



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

**ATEŞLİ SİLAH YARALANMASINA BAĞLI AO TİP 42C
TİBİA KIRIKLARINDA ERKEN VE GEÇ DÖNEM PLAKLAMA
SONUÇLARI**

**UZMANLIK TEZİ
DR. HÜSEYİN KIMIŞ**

**TEZ DANIŞMANI
DR.ÖĞR.ÜYESİ ŞEYHMUS YİĞİT**

DİYARBAKIR 2021

ÖNSÖZ

Dicle Üniversitesi Tıp fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalındaki uzmanlık eğitimim boyunca emeği geçen; bilgi, beceri ve tecrübelerini paylaşmaktan sakınmayan ve kendilerinden çok şey öğrendiğim değerli hocalarım Prof. Dr. Hüseyin Arslan, Prof. Dr. Serdar Necmioğlu, Doç. Dr. Mehmet Bulut, Doç. Dr. Emin Özkul, Doç. Dr. Ramazan Atıç, Doç. Dr. Mehmet Gem ve Doç. Dr. Celil Alemdar'a; tez çalışmamda beni yönlendiren ve her aşamasında yardımcı olan Dr.Öğr.Üyesi Şeyhmus Yiğit'e ve tez çalışmama katkılarından dolayı Dr.Öğr.Üyesi M. Sait Akar'a teşekkür ederim.

Asistanlığımın son dönemlerinde kendileriyle çalışma fırsatı bulduğum Dr.Öğr.Üyesi Fatih Durgut'a; bana eğitimimde destek olan şeflerim Dr. Orhan Değnek, Dr. M.Fırat Tantekin, Dr. Sabahattin Demir, Dr. Hakan Çetin, Dr. Yunus Türk, Dr. Ulaş A. Özkoç ve Dr. Fırat Işık ve ayrıca kendileriyle çalışmaktan zevk aldığım sevgili asistan arkadaşlarım Dr. Serhat Elçi, Dr.M.Akif Şahin, Dr. Fırat Bilgin, Dr. Veysel Kandemir, Dr. Yunus Tetik, Dr. Doğukan Adıyaman, Dr. S.Anıl Ulus, Dr. Sait Dönmez, Dr. Nesim Çevik, Dr. Y. Yüksel, Dr. Turgay Aluç, Dr. Burak Yalçın, Dr. Cihan Yazar, Dr. Ekrem Adıyaman' a teşekkür ederim. Kendileriyle aynı üniversiteden mezun olup aynı klinikte uzmanlık eğitimi alma şansı bulduğum ve her daim desteklerini hissettiğim değerli dostlarım Dr. Kutbettin Dinçer ve Dr. Rıdvan Aslan'a ayrıca teşekkür ederim.

ÖZET

Amaç: Ateşli silah yaralanması nedeniyle oluşan ve kaynaması problemlili olan tibia şaft kırıklarında erken (1-4 gün) ve geç (5 gün ve sonrası) dönem plak uygulamasının sonuçlarını, kaynama oranlarını, enfeksiyon görülme oranlarını, kaynamama oranlarını değerlendirmek istedik.

Hastalar ve yöntem: Bu çalışma kapsamına Kasım 2011 ve Eylül 2019 tarihleri arasında ASY sonrası tip 42C açık tibia kırığı nedeniyle Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji kliniği tarafından plaklama yapılan 50 erişkin hasta çalışmamıza dahil edildi. Yaralanma sonrası ilk 4 günde plak uygulanan hastalar "Grup 1" ; yara takibi yapıldıktan sonra beşinci gün ve sonrasında operasyona alınan hastalar "Grup 2" olarak belirtildi.

Bulgular: Retrospektif çalışmamızda ortalama takip süresi 19,2 aydı (dağılım 9-32 ay). Hastaların 47'si erkek (% 94), 3'ü kadın (% 6); ortalama yaşı 31,34 (dağılım 17-51); grup 1'de yaş ortalaması 31.6 ± 9.91 yaş ve grup 2'de 31.8 ± 9.96 yaş olarak tespit edildi. Hastaların 42'si (%84) Gustilo Anderson açık kırık sınıflamasına göre tip 3A (grup 1'de 31, grup 2'de 11 hasta), 5'i (%10) tip 3B (grup 1'de 1, grup 2'de 4 hasta), 3'ü (%6) de tip 3C (grup 1'de 1, grup 2'de 2 hasta) idi. Çalışmaya dahil ettiğimiz 50 hastanın 43'ünde (%86) tam kaynama, 6'ında (%12) kaynamama ve 1 hastada implant yetmezliği görüldü. Grup 1'de 33 hastanın 3'ünde (%9,09); grup 2'de 17 hastanın 3'ünde (%17,64) kaynamama görüldü Hastaların 8'inde (%16) enfeksiyon etkeni üredi.

Sonuç: ASY kaynaklı açık tibia kırıklarında indirek redüksiyon tekniğiyle kilitli plaklama; düşük enfeksiyon, yüksek kaynama ve düşük yanlış kaynama oranı nedeniyle acil ve kalıcı tedavisinde uygulanabilecek güvenilir bir yöntemdir.

Anahtar Sözcükler: Ateşli silah yaralanması, tibia kırıkları, açık kırık, kilitli plak

ABSTRACT

EARLY AND LATE TERM PLATING RESULTS IN AO TYPE 42C TIBIA FRACTURES DUE TO FIREARM INJURY

Aim: In this study, we evaluate the results of early (1-4 days) and late (5 days and after) plate treatment, rates of union, rates of infection, and nonunion rates in tibia shaft fractures caused by gunshot injuries.

Material and Method: 50 adult patients who underwent plate treatment by Dicle University Faculty of Medicine Orthopedics and Traumatology clinic for AO type 42C open tibia fracture after gunshot injury between November 2011 and September 2019 were included in this study. Patients who were treated in the first 4 days after the injury "Group 1"; Patients who were operated on the fifth day and after the injury follow-up were specified as "Group 2".

Results: In our retrospective study, the mean follow-up period was 19.2 months (range 9 to 32 months). 47 of the patients are male (94%), 3 of them are female (6%); mean age 31.34 (range 17 to 51); The average age was 31.6 ± 9.91 years in group 1 and 31.8 ± 9.96 years in group 2. 42 of the patients (84%) were type 3A according to Gustilo Anderson open fracture classification (31 patients in group 1, 11 patients in group 2), 5 (10%) type 3B (1 in group 1, 4 in group 2) patients) and 3 (6%) were type 3C (1 in group 1, 2 in group 2).

Of the 50 patients we included in the study, 43 (86%) had complete union, 6 (12%) nonunion and 1 patient had implant failure. In 3 (9.09%) of 33 patients in Group 1; Nonunion was observed in 3 (17.64%) of 17 patients in group 2. Infection agent grew in 8 (16%) of the patients.

Conclusion: Locked plating with indirect reduction technique in open tibial fractures due to gunshot injury; is a reliable method that can be applied in immediate and permanent treatment with low infection, high union and low malunion rate.

Key Words: Gunshot injury, tibia fractures, open fracture, locked plate

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
ÖZET.....	II
ABSTRACT.....	III
KISALTMALAR	VI
TABLolar.....	VII
ŞEKİLLER.....	VIII
1.GİRİŞ VE AMAÇ	Vi
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. Epidemiyoloji ve Etyopatogenez.....	3
2.2. Anatomi.....	4
2.2.1. Tibia Anatomisi	4
2.2.2. Bacağın Kompartmanları	6
2.2.3. Bacak Kasları.....	7
2.2.3.1. Anterior kas grubu	7
2.2.3.2. Bacak lateral kas grubu	9
2.2.3.3. Bacak posterior yüzeysel kasları	10
2.2.3.4. Bacak posterior derin kasları	11
2.2.4. Sinirler.....	13
2.2.5. Damarlar.....	16
2.2.5.1. Arterler	16
2.2.5.2. Venler	18
2.2.6. Tibia'nın Kanlanması	20
2.3. Balistik Etki	24
2.4. Sınıflandırmalar	26
2.4.1. Gustilo Anderson Sınıflaması.....	26
2.4.2. AO Kırık sınıflaması.....	28

3. TEDAVİ	29
3.1. ASY'de Acil Serviste İlk Müdahale	30
3.2. Antibiyotik Tedavisi ve Tetanoz Proflaksisi	32
3.3. Yaranın Kapatılması.....	33
3.4. Kırık Stabilizasyonu	36
3.4.1. Plak ile tespit.....	38
3.4.2. Eksternal fisatör ile tespit	40
4.STABİLİZASYON VE PLAK ÇEŞİTLERİ	45
4.1. Plak Çeşitleri	47
4.2. Plak Uzunluğu Ve Vida Sayısının Belirlenmesi.....	51
5.MATERYAL METOD.....	54
5.1. Cerrahi Teknik	56
5.2. İstatistiksel Değerlendirme.....	57
6.BULGULAR	58
7. VAKA ÖRNEKLERİ	65
8.TARTIŞMA.....	72
9.SONUÇ	82
10. KAYNAKLAR.....	84

KISALTMALAR

a: Arteria

AO: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (Osteosentez sorunları için çalışma grubu)

Ark: Arkadaşları

ASY: Ateşli silah yaralanması

DCP: Dinamik kompresyon plağı

E. Coli: Escherichia coli

ESBL: Extended spectrum beta-lactamases

LC-DCP: Düşük temaslı kompresyon plağı

LCP: Kilitli kompresyon plağı

LISS: Daha az invaziv stabilizasyon sistemi

m: musculus

MIPO: Minimal invaziv plakla osteosentez

MIPPO: Minimal invaziv perkütan plakla osteosentez

MRSA: Metisilin dirençli Staphylococcus aureus

n: Nervus

PC-Fix: Noktasal temaslı fiksator

Staf: Staphylococcus

TARPO: Transartiküler perkütan osteosentez

v: Vena

VAC: Vakum destekli kapatma

TABLolar

Tablo 1: Gustilo Anderson Sınıflaması	27
Tablo 2: 1-4 gün arasında plak uygulanan hastaların özellikleri	59
Tablo 3: 5. gün ve sonrasında plak uygulanan hastaların özellikleri	60
Tablo 4: Bulguların gruplara göre ortalaması.....	61
Tablo 5: Gruplara göre plakla fiksasyon zamanları.....	62
Tablo 6: Açık kırık tipine göre kaynamama oranları.....	62
Tablo 7: Açık kırık tipi ve gruplara göre üreyen bakteriler.....	63
Tablo 8: Nörovasküler yaralanmalar ve eşlik eden durumlar	64

ŞEKİLLER

Şekil 1: Tibianın önden, yandan ve arkadan görünümü.....	5
Şekil 2: Enine kesitte bacağın kompartmanları (aofoundation.org).....	6
Şekil 3: Enine kesitte bacak kompartmanları içerisinde yer alan yapıları.....	7
Şekil 4: Bacak anterior kas grubu	9
Şekil 5: Bacak Lateral Kas Grubu	10
Şekil 6: Bacak yüzeyel arka kas grubu	11
Şekil 7: Bacak derin arka kas grubu	13
Şekil 8: Bacak sinirlerinin anterior ve posteriordan görünümü	15
Şekil 9: Bacak ve ayak dermatom alanları	16
Şekil 10: Bacak arterlerinin önden ve arkadan görünümü	18
Şekil 11: Bacak derin venlerinin görünümü	19
Şekil 12: Bacak yüzeyel venlerinin görünümü	20
Şekil 13: Meduller nutrisyen ve periosteal arterler a) Tibia posteromedial görünüm b)Tibia lateral görünüm (23)	22
Şekil 14: Tibia venöz sistemi 1)Sinüzoid ağ 2)Ana efferent nutrisyen ven 3)Proksimal epi-metafizyel venler 4)Distal epi-metafizyel venler 5)Periosteal venler a)Desendan ven b)Asendan ven (25)	23
Şekil 15: Merminin jelatin bloklarda oluşturduğu kavitasyon (A, 1.000 fps'den az B, 2.800 fps) (26)	25
Şekil 16: Tibia kırıkları için AO sınıflandırması (www.aofoundation.org).....	28
Şekil 17: ASY sonrası gelişen cilt yaralanma tipleri örnek görüntüler.....	34
Şekil 18: MIPO tekniğiyle plaklama (aofoundation.org).....	39
Şekil 19: Kırık hattına göre ideal pin yerleşimi (surgeryreference.aofoundation.org).....	40

Şekil 20: Tibiada eksternal fiksator pinleri için güvenli alanlar. a) Proksimal epifiz b)proksimal metafiz c) Diafiz d) Distal metafiz (surgeryreference.aofoundation.org)..... 41

Şekil 21: Tübüler Eksternal Tespitin Farklı Yapılandırılmaları. a) tek taraflı tek düzlemli tek-tüp tespit b) modüler tespit c) tek taraflı tek düzlemli çift-tüplü tespit d) tek taraflı çift düzlemli halka e) transfiksasyon vidaları ile çift taraflı halka (surgeryreference.aofoundation.org)..... 43

Şekil 22: Stress ile gerilim arasındaki ilişkiyi gösteren tablo..... 46

Şekil 23: DCP görüntüsü 48

Şekil 24: LC-DCP 49

Şekil 25: PC-Fix ve LISS seti..... 50

Şekil 26: LCP plak ve vida deliğinin üstten ve yandan görünüşü 50

Şekil 27: Plak uzunluğu ve plak vida yoğunluğu..... 52



1.GİRİŞ VE AMAÇ

Ateşli silah yaralanmaları (ASY); çatışmalar, terör olayları ve sivil silahlanmanın artışı nedeniyle sık karşılaşılan bir sorundur. ASY künt travma veya kesici delici alet yaralanmalarından farklı bir mekanizmaya sahiptir.

Mermi çekirdeğinin harabiyeti, sahip olduğu kinetik enerjinin ısı, ses ve mekanik enerji olarak dokulara iletilmesi ile gerçekleşir. Ateşli silahlarla oluşan yaranın türü merminin hızına bağlıdır. Tabanca ve havalı tüfek gibi silahlarla meydana gelen yaralanmalarda; kemik, kırıkta gibi sert doku parçalarının sürüklenmesiyle oluşan primer ve tersiyer lezyonlar ve arter, ven ve sinir yapıların hasarıyla oluşan sekonder harabiyet görülür. Mermiden açığa çıkan fragmanlar da doku içerisinde yayılarak sekonder yaralanmalar oluşturabilir. Düşük hızlı olan bu mermiler, dokularda laserasyon ve kontüzyon oluşturur ve yaralanma bölgesindeki damarlarının hasarlandığı durumlarda yaygın kanamalar izlenir. Askeri silah mermileri gibi yüksek kinetik enerjili mermiler ise çapları ile orantısız bir şekilde oldukça ciddi yaralanmalar oluştururlar. Bu mermiler primer ve sekonder etkilerin yanında, şok dalgası ve kavitasyon etkileriyle de dokularda harabiyet yaparlar (1).

Ateşli silah kaynaklı materyalin geçiş yolundaki dokuları parçalaması ve oluşan yüksek gerilim genellikle önemli morbiditeye sahip parçalı ve karmaşık kırıklara neden olur. Ciltteki mikroorganizmaların ve yabancı maddelerin giriş çıkış deliği boyunca düşük basınçla yaranın içine çekilmesi enfeksiyon oranında da artışa neden olmaktadır. Ateşli silah ile yaralanmış ekstremitelerde enfekte kabul edilip; parçalı kırık, nörovasküler yaralanma, yumuşak doku hasarı açısından değerlendirilmelidir.

Tibia anteromedial kısmı sadece cilt ile örtülü ve kanlanması zayıf bir kemik olup; kortikal kemik karakteri taşıdığı için açık tibia kırıkları tedavisinde enfeksiyon, kaynama gecikmesi, ve kaynamama gibi komplikasyonlarla karşılaşma oranı yüksektir (2).

Tibia açık kırıklarının tedavisinde hasar görmüş dokuların bütünlüğünün sağlanarak, yumuşak doku hasarı yaratmadan güvenilir bir kırık tespiti sonucu olumlu olarak etkileyecektir (3). Açık tibia kırıklarında konservatif yöntemler, plak-vida, intramedüller çivi, eksternal fiksasyon ve kombine yaklaşımlar olmak üzere çeşitli fiksasyon teknikleri kullanılmaktadır. Biyolojik yöntemlerle osteosentezin, enfeksiyon, kaynama gecikmesi ve kaynamama gibi komplikasyonların görülme sıklığının azaltılacağı iddia edilmektedir (4, 5).

Bizim çalışmamızın amacı ASY nedeniyle oluşan tibia kırıklarında erken (1-4 gün) ve geç (enfeksiyon kaygısı nedeniyle önce antibiyotik tedavisi verilen ve 5. günden sonra plaklanan) dönem plak uygulaması orta dönem klinik sonuçlarını retrospektif olarak araştırmaktır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Epidemiyoloji ve Etyopatogenez

Ateşli silah yaralanmaları (ASY); çatışmalar, terör olayları ve sivil silahlanmanın artışı nedeniyle sık karşılaşılan bir sorundur. Türkiye, silahlanmada 178 ülke arasında ondördüncü sırada yer almaktadır. Emniyet Genel Müdürlüğü'nün 2017 yılı bireysel silahlanma raporunun son 10 yılı kapsayan suç istatistiklerinde ruhsatlı ateşli silahlarla işlenen suç sayısının 25.547, ruhsatsız ateşli silahla işlenen suç sayısının ise 159.123 olduğu görülmektedir. 2017 yılında dünya genelinde yaklaşık bir milyar onüç milyon ateşli silah bulunduğu ve bunun 857 milyonunun sivillerin elinde olduğu bildirilmiştir (6). ABD'de her yıl 32.000'den fazla kişinin ateşli silahlarla öldüğü ve 67.000'den fazla kişinin yaralandığı bildirilmektedir (7). Hacettepe Üniversitesi acil servisinde yapılan bir araştırmada 1 Ocak 1999-31 Aralık 2013 tarihleri arasında ateşli silahla yaralanan hastalarda alt ekstremiteler yaralanma oranının %48; ortopedik cerrahi girişim uygulanan hasta oranının %16 olduğu belirtilmektedir (8).

Ülkemizde yapılan bir çalışmada 56 açık tibia kırığının nedenleri arasında ASY %19,7; 35'i (%68,6) erkek 16'sı (%31,4) kadın olan hastaların yaş ortalaması 34,2 (17–56) olarak bildirilmiştir (9).

Ateşli silah yaralanmaları (ASY) genel olarak düşük hızlı ve yüksek hızlı atış olmak üzere 2 grupta incelenir. Balistik etkiye bağlı farklı yaralanma mekanizması olmakla birlikte ASY sonucu oluşan kırıklarda genellikle açık kırıklarda kullanılan sınıflama ve tedavi protokolleri uygulanmaktadır. Yaralanma, merminin geçiş yolunda yarattığı doku harabiyeti ve gelişen şok dalgalarının oluşturduğu gerilim nedeniyle dokuda geçici veya kalıcı kaviteasyon meydana gelmesiyle oluşur. Doku tahribatı genellikle görünenden fazladır (10). Açık tibia kırıklarının tedavisi, kaynamama ve enfeksiyon sorunları nedeniyle zordur. Tibianın ateşli silah yaralanmasına bağlı kırıkları,

yarattığı harbiyet nedeniyle (parçalı kırık, damar – sinir hasarı ve yumuşak doku hasarı) komplikasyon oranı daha fazladır (11).

2.2. Anatomi

Tibianın üç adet ossifikasyon merkezi (diafiz, proksimal ve distal epifiz) bulunur. İlk kemikleşme intrauterin yedinci haftada şaftta başlar. Proksimal epifizde ossifikasyon doğumla başlar ve fiz hattı kadınlarda 16 yaşında, erkeklerde 18 yaşında kapanır. Distal epifiz ossifikasyon merkezi ise bir yaşında belirginleşir ve kadınlarda 15 yaşında, erkeklerde 17 yaşında kapanır (12).

Tibia proksimalde femur ile diz eklemine; distalde fibula ve talus ile ayak bileği eklemine oluşturur. Fibula, diz eklemine hemen altından ayak bileği eklemine tibia laterali boyunca uzanır ve tibiaya interosseöz membran ile bağlanır.

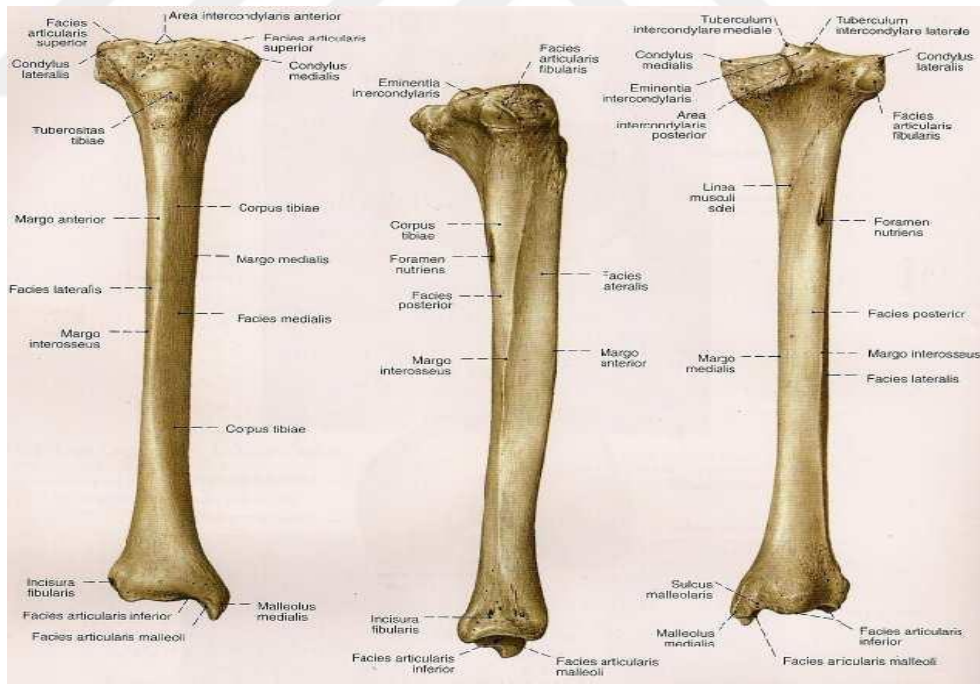
2.2.1. Tibia Anatomisi

Tibianın proksimal kısmı, diz eklemine alt kısmını oluşturmak için birleşen medial ve lateral kondillerden oluşur. İki kondil arasında eminentia intercondylaris denilen kabarık alan bulunur. Eminentia da tuberculum intercondylare mediale ve tuberculum intercondylare laterale denilen iki kısımdan oluşur (13). Tibianın proksimal uç ön yüzünde tüberositas tibiae denilen kabarıntı bulunur. Lateral kondil dış arka yüzünde facies articularis fibularis görülür (Şekil 1).

Tibia şaftı enine kesitlerde üçgen şeklinde konik, tübüler bir kemiktir. Anterior, medial, interosseöz kenarlar ve lateral, medial, posterior yüzeyler üçgenin sınırlarını oluşturur (14). Anterior kenar keskin ve cilt altı yerleşimlidir. Medial kenar yuvarlaktır. İnterosseöz kenar keskindir ve dışa

bakar. Tibia medial yüzeyi konkavdır ve 25 derece kadar içe çukurluk yapar. Diafiz intramedüler kanal genişliği 8–15 mm arasındadır (15, 16) (Şekil 1).

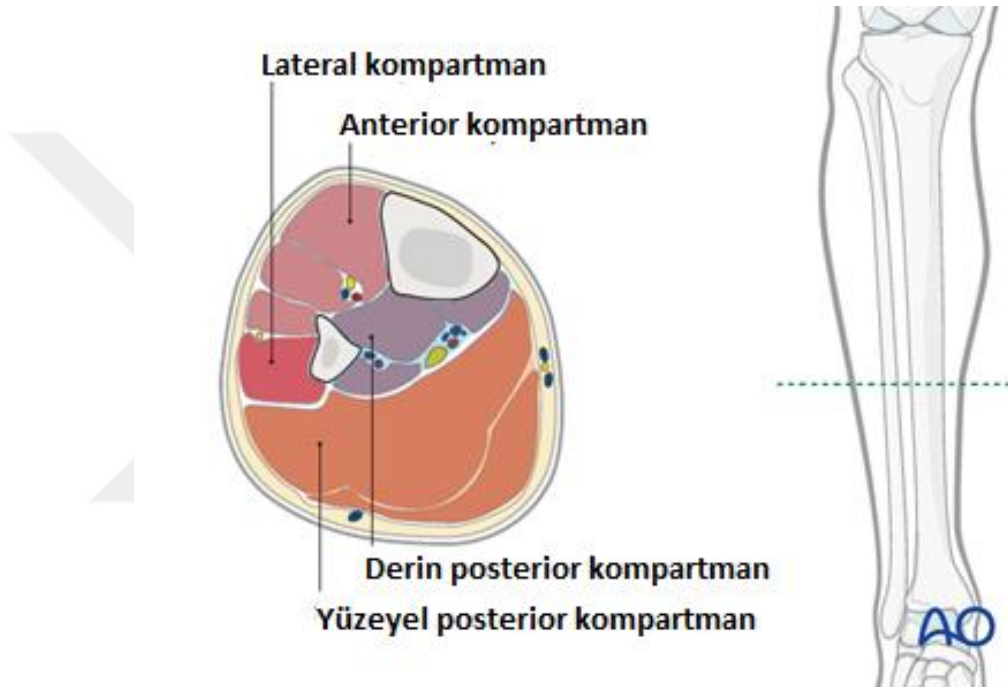
Tibianın distali metafiz kısmında genişler, medialde distale uzanarak medial malleol oluşturur. Medial malleolün arkasında tibialis posterior ve fleksor digitorum longus kas tendonlarına ait sulkus malleolaris denilen oluk bulunur. Tibianın distalde talusla eklem yapan yüzeyi plafond olarak adlandırılır ve eklem yüzeyi medial malleolle devam eder. Tibia distal dış yüzeyinde fibula ile eklemleşen “incisura fibularis tibia” bulunur. Tibia alt uç anterolateralinde, Chaput tüberkülü olarak da adlandırılan anterior tibiofibular bağın yapıştığı bir tüberkül vardır. Posterolateral kısmında, tuberkulum posterior tibia veya Wolkman tüberkülü bulunur ve buraya da posterior tibiofibular bağ yapışır. Medial malleolün talusla olan eklem yüzeyini arttıran konveks kısmı anterior ve posterior kollikulus olarak adlandırılır (17).



Şekil 1: Tibianın önden, yandan ve arkadan görünümü

2.2.2. Bacağın Kompartmanları

Bacak; interosseöz membran, transvers intermusküler septum ve anterior intermusküler (crural) septum ile dört osseofasiyal kompartmana ayrılmıştır. Bunlar anterior, lateral, yüzeysel posterior ve derin posterior kompartmanlardır (Şekil 2) (18).

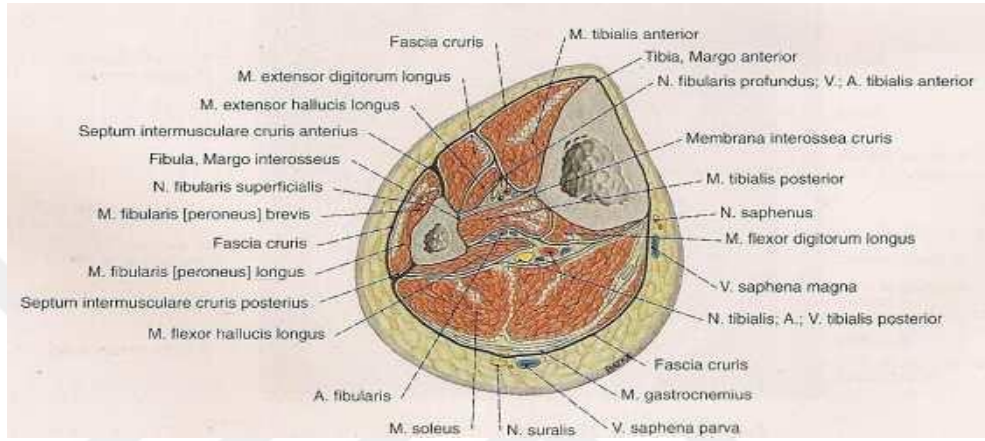


Şekil 2: Enine kesitte bacağın kompartmanları (aofoundation.org)

Anterior kompartman; tibia anterolateral yüzeyi, fibula ve interosseöz membranın anteriorunda yer alır. Tibialis anterior, ekstansör hallucis longus, ekstansör digitorium longus, peroneus tertius kasları ile n.peroneus profunda, a.tibialis anterior ve v.tibialis anterior bu kompartmanda yer alır (Şekil 3).

Lateral kompartman; önde anterior intermusküler septum, arkada posterior intermusküler septum ile çevrilidir ve crurisin lateralinde yer alır. Peroneus longus, peroneus brevis kasları ve n.peroneus süperficialis bu kompartmanda bulunmaktadır (Şekil 3).

Posterior kompartman; transvers intermusküler septum ile derin ve yüzeysel kompartmana ayrılır (Şekil 3). Gastrocnemius, soleus ve plantaris kasları posterior yüzeysel kompartmanda; popliteus, flexör hallucis longus, flexör digitorum longus, tibialis posterior kasları ile a.tibialis posterior, v.tibialis posterior, tibial sinir posterior derin kompartmanda yer alır (Şekil 3) (13, 15).



Şekil 3: Enine kesitte bacak kompartmanları içerisinde yer alan yapıların görünümü

2.2.3. Bacak Kasları

2.2.3.1. Anterior kas grubu

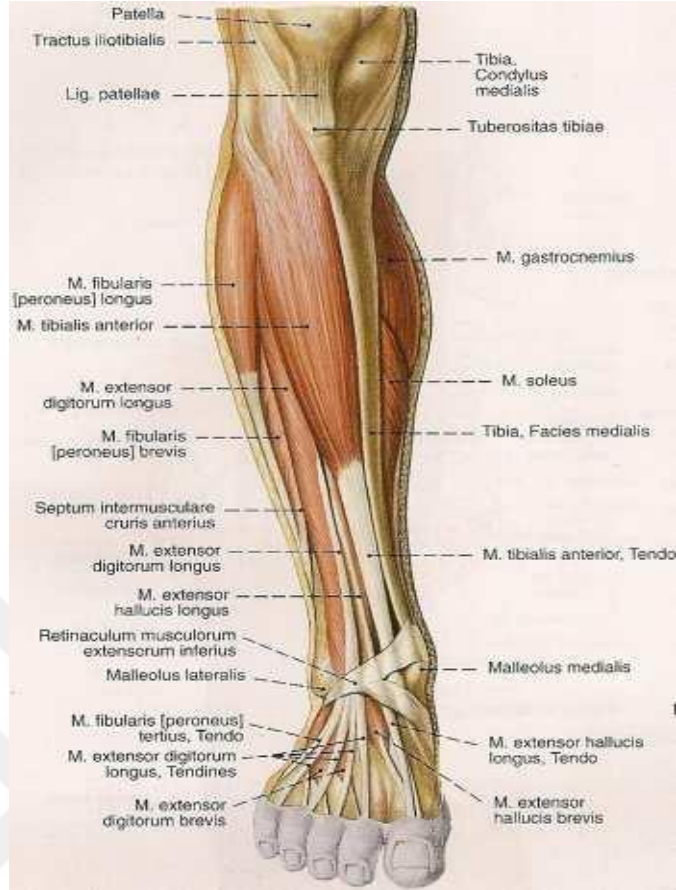
M. tibialis anterior: Lateralde membrana interossea anteriordan başlayarak tibia dış yüzü boyunca uzanır ve distalde ayak bileği ekleminin proksimalinden mediale geçerek os cuneiform mediale ve basis os metatarsalis 1' e yapışır (Şekil 4). Peroneus profunda siniri (L4, L5) ile innerve edilir. Ayağa dorsifleksiyon ve inversiyon yaptırır.

M. extensör hallucis longus: Fibula 1/3 ortası ve membrana interossea'den başlar; başparmak distal falanks bazisinin dorsalinde sonlanır

(Şekil 4). Peroneus profunda siniri tarafından innerve edilir. Başparmak ve ayağa dorsifleksiyon yaptırır.

M.digitorum longus: En lateralde yer alan anterior kompartman kasıdır. Tibia lateral kondili ile fibula ve membrana interossea ön yüzlerinden başlar alt retinaculumun altından geçerken 4 tendona ayrılır. Bu tendonlar 2, 3, 4 ve 5. parmakların distal falanksın bzisine dorsalden yapışır (Şekil 4). Bu parmaklara ve ayağa dorsifleksiyon yaptırır. Biraz da eversiyona katkı sağlar. Peroneus profunda siniri tarafından innerve edilir.

M. peroneus tertius: Fibula distalinde, interosseöz membrandan başlar, dış malleolun önünde m.extensör digitorum longus'tan ayrılarak 5.metatarsın bazisine yapışır (Şekil 4). Peroneus profundus siniri innerve eder. Ayağa dorsifleksiyon ve eversiyon yaptırır.



Şekil 4: Bacak anterior kas grubu

2.2.3.2. Bacak lateral kas grubu

M.peroneus longus: Fibula başı ve 2/3 süperior lateral yüzünden başlar, ayağın lateral kenarından tabana dönerek cuboid kemiğin altındaki oluktan iç kenara doğru yönelir. Ayak tabanını geçerek medial cuneiforma ve 1.metatars bazisine yapışır (Şekil 5). N. peroneus süperficialis (L5, S1, S2) tarafından innerve edilir. Ayağa plantar fleksiyon ve eversiyon yaptırır.

M.peroneus brevis: M. peroneus longus'un derininde yerleşir. Distal lateral 2/3 fibula ve anterior intermusküler septumdan başlar 5. metatars bazisine yapışır (Şekil 5). Peroneus süperficialis siniri tarafından innerve edilir. Ayağa eversiyon ve plantar fleksiyon yaptırır.



Şekil 5: Bacak Lateral Kas Grubu

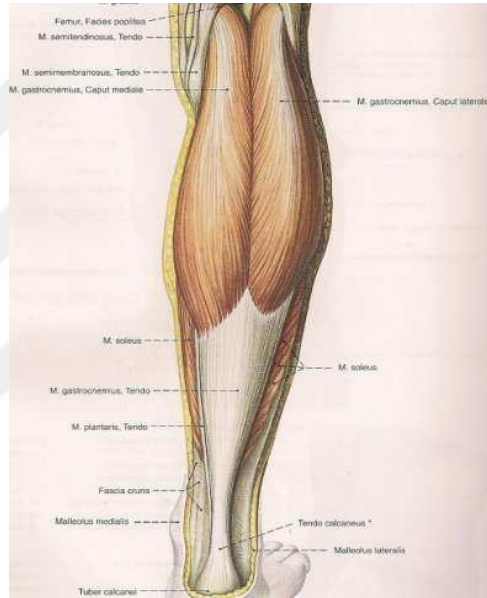
2.2.3.3. Bacak posterior yüzeyel kasları

M.gastrocnemius: Medial femoral kondilin arka ekstraartiküler yüzeyinden medial baş; femoral lateral kondilin lateral yüzeyinden lateral baş köken alır. Distalde medial ve lateral baş m.Soleus'un derin lifleri ile birleşerek aşıl tendonunu oluşturur ve kalkaneusun arka yüzüne yapışır (Şekil 6). Lateral başın içerisinde fabella denilen bir sesamoid kemik yer alabilmektedir. M.gastrocnemius N. tibialis tarafından innerve edilir. Ayak bileğinin güçlü plantar fleksörüdür. Ayrıca diz eklemine de fleksiyon yaptırır.

M. soleus: M.gastrocnemius'un derininde yer alan m.soleus; Ayak parmakların ucunda yükselip dik dururken bacağın üst bölümünde yan taraflardan palpe edilebilir. Fibula başı mediali ve arka yüzü, tibia arka yüz medial kenarda linea musculi solei den başlar. M.gastrocnemius ile birleşerek kalkaneusun arka yüzüne yapışır (Şekil 6). N. Tibialis tarafından

innerve edilir. Ayağa plantar fleksiyon yaptırır ve dik duruş pozisyonunda ayak bileği eklemi bacağa tespit eder ve bununla vücudun öne düşmesini engeller.

M. plantaris: Önkol fleksör kaslarından m.palmaris logus gibi filogenetik olarak gerileyen bir kastır. Distal femurun lateral suprakondiler çizgisinin alt yüzünden başlar m.gastrocnemius ve m.soleus arasından seyrederek aşil tendonunun medialinde kalkaneus posterioruna yapışır (Şekil 6). N. Tibialis tarafından innerve edilir. Ayak bileği plantarfleksiyona yardımcı olur.



Şekil 6: Bacak yüzeyel arka kas grubu

2.3.3.4. Bacak posterior derin kasları

M. popliteus: Popliteal fossa' nın derininde yer alan m.popliteus diz eklemi önemli bir postero-lateral stabilizatördür (19). Femur lateral kondil, lateral menisküs ve fibula başının arka boynuzundan başlar diz eklemi çaprazlayarak tibia posterior proksimalinde linea soleiye yapışır (Şekil 7).

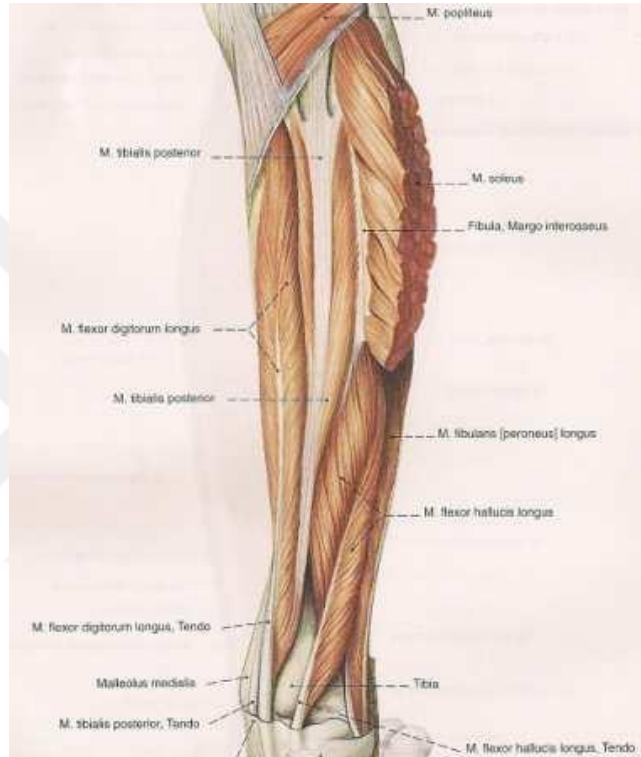
M.politeus “lateral menisküsün çıplak alanı” olarak da bilinien polliteal açıklıktan eklem boşluğunu geçer, proksimal yapışma yeri intraartikülerdir. Diz eklemine fleksiyonuna ve diz eklemi hareketlerinde stabilizasyonuna katkı sağlar. Tibia'ya iç rotasyon yaptırır. Lateral menisküsün dinamik stabilizasyonundan da sorumludur (20). N. tibialis tarafından innerve edilir.

M. flexör hallucis longus: Fibula arka yüzeyinin alt 2/3'ü, interosseöz membranın alt kısmından başlar; ayak başparmağının distal falanksının plantar yüzeyine yapışır. M.flexör hallucis longus tendonu retinaculum flexorum içindeki kanaldan geçer. Talusun arkasındaki kendi ismini alan sulcus tendinis musculus flexoris hallucis longiden geçtikten sonra substantaculum tali' nin altından öne doğru gider. M. digitorum longus'u çaprazlayarak iki sesamoid kemiğin arasından geçer ve distal falanks tabanına yapışır. N.tibialis tarafından innerve edilir. Ayak başparmağa fleksiyon yaptırır, ayak bileğini inversiyonuna yardımcı olur ve ayak bileğinin zayıf bir plantar fleksörüdür. Ayağın longitudinal arkını destekler ve yürümenin itme fazında en önemli kastır.

M. tibialis posterior: Ortada ve en derinde yer alır. İnterosseöz membranın arka yüzü, fibula medial arka yüzeyinin üst 2 / 3'ü, tibia üst dış yüzünden başlar. Plantar kalkaneonavikular bağın altından geçtikten sonra iki kısma ayrılır; yüzeysel lifleri tuberositas naviculare ve bazen medial küneiforma; daha derin lifleri 2,3,4 metatarsallerin plantar yüzeylerine ve median küneiforma yapışır. Tibialis posterior tendonu fleksör retinaculum'un medialinde, iç malleolun arkasına dayanarak geçer (Şekil 7). M.tibialis posterior, n.Tibialis tarafından innerve edilir. Ayağın temel invertörüdür; ayrıca ayağa adduksiyon, ayak bileğine plantar fleksiyon yaptırır. Ayak supinasyonuna yardımcı olur. Ayağın longitudinal arkını alttan destekler.

M.flexör digitorum longus: Popliteal hattın distalinde tibia arka yüzünden başlar; ayağın plantar yüzeyinin medial intermusküler septumundan geçtikten sonra dört bölüme ayrılır ve 2 - 5. distal falanksların

plantar yüzeyine yapışır. Tendonu medial malleolus'un ardında tibialis posterior tendonunun arkasından geçer (Şekil 7). N. tibialis tarafından innerve edilir. 2,3,4 ve 5. parmaklara fleksiyon yaptırır; ayrıca ayak bileğinin plantar fleksiyonuna yardımcı olur. Ayağın longitudinal arkını alttan destekler. Çıplak ayakla yürümede parmakların yeri kavramasında önemli rol alır.



Şekil 7: Bacak derin arka kas grubu

2.2.4. Sinirler

N. femoralis (L2, L4) : Lomber pleksusun en büyük dalıdır. Femoral sinirin terminal kutanöz dalı safen siniridir. Safen sinir, bacağın ve ayağın medial tarafının cuteneal duyusunu sağlar.

N. tibialis (L4, L5, S1, S2, S3) : Siyatik sinirin popliteal fossanın tepesinde ortaya çıkan dalıdır. Popliteal fossayı ortadan dikey olarak geçer.

Popliteal arter ve venle birlikte derinden yüzeye doğru popliteal fossayı m.gastrocnemius'un iki başı arasından terk eder. Fossanın dışına doğru n.cuteneus surea medialis dalını verir. Bu sinir r.communicans peronealisin n.surea cuteneus lateralis dalı ile birleşerek n.suralis'i oluşturur. Popliteal fossa içerisinde bacak arka grup kas dallarını ve diz eklemine dallarını verir. M. Popliteus' un alt kenarında n.tibialis arcus tendineus soleinin derinine dalarak bacağın arka lojuna girer. Ayak bileğinde, tarsal tünel olarak bilinen kanal içinden arkaya ve aşağıya medial malleol posteriorundan geçer. Bu tünel üstte fleksör retinakulum ile kaplıdır. Retinaculum flexorum'un derininde ayak tabanına girerek n. plantaris medialis ve n. plantaris lateralis isimli uç dallara ayrılır (Şekil 8). Crurisin posterolateral kısmının duyuşal innervasyonunu sağlar.

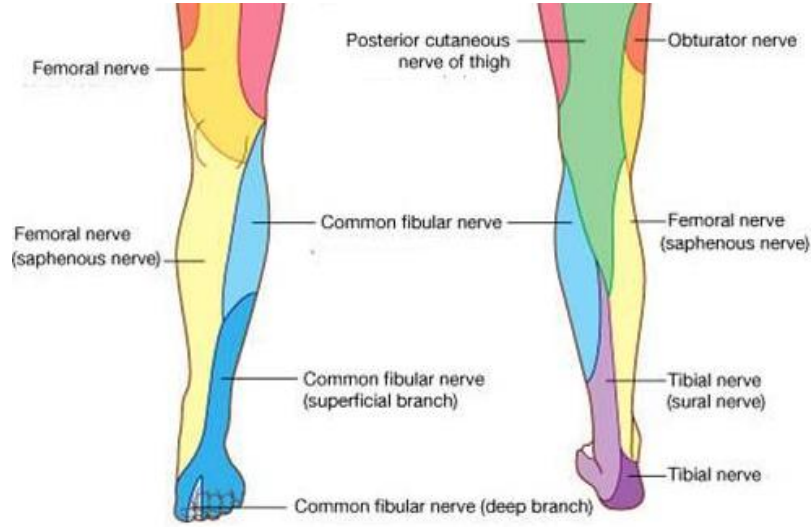
N. peroneus (fibularis) communis (L4, L5, S1, S2) : Tibial sinir ile birlikte siyatik sinirin bir parçası olarak ilerler ve popliteal boşluk proksimalinde ayrılmaya başlar. Diz eklemi seviyesine kadar, sadece m.biceps femorisin kısa başına motor dallar verir. Peroneal sinir, fibula başını ve boynunu dönerek kemiğin periostiumu ile 10 mm boyunca direkt temas halinde ilerler ve 4 cm boyunca subkutanöz seyreder (21). Fibula başının arkasında n.peroneus süperficialis ve n.peroneus profunda olmak üzere iki dala ayrılır. Popliteal fossada ayrılan r.comminicans peronealis dalı, n.cuteneus surea medialis ile birleşerek n.suralisi oluşturur. Peroneal sinir, fibula başından döndükten sonra fibroosseöz bir tünelden geçerek, yüzeyel ve derin olmak üzere iki dala ayrılır (Şekil 8).



Şekil 8: Bacak sinirlerinin anterior ve posteriordan görünümü

N. peroneus (fibularis) süperficialis (L5, S1, S2) : Lateral kompartmanda seyreden yüzeysel peroneal sinir, septum intermusculare anterior içinde peroneal kaslarla m.extensör digitorum longus arasından aşağıya iner. Bacağın 1/3 alt bölümünde derin fasiyayı geçip yüzeyelleşir. Retinaculum extensorium süperiorunu yüzeysel çaprazlayarak ayak sırtına girer. Bacağın lateral grup kaslarını ve derin peroneal sinir tarafından sağlanan 1. ve 2. ayak parmakları arasındaki alan dışında, bacağın lateral alt üçte ikisini ve ayağın tüm sırtını innerve eder (Şekil 9) .

N.peroneus (fibularis) profundus (L4,L5) : Fibula boynu ile m.peroneus longus arasında başlar, m.extensör digitorum longus' un derinine doğru girer. İnterosseöz membrana dayalı olarak bacak ön lojunun derininde aşağıya iner. Ekstensör hallucis longus ve tibialis anterior tendonları arasında, ekstensör retinakulum derininden geçerek ayak sırtına girer ve iki dala ayrılır. İç dalı derinde seyrederken, başparmakla 2. parmak arasında deri altına çıkar (Şekil 8) .



Şekil 9: Bacak ve ayak dermatom alanları

2.2.5. Damarlar

2.2.5.1. Arterler

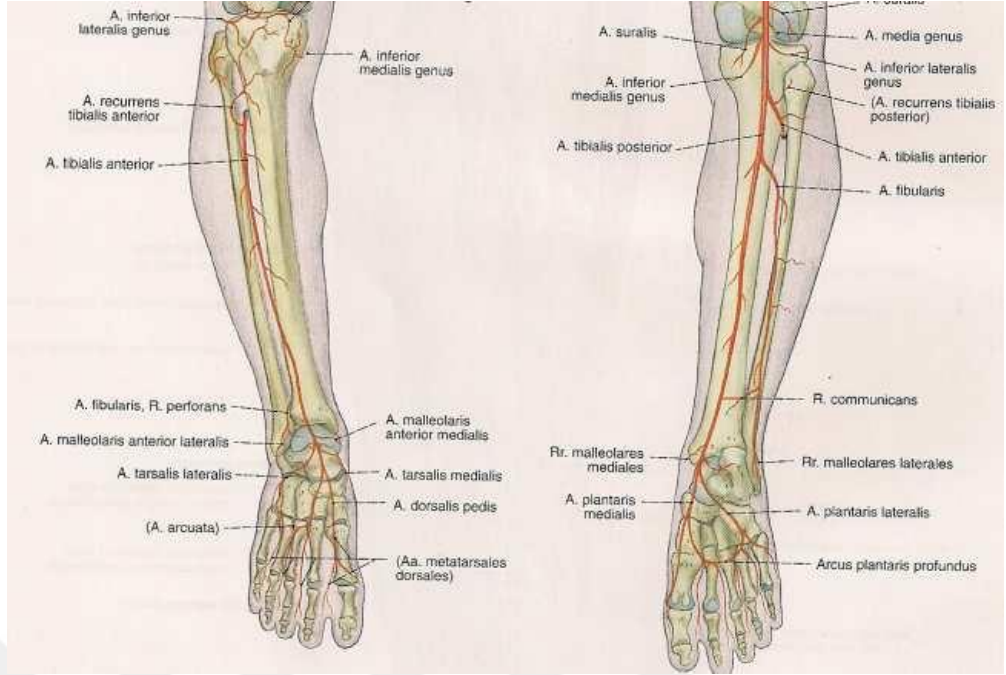
Alt ekstremitte arteriyel beslemesi femoral arter kaynaklıdır. Femoral arter, canalis adductorius'dan fossa poplitea'ya geçtiğinde popliteal arter olarak adlandırılır. Popliteal arter popliteal fossada diz arkasında seyreder ve popliteus kasının distal sınırı yakınlarında anterior ve posterior tibial arterlere ayrılır (12).

A. tibialis anterior: Anterior tibial arter, m.popliteus alt kenarında a.poplitea' dan ayrılır; interosseöz membrandan tibia ve fibula arasından geçerek anterior kompartmandaki yapıları besler. Membran komşuluğu ile ilerleyerek, m.tibialis anterior ve m.extensör hallucis longus kası arasından aşağıya doğru iner. V.tibialis anterior ve n.peroneus profunda ile birlikte seyreder. Bacağın 1/3 alt kesiminde doğrudan tibia ön yüzüne dayanır ve ayak bileği eklemine önünde, malleolus'ların ortasında sonlanır. Ayak bileği

ekleminin ön tarafında, a.tibialis anterior dorsalis pedis arteri haline gelir (12) (Şekil 10).

A.tibialis posterior: Popliteus kasının alt kenarında başlar ve soleus kasını delerek bacak arka lojuna girer. Hemen dışa doğru a.peronealis dalını verir. Posterior tibial arter daha sonra tibialis posterior ve fleksör digitorum longus kasları arasına iner. Arka krural bölmeye kan sağlar. Medial malleolus'un arkasından vena tibialis posterior ve tibial sinirle birlikte geçer. Retinaculum flexorium' un derininden geçer ve öne doğru döner. Posterior tibial arter talus seviyesinde medial ve lateral plantar arterlere ayrılır (Şekil 10). Tibia proksimal posteriorunda en büyük nutrisyen arter olan a.nutricia tibia dalını verir.

A. peronealis: Posterior tibial arterin dalı olan peroneal arter, lateral krural bölmeye kan sağlar. Peroneal arter genellikle posterior tibial arterden popliteus kasının alt sınırının birkaç santimetre aşağısında dallanır. M.tibialis posterior'un dış kenarı boyunca, m.fleksör hallucis longus' un derininde aşağıya doğru iner. Bir dalı membrana interossea alt kısmını delip öne doğru geçerek arcuat arter ile anastomoz yapar. Ayak bileğinde verdiği dalı ile a.tibialis posterior ile birleşir (Şekil 10).



Şekil 10: Bacak arterlerinin önden ve arkadan görünümü

2.2.5.2. Venler

Alt ekstremitte venleri, kas fasyasıyla olan ilişkilerine göre yüzeysel ve derin olarak sınıflandırılır. Kas fasyasının altında uzanan ve alt ekstremitte kaslarını drene edenlere derin venler; fasyanın üzerinde bulunan ve kutanöz mikro sirkülasyonu drene edenlere yüzeysel venler denir (22).

Derin Venler

Bacağın derin venöz sistemi, tibial ve peroneal venlerin yanı sıra soleal ve gastroknemial venlerden oluşur. Anterior tibial, posterior tibial ve peroneal venler, karşılık gelen arterlerin venae komitantlarıdır (Şekil 11) (22).



Şekil 11: Bacak derin venlerinin görünümü

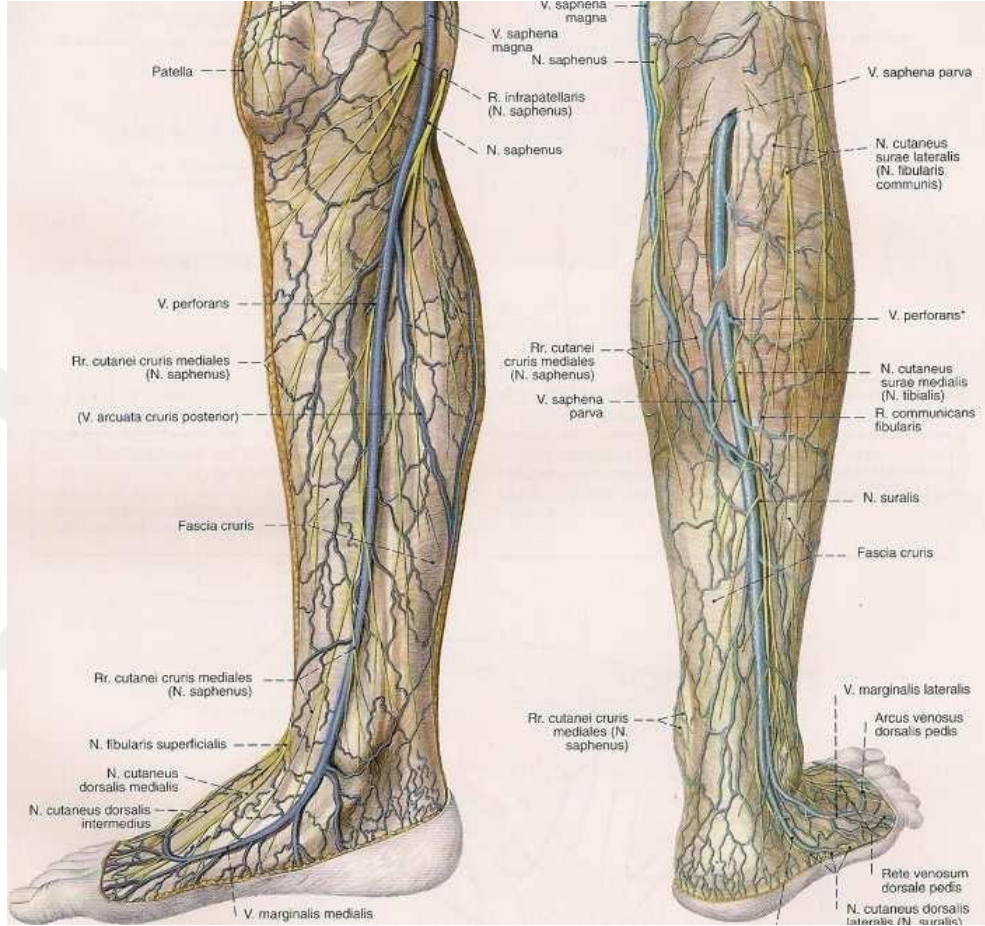
Yüzeyel Venler

V. saphena magna: Vücudun en uzun venidir. Başparmağın iç kenarından başlar, medial malleolus'un arka yüzünden, tibia iç kenarından yukarıya doğru femur iç kondilinin arkasından geçer. Hiatus sapheneus'tan fasyayı delerek v. femoralis'e açılır (Şekil 12).

V. saphena parva: Lateral malleolus'un arkasından başlar, aşil tendonunun dış kenarı boyunca bacağın arka yüzü orta hattına gelir. Fossa

popliteanın ortasından fasyayı delerek derine geçerek v.poplitea' ya açılır (Şekil 12).

Derin ve yüzeysel venler arasındaki bağlantılara vv. perforatae adı verilir.



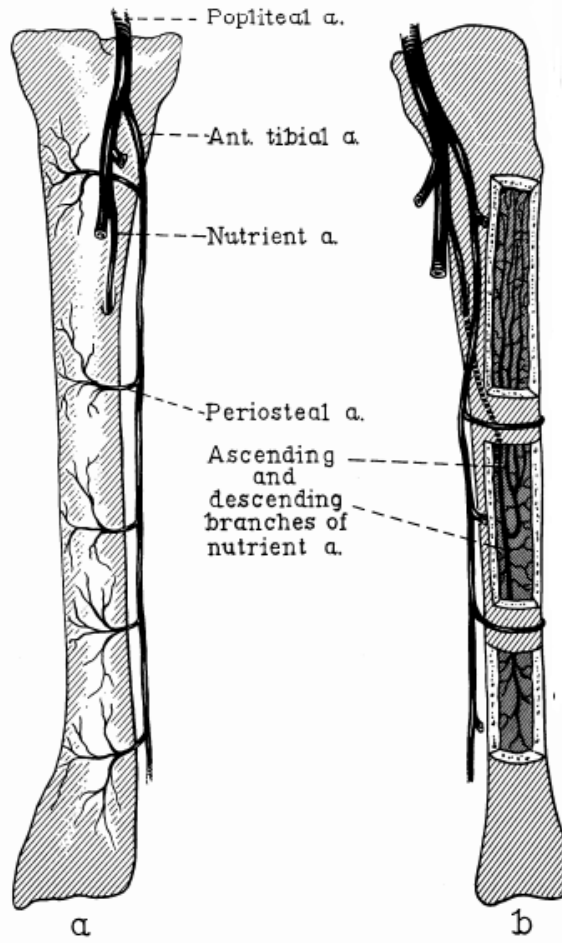
Şekil 12: Bacak yüzeysel venlerinin görünümü

2.2.6. Tibia'nın Kanlanması

Uzun bir kemiğe kan akışı, klasik olarak üç şekilde sağlanır. Bunlar; medüller nutrisyen arterler, epifizal-metafizyel arterler ve periosteal arterlerdir. Bu üç sistem; bölümlerden birinin yaralanması durumunda, yaralanan kısmı tolere edebilecek kan akımını sağlayabilecek şekilde birbirleriyle ilişkili sistemlerdir (23).

Meduller nutrisyen arter: A.tibialis posterior' dan ayrılıp tibia'nın posterolateral korteksine soleus orijinden girer. Medüller kanala girdikten sonra, nutrisyen arter kısa bir asendan dala ve daha uzun bir desendan dala ayrılır. Kısa asendan dal genellikle üç dala ayrılır ve bu dallar, metafiz bölgesinde, epifiz-metaphiz arterleri ile anastomoz yapan daha ince dallara yeniden bölünür. Nutrisyen arterin inen dalı, major bölünme olmaksızın distale ilerler ve periferik uzak dallarına ayrılır (Şekil 13) (23). Daha sonra asendan ve desendan dallardan korteksin endosteal yüzüne çok küçük dallar dağılır. Korteksin yüzde doksan kadarının dolaşımını sağlayan endosteal besleyici arter kırık iyileşmesinde çok önemlidir. Kırıkla veya uygulanan fiksasyon materyali (İntramedüller çivi gibi) ile bu damar zedelendiğinde iyileşme potansiyeli periosteal damarlara bağlıdır.

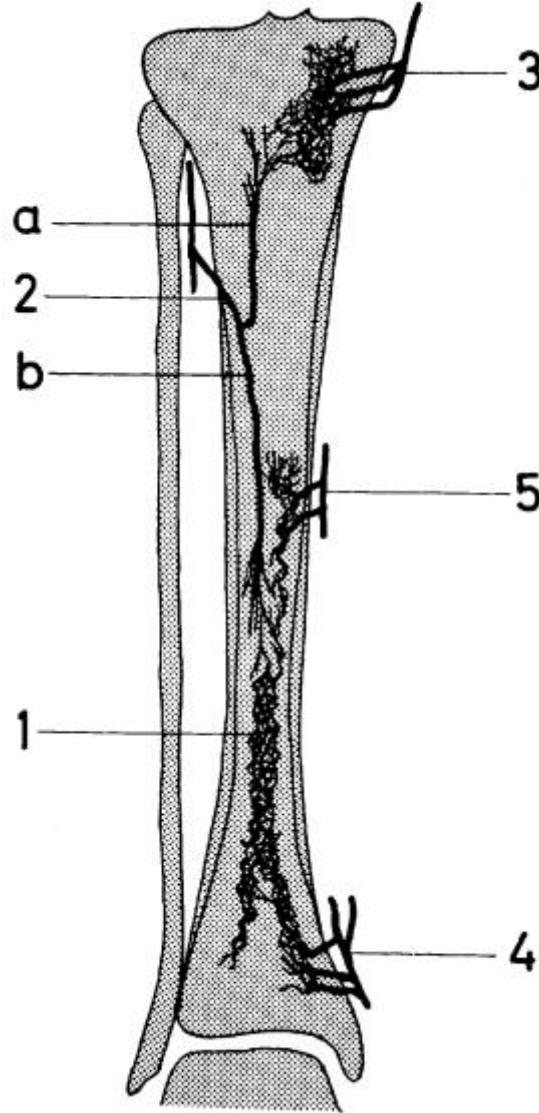
Epifizyel-metaphizyel arterler: Büyüme sırasında, epifizyal kan akımı işlevsel olarak uzun kemiğin geri kalan kan akımından epifiz plağı tarafından ayrılır. Epifiz kapandıktan sonra bu iki ayrı ünite birleşir. Proksimal ve distal epifiz-metaphiz bölgelerine kan akımı fazladır. Tibia'nın proksimalinde arteriyel dallar orta geniküler, inferior geniküler ve rekürren tibial arterlerin dallarından kaynaklanır. Bu damarlar, nutrisyen arterin asendan dallarının uç dalları ile anastomoz yapar. Distal epifizal-metaphiz bölgesi de benzer bir bağlantı gösterilebilir. Burada anastomoz, nutrisyen arterin desendan dalları ile ortaya çıkar.



Şekil 13: Meduller nutrisyen ve periosteal arterler **a)** Tibia posteromedial görünüm **b)** Tibia lateral görünüm (23)

Periosteal arterler: Anterior tibial arterlerin dallarından kaynaklanır (Şekil 13) ve öncelikle kortikal kemiğin dış üçte birlik kısmının beslemesinden sorumludur. Bu damarların, kırık iyileşmesinin erken aşamalarında önemli bir rol oynadığı gösterilmiştir (24). Besleyici arterin giderek küçülmesi ve distalden proksimale gelen delici damarların küçük olması nedeniyle tibia shaftının 1/3 orta-distal bileşim yerinde kırık kaynaması problem olur. Açık kırıkların da bu bölgede daha sık görülmesi kaynama sorununa neden olabilir. Tibia anteromedial yüzünün örtünmesi ince deri altı dokusu ile sağlanmakta olup yaralanmalar ve cerrahi kesiler sonucunda bu bölgenin beslenmesi ve kırık iyileşmesi bozulur.

Tibia Venöz Dolaşımı: Arterlerle aynı şekilde, medüller nutrisyen venler, epifizal-metafizyel venler ve periosteal venler olmak üzere 3 toplayıcı sistem bulunur. Bu sistemlerin aralarında çok sayıda anastomoz vardır. Medullada, her üç arteriyel sistemden de kan alan venöz sinüzoidal ağ bulunmaktadır (Şekil 14) (25).



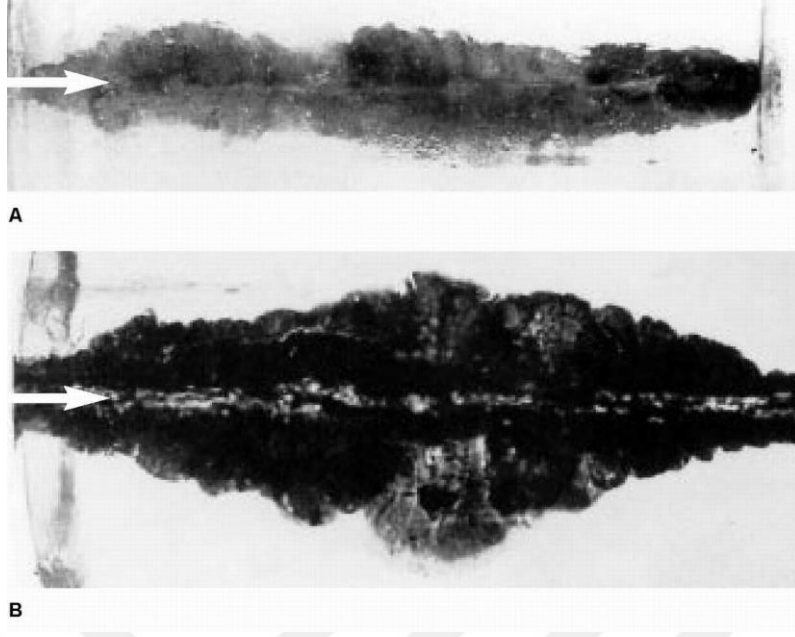
Şekil 14: Tibia venöz sistemi 1) Sinüzoid ağ 2) Ana efferent nutrisyen ven 3) Proksimal epi-metafizyel venler 4) Distal epi-metafizyel venler 5) Periosteal venler a) Desendan ven b) Asendan ven (25)

Nutrisyen venler, tibianın her iki ucunda desendan ve asendan dal olmak üzere iki ana koldan oluşur ve bunlar ana efferent nutrisyen vende birleşir. Periosteal venlerin nutrisyonel venlerle bağlantıları olmasına rağmen ana kısmı, kompakt kemiğin dış kısmından ve periosteumdan kaynaklanan kısa damarlardır. Epi-metafizer venler ilgili arterleri takip eder.

2.3. Balistik Etki

Mermi yaraları genellikle düşük veya yüksek hızlı yaralanmalar olarak sınıflandırılır. Düşük hızlı yaralanmalar, sivil nüfusta daha yaygındır ve tipik olarak saniyede 1.000 ila 2.000 fps (feet per second) altında namlu çıkış hızına sahip mermilere denilmektedir. Askeri silahlar ve av silahları yüksek hızda (2.000 ila 3.000 fps'den fazla) silahlar olup doku hasarı daha fazladır (26).

Silah ateşlendiğinde büyük miktarda gaz ve ısının (5.200 ° F'ye kadar) üretimi gerçekleşir ve mermi yüksek bir basınçla dışarı atılır. Merminin yaralama kapasitesi doğrudan kinetik enerjisi ile ilgilidir. $E = M / 2 \times V^2$ formülüyle belirlenir (E enerji; M, kütle; V, hız) (27). Bir ateşli silahın dokuda oluşturduğu yıkımı belirleyen 6 faktör vardır. Bunlar: merminin çarpma anında sahip olduğu kinetik enerji miktarı; merminin kararlılığı ve giriş profili; merminin kalibresi, yapısı ve konfigürasyonu; vücut içinde kat edilen mesafe ve yol; etkilenen dokuların biyolojik özellikleri ve doku bozulma mekanizmasıdır (örn. germe, yırtılma, ezilme) (26). Bu faktörler arasındaki etkileşim farklı yaralanma modellerinin ortaya çıkmasına ve hatta aynı mermiye bağlı farklı yaralanmaların bir arada görülmesine neden olabilmektedir. Yüksek hızlı bir mermi ile düşük enerji transferi sonucu minimum doku hasarı oluşabilirken; düşük hızlı bir mermi ile enerjinin tamamen aktarılması yıkıcı yaralanmalara neden olabilir. Bu nedenle yaralanmaya neden olan silahtan ziyade hastada oluşan yaralanmaya odaklanılmalıdır (28).



Şekil 15: Merminin jelatin bloklarda oluşturduğu kavitasyon (A, 1.000 fps'den az B, 2.800 fps) (26)

Ateşli silah yaralanmalarında, merminin dokudan geçerken meydana getirdiği ikincil şok dalgası ve kavitasyon hasarın şiddetini artırır (Şekil 15) (26). Geçici boşluğun oluştuğu 10-30 milisaniye boyunca vakum etkisiyle yaraya yabancı madde çekilebilir. Mermi geçtikten sonra, geçici boşluk çöker ve daha küçük kalıcı bir boşluk bırakır. Ateşli silah yarası; birincil yara yolu (kalıcı boşluk), yola bitişik kas kontüzyon bölgesi ve komşu kontüzyon bölgesi olmak üzere üç bölümde değerlendirilir (29).

Bir merminin kemik korteksini kırması için minimum 195 ila 200 fps hız gereklidir. Düşük hızlı mermiler, inkomplet veya komplet birçok farklı kırılma modeli üretebilir. İnkomplet kırıklar genellikle metafizde görülür. Komplet kırıklar ise diyafizde daha sıktır ve kelebek fragman, çok parçalı kırık gibi paternler içerebilir. Çarpma anında kemik parçaları geçici boşluğun çevresine doğru itilir ve bunlar sekonder etki ile çevredeki yapılara zarar verebilseler de, daha yaygın olarak ana kemiğe hızla geri çekilirler. Yumuşak dokulardaki kurşun parçaları avasküler skar dokusuyla hızla kaplanır. Bununla birlikte,

eklem içi kurşun sinoviyal sıvıda çözünür ve subinoviyal dokularda birikerek kronik tahrişe, artrit ve (nadiren) sistemik etkilere (nörotoksiste, anemi, bulantı ve kusma, abdominal kolik ve böbrek hastalığı gibi) yol açabilir (26) .

2.4. Sınıflandırmalar

Tibia'nın özellikle diyafiz açık kırıkları genellikle şiddetli kemik ve yumuşak doku yaralanması ile ilişkilidir. Kırık bölgesinin kontaminasyonu ve yumuşak doku örtüsünün devitalizasyonu enfeksiyon, kaynamama ve yara komplikasyonları riskini büyük ölçüde artırır. Açık tibia kırıklarının yönetimi, kemik ve yumuşak dokunun değerlendirilmesi dahil olmak üzere kapsamlı bir hasta değerlendirmesiyle başlar. Açık kırılarda kırıkla ilişkili yumuşak doku yaralanmalarının artan ciddiyetine göre sınıflandırma sistemleri geliştirilmiştir. Bu sınıflandırma sistemleri tedaviye rehberlik etmeye, iletişimi ve araştırmayı geliştirmeye ve sonucu tahmin etmeye yardımcı olur (30).

AO grubu ve Hannover açık kırık sınıflamaları oldukça ayrıntılı ve karmaşıktır. Hastanın takibi ve sonuçları değerlendirme amacı ile detaylı bilgi sunsa da, başvuru anında yapılacaklar konusunda yardımcı olacak kadar pratik değildir (31). Tibia diyafiz açık kırıklarında, Gustilo Anderson Sınıflaması daha yaygın olarak kullanılır (32).

2.4.1. Gustilo Anderson Sınıflaması

Veliskakis' in 1959'da yaptığı sınıflamanın revize edilmiş halidir. 1976'da Gustilo ve Anderson tarafından yapılan ilk revizyon sonrası, 1984'te tekrar revize edilmiş ve Tip III kırıkların alt grupları tanımlanmıştır (Tablo 1). Böylece açık kırık tedavisinde enfeksiyonu önleme ve açık kırıkların tedavisinin genel ilkelerinin tanımlanmasına yardımcı olmuşlardır. Gustilo-Anderson sınıflandırması günümüzde açık kırıkları sınıflandırmanın standardı haline gelen, yaygın olarak bilinen ve nispeten basit bir sistemdir (30).

Bu sınıflamada Tip I = 1 cm'den küçük ve temiz bir yara; Tip II = 1 cm'den büyük aşırı yumuşak doku hasarı olmayan yara; ve Tip III = segmente açık kırık, aşırı yumuşak doku hasarı olan açık kırık veya bir travmatik ampütasyon olarak tariflenmiştir. Ateşli silah yaralanmaları; çiftlik yaralanmasının neden olduğu kontamine açık kırık ve eşlik eden onarım gerektiren vasküler yaralanma ile birlikte herhangi bir açık kırık tip III'teki özel kategorilerdir (30).

Tablo 1: Gustilo Anderson Sınıflaması

Tip I	Cilt yaralanması <1cm, Temiz yara, Minimal yumuşak doku hasarı,
Tip II	>1 cm aşırı yumuşak doku hasarı olmayan yara, flep-avülsiyon yok, minimal kontaminasyon
Tip III A	Yara boyutundan bağımsız olarak; geniş yumuşak doku hasarına, fleplere veya yüksek enerjili travmaya rağmen yeterli yumuşak doku örtümü
Tip III B	Periosteal sıyrılma, yetersiz yumuşak doku örtünmesi, yoğun kontaminasyon
Tip III C	Onarım gerektiren arter yaralanması

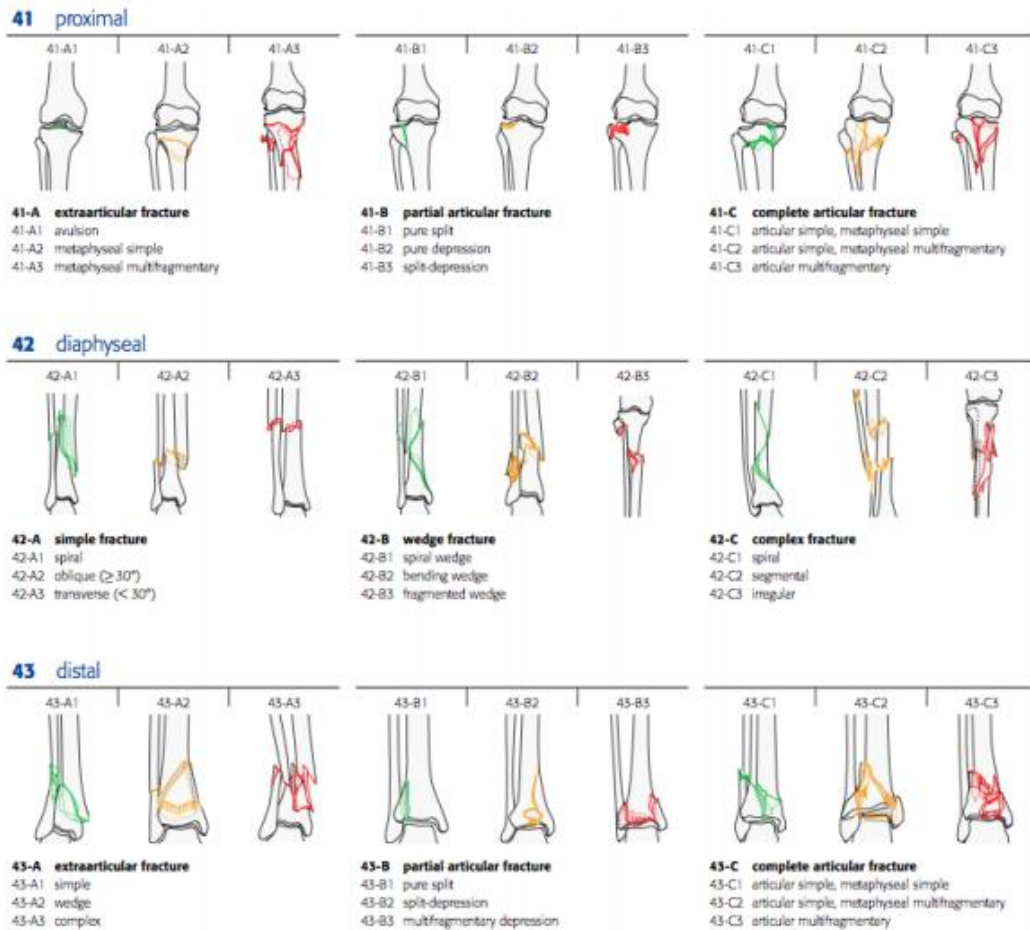
Tip III açık kırıklar; çeşitli yaralanma paternleri, yaralanmalarla ilişkili artan morbidite, kırık bölgelerinde masif yumuşak doku hasarı veya kaybı, vasküler problemler, yara kontaminasyonu ve kırık instabilitesi nedeniyle sınıflandırılması ve tedavi edilmesi en zor olan kırıklardır. Bu nedenle bu yüksek enerjili açık kırıklar, Gustilo ve Anderson tarafından yumuşak doku hasarının ciddiyetine, vasküler rekonstrüksiyon ihtiyacına ve kötüleşen prognoza göre A, B ve C'ye ayrılmıştır (Tablo1).

Erken debridman, yıkama ve antibiyotik profilaksisi ile Tip I ve Tip II açık yaralar erken olarak, Tip III yaralanmalar geç kapatılınca enfeksiyon

oranının belli seviyelerin altına düştüğü gösterilmiştir (33,34).

2.4.2. AO Kırık sınıflaması

Tibia kırıklarında en yaygın kullanılan sınıflama AO sınıflamasıdır. AO sınıflandırması, kırık sınıflandırmasına derinlik kazandırmış ve tibia kırıkları ayrıntılı bir şekilde tanımlanmıştır (35). Bu sınıflamada kırığın anatomik seviyesi, kırık hattının konfigürasyonu ve kırığın eklemlle ilişkisi detaylı olarak tariflenmiştir (Şekil16).



Şekil 16: Tibia kırıkları için AO sınıflandırması (www.aofoundation.org)

AO sınıflamasında proksimal tibia kırıkları 41 olarak belirtilmiş olup; eklemle ilişkisi olmayan proksimal bölge kırıkları 41A, parsiyel eklem uzanımı olan kırıklar 41B, komplet eklem uzanımı olan kırıklar 41C olarak tariflenmiştir. Tibia şaft kırıkları 42; basit şaft kırıkları(spiral, oblik, transvers) 42A, kama tipi kırıklar 42B, parçalı kompleks kırıklar 42C'dir. Tibia distal bölge kırıkları 43 olup; eklem ilişkisine göre proksimal kırıkları ile aynı şekilde sınıflanmıştır (Şekil 16).



3. TEDAVİ

Tibia ateşli silah yaralanmaları, vasküler travma ile kemiğin dolaşımını bozma yatkınlığı dışında ince bir deri ve yumuşak doku örtüsüyle kaplı olması nedeniyle ortopedi cerrahları için özel bir zorluk teşkil etmektedir. Ateşli silah yaralanmalarını takiben kırık ile beraber gelişen yumuşak doku hasarı ve buna bağlı kontaminasyon; erken operatif müdahaleyi gerekli kılar (36). ASY'ye bağlı kırıklarda standart bir tespit yöntemi bulunmamaktadır. Tespit yönteminin belirlenmesi kırığın lokalizasyonu, kırık paterni, yumuşak doku hasar derecesi, nörovasküler yaralanmalar gibi birçok faktöre bağlıdır. Alçı ile konservatif tedavi, eksternal fiksator ile hasar kontrollü cerrahi, ilizrov ve ya hibrid fiksator ile tedavi, köprü plaklama ve intramedüller çivi kullanılan yöntemlerdendir. Tedavinin amacı enfeksiyon oranını düşürerek, kemik ve yumuşak doku iyileşmesini sağlamak ve normal fonksiyonları elde etmektir (37).

3.1. ASY'de Acil Serviste İlk Müdahale

Uygun resüsitasyon olay yerinde başlamalı ve hasta stabilize olana ve sistemik olarak kesin tedaviye hazır olana kadar klinik ortamda sürdürülmelidir (38). Ekstremitede ASY olan hastaların yaklaşık 1/3' üne diğer organ sistemlerinde yaralanma eşlik eder. Ateşli silah yaralanmalarında öncelik hayatı tehdit eden yaralanmaları tedavi etmektir. Acil serviste hastanın havayolu ve dolaşımı kontrol edilip temel yaşam desteği sağlanmalı ve varsa hayatı tehdit eden yaralanmalara müdahale edilmelidir (39). Ekstremitte kaynaklı hayati tehdit eden kanamalar kontrol altına alınmalıdır. Hastanın genel durumu stabil hale geldikten sonra detaylı ekstremitte muayenesine geçilmelidir. Hastanın elbiseleri çıkarılarak tüm vücut önden ve arkadan muayene edilmelidir. Yaraların yerleşimi ve yumuşak doku hasarı düzeyi not edilmelidir (40).

Hastaya detaylı nörovasküler muayene yapılmalıdır. Erken sinir eksplorasyonu ve onarımı, ilişkili vasküler lezyon veya kırık olan durumlarda nispeten endikedir. Aksi takdirde, kendiliğinden iyileşme olabileceğinden sinir onarımını geciktirmek daha iyi olacaktır (41). Kompartman sendromu açısından dikkatli olunmalıdır. Ekstremitede kompartman sendromu bulguları mevcut ise tanı ve tedavinin zamanında yapılması, ekstremitenin geri dönüşsüz iskemik hasardan korunması açısından oldukça önemlidir.

Yaralanan ekstremitenin üst ve alt eklemleri içerecek şekilde ön-arka ve yan grafileri çekilir. Grafi ile kırığın yerleşimi ve şeklinin yanında yumuşak dokuya yayılmış metal ve kemik parçaları ile yaranın büyüklüğü değerlendirilebilir. Dolaşım problemi olan hastalarda doppler ultrasonografi çekilir. Eklem yaralanması olan hastalarda, bilgisayarlı tomografi tedavi planlanmasında yararlıdır.

Hastanın genel durumu stabil ise acil serviste yaralar serum fizyolojik ile yıkanarak yabancı cisim ve nekrotik dokular mümkün olduğunca uzaklaştırılmalıdır. Eğer şartlar uygunsa debridman ve yıkamanın anestezi altında ameliyathane şartlarında yapılması tercih edilmelidir. Yara içinden belirgin kanama olsa bile baskılı pansuman ile kontrol edilmelidir. Pens ile tutmak damara zarar vererek onarımı zorlaştırabilir. Temizlenen yara steril gazlı bez ile kapatılır. Yarayı kapatmadan önce fotoğrafının çekilmesi, birden fazla hekimin değerlendirmesini gerektiği durumlarda steril pansumanın tekrar açılmasını ve hastanın ağrı çekmesini önlemek açısından yararlı olabilir. Yara kapatıldıktan sonra uzun bacak atel uygulanması hastanın ağrısını azaltır ve nakil sırasında kolaylık sağlar. Kan kaybı olan hastalarda rutin kan tetkiklerinin yanında replasman için de kan örneği çalışılmalıdır. Unutulmaması gereken en önemli hususlardan biri de enfeksiyon riskini azaltmak için tetanoz profilaksisi ve antibiyotik başlanmasıdır (39).

3.2. Antibiyotik Tedavisi ve Tetanoz Profilaksisi

ASY'ye bağlı açık kırıklarda antibiyotik tedavisinde dört sorunun cevaplanması gerekmektedir. (1-) Bu kırıkların tedavisi için antibiyotik gerekli midir? (2-) Gram negatif kapsam gerekli mi? (3-) Antibiyotikler ne kadar süreyle uygulanmalıdır? ve (4-) optimal uygulama yolu hangisidir (42)?

Birçok araştırmada hem in vitro hemde klinik ortamda, ateşli silah yaralanmalarında kontaminasyon olduğu gösterildiğinden antibiyotik kullanımı savunulmaktadır (43,44). Ateşli silah yaralanmalarının tedavisinde birinci kuşak sefalosporinin en az 48 saat intravenöz uygulanması; yumuşak doku defektleri veya kaviter lezyon varlığında gentamisin eklenmesi ve yüksek anaerob enfeksiyon riski olanlara penisilin verilmesi önerilmektedir (45, 46). Ek cerrahi girişimden sonra 72 saat olacak şekilde devam edilmesi önerilir. Açık kırıklarda kontaminasyon genellikle antibiyotiğe duyarlı toplum kaynaklı etkenlerle olmaktadır. Fakat açık kırıklar sonrası gelişen enfeksiyonlar genellikle hastane kaynaklıdır. Metisilin dirençli staphilococcus aureus (MRSA), vankomisin dirençli enterokok (VRE), pseudomonas aeruginosa gibi dirençli etkenler sık görölmektedir. Enfeksiyon yükünü azaltmada en faydalı yaklaşım debridmandır. Mikroorganizmalarla savaşamayacak durumda olan ölü dokuları uzaklaştırmak bakteri üremesini elimine etmez ancak canlı dokularda üremelerini zorlaştırır (39). Enfeksiyon bulguları olan hastalarda antibiyotik uygulama süresi uzatılabilmeyle birlikte, yara kültürlerinde üreme olan hastalara etkene yönelik tedavi başlanmalıdır. Antibiyotik tedavisine yaralanmadan sonra ilk 3 saat içinde başlanması, açık kırıklarda enfeksiyon oranını altıda bire kadar düşürmektedir (47).

Açık kırığı olan her hasta için profilaksi ve tetanoz tedavisi planlanmalıdır. Ülkemizde tetanoz aşısı ulusal aşılama programında

bulunmakta ve 2-4-6-18. ay ile 1.ve 8. sınıfta uygulanmaktadır. Bu program dışında 10 yılda bir hatırlatma aşısı önerilmektedir. Açık kırık sonrası tetanoz profilaksisi için değerlendirilen hasta tetanoz aşılmasını tamamlamamış veya son 5 yıl içinde hatırlatma dozunu yaptırmamış ise tetanoz aşısı yapılmalıdır. Yara Clostridium tetani ile kontaminasyona eğilimli ise, tetanoz aşısı ve 250–500 IU insan tetanoz immün globulini (HTIG) birlikte uygulanmalıdır. Ayrıca, son tetanoz hatırlatma aşısı üzerinden 10 yıldan fazla bir süre geçmişse veya hastanın bağışıklık sistemi tehlikeye girmişse, hem tetanoz toksoidi hem de HTIG verilmelidir (48).

3.3. Yaranın Kapatılması

Ateşli silah mermisi ile enerji transferinin dokuda 3 mekanizma ile hasara neden olabileceği öngörülmüştür. (1-) Delinme; mermi tarafından doğrudan yırtılma ile oluşur. (2-) Basınç dağılımı; mermi doku içinden geçerken, dokunun direnci nedeniyle mermiden enerji aktarımı olur, böylece mermiden uzağa yayılan ve dokuya zarar verebilen sıkıştırıcı dalgalar oluşur. (3-) Kavitasyon; mermi trasesinde geçici bir boşluk oluşmasıdır. Mermi dokudan geçerken, enerji mermi ile temas eden dokulara aktarılır ve doku mermiden uzağa doğru itilir. Mermi dokudan geçtikten sonra bile doku toparlanamaz ve bu durum geçici bir boşluk oluşumuyla sonuçlanır (49).

Geçici boşluğun boyutu sadece enerji transferiyle değil, aynı zamanda doku ile de ilgilidir. Yüksek enerjili ASY çıkış yarası genellikle pürüzlü ve büyük olmasına rağmen, bu her zaman böyle değildir ve yüksek enerji transferine rağmen daha küçük giriş ve çıkış yaraları oluşabilir (50).



Şekil 17: ASY sonrası gelişen cilt yaralanma tipleri örnek görüntüler

Genel olarak ASY'ye bağlı cilt yaralarının 3 paterni vardır. (1-) etki eden mermi büyüklüğünde noktasal bir yara (Şekil 17a); (2-) ciltte yarıklar içeren ancak ihmal edilebilir düzeyde cilt kaybı olan ve cilt grefti veya flep gereksinimi olmadan kapatılabilen yara (Şekil 17b); (3-) kısmi kalınlıkta deri grefti veya flep gerektiren cilt kaybının olduğu yaralardır (Şekil 17c) (51).

Basit perforan yaraların, pansuman takibi ile sorunsuz bir şekilde iyileştiği gösterilmiştir (52). Deri kaybı olan daha geniş yaraların ilk tedavisi ameliyathanede yapılmalıdır. Debridman ile hematoma ve kirlilik temizlemek ve nekrotik dokuları eksize edilerek alttaki canlı kası ortaya çıkarmak gereklidir. Yaradaki nekroze kenarların debride edilmesi dışında ilk ameliyatta cilt korunmalıdır. Daha geniş yaraların ilk tedavisi için negatif basınçlı yara örtüleri (vakum destekli kapatma-VAC); yara boyutunu potansiyel olarak azaltma, yerel büyüme faktörlerini teşvik etme ve yaradaki kalıntıları ve cansız dokuları uzaklaştırma amacıyla kullanılabilmektedir (53). İlk

operasyon sırasında kırık stabilize edilmeli ve yara 48 ila 72 saatte yeniden değerlendirilmelidir.

Ateşli silah yaralarında rekonstrüksiyon için en uygun zaman tartışmalıdır. Erken rekonstrüksiyon (<72 saat), nozokomiyal enfeksiyon, sekonder nekroz ve flep komplikasyon oranının azalması nedeniyle bazı cerrahlar tarafından tercih edilmektedir. Yeterli debridmanı oluşturmak için ikincil bakı operasyonuna ihtiyaç duyulduğunda aşamalı prosedürler (rekonstrüksiyon > 72 saat) tercih edilir. Ortaya çıkan doku defekti, rekonstrüktif merdiven ilkelerine göre sırayla birincil kapatma, cilt grefti, lokal flepler ve ardından serbest doku transferi ile kapatılmaya çalışılmalıdır (41). Yara kapatma seçiminin en basitinden başlayıp daha karmaşık olana doğru ilerlemesi temel cerrahi ilkedir. Bu seçenekler; yaralanma tipine, çevre dokunun durumuna, yaralanmanın lokalizasyonuna (ağırlık taşıyan alan, eklem üstü vb.) ve kaplanacak yapılara (kemik, sinir, arter, tendon) göre belirlenmelidir (54). Yumuşak doku cerrahisinin hedefleri, en hızlı şekilde iyi iyileşmiş stabil bir yara elde etmek, hastanın rahat ayakkabı veya giysi giyebilmesi için ekstremitayı eski haline getirmek ve kalan doku fonksiyonunu korumaktır (55).

Cildin primer kapatılması: Ağır bakteri kontaminasyonu olmayan, sağlıklı, ödem olmayan dokularda primer kapatma tercih edilir. Yara kenarları debride edilmeli ve kanlanması iyi olmalıdır. Titiz ve atravmatik cerrahi teknik, yaranın gerilimsiz kapatılması, ölü boşluğun ortadan kaldırılması ve uygun sütür materyali seçimi primer kapatmanın temel koşuludur. Alt ekstremitedeki enine yaralar sıklıkla primer kapama sonrası nekroz ile komplike hale gelir. Bu nedenle, minimal doku kaybı sergileyen diz distalindeki yaralar, ek doku uygulanmasını gerektirebilir.

Cilt grefti ile yara kapatılması: Yara kapama için hızlı bir yöntemdir ve minimal morbidite ile basit ve hızlı bir şekilde uygulanabilir. Cilt grefti uygulanabilmesi için sağlıklı granülasyon dokusu bulunmalıdır. Kemik veya tendon üzerinde kullanılırsa periost veya paratenon varlığını gerektirir.

Flep ile yara kapatılması: Geniş çaplı, periost örtüsü yetersiz kemik, açıkta tendon veya nörovasküler yapıların olduğu kontamine yaralanmalarda

debridman sonrası en uygun seçenek flep uygulamasıdır. Lokal kas flepleri, miyokütan flepler ve fasyokutan flepler, yaraların mükemmel ve kalıcı şekilde örtülmesini sağlayabilir ve bazı durumlarda enfeksiyon ile mücadeleye yardımcı olabilir (54).

Ateşli silah yaralanmalarında bir diğer sorun iskelet kası hasarıdır. Çalışmalar, kan akımının bozulmadığı durumlarda iskelet kasında nispeten minimum bir nekroz alanı oluştuğunu göstermiştir (56). Canlılığını koruyamayan iskelet kasları, bakteri üremesi için riskli bir ortam oluşturduğundan eksize edilmesi gerekir. Yeterli kas desteği olmayan yaralanmalarda kırık iyileşmesi sorunlu olur ve enfeksiyon oranları artış gösterir. Kas fleplerinin risk altındaki alt ekstremitenin cerrahi tedavisinde değerli ve çok yönlü bir araç olduğu kanıtlanmıştır (57). Tibia proksimal, orta ve distal üçte birlik bölümlere ayrılarak uygun kas flebi bu bölgelere göre seçilir. Medial ve lateral gastroknemius kasları proksimal olarak popliteal arterden çıkan sural arterler tarafından beslenir. Bu kastan alınacak flep tibia plato bölgesini kolayca kaplar. Soleus kas flebi, bacağın orta üçte birlik kısmının desteğidir ve kan kaynağı esas olarak posterior tibial arter ve peroneal arterin proksimal dallarıdır. Önemli travma veya vasküler hastalığı olmayan iyi seçilmiş hastalarda, soleus kasını bölmek ve distal üçte birlik kısımdaki defektleri kapatmak için transpozisyon gerçekleştirmek mümkündür. Bacağın distal üçte birlik kısmındaki defektlerin büyük çoğunluğunda en iyi örtüm yöntemi serbest doku transferi (serbest flepler) ve seçilmiş olgularda ters nöro-fasyokütan flepler (ters sural flepler) dir (57). Kas flepleri, defektin boyutu ve topografik yerleşimine göre bir cilt adası içerebilir veya deri grefti ile kaplanabilir.

3.4. Kırık Stabilizasyonu

Kırık sonrası cerrahi müdahaleye bağlı olarak, biyolojik ortam değişebilir ve kırık tespiti de mekanik ortamı değiştirebilmektir. Bu nedenle travma cerrahlarının kırık iyileşmesinin biyolojisi ve biyomekaniği konusunda

temel bilgiye sahip olması gereklidir. Kırık stabilizasyonunda biyolojik ve biyomekanik nedenlerden dolayı tespitin gücünden ve sertliğinden sıklıkla fedakârlık yapmak gerekmektedir ve yeteri kadar sert ve güçlü bir ideal implant yoktur. Ateşli silah yaralanmasına bağlı kırıklarda tespit yöntemi tartışmalıdır ve kullanılacak yöntemin seçimi birden çok faktöre bağlıdır (36). Literatürde erken internal fiksasyonun önerilmediği ve eksternal fiksasyon ile takip ve tedavinin daha olumlu sonuçları olduğu belirtilen çalışmalar mevcuttur (58,59). Eksternal fiksator ve oymasız intramedüller çivinin karşılaştırıldığı bir metaanaliz çalışmasında, çivilemenin faydalı bir seçenek olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (60). Tibia proksimal metafiz, metadiyafiz ve diyafizin proksimal üçte birinin parçalı kırıklarında plak fiksasyonu için başlı bir yöntemdir. Geleneksel plaklama yöntemi, ek yumuşak doku travması azaltılarak başarılı bir kırık tedavisi sağlamakta ve açık kırık tedavisinde uygulanabilir bir yöntem olarak değerlendirilmektedir (61,62).

Kemik fiksasyonunun amacı kırık kemiğin yerini kalıcı olarak almak değil, geçici olarak destek vererek anatomik pozisyonda stabilizasyon sağlamaktır. Stabilizasyon sağlanmasının yanı sıra; ekstremité uzunluğu, dizilim ve rotasyonun düzeltilmesi yumuşak doku iyileşmesi için de uygun koşulları sağlar ve yara enfeksiyonu riskini azaltır. Ayrıca dizilimin anatomik olarak düzeltilmesi ölü boşluk ve hematoma hacmini azaltır ve hareketli kırık uçları tarafından oluşturulabilecek ileri yaralanmayı engeller. İnflamatuvar yanıt, eksüda ve ödem oluşumu azaltılarak doku revaskülarizasyonuna katkıda bulunulur. Şaft kırıklarında stabilite göreceli olarak daha az önemli iken, eklem yüzünü içeren kırıklarda anatomik redüksiyon ve mutlak stabilizasyon gerekir. Tespite karar vermede kırık şekli ve lokalizasyonu, periosteal sıyrılma miktarı ve yumuşak doku durumu önemli parametrelerdir (63).

3.4.1. Plak ile tespit

Yumuşak doku hasarı minimum olduğunda, akut tek aşamalı plak stabilizasyonu uygundur. Kırık tedavisinde mekanik yaklaşımdan ziyade, kırığın yumuşak doku desteğini ve canlılığını korunması hedeflenen biyolojik görüş ön plana çıkmaktadır. Redüksiyon ve stabil tespit ile kırık hattının açılarak kırık fragmanlarının devitalizasyonu arasındaki denge kırık hattının korunması yönüne kaymıştır (61,64,65,66,67).

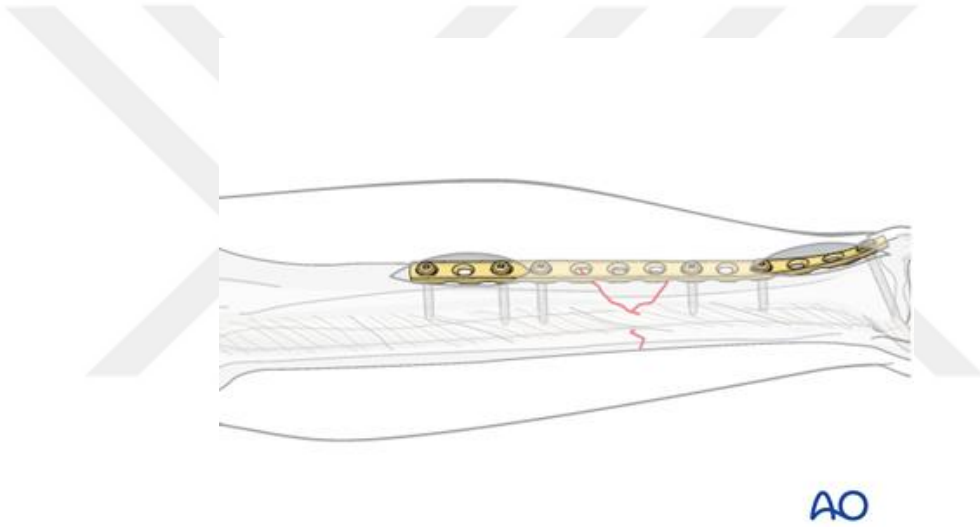
Tibia diafiz kırıklarında plak ile biyolojik tespitte indirek redüksiyon, ligamentotaksis ve köprü plaklaması ana prensiplerdir. Tibia proksimal ve distal metafiz eklem uzanımlı kırıklarda ise anatomik redüksiyon ve rijit tespit hedeflenmektedir. Kırık iyileşmesinde özellikle parçalı diafiz kırıklarında, rijit tespitin çok önemli olduğu görüşü, fiksasyon sonrası kazanılan primer stabilitenin etkinliği çok fazla olmadığından artık güncel değildir. Redükte edilmeyen canlı fragmanlar kırık kallusuna hızlı entegre olup kırık hattının mekanik gücünü artırır. Ayrıca implantın aşırı yüklenmesi ve yorgunluğa bağlı oluşacak yetmezlik riskini de azaltmaktadır. Biyolojik teknikler uygulanarak; “İnternal atelleme” (splinting) olarak bilinen yöntem ile kırık hattı kompresyon uygulanmadan köprü şeklinde kat edilerek dizilim sağlanır (67).

Tibia diafiz kırıklarında kullanılan köprü plaklama tekniğinde, kırık öncelikle indirek olarak redükte edilir. Daha sonra internal atel görevi gören uygun uzunluktaki bir plak ile kırık hattı köprülenerek periost üzerinden osteosentez yapılır. Burada amaç anatomik redüksiyon değil anatomik dizilimdir (68). Ekstremitenin uzunluğu sağlanır; rotasyonu ve aksiyel dizilimi düzeltilir. Kırık hattında mikrohareket mevcuttur ve kallus gelişimi ile stabilite gelişir (61,67).

Köprü plaklama için kırık hattında kompresyon yapılmadan; MIPO (minimal invaziv plakla osteosentez), MIPPO (minimal invaziv perkütan plakla

osteosentez), TARPO (transartiküler perkütan osteosentez) teknikleri ile klasik DCP(dinamik kompresyon plağı) ve LC-DCP(düşük temaslı kompresyon plağı) uygulama önerilmektedir. Minimal invaziv tekniğe göre özel olarak tasarlanmış PC-Fix (noktasal temaslı fiksator), LISS(daha az invaziv stabilizasyon sistemi) ve LCP(kilitli kompresyon plağı) gibi plaklar da kullanılmaktadır (69).

MIPO: Floroskopi altında kırık redüksiyonu ve ekstremité dizilimi kontrol edildikten sonra, kırık hattınının uzağından sadece plağı yerleştirmek ve vidalamak için kesiler yapılır. Bu kesilerden plak, periost üzerinden kaydırılarak yerleştirilir ve proksimal ve distal kesilerden vidalar gönderilir.



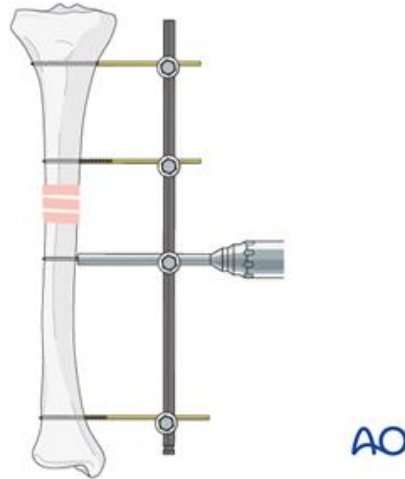
şekil 18: MIPO tekniğıyle plaklama (aofoundation.org)

MIPPO: Yapılan araştırmalarda MIPO tekniğinde, lateral yaklaşımla femurda besleyici atrelerin zarar gördüğü ortaya konduktan sonra plağın perkütan uygulaması sonrası beslenmenin daha az bozulacağı sonucuna varılarak MIPPO tekniğı geliştirilmiştir. MIPPO tekniğı daha çok ekstraartiküler proksimal ve distal femur kırıkları için geliştirilmiş olup implant, perkütan veya submuskuler olarak uygulanır.

TARPO: Kompleks intraartiküler kırıklarda eklem yüzeyinin anatomik redüksiyonu şarttır ve eklem tam olarak gözlenmesi gerekmektedir. Bu gereksinimden dolayı TARPO tekniği geliştirilmiş ve bu yöntemle lateral parapatellar artrotomiyle eklem yüzeyi anatomik olarak redükte edilirken, indirek plak tespiti yöntemiyle artiküler blok femoral shaftta tespit edilir.

3.4.2. Eksternal fisatör ile tespit

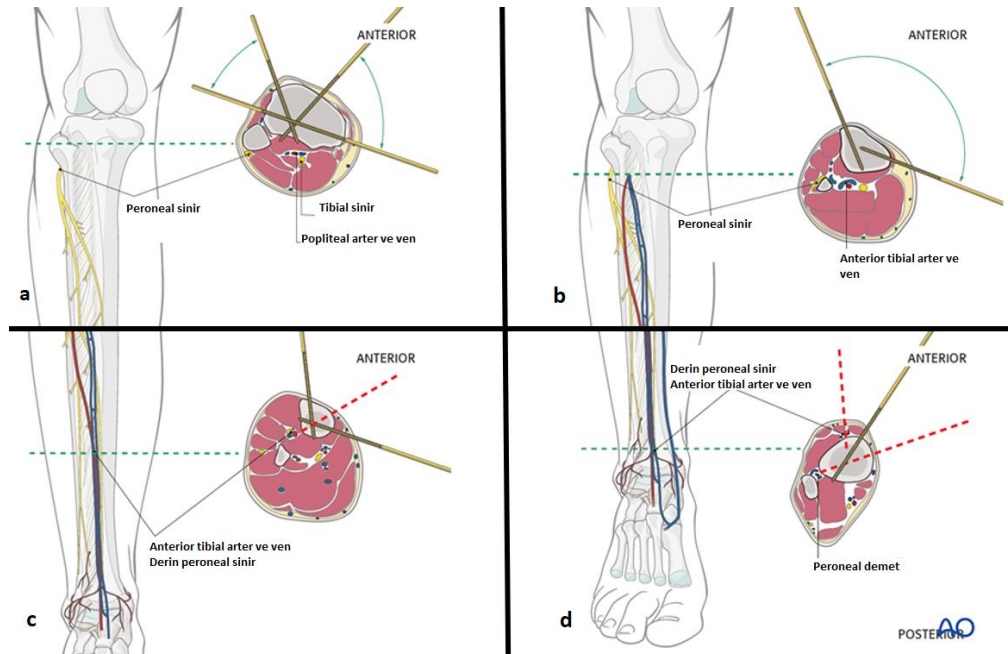
Eksternal fiksator, açık kırıkların tespiti için çok kullanışlı ve her yere uygulanabilen bir yöntemdir. Eskiden açık kırıkların kalıcı fiksasyonu için kullanılmakta iken, günümüzde daha çok geçici bir fiksasyon yöntemi olarak kullanılmaktadır. Eğer açık bir tibia kırığına geçici eksternal fiksator ile tedavi planlanıyorsa, yaralanmadan sonraki 3 hafta içinde ve aşamalı bir tedavi protokolünün parçası olarak, pin dibi enfeksiyonu olmadığı teyit edildikten sonra nihai tedaviye geçilmelidir (68).



Şekil 19: Kırık hattına göre ideal pin yerleşimi (surgeryreference.aofoundation.org)

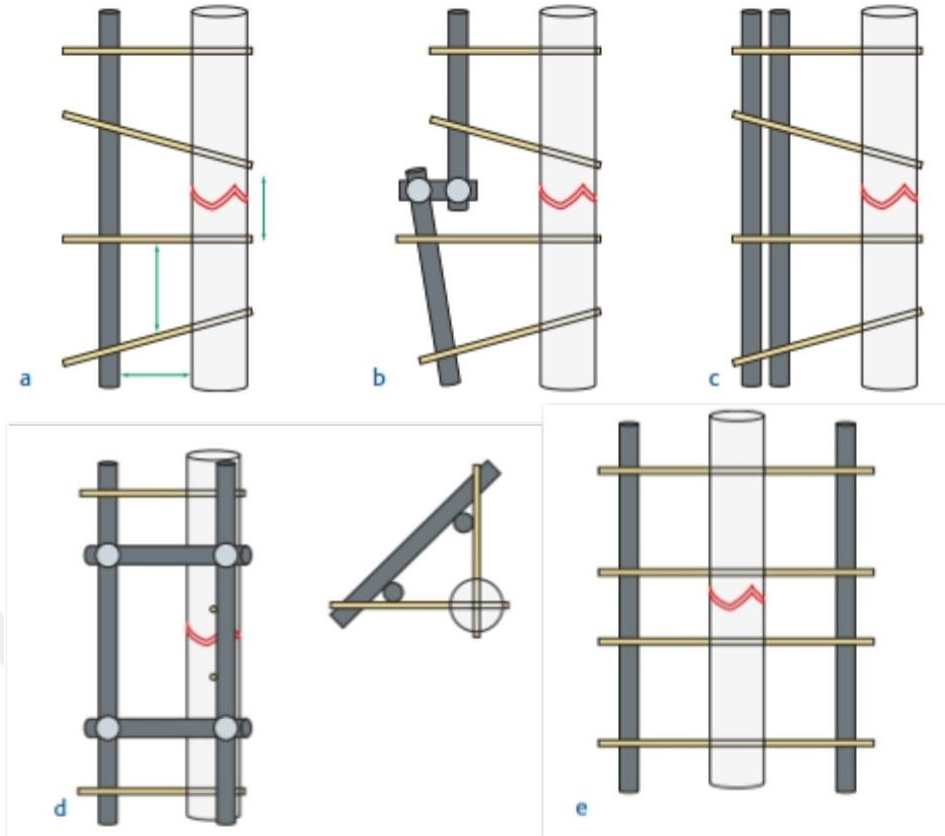
Diğer yöntemlere göre daha kolay ve çabuk olarak uygulanabilme, stabil bir kırık fiksasyonu sağlama, kemiğin kan dolaşımına daha az zarar verme, doğru şekilde uygulandığında ek hasar oluşumuna neden olmama, yumuşak dokunun kötü olduğu açık kırıklarda yara içine implant yerleştirilmesinden kaçınılmasını sağlama eksternal fiksatörün avantajlarındandır. Pin dibi enfeksiyonları, dizilim bozukluğu, gecikmiş kaynama ve zayıf hasta uyumu dezavantajlarıdır.

Eksternal fiksatör ile tespit, redüksiyonu sağlamak için yeterli stabilite sağlamalıdır. Kırığın her iki segmentine en az ikişer adet pin yerleştirilmelidir. Yumuşak doku durumu izin verirse ilk pinler kırık odağına mümkün olduğunca yakın; diğer pinler mümkün olduğunca kırık hattına uzak konumlandırılmalıdır (Şekil 19). Eğer gecikmiş internal tespit planlanıyorsa pinler ikincil cerrahi alana uygun yerleştirilmelidir. Birleştirme rodu kemiğin stabilizesini artırıcı şekilde mümkün olduğu kadar ekstremiteye yakın olmalıdır.



Şekil 20: Tibiada eksternal fiksatör pinleri için güvenli alanlar. a) Proksimal epifiz b) proksimal metafiz c) Diafiz d) Distal metafiz (aofoundation.org)

Pinler kemiğe gönderilirken sinir, damar ve tendonlar korunmalıdır. Ayrıca eklemde geçirilmemesi, kırık hattı ve hematomundan girilmemesi, kemikte ısı hasarına neden olunmaması ve Schanz vidasının doğru uzunlukta yerleştirilmesi gerekmektedir. Sinirleri, damarları, tendonları ve kasları yaralamamak için bacak anatomisine aşına olunmalıdır ve pin yerleştirilmesi için güvenli alanlardan faydalanması gereklidir (Şekil 20). Kemiğin uzun eksenine dik olacak şekilde pinler yerleştirilir. Yerleştirilen pinler birbirine paralel olmalı ve karşı korteksten 2 mm' den fazla çıkmamasına özen gösterilmelidir. Yetişkin tibiası için 4,5 mm veya 6 mm' lik pinler kullanılır. Pin ile kırık hattı arasında en az 1 cm mesafe olmalıdır. Kısa fragmana 2 pin, uzun fragmana 2 veya 3 pin yerleştirilerek tek taraflı veya çift taraflı fiksasyon uygulanabilir (15).



Şekil 21: Tübüler Eksternal Tespitin Farklı Yapılandırılmaları. **a)** tek taraflı tek düzlemlı tek-tüp tespit **b)** modüler tespit **c)** tek taraflı tek düzlemlı çift-tüplü tespit **d)** tek taraflı çift düzlemlı halka **e)** transfiksasyon vidaları ile çift taraflı halka (aofoundation.org)

Fiksator çerçeve ebadı, şekil çeşitliliğinde ki artış, daha büyük ve güçlü çiviler, daha iyi metaller, tekniğin ve endikasyonların daha iyi anlaşılması çeşitli uygulamalı şekillerini mümkün kılmıştır (Şekil 21). Tibia kırıkları için tek düzlemlı fiksator anteromedial kenardan aksiyel olarak uygulanır. Redüksiyon tekniklerini içeren geniş alanlı kullanımı ile kullanışlı şekillendirme sağlayan modüler tespit de kullanılabilir. Tek taraflı tek düzlemlı çift-tüplü tespit, tek taraflı çift düzlemlı halka ve transfiksasyon

vidaları ile çift taraflı halka daha rijid tespit için kullanılabilen yöntemlerdendir (68).



4.STABİLİZASYON VE PLAK ÇEŞİTLERİ

Kırığın biyolojik tespiti için uygulanacak plaklardan bazıları biyomekanik açıdan daha avantajlıdır. Bu avantajları anlayabilmek için çeşitli biyomekanik özellikler incelenmelidir.

Elastik modulus (Young's modulus); Bir materyalin sertliğinin ölçülmesi ya da deformasyona direnç kapasitesidir (70). Tanımı gereği birim kesit alanına sahip bir malzemede birim boyu bir kat arttırmak için uygulanması gerekli kuvveti gösterir (Şekil 22). Elastik bir materyalin basınç/gerinim eğrisi kırılma noktasına kadar düz bir çizgi çizer. Bir malzemeye uygulanan kuvvet kaldırıldığında oluşan şekil değişikliği tamamen geri dönebiliyorsa, bu durum kalıcı olmayan şekil değiştirmedir (**elastik deformasyon**). Kalıcı şekil değiştirme (**plastik deformasyon**) ise malzemeye uygulanan kuvvet ya da yüklenme kaldırıldığında oluşan şekil değişikliğinin geri dönmemesi gibi kalıcı şekil değişimleridir.

Süneklik (ductility), malzemeye bir kuvvet uygulandığında kopma olmadan kalıcı biçim değiştirme yani plastiklik yeteneğidir. Genleşebilir (ductile) malzemeler kırılmadan önce geri dönüşsüz biçim bozukluğu gösterirler. Genleşme, çökme sonrası gelişen biçim bozukluğunun ölçümüdür. Malzemenin darbe ile kopmasına, kırılmasına ya da biçiminin bozulmasına karşı gösterdiği direnç **tokluk (toughness)** bilinir. Tokluk malzemenin ani yükünü ya da darbenin yükünü emme yeteneğidir. Yetersizlik olmadan önce (kırılma, kopma, eğilme) malzemenin her birim hacminde emilen enerji miktarı, o malzemenin iç tokluğu olarak tanımlanır (70). **Çökme noktası (yield point)** bir malzemenin elastik özellikten plastik özelliğe geçiş noktasıdır. En son dayanıklılık malzemenin baskıya karşı gösterebileceği en fazla dayanma gücüdür. Kırılma noktası malzemenin zorlama ile kırıldığı noktadır.

Gerilme enerjisi, materyalin enerji (zorlama) emme yeteneğidir ve zorlama-gerilme eğrisinde eğrinin altındaki alandır. Bir malzemede **yorulma yetmezliği (fatigue failure)** son gerilme kuvvetinin altındaki değerlerde, yüklenmenin derecesine ve sıklığına bağlı olarak tekrarlayan yüklenmelerle oluşur. **Soğuk akma (creep)**; geniş bir zaman sürecinde uygulanan sabit kuvvetlere karşı malzemelerde oluşan ilerleyici şekil bozukluğudur. Devamlı ve sabit yükleme sonrası ani bir zorlama uygulanırsa materyalde şekil bozulması devam eder akma gösterir. Bu durum kalıcı bir deformite oluşturarak malzemenin mekanik işlevlerini etkileyebilir. Bir malzeme sürekli ya da tekrarlayıcı bir kuvvet etkisinde kalırsa öyle bir noktaya gelir ki gereğinden daha az bir kuvvetle bükülür. Buna **dayanma sınırı (endurance limit)** denir ve malzemenin yorulduğunu (fatigue) gösterir.

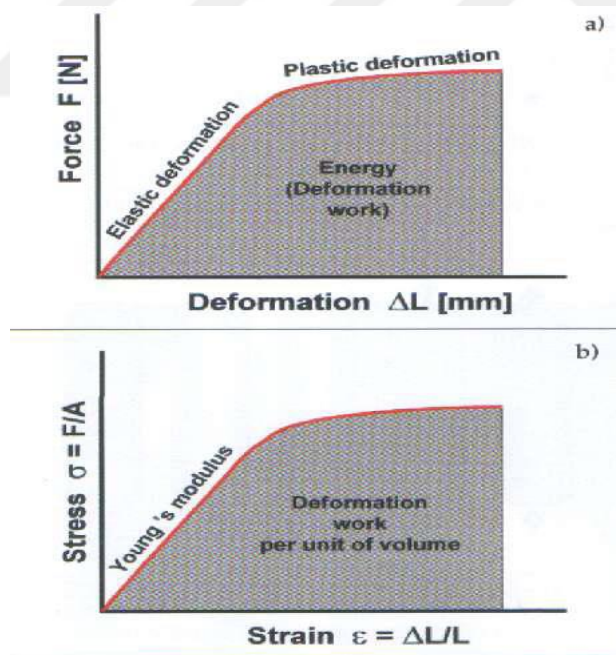


Fig. 1: Relationship between the tensile force and the deformation.

1. For the entire bone (global).
2. For the material (local).

Şekil 22: Stress ile gerilim arasındaki ilişkiyi gösteren tablo

Malzeme üzerinde oluşan stres; gücün etkilediği bölge ve materyalin şekli açısından farklılıklar gösterir. Bu nedenle bir materyalin elastik modulusunu hesaplamak için farklı malzemelerden yapılmış tek tip blokların maruz kaldığı sabit stress altında oluşan gerilim hesaplanır. Kortikal kemiğin elastik modulusu spongioz kemiğe göre 15 kat fazla iken, titanyumunki ise kortikal kemiğe göre 7 kat fazladır. Paslanmaz çeliğin elastik modulusu ise titanyumun 2 katıdır. Kullanılabilen implantlardan titanyum, elastik modulusu kemiğe en yakın olan malzemedir ve biyolojik tespit uygulamasında paslanmaz çeliğe göre daha avantajlıdır.

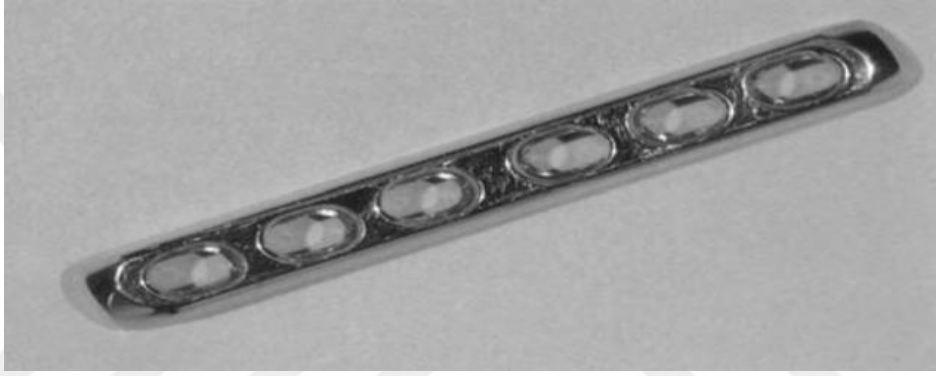
Metaller genel olarak iyi süneklik, dayanım ve elektrik iletkenliğine sahip malzeme grubudur. Ortopedide kullanılan metaller alaşımdır. Yani farklı metallerin birleştirilmesiyle oluşturulur. Böylece istenilen görevi yapacak özellikleri sağlayan implantlar yapılabilir. Örneğin çelik ve kromun birlikteliğiyle hem sağlam hem de korozyona dirençli bir alaşım elde edilir. Titanyum alaşımlar dayanıklılık ve katılık içeren yapısı, düşük özgül ağırlığı ve göreceli hafif oluşu, yüksek ısılara dayanıklılığı ve korozyona direnci için tercih edilir (70).

4.1. Plak Çeşitleri

Kırıkların internal fiksasyonu için metal plaklar 100 yıldan fazla bir süredir kullanılmaktadır. Korozyon ve yetersiz mukavemet gibi başlangıçtaki eksiklikler giderilmiş olsa da, yeni tasarımlar tüm sorunları çözememiştir (71).

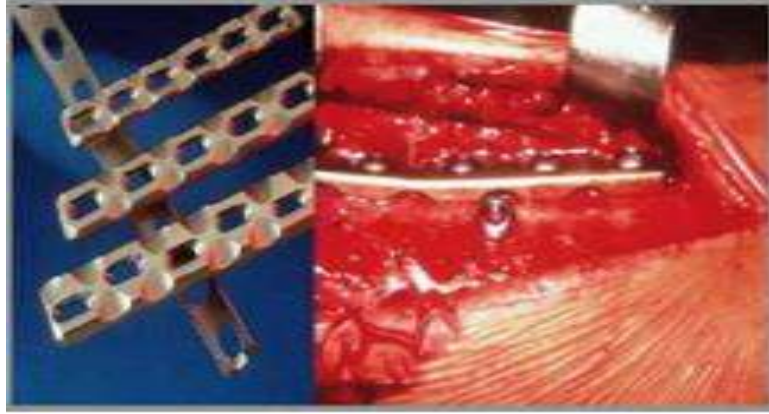
Titanyum, kolayca işlenebilen bir malzemedir ve soğuk veya sıcak çeşitli şekillerde işlenebilir. Paslanmaz çelik, geniş bir ortopedik implant yelpazesi içinde tercih edilen bir malzemedir. Çoğunlukla demire krom, nikel ve molibden eklenerek elde edilir. Alaşımlar arasında tıbbi sınıf paslanmaz çeliğin çoğu 316L adı verilen bir alaşımdır (72).

DCP: Konvansiyonel internal tespitin gelişiminde önemli bir adımdır. Plak vida deliklerinin sferik geometrisi kompresyon yapma olanağı sağlar. Ayrıca değişik açılarda vida uygulama avantajı nedeniyle tansiyon band plaklama tekniğine uygundur. Kompresyon dışında nötralizasyon ve destek (butress) plağı olarak kullanılabilir. Biyolojik plak vida ile osteosentez için kullanılabilir. Ancak plağın kemik ile temas yüzeyi düz olduğu için periostal dolaşımı bozarak plağın temas yüzeyinde nekroza sebep olabilir (şekil 16 ve 18c).



Şekil 23: DCP görüntüsü

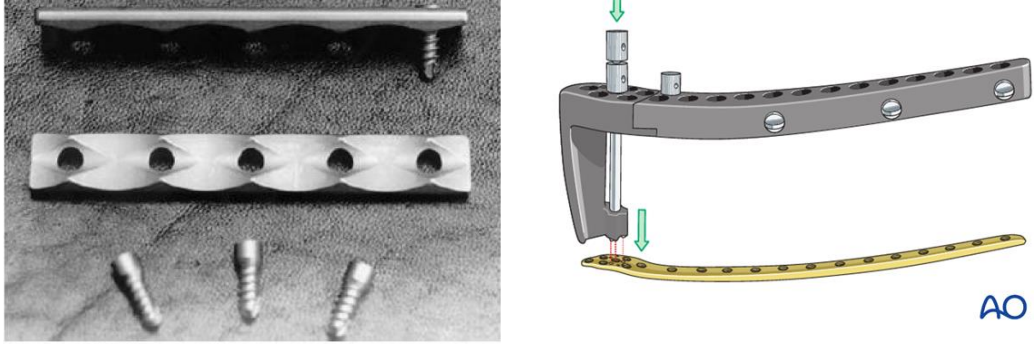
LC-DCP: DCP' nin vida deliklerini taklit eden ancak kemik temas yüzeyi yaklaşık %50 oranında azaltılmış LC-DCP dizayn edilmiştir (73). Plak, paslanmaz çelik ve titanyum olarak mevcuttur (Şekil 24).



Şekil 24: LC-DCP

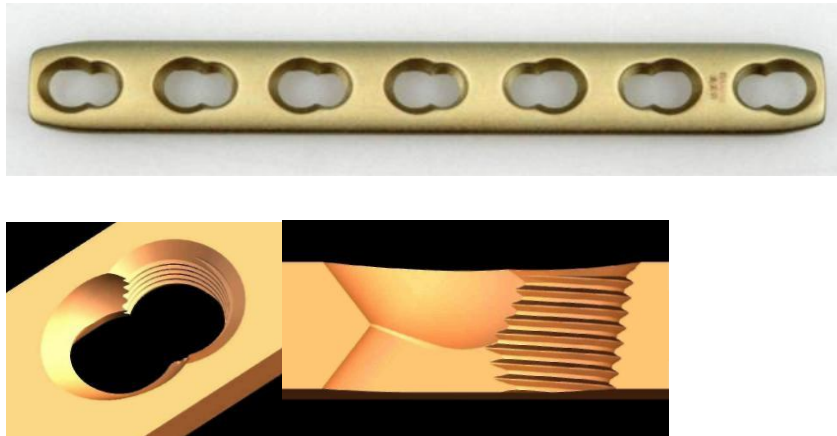
PC-Fix: Kemik ile mümkün olduğunca az temas yüzeyi ile rölatif bir stabilite sağlanmaktadır. Monokortikal vidalar plağa kilitlendiğinden, açısal stabilite sağlayarak ve kemiğin plağa doğru çekilmesini önleyerek bir fiksator görevi görür.

LISS: Tibia proksimal ve femur distal uç kırıkları için biyolojik yöntemlere uygun olarak tasarlanmış kemik konturuna uyan plaklardır (şekil 19). Daha uzun plak kullanımında daha fazla cerrahi insizyon gerekmez. Kırık redüksiyonu sonrası plak kemiğin konturuna uyacak şekilde bölgeye tatbik edilir ve elcek üzerinden vidalar tatbik edilir. Plak redüksiyonu sürdürmek için tasarlanmıştır, redükte etmek için kullanılmaz.



Şekil 25: PC-Fix ve LISS seti

LCP: DCP'nin vida delikleri ile PC-Fix veya LISS gibi plağa kilitlenen vida deliklerinin kombinasyonu olarak tasarlanmıştır. Aynı plak üzerinden kortikal vida veya plağa kilitlenen bağlı vidaların kullanımına olanak sağlar. Metafizler bölgeler için anatomik olarak dizayn edilmiş çeşitleri mevcuttur (Şekil 26).



Şekil 26: LCP plak ve vida deliğinin üstten ve yandan görünüşü

Biyolojik tespitte esnek stabilizasyon sağlanır. Kırık hattında kompresyondan ziyade atelleme amaçlanır. Bu tip fiksasyona göreceli stabilite de denir. Redükte edilmemiş vital fragmanların kırık kallusuna hızla entegrasyonu sonrasında kırık bölgesinde bir destek yapı oluşur ve iyileşmenin ilerleyen aşamalarında stabilize edici etkinlik ortaya çıkmaya başlar. Bu durum neticesinde implantın aşırı yüklenmesi ve yorgunluğa bağlı implant yetersizliği engellenir.

Kırık hattında kompresyon oluşturulan osteosentezlerde elde edilen rijidite, kırık hattında harekete ve kallus dokusu gelişimine izin vermez. Bu şekilde kırık iyileşmesine primer kırık iyileşmesi ve hedeflenen stabiliteye ise mutlak stabilite denir.

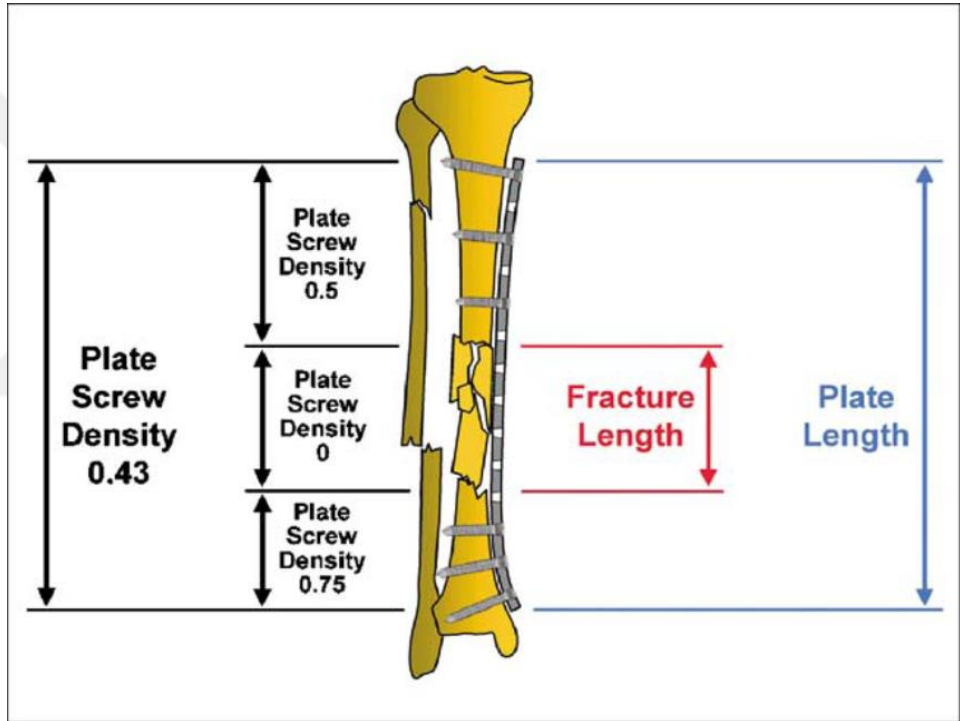
Kırıkların geleneksel plak-vida ile tespitinde kırık bölgesine binen kuvvetlerin kurulan sistem tarafından üstlenilmesi vidanın baskısı ile kemikle plak arasında oluşan sürtünme kuvveti yoluyla kemiğin kan dolaşımı etkilenir. Tespit plak ve vida ile yapılmışsa sistem altında kortikal osteoporotik bir alan oluşur (74). Osteoporozun, kortikal kan dolaşımının uygulanan sistemden olumsuz yönde etkilenmesi ile meydana gelebileceği gösterilmiştir (75). Ayrıca herhangi bir enfeksiyon gelişmesi durumunda plak altındaki kan dolaşımı bozulmuş kemik bölümünün sekesterizasyonu ve dolayısıyla enfeksiyona karşı olan direncinin zayıflaması görülebilir. Bu nedenlerle kırıkların içten tespitinde kortikal dolanımı en az seviyede etkileyecek, kemikle sınırlı teması olan plakların kullanılması önerilmektedir (61).

4.2. Plak Uzunluğu Ve Vida Sayısının Belirlenmesi

Plak uzunluğunu belirlemek internal fiksasyonda en önemli basamaklardan biridir. Bu da kırık paterni ve fiksasyonda kullanılacak mekanik tasarıma bağlıdır. Özel kırıklarda plak uzunluğu mekanik ihtiyaçlara göre ek biyolojik hasar oluşturmada seçilebilir. Uzun plak boyu, kaldıraç kolunun uzun olması nedeni ile plak vida arasındaki stres yüklenmesinin az

olmasını sağlar. Bu da implant yetmezliği riskini azaltır (76). Yani geniş çalışma alanına sahip uzun plaklar, eğilme gerilmelerinin plak boyunca dağılımına izin verir ve birim alan başına gerilim daha düşüktür. Böylece kırık bölgesi üzerindeki yüksek gerilim önlenir ve implant yetmezliği riski azalır.

Plak uzunluğu, plağın köprü genişliği ve plak vida dansitesine göre belirlenir (77). Parçalı kırıklarda kırık bölgesinin uzunluğunun 2-3 katı, basit kırıklarda 8- 10 katı kadar olmalıdır. Plak vida dansitesi, vidalanan deliklerin tüm plak deliklerine oranıdır. Plak vida dansitesi olarak 0,5 ile 0,4 oranları önerilmektedir (Şekil 27).



Şekil 27: Plak uzunluğu ve plak vida yoğunluğu

Kırığın proksimal ve distalinde kırığa en yakın vidalar arasındaki mesafe “çalışma mesafesi” olarak adlandırılır. Kısa çalışma mesafesi, kırık hattında hareketin az olmasına neden olur. Ayrıca bu kısa mesafede plağa aşırı yük biner ve plak kırılması riski artar. Bu durum özellikle çalışma mesafesi kısa olan transvers ve kısa oblik kırıklarda önem taşır. Plaktaki tüm

deliklerin vidalanması, vida tipinden bağımsız olarak bu stresi daha da artırır. Uzun çalışma mesafesi ise stresin plakta daha uzun bir segmente dağılmasını sağlar. Bu durumda, tespit kaynamayı uyarmak kadar esnek olur ve plak kırılması riski azalır. Çok parçalı kırıklarda uzun çalışma mesafesi, tespitin istenenden daha fazla esnek olmasına neden olabilir. Bu nedenle bu kırıklarda vidalar kırık hattına daha yakın yerleştirilmelidir. Esnek tespit sağlamak için uzun plak ve mümkün olan en az sayıda vida, aralıklı olarak kullanılmalıdır. Genellikle her fragmanda üç vida kullanılması yeterli olmaktadır. Osteoporotik kemik kırıkları gibi özel durumlarda bu sayı artırılabilir. Vida sayısının artırılması sadece rotasyonel stabiliteye katkı sağlar. Bu durum, rotasyonel güçlerin daha etkili olduğu üst ekstremité kırıklarında bir avantaj sağlayabilir (78).

5.MATERYAL METOD

Bu çalışma kapsamına Kasım 2011 ve Eylül 2019 tarihleri arasında ASY sonrası tip 42C açık tibia kırığı nedeniyle Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji kliniği tarafından plâklama yapılan 50 erişkin hasta çalışmamıza dahil edildi. İntrameduller çivi ve eksternal fiksator ile nihai tedavisi yapılan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

Çalışma için Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden 07.01.2021 tarih ve 28 sayılı etik kurul onayı alınmıştır.

Ateşli silah yaralanmasına bağlı açık tibia kırığı olan hastalar için; hastanın adı soyadı, yaşı, cinsiyeti, adresi, telefon numarası, hastaneye yatış-çıkış tarihleri ve takip süresinin kaydedildiği standart protokol dosyaları hazırlandı. Daha sonra Gustilo-Anderson sınıflamasına göre açık kırık tipi, eşlik eden ek yaralanmaları, preoperatif muayene bulguları, müdahale zamanı, ameliyata alım süresi, kaynama süresi, sekonder girişimler, varsa postoperatif komplikasyonlar kaydedildi. Yaralanma sonrası ilk 4 günde plak uygulanan hastalar "**Grup 1**" ; enfeksiyon kaygısı nedeniyle antibiyoterapi başlanan ve yara takibi yapıldıktan sonra beşinci gün ve sonrasında operasyona alınan hastalar "**Grup 2**" olarak belirtildi.

Kırık sınıflaması AO sınıflama sistemine göre, açık kırık sınıflaması Gustilo-Anderson'a göre yapıldı. Kırığı tariflemek için diz ve ayak bileğini gösterecek şekilde standart ön-arka ve yan grafiler çekildi. Tibia diafiz parçalı kırıkları AO sınıflamasına göre tip 42C olarak değerlendirilerek çalışmaya sadece bu sınıf dahil edildi. Debridman sonrası sağlıklı görünen ve primer olarak kapatılabilecek durumda olan yaralar Gustilo-Anderson sınıflamasına göre tip 3A; kontamine ve cilt defekti olan yaralar tip 3B; cilt defekti ve arter yaralanması olan yaralar tip 3C olarak değerlendirildi.

Hastaların acil serviste sistemik muayeneleri yapıldı. Vital bulguları stabil hale gelen hastaların ekstremité muayanesi yapılarak doku defekti, kontaminasyon ve damar-sinir yapıları değerlendirildi. Nabızları alınmayan

hastalar, doppler ultrasonografi ile kontrol edildi. Dolaşım problemi olan 3 hastaya kardiyovasküler cerrahi konsutasyonu istendi. Bu hastalar acil olarak ameliyata alınarak revaskülarizasyonu yapıldı.

Hastalara Sefazolin 1gr ve Gentamisin 160mg olacak şekilde antibiyotik tedavisi acil odasında başlandı. Devamında 8 saat arayla 1 gr Sefozolin 3 gün ve Gentamisin 160 mg 24 saat arayla 2 gün süreyle verildi. Batın yaralanması olan 1 hastaya 12 saat arayla 500 mg metronidazol eklendi. Tekrar operasyona alınacak hastalarda antibiyotik tedavisi operasyondan sonra üç gün süreyle devam edildi.

Tetanoz bağışıklığı bilinen ve 5 yılın üzerinde olan hastalara tetanoz aşısı yapılırken, son aşı dozu 5 yılın altında yapılan hastalara aşılama uygulanmadı. Bağışıklığı bilinmeyen ve riskli kontamine yaralanması olan hastalara tetanoz immünoglobini ve proflaksisi uygulandı.

Acil serviste hastaların yaraları serum fizyolojik ile yıkanıp steril olarak örtüldü ve geçici olarak alçı atel uygulandı. Genel durumu stabil, arter yaralanması, geniş doku hasarı ve kontaminasyonu olan 28 (%56) hasta acil şartlarda operasyona alındı. Yaralanmadan sonra ilk 4 günde operasyona alınıp plak uygulanan hasta sayısı 33 (%66) iken; yara takibi yapıldıktan sonra 5-10. günlerde plak uygulanan hasta sayısı 8 (%16) , 11-22. günlerde plak uygulanan hasta sayısı 9 (%18) olarak tespit edildi.

Yara debridmanı ve yıkama yapıldıktan sonra doku hasarı ve cilt nekrozu minimal olan yaralar primer olarak kapatıldı ve pansumanı betadin ile yapıldı. Debridman sonrası dokuların kanlanması yeterli olmayan ve geniş doku defektleri olan yaralara eksternal fiksatör ve ya atel uygulanıp negatif basınçlı yara örtüleri (vakum destekli kapatma-VAC) ve ya nitrofurantoin+rifampisin ile match yapılarak yara bakımları yapıldı. Yara granülasyon dokusu oluşan, sağılıklı yara yeri sağılanan hastalara plak uygulanırken; plastik cerrahi hekimleri tarafından uygun hastalara greft/flep uygulandı.

Hastalar taburculuk sonrası 3. haftada kontrollere çağrılarak kontrol grafileri ve yaraları değerlendirildi. Eklem hareket açıklıkları değerlendirilip, önerilerde bulunuldu. Daha sonra aylık kontrollere çağrılan ve yeterli kallus dokusu oluşmamış hastalarda yük vermeden kaçınıldı. Takiplerinde kallus formasyonu gözlenen hastalara destekle, ağrıyı tolere edebilecekleri kadar yük vermeleri önerildi.

Ön-arka ve yan grafide sirküler tarzda tam kallus formasyonunun olması, yürümeyle ağrının olmaması ve tam yük verme kaynama kriterleri olarak değerlendirildi (79). Son cerrahi operasyon sonrası 9. ayı dolmuş hastalarda kallus formasyonunun gelişmemesi ve basmakla ağrı olması gecikmiş kaynama olarak değerlendirdik.

5.1. Cerrahi Teknik

Hasta spinal veya genel anestezi uygulanarak supin pozisyonunda operasyon masasına yatırıldı. Cerrahi müdahale yapılacak alt ekstremité ayak parmaklarına kadar antiseptik solüsyonlarla temizlendikten sonra steril olarak örtüldü. Hastalara öncelikli olarak yara debridmanı ve serum fizyolojik ile yıkama yapıldı. Nekroze cilt alanları ve kas yapılar eksize edildi. Hastaların yara kas dokusu canlılığı, kontaminasyon ve cilt defektine göre primer plaklama ve ya eksternal fiksasyon kararı alındı. Plaklama planlanan hastalarda kırık hattı ve yerleşimine göre uygun plak belirlendi. Sonra proksimal ve distalden insizyonlarla girerek cilt, ciltaltı ve fasya geçilerek kemiğe ulaşıldı. Plak yerleştirildikten sonra traksiyonla ve uygun manevralarla redüksiyon sağlandı, sonrasında floroskopi ile kırık hattı değerlendirildi. Ön-arka ve yan görüntülerle aligment değerlendirildi. Uygun pozisyon yakalandıktan sonra vidalar ile plak tespit edildi. Yara durumuna göre primer suturizasyon ve ya VAC/match uygulandı. Sonrasında insizyon hattı cilt ciltaltı kapatılıp pansumanı yapıldı. Uzun bacak atele alındı.

Eksternal fiksasyon kararı verilen hastalarda, yumuşak doku durumu uygunsa ilk pinler kırık odağına 1cm yakın; diğer pinler mümkün olduğunca kırık hattına uzak konumlandırıldı. Kırığın her iki segmentine en az ikişer adet pin yerleştirildikten sonra kırık redüksiyonu ve dizilim sağlanarak rod ve klemplerle pinlere tespit yapıldı. Bu hastalarda yara ve enfeksiyon takibi yapıldıktan sonra gecikmiş internal tespit planlandı. Eksternal fiksasyon sonrası plağa geçiş süresi ortalama 12,05 (5 - 22) gündü. Nihai operasyonda hastaların eksternal fiksatörleri çıkarılarak pin dipleri kürete edilip yıkanarak suture edildi. Daha sonra yukarıda anlatıldığı gibi plak prosedürü uygulandı.

Cildi primer olarak kapatılamayan Grup 1'deki (ilk 4 günde plak uygulanan) hastalardan 2'sine ve grup 2' deki (5.günden sonra plaklama yapılan) hastaların 3'üne cilt flebi uygulandı.

5.2. İstatistiksel Değerlendirme

Tanımlayıcı istatistik olarak ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri verildi. Sürekli değişkenlerin homojenliği Levene testi ile araştırıldı. Bununla beraber risk faktörü olarak görülen değişkenlerin arasındaki ilişki Pearson korelasyon analizi ile araştırılmıştır. Gruplar arası farkların araştırılmasında bağımsız (independent) Students' t-testi kullanıldı. Frekans (sayılabilir ölçümler) açısından değerlendirmelerde ise Ki-Kare istatistik testi kullanıldı.

Bu çalışmadaki bütün testlerde % 95 lik güven aralığı uygulanmış olup; tanımlayıcı istatistikler ve analizler SPSS 15.0 for Windows paket programı kullanılarak yapılmıştır. $p < 0,05$ olan sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

6.BULGULAR

Retrospektif çalışmamızda ortalama takip süresi 19,2 aydı (dağılım 9-32 ay). Hastaların hastanede kalış süreleri ortalama 16,56 gün (dağılım 2-145 gün); grup 1'de bu oran 7,85 gün (2-45 gün) ve grup 2'de 17,00 gün (6-145 gün) olarak tespit edildi($p<0.001$). Hastaların 47'si erkek (% 94), 3'ü kadın (% 6) olmak üzere; grup 1'de 32 erkek(%96,97) 1 kadın (%3,03), grup 2'de 15 erkek(%88,23) 2 kadın(%11,76) hasta tedavi edildi. Hastaların ortalama yaşı 31,34 (dağılım 17-51); grup 1'de yaş ortalaması 31.6 ± 9.91 yaş ve grup 2'de 31.8 ± 9.96 yaş olarak tespit edildi ($p>0.784$) (Tablo 2-3).

Toplamda 50 hastanın 34'ünde (%68) ek ortopedik yaralanma vardı. 2 hastada (%4) ek sistemik yaralanma mevcuttu. En sık görülen ek ortopedik yaralanma 26 (%52) hastada görülen fibula kırığıydı. Bir hastada batin travması, bir hastada da ürogenital yaralanma mevcuttu (tablo 2-3). Hastaların 42'si (%84) Gustilo Anderson açık kırık sınıflamasına göre tip 3A (grup 1'de 31, grup 2'de 11 hasta), 5'i (%10) tip 3B (grup 1'de 1, grup 2'de 4 hasta), 3'ü (%6) de tip 3C (grup 1'de 1, grup 2'de 2 hasta) idi. 33 hasta (%66) 1-4. günde operasyona alınıp plaklama yapıldı. Diğer 17 hastadan (%34) yıkama-debridman ve yara takipleri tamamlandıktan sonra 8 hasta (%16) 5-10.günlerde, 9 hasta (%18) 11-22.günlerde plaklandı (Tablo 4). Grup 1'de plak uygulanma zamanı ortalama 1,88 gün ve grup 2'de 12,41 gündü ($p<0,001$).

Tablo 2: 1-4 gün arasında plak uygulanan hastaların (Grup 1) özellikleri

<i>Hasta</i>	<i>Yaş</i>	<i>Cinsiyet</i>	<i>Ek travma</i>	<i>Nörovasküler Yaralanma</i>	<i>Gustilo Anderson</i>
1	25	E	Fibula kırığı		3A
2	19	E	-		3A
3	30	E	-		3A
4	50	E	Fibula kırığı		3A
5	27	E	-		3A
6	41	E	Fibula kırığı		3A
7	45	E	Fibula kırığı	Posterior tibial arter Popliteal ven	3C
8	38	E	Fibula kırığı		3A
9	38	K	Fibula kırığı		3A
10	35	E	Fibula kırığı Femur kırığı		3A
11	37	E	Cuboid kırığı		3A
12	34	E	Fibula kırığı		3A
13	17	E	-		3A
14	26	E	Fibula kırığı		3B
15	50	E	Fibula kırığı Skrotum yaralanması		3A
16	41	E	Bilateral femur kırığı Mesane yaralanması	Peroneal sinir yaralanması	3A
17	18	E	-		3A
18	36	E	-		3A
19	19	E	Femur kırığı		3A
20	22	E	Fibula kırığı		3A
21	23	E	-		3A
22	30	E	Fibula kırığı		3A
23	32	E	Fibula kırığı Navikula kırığı Cuboid kırığı		3A
24	27	E	-		3A
25	50	E	Fibula kırığı Metatars kırığı		3A
26	26	E	Fibula kırığı		3A
27	18	E	Fibula kırığı		3A
28	26	E	Ekstensör hallucis longus+ Anterior tibial tendon rüptürü		3A
29	30	E	-		3A
30	18	E	Metacarp kırığı		3A
31	39	E	-		3A
32	37	E	-		3A
33	21	E	Batın yaralanması (Sol nefrektomi + splenektomi)		3A

Tablo 3: 5. gün ve sonrasında plak uygulanan (Grup 2) hastaların özellikleri

<i>Hasta</i>	<i>Yaş</i>	<i>Cinsiyet</i>	<i>Ek travma</i>	<i>Nörovasküler yaralanma</i>	<i>Gustilo Anderson</i>
1	28	E	Fibula kırığı		3A
2	42	E	Fibula kırığı	Peroneal sinir	3B
3	41	E	Fibula kırığı	Anterior tibial arter	3C
4	22	E	-		3A
5	51	E	Fibula kırığı		3A
6	22	E	-		3A
7	35	E	Fibula kırığı		3A
8	30	E	Fibula kırığı	Peroneal sinir	3B
9	38	E	Fibula kırığı		3A
10	33	E	Fibula kırığı	Posterior tibial arter Peroneal sinir	3C
11	25	K	Fibula kırığı		3B
12	47	K	Fibula kırığı		3A
13	22	E	-		3A
14	23	E	Fibula kırığı		3A
15	41	E	Fibula kırığı		3B
16	20	E	Fibula kırığı		3A
17	22	E	-		3A

Hastalarda destek kullanarak kısmi yük verme süresi ortalama 5,18 ay (5 –15 ay); kaynamanın tam olduğu ağrısız tam yük verme süreleri ortalama 9,58 ay (5-24 ay) idi. 6 (%12) hastada kaynamama ve 1 (%2) hastada implant yetmezliği nedeniyle yeniden operasyon uygulandı.

Tablo 4: Bulguların gruplara göre ortalaması

	<i>Yaş (yıl)</i>	<i>Plaklama zamanı (gün)</i>	<i>Destekle yük verme (ay)</i>	<i>Kaynama süresi (ay)</i>	<i>Hastane yatışı (gün)</i>	<i>Maliyet (USD)</i>
Grup 1	31,06	1,88	4,15	8,42	7,85	1191
Grup 2	31,88	12,41	5,59	9,12	17,00	2153
P değeri	P: 0.784	P<0.001	P:0.015	P:0.297	P<0.001	P:0,170

Hastaların ortalama kaynama süresi 8,66 ay (dağılım 5-24 ay); grup 1’de 8,42 ay (5-12 ay), grup 2’de 9,12 ay (7-24 ay) olarak değerlendirildi (Tablo 4).

Ek ortopedik yaralanması olan 35 hastada ortalama kaynama süresi 8,83 ay, ek ortopedik yaralanma olmayan 15 hastada 8,27 ay olarak tespit edilmiş olup (p:0,473), istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çalışmaya dahil ettiğimiz 50 hastanın 43’ünde (%86) tam kaynama, 6’ında (%12) kaynamama ve 1 hastada implant yetmezliği görüldü. Grup 1’de 33 hastanın 3’ünde (%9,09); grup 2’de 17 hastanın 3’ünde (%17,64) kaynamama görüldü. Gustilo-Anderson sınıflamasına göre bakıldığında kaynamama görülen grup 1’deki hastaların 1’i tip3C, 2’si tip3A; grup 2’deki 2 hasta tip3B, 1’i tip3A idi (Tablo 6). Ayrıca grup 1’deki tip3C yaralanmaya

posterior tibial arter yaralanması eşlik ederken, diğer kaynamamalarda arter yaralanması izlenmedi.

Tablo 5: Gruplara göre plakla fiksasyon zamanları

Hasta grubu	Plakla fiksasyon zamanı (Gün)		
	1-4.gün	5-10.gün	11-21.gün
Grup 1	33 (%66)	-	-
Grup 2	-	8 (%16)	9 (%18)

Kaynamama görülen grup 1'deki 2 hastada stafilococcus aureus; grup 2'de 1 hastada MRSA+Enterococcus Faecium üremesi görüldü. Kaynama gecikmesi görülen grup 1'deki hastalarımızdan birinde plak yetmezliği gelişti hastaya ikinci bir müdahalede bulunuldu. Kaynamama tespit edilen hastaların plağı çıkarılıp iliak kanat otogrefti ile birlikte tekrar anatomik kilitli plakla indirek redüksiyon yapıldı. Sonraki kontrollerinde tam kaynama elde edildi.

Tablo 6: Açık kırık tipine göre kaynamama oranları

		Gustilo – Anderson kırık tipi		
		3A	3B	3C
Kaynamama görülen hasta sayısı	Grup 1	2		1
	Grup 2	1	2	
	Toplam	3 (%50)	2 (%33,33)	1 (%16,66)

Hastaların 8'inde (%16) enfeksiyon etkeni üredi. Grup 1'de Gustilo Anderson tip3A,3B ve 3C'den birer hasta olmak üzere 3 (%9,09) hastada Stafilococcus Aureus üremesi oldu. Grup 2'de 3 tip3A kırıkta Serratia Marcescens, ESBL pozitif E. Coli ve MRSA; 2 tip3B kırıkta birinde Stafilococcus epidermidis ve birinde MRSA+Enterococcus Faecium olmak üzere 5 (%29.41) hastada üreme oldu. Gruplar arasında anlamlı fark yoktu($p>0.076$)(Tablo 7). Oluşan tabloyla birlikte en sık görülen enfeksiyon etkeni %37,5 ile Stafilococcus Aureus, ikinci sıklıkta %25 ile MRSA olarak tespit edildi. Enfeksiyon etkeni üreyen 8 hastada ortalama kaynama süresi 8,57 ay, üreme olmayan 42 hastada 9,13 ay ($p: 0,44$); destekle yük verme süresi üreme olan 8 hastada 4,62 ay, diğer 42 hastada 4,75 ay ($p: 0,827$) olduğu görüldü ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı izlendi. Hastane yatış süresine bakıldığında üreme olan 8 hastada ortalama yatış süresi 18,38 gün, üreme olmayan 42 hastada 9,55 gün olarak tespit edilmiş olup bu fark istatistiksel olarak anlamlı olarak değerlendirilmiştir ($p: 0,011$).

Tablo 7: Açık kırık tipi ve gruplara göre üreyen bakteriler

Gustilo-Anderson Kırık tipi	Üreyen Bakteri	
	<u>Grup 1</u>	<u>Grup 2</u>
Tip3A	Staf. Aureus (1)*	Serratia Marcescens (1) ESBL pozitif E. Coli (1) MRSA (1)
Tip3B	Staf. Aureus (1)	Staf. Epidermidis (1) MRSA + E. Faecium (1)
Tip3C	Staf. Aureus (1)	

*Parantez içindeki rakam üreme görülen hasta sayısını göstermektedir.

50 hastanın 4'ünde (%8) peroneal sinir yaralanması, 3'ünde (%6) arter yaralanması tespit edildi. Grup 1'de 1 hastada posterior tibial arter ve popliteal ven yaralanması; 1 hastada da peroneal sinir yaralanması mevcuttu. Posterior tibial arter ve popliteal ven yaralanması olan hastada *Stafilococcus Aureus* üremesi ve kaynama gecikmesi gelişti. Grup 2'de 2 hastada peroneal sinir yaralanması; 1 hastada anterior tibial arter yaralanması ve 1 hastada posterior tibial arter ve peroneal sinir yaralanması mevcuttu (Tablo 9). Bu verilere bakıldığında kaynama (p:0,329), destekle yük verme (p:0,100) ve hastane yatışı (p:0,230) verileri açısından anlamlı bir fark tespit edilememiştir.

Tablo 8: Nörovasküler yaralanmalar ve eşlik eden durumlar

Hasta grubu	Nörovasküler yaralanma	Enfeksiyon	Kaynama gecikmesi
Grup 1	Peroneal sinir	-	-
	Posterior tibial arter + popliteal ven	Staf.Aureus	+
Grup 2	Peroneal sinir	Staf.epidermidis	-
	Peroneal sinir	MRSA+Enterococcus Faecium	+
	Peroneal sinir + posterior tibial arter	-	-
	Anterior tibial arter	-	-

7. VAKA ÖRNEKLERİ

Vaka 1

C.M. 36 yaşında erkek hasta. AO tip 42C, Gustilo-Anderson tip3A tibia kırığı mevcuttu. Hastaya yaralanmanın 1.gününde indirekt redüksiyonla kilitli plak uygulandı. Hastaya operasyondan sonra 3.ayda destekle yük verilmeye başlandı. 8.ayda kaynama elde edildi.



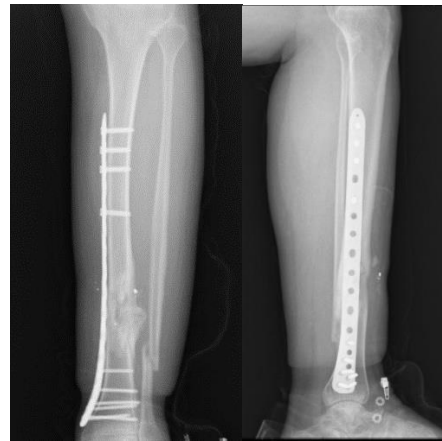
Hastanın preop görüntüleri



Postop 1.gün



Postop 1.ay



Postop 8.ay

Vaka 2

V.E. 21 yaşında erkek hasta. AO tip 42C, Gustilo-Anderson tip3A tibia kırığı mevcuttu. Hastaya yaralanmanın 6.gününde indirekt redüksiyonla kilitli plak uygulandı. Hastaya operasyondan sonra 5.ayda destekle yük verilmeye başlandı. 8.ayda kaynama elde edildi.



Preop cruris AP- Lateral görüntüleri

Postop 1. Gün



Postop 3.ay

Postop 26.ay

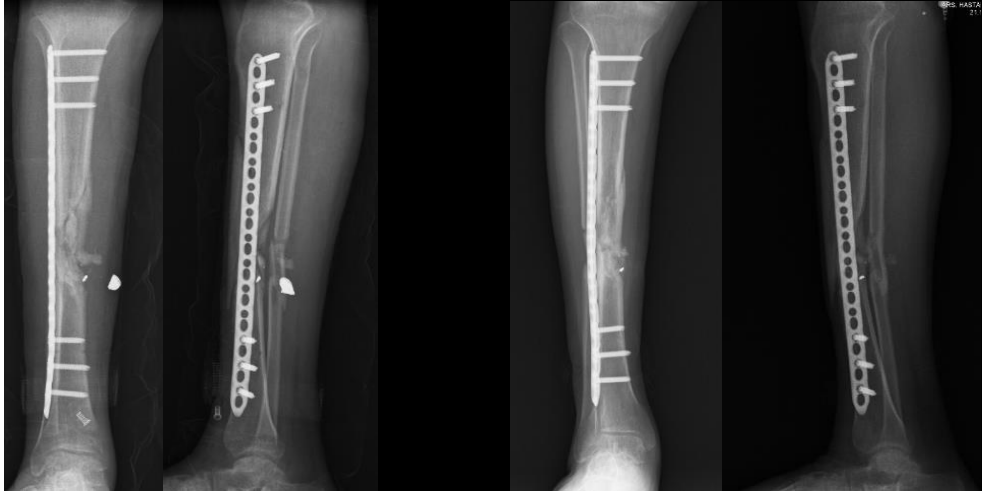
Vaka 3

H.A. 22 yaşında erkek hasta. AO tip 42C, Gustilo-Anderson tip3A tibia kırığı mevcuttu. Hastaya yaralanmanın 1. gününde debridman ve indirekt redüksiyonla kilitli plak uygulandı. Hastaya operasyondan sonra 3.ayda destekle yük verilmeye başlandı. 9.ayda kaynama elde edildi.



Hastanın preop grafileri

Postop 1.gün grafileri

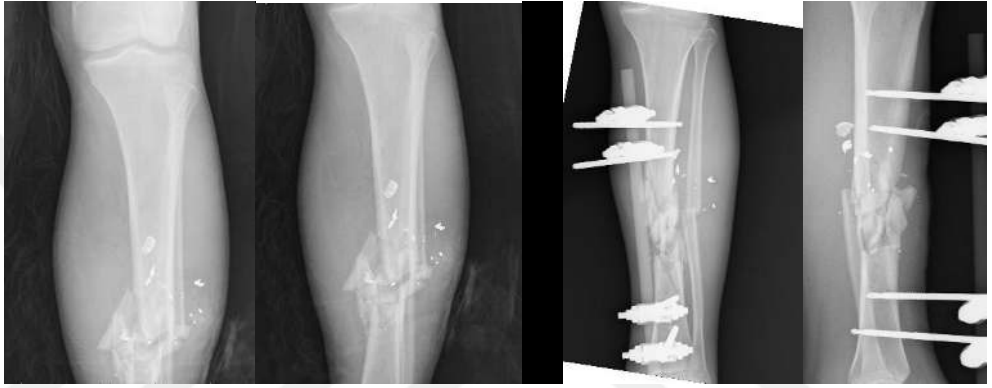


Postop 3.ay grafileri

Postop 9.ay grafileri

Vaka 4

V.A. 20 yaşında erkek hasta. AO tip 42C, Gustilo-Anderson tip3A tibia kırığı mevcuttu. Hastaya yaralanmanın 1. gününde debridman ve eksternal fiksasyon uygulanıp yara takibi yapıldı. 18.gününde indirekt redüksiyonla kilitli plak uygulandı. Hastaya operasyondan sonra 7.ayda destekle yük vermeye başlandı. 10.ayda kaynama elde edildi.

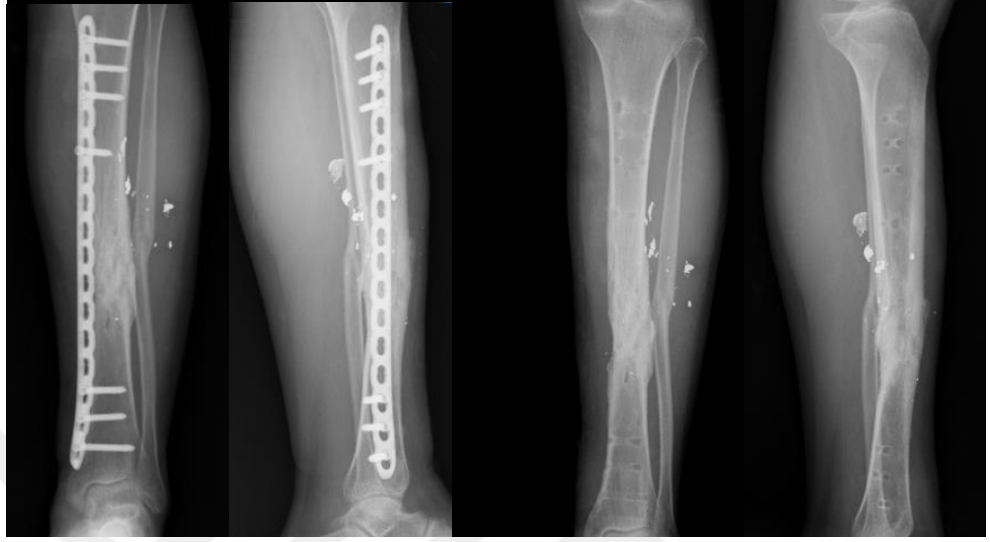


Preop cruris AP- Lateral görüntüleri Eksternal fiksator sonrası 1. Gün



Plak uygulaması sonrası 1. Gün

Plak sonrası 6.ay



Plak uygulaması sonrası 23.ay

İmplant çıkarma sonrası (29.ay)

Vaka 5

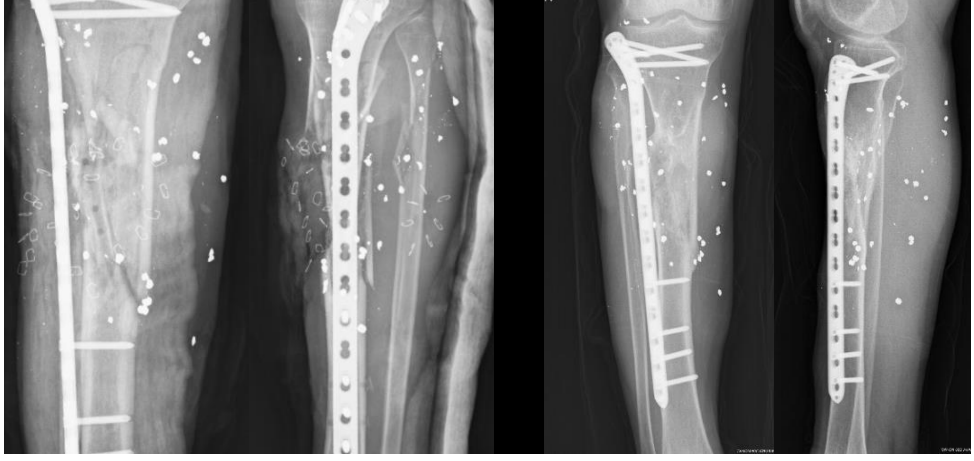
F.K. 41 yaşında erkek hasta. AO tip 42C, Gustilo-Anderson tip3C tibia kırığı mevcuttu. Anterior tibial arter yaralanması olan hastaya 1. Gününde arter onarımı ile bereber debridman ve eksternal fiksasyon uygulanıp yara takibi yapıldı. 14.gününde indirekt redüksiyonla kilitli plak ve cilt grefti uygulandı. Hastaya operasyondan sonra 4.ayda destekle yük verilmeye başlandı. 8.ayda kaynama elde edildi.



Preop cruris AP- Lateral grafisi ve klinik görüntüleri



Hastanın ilk operasyon sonrası AP- Lateral grafisi ve klinik görüntüleri



Plaklama sonrası 1.gün grafileri

Plaklama sonrası 8.ay

8.TARTIŞMA

Bu çalışmamızda ateşli silah yaralanmasına bağlı açık tibia kırığı ile gelen hastalarda indirek redüksiyon tekniğiyle erken (1-4 gün) ve geç (5 gün ve sonrası) dönem kilitli placlama tedavi yöntemini değerlendirdik.

Tibia ateşli silah yaralanmaları, vasküler travma ile kemiğin dolaşımını bozma yatkınlığı dışında ince bir deri ve yumuşak doku örtüsüyle kaplı olması nedeniyle ortopedi cerrahları için özel bir zorluk teşkil etmektedir (2). Ateşli silah yaralanmalarını takiben kırık ile beraber gelişen yumuşak doku hasarı ve buna bağlı kontaminasyon; erken operatif müdahaleyi gerekli kılar (36). Ciltteki mikroorganizmaların ve yabancı maddelerin giriş çıkış deliği boyunca düşük basınçla yaranın içine çekilmesi enfeksiyon oranında artışa neden olmaktadır (10). Bu nedenle ASY'ye bağlı açık tibia kırıkları tedavisinde enfeksiyon, kaynama gecikmesi ve kaynamama gibi komplikasyonlarla karşılaşma oranı yüksektir(2, 11).

Tibia açık kırıklarının tedavisinde yumuşak doku yönetimi ile ilgili fikir birliği sağlanmış olup; hasar görmüş dokuların bütünlüğünün sağlanarak, yumuşak doku hasarı yaratmadan güvenilir bir kırık tespitinin sonucu olumlu olarak etkileyeceği bildirilmiştir. ASY' ye bağlı kırıklarda standart bir tespit yöntemi bulunmamaktadır. Tespit yönteminin belirlenmesi kırığın lokalizasyonu, kırık paterni, yumuşak doku hasar derecesi, nörovasküler yaralanmalar gibi birçok faktöre bağlıdır (36,63). Alçı ile konservatif tedavi, eksternal fiksator ile hasar kontrollü cerrahi, ilizrov ve ya hibrid fiksator ile tedavi, köprü placlama ve intramedüller çivi kullanılan yöntemlerdendir (58,59,60). Biyolojik yöntemlerle osteosentezin, enfeksiyon, kaynama gecikmesi ve kaynamama gibi komplikasyonların görülme sıklığının azaltılacağı iddia edilmektedir(3,4,5,37).

Yeterli debridman ile sağlıklı doku sağlanan açık kırık yaralarında yumuşak dokunun erken kapatılması enfeksiyon riskini azaltmakta, kaynama oranını arttırmakta ve amputasyon oranlarını düşürmektedir (80). Fischer ve ark. uygun yöntemlerle 2 hafta içinde yumuşak doku örtüsü sağlanan

vakaların, geciktirilmiş doku kapaması sağlanan vakalara göre anlamlı oranda başarılı sonuç elde ettiğini bildirirken; Byrd ve ark. Tip III açık tibia kırığı bulunan 73 hastada seri debridman ve erken dönemde yumuşak doku örtümüyle en iyi sonucu elde ettiklerini rapor etmiştir (81, 82). Bizim uygulamamızda hasta acile geldikten sonra açık kontamine yaraları yıkama ve debridmanı yapıldı. Genel durumu stabil olan hastalar erken dönemde operasyona alınıp ameliyathane şartlarında debridman, kırık fiksasyonu ve kapatılabilecek durumdaki sağlıklı yaralara primer kapatma yapıldı. Grup 1'deki hastaların yaraları primer kapatılırken, grup 2'deki hastalara yara takibi yapıldıktan sonra kapatıldı.

Birçok araştırmada ateşli silah yaralanmalarında kontaminasyon olduğu gösterildiğinden antibiyotik kullanımı savunulmaktadır (43,44). Ateşli silah yaralanmalarının tedavisinde birinci kuşak sefalosporinin en az 48 saat intravenöz uygulanması; yumuşak doku defektleri veya kaviter lezyon varlığında gentamisin eklenmesi ve yüksek anaerob enfeksiyon riski olanlara penisilin verilmesi önerilmektedir. Antibiyotik tedavisine yaralanmadan sonra ilk 3 saat içinde başlanması, açık kırıklarda enfeksiyon oranını altıda bire kadar düşürmektedir (45,46,47). Bizim uyguladığımız açık kırık antibiyotik protokolü, acil serviste hasta değerlendirildikten sonra uygun tetanoz profilaksisi ile beraber 1g sefazolin 8 saat arayla ve 12 saat arayla 160 mg gentamisin kombine edilerek en az üç gün süre ile verilmesiydi. Ek operasyon uygulanan hastalarda antibiyotik tedavisi üç gün süreyle devam edildi. Enfeksiyon bulgusu ve yara kültürlerinde üreme olan hastalarda intaniye hekiminin de görüşü alınarak uygun antibiyotik revizyonu yapıldı.

Ateşli silah yaralanmasına bağlı kırıklarda tespit yöntemi tartışmalıdır ve kullanılacak yöntemin seçimi birden çok faktöre bağlıdır (36).

J. P. Khatri ve ark 29 hasta ile yaptığı çalışmada: tüm vakalar ortalama yaşı 33 (22 - 48) olan erkek hastalardan oluşmakta. Tüm vakaların yaralanma mekanizması, yüksek hızlı ateşli silah yaralanmaları olup; 21 olgu Gustillo Anderson tip IIIA, 5 olgu Gustillo Anderson tip IIIB ve 3 olgu Gustillo Anderson tip IIIC yaralanmasıymış. 29 hastanın 3'ünde arter yaralanması (2

popliteal arter, 1 posterior tibial arter) ve 2 hastada da peroneal sinir yaralanması mevcutmuş. Gustillo Anderson tip IIIA kırığı olan 12 ateşli silah yarası primer kapatılmış; 9 Gustillo Anderson tip IIIA kırığı olgusunda yara ameliyat sonrası 2-5. Günlerde gecikmiş primer kapatılmış; 5 ila 12 gün arasında değişen periyotlarda negatif basınçlı yara tedavisi verilen 8 hastada ateşli silah yaralanmaları için sekonder kapatma gerekmiş ve 3 hastaya cilt grefti uygulanmış. Kırık tedavisi için 22 hastaya oymasız intramedüller çivi, 7 hastaya da plak uygulanmış. Tüm kırıklarda kaynama elde edilmiş ancak 6 vakada kaynamayı sağlamak için ikincil prosedürler gerekmiş. 23 hastada 16-22 hafta arasında kaynama sağlanmış; 6 aylık takipte beş hastanın gecikmiş kaynama tespit edilmiş. Bunlardan üçüne implantı çıkarmadan otolog iliak kemik grefti uygulanmış (bir hastada intramedüller çivi, iki hastada kilitli plak), iki hastaya oymalı çivi ve bir hastaya eksternal fiksatör uygulanmış. 6 ayda bu vakalarda da kaynama sağlanmış (36).

H. A. Vallier ve ark yaptıkları randomize, prospektif çalışmada distal tibia shaft kırıkları için plak ve intramedüller çivi fiksasyonunu karşılaştırmışlardır. Çoğu yüksek enerjili yaralanma kaynaklı, eklem dışı distal tibia shaft kırığı olan, ortalama yaşı 38 (aralık, 18-95 yıl) olan 104 hasta çalışmaya dahil edilmiş. 21'i açık kırık olmak üzere 56 hastaya oymalı intramedüller çivi, 19'u açık kırık olan 48 hastaya plak uygulanmış. Çalışma sonucunda:

Ortalama takip süresi 19,9 ay olan çalışmada, 6 hastada (% 5,8) iki grupta eşit sayıda olmak üzere derin enfeksiyon gelişmiş ve enfeksiyonların %83'ü açık kırık sonrası meydana gelmiş ($P < 0.001$). 4 hastada (% 7,1) çivilemeden sonra, 2 hastada (% 4,2) plaklamadan sonra ($P = 0,25$) kaynamama gelişmiş ve tüm kaynamamalar açık kırıktan sonra meydana gelmiş ($P = 0.0007$). Çivili 13 hastada (% 23) ve plaklı 4 hastada (% 8.3) 5 dereceden büyük malalingment görülmüş (83).

Cemil Kayalı ve ark. yaptığı çalışmada 11'i Tip 1, 14' ü Tip 2 açık kırık olmak üzere 25 açık tibia kırığının MIPO tekniğiyle plaklama sonuçlarını değerlendirmişler. Ortalama takip süresi 35 ay (12-61), ortalama

yaş 40 (18-67) ve kaynama oranı %96 olarak belirtilmiş. Nonunion gözlenen bir (% 4) hastada, implant çıkarılıp ilizarov tipi eksternal fiksatöre geçilmiş. 1 (%4) hastada malunion ve 1 (%4) hastada da osteomyelit gelişmiş (84)

K. B. Metcalf ve ark 2008-2018 yılları arasında 16 yaşından büyük hastalarda künt travmaya bağlı tibia kırıkları ile ateşli silah yaralanmalarından kaynaklanan tibia kırıklarında intramedüller fiksasyonla tedavi sonuçlarını karşılaştırmış. 207 hastanın; kapalı, açık ve ateşli silah yarası olan 211 tibia kırığı tedavi edilmiş. Çalışmanın ortalama değerleri şu şekildedir:

Hastaların % 63'ünü (n = 130/207) erkekler; ortalama yaşı 42.9 ± 17.6 ; ortalama takip süresi 10 ay (3-36 ay); kırıkların 138'i kapalı, 50'si açık, 23'ü ateşli silah yaralanması; Enfeksiyon oranı kapalı kırıklarda % 1 (n = 2), açık kırıklarda % 20 (n = 10) ve ASY kırıklarında % 9 (n = 2), Kapalı kırıklar ve ASY kırıklarına göre açık kırıklarda enfeksiyon oranında anlamlı fark tespit edilmiş (p = 0.00005); kaynamama oranları kapalı kırıklarda % 8 (n = 11/138), açık kırıklarda % 20 (n = 10/50), ASY'de % 30 (n = 23'ün 7'si) (85).

M. Beltsios ve ark. 2009 yılında yapmış oldukları, tek taraflı eksternal fiksatörün açık tibia kırıkları, ağır yumuşak doku yaralanması olan kırıklar, kompartman sendromu tehdidi ve çoklu yaralanması olan hastalarda kalıcı tedavi olarak etkinliğini değerlendiren çalışmada 212 tibia kırıklı hastayı unilateral eksternal fiksatörle tedavi etmişler. Yaralanmaların 139' u açık kırık ve açık kırıkların tümü Tip 3 şeklindeydi. Ortalama yaşın 36 (15-80) olduğu çalışmada hastalarda, açık kırıklarda ortalama kaynama süresi 25 hafta iken kapalı kırıklarda 21 hafta olarak değerlendirilmiş. 17 (%8,01) hastada nonunion; 21 (%9,9) hastada kaynama gecikmesi; 3 (%2,1) hastada osteomyelit; 58 (%27,3) hastada pin track enfeksiyonu gelişmiş. 18' i nonunion, 10' u gecikmiş kaynama, 3' ü osteomyelit , 4' ü malunion ,7'si de pin revizyonu olmak üzere 42 (% 19,8) hastada ikinci cerrahi uygulanmış (86).

M. İnan ve ark. 2007 yılında yapmış oldukları çalışmada tibia'nın tip 3A açık kırıklarının tedavisi için oymasız tibia çivileme (OTÇ) ve İlizarov eksternal fiksasyonunun (IEF) radyografik ve klinik sonuçlarını karşılaştırmışlar. 61 hastadan 32 hastaya IEF, 29 hastaya OTÇ yapılmış. Ortalama kaynama süresi IEF için 19 hafta (aralık 14-23 hafta) ve OTÇ için 21 hafta (aralık 16-36 hafta) olarak belirtilmiş ($p = 0.039$). IEF grubunda bir hastada refraktür gelişmiş. İki grupta 4'er hastada malunion; IEF grubundaki 2 hastada ve OTÇ grubundaki 3 hastada posttravmatik osteomyelit görülmüş. IEF grubunda sekestrektomi ($n = 1$) ve pin replasmanı ($n = 2$) dahil olmak üzere 3 vakada ek cerrahi prosedürler gereksinimi olmuş. OTÇ grubunda; 3 kemik grefti uygulanması, 1 hastada çivi değişimi ve 3 hastada posttravmatik osteomyelit olmak üzere 7 hastada ek cerrahiye ihtiyaç duyulmuş (87).

J. J. Keeling ve ark yaptığı çalışmada ateşli silah yaralanmasına bağlı halka eksternal fiksasyon ile tedavi edilen tip3 tibia cisim kırıklarının kısa dönem sonuçları araştırılmış. 36 hastada 38 tibia kırığının olduğu çalışmada 21 tip3A, 13 tip3B ve 4 tip3C kırık tedavi edilmiş. 13 hastaya rotasyonel flep, 2 hastaya serbest flep uygulanmış (flep uygulanma zamanı ortalama 15,9 gün). Tüm hastalara yaralanma anından itibaren ortalama 23,8 günde halka fiksator uygulanmış. 18 hastaya kemik grefti ve 9 hastaya BMP2 uygulanmış. Ortalama klinik ve radyografik takip süresi 493 gün (aralık, 157 ila 1013 gün); enfeksiyon oranı %8 ($n=3$); ortalama kaynama ve implant çıkarılma süresi 220.8 gün (aralık, 102 ila 339 gün); kaynamama oranı %8 ($n=3$) olarak rapor edilmiş (88).

C. Dall' Oca ve ark. 2010 yılında yapmış oldukları çalışmada 98 tibia kırığının unilateral eksternal fiksatorle tedavi sonuçlarını yayınlamışlar. 32'si açık kırık olmak üzere 98 tibia kırığı hastasının ortalama takip süresi 24 ay (8-40); ortalama kaynama süresi 21 hafta (12-38) olarak belirtilmiş. 83

(%84,7) hasta tam olarak iyileşirken; 10 (% 10,2) hastada kaynama gecikmesi, 3 hastada redüksiyon kaybı görülmüş. Sadece tel dibi enfeksiyonu görülmüş. 7 kırık (%7,1) valgusta; 3 (%3) kırık varusta iyileşmiş. İki hastada 1 cm' in üzerinde kısalık görülmüş (89).

C.A. Su ve ark düşük enerjili ASY kaynaklı tibia kırıklarında enfeksiyon, kaynamama, yanlış kaynama ve ikincil operasyon oranlarını, künt travmadan kaynaklanan açık ve kapalı tibia kırıklarında görülenlerle karşılaştırmış ve tibia şaft kırığı olan 327 hastayı retrospektif olarak incelenmiş. Çalışmada yaş ortalaması 40,4 olan 225 erkek ve 102 kadın; 284 hastada künt travmaya bağlı tibia kırığı (81 düşük enerji - 83 yüksek enerji kaynaklı 164 kapalı kırık ve 120 açık kırık) ve 43 ASY kaynaklı tibia kırığı bulunmakta. Bu çalışmaya göre ASY kaynaklı tibia kırıklarında enfeksiyon oranı %4,6, yüksek enerjili kapalı kırıklarda % 4.8 ve düşük enerjili kapalı kırıklarda % 2.4, künt travmaya bağlı açık kırıklarda %22,5 olarak bulunmuş. ASY kırıklarından sonra kaynamama izlenmemiş ($p = 0.2$), künt travmaya bağlı açık kırıklardan sonra kaynamama (% 11, $p < 0.05$) ASY'lere göre daha yaygın görülmüş. Açık tibia kırığı grubunda enfeksiyon ve kaynamamadaki farklılıklar, ASY'lere (% 2.3) ve kapalı kırıklara (% 7.9 $p = 0.19$) göre daha fazla ikincil operasyonlar (% 18, $p < 0.01$) gerektirmiş (90).

P. Reynders ve ark. yapmış oldukları çalışmada 23 açık segmente tibia kırığını LISS kullanarak tedavi etmişler. Ortalama yaşı 34 (17-72) olan hastalarda, ortalama takip süresi: 24 ay(16 -38), kaynama oranı : %86,95, ortalama kaynama süresi 16 hft (10-24), distal segmentin ortalama kaynama süresi 22 hafta (16-44) olarak bulunmuş. 3 hastada nonunion; 1 (% 4,3) hastada derin enfeksiyon gözlenmiş (91)

J. P. Stannard ve ark. 52 açık proksimal tibia kırıklı hastayı LISS yöntemi ile tedavi etmişler ve primer olarak enfeksiyon sonuçlarını yayınlamışlar. Hastaların 3' ü Tip 1, 7' si Tip 2, 26' sı Tip 3A, 14' ü Tip 3B, 2'

si de Tip 3C imiş. Ortalama takip süresi 16,8 ay (12-36); ortalama yaş 38 (17-76) olarak belirtilmiş. 2'si tip3A, biri tip 3B olmak üzere 3 (%5,8) hastada derin enfeksiyon gelişmiş. 50 hastaya açık yaraları kapatmak için flep ihtiyacı olmuş. Nonunion gelişen 3 (% 5,7) hastadan 2'sine kemik grefti kullanılmış, birinde kronik osteomyelit gelişmiş ve hastaya amputasyon yapılmış. Hastalarında plak yetmezliği izlenmemiş (92).

Z. C. Hao ve ark tip 1, tip2 ve tip3A açık tibia kırıklarında eksternal fiksator ve sınırlı internal fiksasyon (kortikal vida ve konnektör) kombinasyonu (grup 1) ile yalnızca eksternal fiksator (grup 2) uygulamasını karşılaştırmış. Grup 1'de 67, grup 2'de 85 olmak üzere analize toplam 152 hasta dahil edilmiş. Grup 1'de ortalama yaş 42,17 (26-65) olup, 41 erkek (%61,2) ve 26 kadın (%38,8); grup 2'de ortalama yaş 45,31 (24-63) olup, 55 erkek (%64,7) ve 30 kadın (35,3) hastadan oluşmakta. Ortalama takip süresi grup 1'de 16.20 ay (aralık: 12.00 - 19.00 ay), grup 2'de 17.15 ay (aralık: 12.00 - 24.00 ay). Grup 1'de ortalama operasyon süresi 1,45 saat grup 2'de 1,20 saat; yük verme süresi grup 1'de 3,41 ay, grup 2'de 4,94 ay; kaynama süresi grup 1'de 5,84 ay, grup 2'de 6,91 ay olarak bulunmuş. Grup 1'de 1(%1,5) hastada, grup 2'de 12 (%14,1) kaynamama; grup 1'de 2 (%3), grup 2'de 15 (%17,6) hastada malunion gelişmiş ve grup 1'de 4 (%6), grup 2'de 29 (%34) hastada fiksasyon sistemi değişimi için ikinci operasyon yapılmış. Enfeksiyon oranlarında ve hastanede kalma maliyetinde önemli bir fark bulunamamış (93).

Yaptığımız çalışmada hastaların 47'si erkek (% 94), 3'ü kadın (% 6) olmak üzere; grup 1'de 32 erkek(%96,97) 1 kadın (%3,03), grup 2'de 15 erkek(%88,23) 2 kadın(%11,76) hasta tedavi edildi. Ateşli silah yaralanmalarında cinsiyete göre erkeklerde görülme sıklığı literatürde %90-100 aralığında bildirilmiştir (36,90). Kırık sınıflamasında AO sınıflamasını

kullandık ve sadece parçalı tibia şaft kırıklarını (42C) çalışmamıza dahil ettik. Açık kırık sınıflaması için de Gustilo Anderson sınıflamasını kullandık. Hastaların 42'si (%84) Gustilo Anderson açık kırık sınıflamasına göre tip 3A (grup 1'de 31, grup 2'de 11 hasta), 5'i (%10) tip 3B (grup 1de 1, grup 2'de 4 hasta), 3'ü (%6) de tip3C (grup 1'de 1, grup 2'de 2 hasta) idi. Tüm hastalara acil serviste antibiyotik tedavisi başlandı. Tip 3A yaralanmalar debridman sonrası primer olarak kapatıldı. Tip 3B ve Tip 3C yaralanmalar negatif basınçlı yara örtüleri (vakum destekli kapatma-VAC) ve ya nitrofurantoin+rifampisin ile match yapılarak yara bakımları yapıldı. Sağlıklı yara yeri sağlanan hastalara 5 ila 21.günlerde greft/flep ile yara kapatılması yapıldı. 3 hastada arter yaralanması vardı. Bu hastalara kardiyovasküler cerrahi hekimi tarafından onarım yapıldı.

Tüm ateşli silah kırıklarına standart bir tespit yöntemi uygulanamaz ve kullanılan yöntem birden fazla faktöre bağlıdır (36, 60, 94). Literatürde erken internal fiksasyonun önerilmediği ve eksternal fiksasyon ile takip ve tedavinin daha olumlu sonuçları olduğu belirtilen çalışmalar mevcuttur (58,59). Fang ve ark. tibia Gustilo tip 3 kırıklarda eksternal fiksatör ve oymasız intramedüller çivinin karşılaştırıldığı bir metaanaliz çalışmasında, çivilemenin faydalı bir seçenek olduğunu bildirmişlerdir (60). Song ve ark. distal tibia kırıkları için minimal invaziv plak osteosentezi (MIPO) ve geleneksel intramedüller çivilemeyi karşılaştırdıkları çalışmada; MIPO'nun daha iyi fonksiyonel sonuçlar ve daha az komplikasyonla ilişkili olacağı hipotezini savunmuşlardır (95). Kayalı ve ark.'nın çalışmasında oymasız İM çivi ile biyolojik internal tespit karşılaştırılmış ve aralarında kaynama oranları arasında anlamlı bir fark bulunmadığı bildirilmiştir (84).

J. W. Kim ve ark. tibianın açık kırıkları için minimal invaziv plak osteosentezinin (MIPO) sonuçlarını değerlendirmişler. AO sınıflandırmasına göre 3 hasta tip 41-C, 6 tip 42-A, 8 tip 42-B ve 13 tip 42-C; Gustilo Anderson'a göre 11 hasta tip 1, 6 hasta tip 2 ve 13 hasta tip 3 (3-A, 6; 3-B, 6; 3-C, 1) şeklinde sınıflanmış. 18 hastaya yumuşak doku prosedürleri ile eş zamanlı plak fiksasyonu ve 12 hastada geçici eksternal fiksasyon ve

ardından yumuşak doku iyileşmesinden sonra plak fiksasyonunu yapılmış. 30 hastanın 24'ünde primer kaynama sağlanmış. 10 dereceden fazla malalignment izlenmemiş. 3 yüzeysel ve 5 derin enfeksiyon görülmüş ve fonksiyonel sonuçlar primer ve aşamalı MIPO için benzer olarak belirtilmiş. Yeterli yumuşak doku örtümü sağlanırsa MIPO'nun kabul edilebilir bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir (96).

Bizim çalışmamızda hastalar, erken dönem (1-4.gün) plak uygulananlar ve debridman sonrası fiksator ve ya atel ile takip edilip geç dönem (5-22 gün) plaklananlar olarak iki grupta değerlendirildi. Tüm hastalara primer ve ya geç dönem MIPO tekniğiyle kilitli plak uygulandı. Ortalama kaynama süresi, bizim çalışmamızda 8,66 ay (dağılım 5-24 ay); grup 1'de 8,42 ay (5-12 ay), grup 2'de 9,12 ay (7-24 ay) olarak değerlendirildi. Çalışmaya dahil ettiğimiz 50 hastanın 43'ünde (%86) tam kaynama, 6'ında (%12) kaynamama ve 1 hastada implant yetmezliği görüldü. J. P. Khatri ve ark ateşli silah yaralanmasına bağlı tibia kırıklarında intrameduller çivi ve plak ile tedavi ettikleri 29 hastanın 23'ünde 16-22 hafta arasında kaynama sağlanmış ve kanamama oranını %20 olarak bildirmişlerdir (36). Ancak bu çalışma tibia metafiz-diyafiz tüm kırıklarını kapsadığı için, tibianın kaynaması sorunlu izole diafiz kırıklarını tedavi ettiğimiz çalışmamızla kıyaslanması uygun olmayacaktır. Ayrıca diğer açık kırık nedenleriyle karşılaştırıldığında ASY sonrası gelişen kırıklarda doku nekrozu ve lokal akımı bozulması nedeniyle özellikle kanlanması sıkıntılı olan diafiz kırıklarında kaynama süresinin uzaması beklenen bir durumdur (10,11,26,29,56).

Grup 1'de 33 hastanın 3'ünde (%9,09); grup 2'de 17 hastanın 3'ünde (%17,64) kaynamama görüldü. Gustilo-Anderson sınıflamasına göre bakıldığında kaynamama görülen grup 1'deki hastaların 1'i tip3C, 2'si tip3A; grup 2'deki 2 hasta tip3B, 1'i tip3A idi (tip3A'da 3, tip3B'de 2, tip3C'de 1 hasta). Ayrıca grup 1'deki tip3C yaralanmaya posterior tibial arter yaralanması eşlik ederken, diğer kaynamamalarda arter yaralanması izlenmedi. Kaynamama görülen grup 1'deki 2 hastada stafilococcus aureus;

grup 2’de 1 hastada MRSA+Enterococcus Faecium üremesi olurken diğer kaynamamalarda üreme izlenmedi. Çalışmamızda nörovasküler yaralanma ve enfeksiyonun kaynamama üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi izlenmemiştir.

Kaynamama tespit edilen hastaların plağı çıkarılıp iliak kanat otogrefti ile birlikte tekrar anatomik kilitli plakla indirek redüksiyon yapıldı. Sonraki kontrollerinde tam kaynama elde edildi.

Grup 1’de 3, grup 2’de 5 hasta olmak üzere toplam 8 hastada (%16) enfeksiyon etkeni üredi. Grup 1’de 3 hastada Stafilococcus Aureus, grup 2’de hastane kaynaklı etkenler (MRSA, Serratia Marcescens, ESBL pozitif E. Coli) üredi. Literatürde açık kırıklarda kontaminasyonun genellikle antibiyotiğe duyarlı toplum kaynaklı etkenlerle olduğu, hastane yatışı uzayan hastalarda gelişen enfeksiyonların hastane kaynaklı olacağı bildirilmiştir (39). Bizim çalışmamızda bu bilgiyle doğru orantılı bulgular görülmüştür. Enfeksiyon etkeni üreyen 8 hastada, üreme olmayan hastalara göre ortalama kaynama süresi ve destekle yük verme süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı izlendi. J. P. Khatri ve ark yaptığı çalışmada enfeksiyon oranı; plak uygulanan hastalarda %7, çivi uygulananlarda %7 olmak üzere %14 olarak bulunmuş. Ayrıca çivi yapılan hastalarda yüzeysel enfeksiyon oranı %17 olarak bildirilirken plak hastalarında yüzeysel enfeksiyon bildirilmemiştir (36). C.A. Su ve ark yaptığı çalışmada ise ASY kaynaklı tibia shaft kırıklarında enfeksiyon oranı %4,6 olarak bulunmuştur (90).

ASY ve diğer nedenlere bağlı açık tibia kırıklarının tedavisinde MIPO tekniğiyle indirek redüksiyonla kilitli plaklama; yumuşak doku disseksiyonunun minimal olması, kemikle plak arasında endosteal ve periosteal dolaşımın bozulmaması, kabul edilebilir enfeksiyon oranları ile diğer cerrahi yöntemlere alternatif oluşturmaktadır. (97,98).

9.SONUÇ

ASY sonrası kliniğimize başvuran açık tibia kırıklı hastalarımızı indirek redüksiyon tekniğiyle, erken (Grup 1) ve geç (5-22gün) dönemde kilitli plak ile tedavi ettik ve aşağıdaki sonuçları elde ettik.

- Hastaların 42'si (%84) Gustilo Anderson açık kırık sınıflamasına göre tip 3A (grup 1'de 31, grup 2'de 11 hasta), 5'i (%10) tip 3B (grup 1'de 1, grup 2'de 4 hasta), 3'ü (%6) de tip 3C (grup 1'de 1, grup 2'de 2 hasta) idi.
- Çalışmaya dahil ettiğimiz 50 hastanın 43'ünde (%86) tam kaynama, 6'ında (%12) kaynamama ve 1 hastada implant yetmezliği görüldü. Grup 1'de 33 hastanın 3'ünde (%9,09); grup 2'de 17 hastanın 3'ünde (%17,64) kaynamama görüldü
- Hastaların 8'inde (%16) enfeksiyon etkeni üredi. Grup 1'de 3 hastada Stafilococcus Aureus üremesi oldu. Grup 2'de MRSA, Serratia Marcescens, ESBL pozitif E. Coli, Stafilococcus epidermidis, Enterococcus Faecium üremesi oldu. Hastane yatışı uzun olan hastalarda hastane kaynaklı enfeksiyon etkenlerinin ürediği izlendi.
- Cildi primer olarak kapatılamayan Grup 1'deki hastalardan 2'sine ve grup 2'deki hastaların 3'üne cilt flebi uygulandı.
- Cildi primer olarak kapatmak ve ya mümkün olan en kısa sürede sağlıklı doku sağlanarak nihai tedaviyi uygulamanın hastane yatışı ve maliyeti önemli ölçüde azalttığı izlendi.
- Tip 3 açık kırık tipleri arasında kaynama süreleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamakla birlikte; tip 3A'da 3, tip 3B'de 2, tip 3C'de 1 hastada kaynamama görülmesi gruplardaki hasta sayısı ile ilişkili olsa da literatür ile uyumlu görülmemiştir.

- ASY kaynaklı açık tibia parçalı kırıklarında indirek redüksiyon tekniğiyle kilitli plaklama; düşük enfeksiyon, yüksek kaynama ve düşük yanlış kaynama oranı nedeniyle acil ve kalıcı tedavide uygulanabilecek güvenilir bir yöntemdir.

10. KAYNAKLAR

- 1) E. Aksoy, A. Çoltu, B. Ege, G. Günaydın, M. A. İnancı, H. Karali, M. Karagöz, C. Ötke, A. Yemişçigil; Adli Travmatoloji
- 2) Brumback RJ. Open tibial fracture: Current orthopaedics management. Instr Course Lect 1992; 3: 101-19.
- 3) Fischer MD, Gustilo RB, Varecka TF. The timing of flap coverage, bone-grafting, and intramedullary nailing in patients who have a fracture of the tibial shaft with extensive soft tissue injury. J Bone Joint Surg 1991; 73-A: 1316-22.
- 4) Peter H. The management of open tibial fractures. Eue J Orthop Surg Trauma. 2008; 14, 4417.
- 5) Burges AR, Brumback RJ, Bosse MJ. Management of open grade III tibial fractures. Orthop Clin North Am. 1987; 18,85–9.
- 6) Gökhan Orhan, Ökkeş Bahri Yeter; Individual Armament as an Internal Security Threat: An Assessment of Turkey's Position with Policy Alternatives
- 7) Katherine A. Fowler, Linda L. Dahlberg, Tadesse Haileyesus, Joseph L. Annet, Firearm injuries in the United States, Preventive Medicine, Volume 79, 2015, Pages 5-14, ISSN 0091-7435, <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2015.06.002>.
- 8) Mehmet Ali Karaca, Nil Deniz Kartal, Bülent Erbil, Elif Öztürk, Mehmet Mahir Kunt, Tevfik Tolga Şahin, Mehmet Mahir Özmen; Evaluation of gunshot wounds in the emergency department, ISSN: 1306-696X / 1307-7945
- 9) Özkurt, B, Tabak, AY, Tümöz, MA. (2008) Açık Tibia Cisim Kırıklarının Tedavisinde İlizarov Tipi Sirküler Eksternal Fiksator Uygulamalarımızın Orta Dönem Sonuçları. Fırat Tıp Derg, 13, 266–270.
- 10) N. Serdar NECMİOĞLU, Mehmet SUBAŞI, Cuma KAYIKÇI; Minimally invasive plate osteosynthesis in the treatment of femur fractures due to gunshot injuries Acta Orthop Traumatol Turc 2005;39(2):142-149

- 11) Thomas L Hilton. Gunshot tibia fractures treated with intramedullary nailing: A single centre retrospective review
DOI: 10.17159/23098309/2017/v16n1a4
- 12) Margaret A. Sinkler; Patrick B. Murphy. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Tibia Matthew Bourne; StatPearls Publishing; 2020 Jan
- 13) Hepgüler, S, Arasil, T. (2009) The netter collection of medical illustrations (Hepgüler, S. Editör) İstanbul: Güneş Kitabevi.
- 14) Puzzitiello RN, Agarwalla A, Zuke WA, Garcia GH, Forsythe B. Imaging Diagnosis of Injury to the Anterolateral Ligament in Patients With Anterior Cruciate Ligaments: Association of Anterolateral Ligament Injury With Other Types of Knee Pathology and Grade of Pivot-Shift Examination: A Systematic Review. Arthroscopy. 2018 Sep;34(9):2728-2738.
- 15) Ege, R. (2001) Tibia-Fibula Cisim Kırıkları. Ege, R.(Hazırlayan) Kırıklar, Eklem ve Diğer Yaralanmalar, Travmatoloji (s.3923–4093). Ankara: Bizim Büro Basımevi
- 16) Dere, F. (1996) Anatomi. Adana: Okullar Pazarı Kitabevi
- 17) Mutlu Akdoğan, Yalım Ateş; Ayak bileği ve distal tibia anatomisi TOTBİD Dergisi 2016; 15:158 165 doi: 10.14292/totbid.dergisi.2016.21
- 18) Derek Moore, Compartments of leg, Updated: 10/19/2016 Orthobullets
- 19) V Feipel , M-L Simonnet, M Rooze The proximal attachments of the popliteus muscle: a quantitative study and clinical significance DOI: 10.1007/s00276-002-0093-7
- 20) H. İ. Açar, M. Bozkurt, A. Elhan, Dizin posterolateral köşe anatomisi ve klinik önemi, TOTBİD Dergisi 2011;10(1):45-52
- 21) Berry H, Richardson PM. Common peroneal nerve palsy: a clinical and electrophysiological review. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1976;39(12):1162–71.

- 22) Mark H. Meissner; Lower Extremity Venous Anatomy, *Semin Intervent Radiol.* 2005 Sep; 22(3): 147–156. doi: 10.1055/s-2005-921948
- 23) Kelly, P. J, Nelson, G. E, Peterson, L. F. A, & Bulbulian, A. H. (1961). The Blood Supply of the Tibia. *Surgical Clinics of North America*, 41(6), 1463–1471.
- 24) Borrelli, J., Prickett, W., Song, E., Becker, D., & Ricci, W. (2002). Extraosseous Blood Supply of the Tibia and the Effects of Different Plating Techniques: A Human Cadaveric Study
- 25) Vascular anatomy of the Tibia (1971), *Acta Radiologica: Diagnosis*, 11:sup312, 10-11
- 26) Bartlett CS, Helfet DL, Hausman MR, Strauss E. Ballistics and gunshot wounds: effects on musculoskeletal tissues. *J Am Acad Orthop Surg.* 2000 Jan-Feb;8(1):21-36. doi: 10.5435/00124635-200001000-00003. PMID: 10666650.
- 27) Di Maio VJM: Gunshot Wounds: Practical Aspects of Firearms, Ballistics, and Forensic Techniques. Boca Raton, Fla: CRC Press, 1993.
- 28) Cooper GJ, Ryan JM: Interaction of penetrating missiles with tissues: Some common misapprehensions and implications for wound management. *Br J Surg* 1990;77:606-610.
- 29) Wang ZG, Feng JX, Liu YQ: Pathomorphological observations of gunshot wounds. *Acta Chir Scand Suppl* 1982;508:185-195.
- 30) Paul H. Kim, and Seth S. Leopold, Gustilo-Anderson Classification *Clin Orthop Relat Res.* 2012 Nov; 470(11): 3270–3274. Published online 2012 May 9. doi: 10.1007/s11999-012-2376-6
- 31) Hüseyin Demirörs, Emel Gönen, Yalım Ateş; Kırıklara Eşlik Eden Yumuşak Doku Yaralanmalarında Değerlendirme ve Tedavi, *TOTBİD Dergisi* 2004 • Cilt: 3 Sayı: 3-4

- 32) J. Stuart Melvin, MD, et al, Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons; Open Tibial Shaft Fractures: I. Evaluation and Initial Wound Management
- 33) Gustillo, RB., Mendosa, RM., Willams, DN. (1984) Problems in the management of Type III (severe) open fractures: A new classification of Type III open fractures. J Trauma, 24, 742–746.
- 34) Gustilo, RB. Gruninger, RP., Davis, T. (1987) Classification of type 3 open fractures relative to treatment and results. Orthopedics, 10, 1781–8.
- 35) Jussi Repo; Microvascular Reconstruction of Traumatic Compound Bone and Soft Tissue Defects of the Tibia and Ankle: Long-Term Patient-Reported Outcomes, January 2017 DOI: 10.13140/RG.2.2.15865.06249
- 36) Khatri, J.P., Kumar, M. & Singh, C.M. Primary internal fixation in open fractures of tibia following high-velocity gunshot wounds: a single-centre experience. International Orthopaedics (SICOT) 44, 685–691 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00264-019-04387-x>
- 37) Gustilo, RB., Merlow, RL., Templeman, D. (1990) Current concept review. The management of open fractures. J Bone Joint Surg, 72 A, 299–304
- 38) Maqungo, S., Kauta, N., Held, M., Mazibuko, T., Keel, M. J., Laubscher, M., & Ahmad, S. S. (2020). Gunshot injuries to the lower extremities: Issues, Controversies and Algorithm of Management. Injury. doi:10.1016/j.injury.2020.05.024
- 39) Bahtiyar Demiralp, Erden Kılıç, Ferhat Taş, İbrahim Azboy, Kenan Koca, Ömür Koca Ateşli Silah Yaralanmaları Sonrası Açık Kırıklar. TOTBİD Açık Kırıklar kitabı, 2013, s38-46
- 40) Ross RT, Hammen PF, Frantz EI, Pare LE, Boyd CR. Gunshot wounds: evaluating the adequacy of documentation at a Level I trauma center. J Trauma. 1998;45:151–152.
- 41) William Abouhassan; Lower Extremity Shotgun Wound Eplasty. 2011; 11: ic3. Published online 2011 Feb 25. PMID: 21386920

- 42) Papasoulis E, Patzakis MJ, Zalavras CG. Antibiotics in the treatment of low-velocity gunshot-induced fractures: a systematic literature review. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(12):3937-3944. doi:10.1007/s11999-013-2884-z
- 43) Brien WW, Kuschner SH, Brien EW, Wiss DA. The management of gunshot wounds to the femur. *Orthop Clin North Am*. 1995;26:133–138
- 44) Patzakis MJ, Harvey JP, Ivler D. The role of antibiotics in the management of open fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 1974; 56:532–541
- 45) Simpson, B. M., Wilson, R. H., & Grant, R. E. (2003). Antibiotic Therapy in Gunshot Wound Injuries. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 408, 82–85.
- 46) Zalavras, CG., Patzakis, MJ., Holtom, PD., Sherman, R. (2005) Management of open fractures. *Infect Dis Clin North Am*, 19, 915–929.
- 47) M J Patzakis, J Wilkins; Factors influencing infection rate in open fracture wounds. *Clin Orthop Relat Res* 1989 Jun;(243):36-40.
- 48) William W Cross, III and Marc F Swiontkowski; Treatment principles in the management of open fractures , *Indian J Orthop*. 2008 Oct-Dec; 42(4): 377–386. doi: 10.4103/0019-5413.43373
- 49) J Clasper, J R Army; The Interaction of Projectiles with Tissues and the Management of Ballistic Fractures, *Med Corps* 2001; 147: 52-61
- 50) Ryan JM, Rich NM and Ochsner MG. Biophysics and pathophysiology of penetrating injury. In: Ryan JM, Rich, NM, Dale RF, Morgans BT, Cooper GJ. *Ballistic Trauma* London Arnold 1997
- 51) Paul J Dougherty, Soheil Najibi, Craig Silverton, Rahul Vaidya; Instr Course Lect. 2009;58:131-9. Gunshot wounds: epidemiology, wound ballistics, and soft-tissue treatment
- 52) Fackler ML, Breteau JPL, Courbil LJ, Taxit R, Glas J, Fievet JP: Openwound drainage versus wound excision in treating the modern assault rifle wound. *Surgery* 1989;105:576-584

- 53) Leininger BE, Rasmussen TE, Smith DL, Jenkins DH, Coppola C: Experience with wound VAC and delayed primary closure of contaminated soft tissue injuries in Iraq. *J Trauma* 2006;61:1207-1211
- 54) Rodgers, C. M., & Ketch, L. L. (1988). Management of Associated Soft Tissue Injury. *Surgical Clinics of North America*, 68(4), 823–835. doi:10.1016/s0039-6109(16)44588-3
- 55) Swartz WM, Jones NF: Soft tissue coverage of the lower extremity. *Curr Prob Surg*, June 1985, pp 4-59
- 56) Mendelson JA, Glover JL: Sphere and shell fragment wounds of soft tissues:Experimental study. *J Trauma* 1967;7:889-914
- 57) Michael Klebuc, and Zachary Menn, Methodist Debakey Cardiovasc J.Muscle Flaps and Their Role in Limb Salvage. 2013 Apr-Jun; 9(2): 95–99. doi: 10.14797/mdcj-9-2-95
- 58) Farquharson-Roberts MA, Somerville DW, Rossiter ND (1997) Limb injury. In: Ryan JM, Rich NM, Dale RF, Morgans BT, Cooper GJ Ballistic trauma. Edward Arnold, London, pp 123–132
- 59) Coull JT (1979) War Injuries. In: Coombs R, Green S, Sarmiento A External fixation and functional bracing. Orthotext, London, pp 239–243
- 60) Fang X, Jiang L, Wang Y, Zhao L (2012) Treatment of Gustilo grade III tibial fractures with unreamed intramedullary nailing versus external fixators: a meta-analysis. *Med Sci Monit* 18(4):RA49–RA56
- 61) Perren SM. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg Br.* 2002 Nov;84(8):1093-110. doi: 10.1302/0301-620x.84b8.13752. PMID: 12463652.
- 62) Helfet, D., Shannord, PY., Levine, D., Borelli, J. (1997) Minimally invasive plate osteosynthesis of distal fractures of the tibia. *Injury*, 28, 41–6.

- 63) Cross WW 3rd, Swiontkowski MF. Treatment principles in the management of open fractures. Indian J Orthop. 2008;42(4):377-386. doi:10.4103/0019-5413.43373
- 64) Reimer B. Plating diaphyseal fractures. Techniques in Orthopaedics 2004; 18(4): pp360-367.
- 65) Schatzker J. Changes in the AO/ASIF principles and methods. Injury 1995 vol:26 (suppl 2); S-B51-56.
- 66) Collinge C.A., Sanders R.W. Percutaneous plating in the lower extremity. Journal of AAOS 2000; vol 8 no:4 pp211-216
- 67) Muratlı H.H., Can M., Biçimoğlu A. Kırık tespitinde güncel yaklaşım: internal Atelleme. Totbid Dergisi 2003 Cilt 2 Sayı 1-2 syf 44-50
- 68) Thomas P Rüedi, Richard E Buckley Christopher G Moran; AO Kırık Tedavisinin Prensipleri, 2012 PALME YAYINLARI: 627
- 69) Krettek C., Müller M., Miclau T. Evolution of minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) in the femur. Injury 2001 vol 32(Suppl 3); C14-23
- 70) Taşkın Ceyhan, Nusret Köse; Ortopedide biyomalzeme kullanımı: Genel bilgiler ve tanımlar TOTBİD Dergisi 2011;10(2):79-82
- 71) Hans K. Uhthoff, Philippe Poitras and David S. Backman; Internal plate fixation of fractures: short history and recent developments J Orthop Sci (2006) 11:118–126 DOI10.1007/s00776-005-0984-7
- 72) Tapscott DC, Wottowa C. Orthopedic Implant Materials. [Updated 2020 Aug 4]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560505/>
- 73) Gautier E, Perren SM. Die limited contact dynamic compression plate (LC-DCP): Biomechanische Forschung als Grundlage des neuen Plattendesigns. Orthopade 1992;21:11–23 (in German).
- 74) Önder Kalenderer, Haluk Ağuş; Kırık sağaltımında içten tespit gerecinin seçimi, TOTBİD Dergisi 2011;10(2):143-146

- 75) Perren S, Ganz R. Biological internal fixation of fractures: The balance between biology and mechanics. Eur Instr Course Lect 1997;3:161-3.
- 76) Tanaka T. Decision making and preoperative planning. In: Tong GO, Bavonratanavech S, editors. AO manual of fracture management, minimally invasive Plate Osteosynthesis (MIPO). Stuttgart: Thieme; 2007. p. 78-99.
- 77) Rozbruch RS, Müller U, Gautier E, Ganz R. The evolution of femoral shaft plating technique. Clin Orthop.1998;354:195-208.
- 78) Uğur Gönç, K. Kürşat Teker, Reha Tandoğan, Asım Kayaalp; Minimal invaziv osteosentez: Temel prensipleri, cerrahi planlama ve redüksiyon yöntemleri TOTBİD Dergisi 2012;11(1):1-14 DOI: 10.5606/totbid.dergisi.2012.01
- 79) Perren SM, Perren T, Schneider E. Biologie und Osteosynthese-ein Widerspruch. Ther. Umschau Band 2003;60(12):713—21.
- 80) Oestern, HJ., Tscherne, H. (1984) Pathophysiology and classification of soft tissue injuries associated with fractures. In: Fractures with soft tissue injuries (German), Tscherne H, Gotzen L (eds), Springer-Verlag, Berlin, Germany, s:1—9.
- 81) Fischer, MD., Gustilo, RB., Varecka, TF. (1991) The timing of flap coverage, bone grefting and intramedullary nailing in patients who have a fractures of the tibial shaft with extensive soft tissue injury. J Bone Joint Surg, 73—4, 1316—22.
- 82) Byrd, HS., Spicer, TE., Cierney, G. (1985) Management of tibial fractures. Plast Reconstr Surg, 76, 719—28.
- 83) Vallier HA, Cureton BA, Patterson BM. Randomized, prospective comparison of plate versus intramedullary nail fixation for distal tibia shaft fractures. J Orthop Trauma. 2011 Dec;25(12):736-41. doi: 10.1097/BOT.0b013e318213f709. PMID: 21904230.
- 84) Kayalı, C., Ağuş, H., Eren, A., Özlük, S. (2009) How should open tibia fractures be treated? A retrospective comparative study between

intramedullary nailing and biologic plating. *Turk J Trauma Emerg Surg*, 15(3), 243–248.

- 85) Metcalf KB, Smith EJ, Wetzel RJ, Sontich JK, Ochenjele G. Comparison of Clinical Outcomes After Intramedullary Fixation of Tibia Fractures Caused by Blunt Trauma and Civilian Gunshot Wounds: A Retrospective Review. *J Orthop Trauma*. 2020 Jun;34(6):e208-e213. doi: 10.1097/BOT.0000000000001709. PMID: 31764408.
- 86) Beltsios M, Savvidou O, Kovanis J, Alexandropoulos P, Papagelopoulos P. External fixation as a primary and definitive treatment for tibial diaphyseal fractures. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2009 Aug 28.
- 87) Inan M, Halici M, Ayan I, Tuncel M, Karaoglu S.(2007) Treatment of type IIIA open fractures of tibial shaft with Ilizarov external fixator versus unreamed tibial nailing. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2007 Oct;127(8):617-23. Epub 2007 May 3.
- 88) Keeling JJ, Gwinn DE, Tintle SM, Andersen RC, McGuigan FX. Short-term outcomes of severe open wartime tibial fractures treated with ring external fixation. *J Bone Joint Surg Am*. 2008 Dec;90(12):2643-51. doi: 10.2106/JBJS.G.01326. PMID: 19047709.
- 89) Dall'Oca C, Christodoulidis A, Bortolazzi R, Bartolozzi P, Lavini F. Treatment of 103 displaced tibial diaphyseal fractures with a radiolucent unilateral external fixator. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010 Nov;130(11):1377-82. Epub 2010 Apr 2.
- 90) C.A. Su, et al., Outcomes of tibia shaft fractures caused by low energy gunshot wounds, *Injury* (2018), <https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.05.006>
- 91) Reynders P. Open acute segmental tibial fracture fixation using the Less Invasive Stabilisation System (LISS): study of 23 consecutive cases. *Injury*. 2009 Apr;40(4):449-54. Epub 2009 Mar 13
- 92) Stannard JP, Finkemeier CG, Lee J, Kregor PJ. Utilization of the less-invasive stabilization system internal fixator for open fractures of the

- proximal tibia: a multi-center evaluation. *Indian J Orthop.* 2008 Oct;42(4):426-30
- 93) Hao, ZC., Xia, Y., Xia, DM. et al. Treatment of open tibial diaphyseal fractures by external fixation combined with limited internal fixation versus simple external fixation: a retrospective cohort study. *BMC Musculoskelet Disord* 20, 311 (2019). <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2679-9>
- 94) Burg A, Nachum G, Salai M, Haviv B, Heller S, Velkes S, Dudkiewicz I. Treating civilian gunshot wounds to the extremities in a level 1 trauma center: our experience and recommendations. *Isr Med Assoc J.* 2009 Sep;11(9):546-51. PMID: 19960849.
- 95) Song X, Huang X, Yakufu M, Yan B, Feng C. Minimally invasive plate osteosynthesis or conventional intramedullary nailing for distal tibial fractures: A cohort study protocol. *Medicine (Baltimore).* 2020 Aug 14;99(33):e21779. doi: 10.1097/MD.00000000000021779. PMID: 32872079; PMCID: PMC7437767.
- 96) Kim JW, Oh CW, Jung WJ, Kim JS. Minimally invasive plate osteosynthesis for open fractures of the proximal tibia. *Clin Orthop Surg.* 2012 Dec;4(4):313-20. doi: 10.4055/cios.2012.4.4.313. Epub 2012 Nov 16. PMID: 23205242; PMCID: PMC3504697.
- 97) Toms AD, McMurtie A, Maffulli N. Minimally-invasive plating of the distal tibia. *J Foot Ankle Surg.* 2004;43:199–203.
- 98) Orthopedic Trauma Association Committee for Coding and Classification. Fracture and Dislocation compendium. *J Orthop Trauma.* 1996;10:51–55.