M. Basic Biomechanics of Musculoskeletal System. 3rd ed. New York: Lippincott Williams & Wilkins; 2001: 27-55.
28. Cochran GVB. A Primer of Orthopaedic Biomechanics. New York: Churcill Livingstone, 1982: 261-92.
29. Özkaya N, Nordin M. Fundamentals of Biomechanics. New York: Sprinfe-Verlag, 1999: 111
30. Müller ME, Nazartian S, Koch J, Schatzker J. The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York: 1990; 148-182
31. Bone L, Johnson K. Treatment of Tibial Fractures by Reaming an Intrameduller Nailing. JBJS 1986; 68(A2): 877-87
32. Gülman B. Erişkin Tibia Diafiz Kırıklarının İncelenmesi. Ankara Hastanesi Dergisi 1985; 20: 320-32.
33. Greitbauer M, Heinz T, Gaebler C, Stoik W, Vecsei V. Unreamed Nailing of tibial Fractures with the Solid Tibial Nail. Clinical Orthopaedics and Related Research. Number 350: 105-14.
34. Oni OO, Hui A. The Healing of Closed Tibial Shaft Fractures. JBJS 1988; 70(B): 787-90.
35. Özger H. Patolojik Kırıklar. Alturfan A (Ed). Ortopedik Travmatoloji'de. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi: 2002; s. 73-88.
36. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of Infection in the Treatment of One Thousand and Twenty Five Open Fractures of Long Bones. JBJS. 1976; 58(A): 453-58

37. Tscherne H, Regal G, Pohlemann T, Krettek C, Johnson EE, Bone LB. Internal Fixation of Multiple Fractures in Patients with Polytrauma. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1998; 1: 62-78.
38. Barros JW, Barbieri CH, Fernandes CD. Scintigraphic Evaluation of Tibial Shaft Fracture Healing. *Injury* 2000; 31: 51-4.
39. Gustilo RB: Management of Open Fractures and Their Complications. WB, Saunders Co. 1982; 17-32.
40. Tscherne H, Gotzen L. Fractures with Soft Tissue Injuries. Springer-Verlag 1984; 1-9.
41. Gustilo RB, Merkow RL, Templeman D. Current Concept Review the Management of Open Fractures. *JBJS* 1990; 72(A): 299-304.
42. Kılıçoğlu SS. Mikroskopi Düzeyinde Kırık İyileşmesi. *Ankara Üniversitesi Tıp fakültesi Mecmuası* 2002; Cilt 55; Sayı 2.
43. Whittle AP. Fractures of Lower Extremity. In: Canale ST (Ed). *Campbell's Operative Orthopaedics*. Vol3, 9th ed. St. Louis: Mosby-Year Book Inc, 1998. p: 2042-179.
44. Caughey MA, Gray DH. Functional Results after Concervative Treatment for Closed Tibial Shaft Fractures. *JBJS* 1991; 73(B) Suppl 1:27
45. Edwards P. Fracture of the Shaft of the Tibia. 492 Consecutive Cases in Adults. *Acta Orthop Scand*. 1965; Suppl. 76.
46. Sağlık Y. Tibia Kırıklarının Fonksiyonel Dizaltı Yürüme Alçısı (PTB) ile Tedavisi. XI. Milli Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongre Kitabı 1990; 677-79.
47. Kutlu A, Mutlu M, Memik R, Büyükbabeci O. Tibia Cisim Kırıklarının Konservatif ve Cerrahi Tedavisi. XII. Milli Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongre Kitabı 1991; 368-70.
48. Fuente F, Arevalo RL, Carrillo CT, Salguero JCR, Medina JMF. Intramedullary Nailing and Functional Bracing of Tibial Shaft Fractures. *Acta Orthop. Scand* 1998; 69(5): 493-97.

49. Tsuchiya H, Tomita K, Minematsu K, Morl Y, Asada N, Kıtano S. Limb Salvage Using Distraction Osteogenesis. British Editorial Society of Bone and Joint Surgery 1997; 79(B): 403-11.
50. Göçük C, Tan 6, Gülsen M, Toker H. Eriskin Tibia Kırıklarının Eksternal Fiksatorle Tedavisi. XI. Milli Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongre Kitabı 1990; 652-54
51. North AD, Wallace W.A, Howard P.W, Newton G. Management of Tibial Diaphyseal Fractures with Primary Dynamic External Fixation. JBJS 1990; 72(B): 531.
52. Bulut G, Kabukçuoglu Y, Öztürk 6, Can B. Tibia Cisim Kırıklarının Eksternal Fiksasyon Yöntemi ile Tedavisi. XIII. Milli Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongre Kitabı 1994; 611-15.
53. Altun NS, Yetkin H, Bölükbaş S. Eksternal Sirküler Stabilizer Sistem Uygulamalarımız. Artroplastik Artroskopik Cerrahi 1991; 3: 22-6.
54. Ribbans WJ, Saleh M. Orthofix External Fixation for Tibial Fractures. JBJS 1991; 73(B) Suppl. II: 177.
55. Checketts RG, Young CF. External Fixation of Diaphyseal Fractures of the Tibia. Current Orthopaedics 2003; 17: 176-89.
56. Olerud S, Karlström G. Tibial Fractures Treated by AO Compression Osteosynthesis. Acta Orthop. Scand. 140: 1-103
57. Perren SM, Klasude K, Pohler O. at all. The Limited Contact Dynamic Compression Plate (LC-DCP). Arch. Orthop. Traum. Surg. 1990; 109: 304-10.
58. Bechtol JE, Kyle RF, Peren SM. Biomechanics of Intramedullary Nailing Browner BO. The Science and Practice of Intramedullary Nailing. 2 nd edition, Williams and Wilkins 1996; 85-105.
59. Brown CCM, Christie J, McQueen MM. Closed Intramedullary Tibial Nailing. It's Use in Closed and Type I Open Fractures. 1990 British Editorial Society of Bone and Joint Surgery. JBJS 1990; 72(B): 605-11.

60. Buehler CK, Gren J, Woll ST, Duweliu JP, Technical Tricks a Technique for Intramedullary Nailing of Proximal Third Tibia Fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma* 1997; 11(3): 218-23.
61. Finkemeier AG, Schmidt AH, Kyle RF, Templeman DC, Varecka TFA. Prospective Randomized Study of Intramedullary Nails Inserted with and Without Reaming for the Tibial Shaft. *Journal of Orthopaedic Trauma*, Philadelphia, Lippincott Wilkins Inc. 2000; 14(3): 187-193
62. Abramowitz A, Wetzler Merrick J, Levy Andrew Whitelaw P. George: Treatment of Open Tibial Fractures with Ender Rods. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, J.B. Lippincott Company 1993; 293: 246-255.
63. Garcia DA, Prats AD, Sancho GF. Nonreamed Flexible Locked Intramedullary Nailing in Tibial Open Fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, Lippincott Raven Publishers 1998; 350: 97-104.
64. Xiangshen Z, Caijiang S, Lonyang L, Huogen L. Ender's Nailing in the Treatment of Open Tibia Fractures. *Acta Orthop. Scand.* 1992; 63(Suppl. 248): 81.
65. Ouidwai SA. Intramedullary Kirchner Wiring for Tibia Fractures in Children. *Journal Pediatric Orthop.* 2001; 21(3): 294-370.
66. Freedman EL, Johnson EE. Radiographic Analysis of Tibial Fracture Malalignment Following Intramedullary Nailing. *Clinical Orthopaedics And Related Research*, J.B. Lippincott Company 1995; 315: 25-33.
67. Bechtold JE, Kyle RF, Peren SM. Biomechanics of Intramedullary Nailing. In: Browner BD (Ed). *The Science and the Practice of Intramedullary Nailing*. 2nd ed. Connecticut: Williams&Wilkins; 1996. p:89-101.
68. Kaltenecker G, Wruhs O, Quaiocoe S. Lower Infection Rate After Interlocking Nailing in Open Fractures of Femur and Tibia. *The Journal of Trauma* 1990; 30: 474-479.
69. Johner R, Wruhs O. Classification of Tibial Shaft Fractures and Correlation with Results after Rigid Internal Fixation. *Clinical Orthopaedics And Related Research* 1983; 178: 7-25.

70. Geargiadis GM. Tibial Shaft Fractures Complicated by Compartment Syndrome Treatment with Immediate Fasciotomy and Locked Unreamed Nailing. *The Journal of Trauma* 1995; 38: 448-452.
71. Esterhai JL. Adult Posttraumatic Osteomyelitis of the Tibia. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1999; 1: 14-21.
72. Faergemann C, Frand PA, Rock ND. Residual Impairment after Lower Extremity Fracture. *The Journal of Trauma* 1998; 45: 123-126.
73. Martinez AA, Cuenca J, Herrera A, Domingo J. Late Lower Extremity Fractures in Patients with Paraplegia. *INJURY* 2002; 33: 583-586.
74. Grütter R, Cordey J, Wahl D, Koller B, Regazzoni P. A Biomechanical Enigma: Why are Tibial Fractures Not More Frequent in the Elderly? *INJURY* 2000; 31: 72-77.
75. Amedondo J, Worland RL, Facs EJ, Douglas EJ. Nonunion After a Tibial Shaft Fracture Complicating Tubercle Osteotomy. *The Journal of Arthroplasty* 1998; 13(8): Case Report.
76. Schwartzman V, Choi SH, Schwartzman R. Tibial Nonunions. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1990; 21: 636-653.
77. Milner S, Moran A. The Long-Term Complications of Tibial Shaft Fracture. *Current Orthopaedics* 2003; 17: 200-205.
78. Karslorm G, Olerud S. Fractures of the Tibial Shaft.: A Critical Evaluation of Treatment Alternatives. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1974; 105: 82-115.
79. Tükenmez M, Tezeren G. Erişkin Segmenter Tibia Cisim Kırıklarının İlizarov Tipi Sirkuler Eksternal Fiksator ile Tedavisi. *Türkiye Klinikleri J. Medical Sci.* 2007; 27: 379-85.
80. Öçgüder A, Özer H, Solak Ş. Tibia Aöik Kırıklarının İlizarov Sirküler Eksternal Fiksatorüyle Tedavisinin Fonksiyonel Sonuçları. *Acta Orthop. Traumatol. Turc.* 2005; 39(2): 156-62.
81. Gallagher EJ, Liebman M, Bijur PE: Prospective validation of clinically important changes in pain severity measured on a visual analog scale. 2001;38(6):633-638

82. Downie WW, Leatham PA, et al. Studies with pain rating scales. *Annals Rheumatic Diseases* 37: 378-381, 1978
83. Wewers ME, Lowe NK. A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. *Research in Nursing & Health* 13: 227-236, 1990.
84. Ware JE: SF-36 Health Survey Update. *Spine* 2000;25(24):3130-3139
85. Kenneth A Egol MD, Konrad Gruson MD. Do Successful Surgical Results after Operative Treatment of Long- bone Nonunions Correlate with Outcomes? *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2009; 467: 2979-85.
86. Whelan D, Bhandari M. Development of the Radiographic Union Score for Tibial Fractures for the Assessment of Tibial Fracture Healing after Intramedullary Fixation. *The Journal of Trauma*. 2010; 68: 629-32.
87. Kooistra B, Bhandari M. The Radiographic Union Scale in Tibial Fractures: Reliability and Validity. *Journal Orthopaedic Trauma*. 2010; 24: S81-S86.
88. Kabak Ş, Ergün B, Duygulu F, Balkar B, Tuncer M. Kapalı ve Tip I Açık Tibia Cisim Kırıklarında Oymalı İntramedüller Çivi Uygulamaları. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2001; v35: 411-7
89. Schmidt AH, Finkemeier CG, Tornetta P. Treatment of Closed Tibial Fractures. Ferlic DC. *Instructional Course Lectures*. Colorado; 2003. p.607-22.
90. Brown CMC, Keating JF, McQueen MM. Infection after Intramedullary Nailing of Tibia. *JBJS*. 1992; 74(B): 770-74.
91. Chapman MV. The Role of Intramedullary Fixation in Open Fractures. *Clin Orthop*. 1986; 212: 26-34.
92. Parmaksızoğlu AS, Yalaman O, Özkaya U, Orhan Z, Yazıcı N. Açık Tibia Kırıklarında Uyguladığımız Eksternal Fiksator ve Sonuçları
93. Siebenrock KA, Schillig B, Jacob RP. Treatment of Complex Tibial Fractures.
94. Bamford D, Stanley D. Closed Intramedullary Nailing of the Tibia. *JBJS*. 1990; 72(B): 926
95. Donald G, Seligson D. Treatment of Tibial Shaft Fractures by Percutaneous Kuntscher Nailing. *Clin. Orthop*. 1983; 178: 64-73.

96. Reed LK, Mormino MA. Functional Outcome after Blade Plate Reconstruction of Distal Tibia Metaphyseal Nonunions: A Study of 11 cases. *J Orthop Trauma*. 2004; 18: 603-10.
97. Brinker MR, O'Connor DP: Exchange Nailing of Ununited Fractures. *JBJS*. 2007; 89: 177-88.
98. Ware J Jr, Kosinski M, Keller SD. A 12-Item Short- Form Health Survey: Construction of Scales and Preliminary Tests of Reliability and Validity. *Med. Care*. 1996; 34: 220-33.
99. Skoog A, Söderqvist A, Törnkvist H, Ponzer S. One-Year Outcome after Tibial Shaft Fractures: Results of a Prospective Fracture Registry. *J Orthop Trauma*. 2001; 15: 210-15.
100. Corrales L, Morshed S, Bhandari M, Miclau T. Variability in the Assessment of Fracture Healing in Orthopaedic Trauma Studies. *JBJS*. 2008; 90: 1862-8.
101. Sarmiento A, Sobol PA, Sew Hoy AL. Prefabricated Functional Braces for the Treatment of Fractures of the Tibial Diaphysis. *JBJS*. 1984; 66-A: 1328-39.
102. Esterhai J, Alavi A, Mandell GA, Brown J. Sequential technetium-99m/gallium-67 scintigraphic evaluation of subclinical osteomyelitis complicating fracture nonunion. *J Orthop Res* 1985;3:219-25.
103. Smith MA, Jones EA, Strachan RK, et al. Prediction of fracture healing in the tibia by quantitative radionuclide imaging. *J Bone Joint Surg [Br]* 1987;69-B:441-7.
104. Gershuni DH, Skyhar MJ, Thompson B, et al. A comparison of conventional radiography and computed tomography in the evaluation of spiral fractures of the tibia. *J Bone Joint Surg [Am]* 1985;67-A:1388-95.
105. Moed BR, Watson JT, Goldschmidt P, van Holsbeeck M. Ultrasound for the early diagnosis of fracture healing after interlocking nailing of the tibia without reaming. *Clin Orthop* 1995;310:137-44.
106. Tower SS, Beals RK, Duwelius PJ. Resonant frequency analysis of the tibia as a measure of fracture healing. *J Orthop Trauma* 1993;7:552-7.

107. Keating JF, O'Brien PJ, Blachut PA, Meek RN, Broekhuysen HM. Locking intramedullary nailing with and without reaming for open fractures of the tibial shaft: a prospective, randomised study. *J Bone Joint Surg [Am]* 1997;79-A:334-41.
108. Duwelius PJ, Schmidt AH, Rubinstein RA, Green JM. Nonreamed interlocked intramedullary tibial nailing: one community's experience. *Clin Orthop* 1995;315:104-13.
109. Morshed S, Corrales L, Genant H, et al. Outcome assessment in clinical trials of fracture-healing. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90:62-67.
110. Davis BJ, Roberts PJ, Moorcroft CI, Brown MF, Thomas M. Reliability of Radiographs in Defining Union of Internally Fixed Fractures. *Injury*. 2004; 35: 557-61.
111. Bhandari M, Guyatt GH, Swiontkowski MF, et al. A lack of consensus in the assessment of fracture healing among orthopaedic surgeons. *J Orthop Trauma*. 2002;16:562-566.
112. Panjabi MM, Walter SD, Karuda M, et al. Correlations of radiographic analysis of healing fractures with strength: a statistical analysis of experimental osteotomies. *J Orthop Res*. 1985;3:212-218.
113. Hammer RR, Hammerby S, Lindholm B. Accuracy of radiologic assessment of tibial shaft fracture union in humans. *Clin Orthop Relat Res*. 1985;199:233-238.
114. Lane JM, Sandhu HS. Current approaches to experimental bone grafting. *Orthop Clin North Am*. 1987;18:213-225.
115. Blokhuis TJ, de Bruine JH, Bramer JA, den Boer FC, Bakker FC, Patka P, Haarman HJ, Manoliu RA. The reliability of plain radiography in experimental fracture healing. *Skeletal Radiol*. 2001;30:151-156.
116. Claes L, Grass R, Schmickal T, Kisse B, Eggers C, Gerngross H, Mutschler W, Arand M, Wintermeyer T, Wentzensen A. Monitoring and healing analysis of 100 tibial shaft fractures. *Langenbecks Arch Surg*. 2002;387:146-152.
117. Whelan DB, Bhandari M, McKee MD, Guyatt GH, Kreder HJ, Stephen D, Schemitsch EH. Interobserver and intraobserver variation in the assessment of the healing of tibial fractures after intramedullary fixation. *J Bone Joint Surg Br*. 2002;84:15-18.

- 118.den Boer FC, Bramer JA, Patka P, et al. Quantification of fracture healing with three-dimensional computed tomography. Arch Orthop Trauma Surg. 1998;117:345–350.
- 119.Bhattacharyya T, Bouchard KA, Phadke A, Meigs JB, Kassarian A, Salamipour H. The accuracy of computed tomography for the diagnosis of tibial nonunion. J Bone Joint Surg Am. 2006;88:692– 697.