

**T.C.
ABANT İZZET BAYSAL EĞİTİM VE
ARAŞTIRMA HASTANESİ**

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

**DİSTAL TİBİA ŞAFT KIRIKLARININ İNTRAMEDÜLLER ÇİVİ
İLE TESPİTİNDE DİSTAL KİLİTLEME SEÇENEKLERİNİN
KOYUN TİBİALARINDA BİYOMEKANİK
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Yasin Emre KAYA

UZMANLIK TEZİ

**Aralık 2014
BOLU**

**T.C.
ABANT İZZET BAYSAL EĞİTİM
VE ARAŞTIRMA HASTANESİ**

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

**DİSTAL TİBİA ŞAFT KIRIKLARININ İNTRAMEDÜLLER ÇİVİ İLE
TESPİTİNDE DİSTAL KİLİTLEME SEÇENEKLERİNİN KOYUN
TİBİALARINDA BİYOMEKANİK KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Yasin Emre KAYA

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI: Yrd.Doç.Dr. Cengiz IŞIK

**Aralık 2014
BOLU**

ÖZET

DİSTAL TİBİA ŞAFT KIRIKLARININ İNTRAMEDÜLLER ÇİVİ İLE TESPİTİNDE DİSTAL KİLİTLEME SEÇENEKLERİNİN KOYUN TİBİALARINDA BİYOMEKANİK KARŞILAŞTIRILMASI

Tibia kırıklarının intramedüller çivi ile tedavisinde kullanılan çeşitli distal kilitleme metodları mevcuttur. Fakat günümüzde bu metodlardan herhangi birinin üstünlüğü konusunda görüş birliği yoktur. Distal kilitleme vidalarında, postoperatif erken yük verme halinde oluşan yetmezlik karşımıza çıkan önemli bir komplikasyondur ve ek problemlere yol açabilmektedir. Günümüzde yeni distal kilitleme metodları ile ilgili çalışmalar sürmektedir. Son zamanlarda geliştirilen DSBLS (distal kilitleme bolt vidası, TST, Türkiye) yeni geliştirilen bir distal kilitleme metodudur. Biz çalışmamızda DSBLS ile kilitleme, iki vida ile kilitleme ve üç vida ile kilitleme seçeneklerini, aksiyel yüklenme kuvvetine karşı biyomekanik olarak mukayese ettik ve aksiyel yüklenme kuvvetine karşı en dayanıklı seçeneği bulmayı amaçladık.

Tüketim amacıyla kesilmiş 6 aylık koyunlardan 16 adet koyun tibiası elde edildi. Bu tibiaların her birini eklem hattının 6 cm proksimalinden osteotomize ettik ve transvers kırık hattı oluşturduk. Osteotomi hattının proksimali tüm deneklerde çalışma dışında bırakıldı. Elde edilen 16 adet distal tibia fragmanı 4 gruba ayrıldı. Her bir gruptaki 4 adet distal tibia fragmanına 8 mm kanülsüz intramedüller çivi oyma işlemi yapılmadan yerleştirdi ve farklı metodlarla distal kilitleme yapıldı. Grup 1' de 2 adet vida (2 adet mediolateral pozisyonda, ZIMED marka), grup 2' de 3 adet vida (2 mediolateral, 1 anteroposterior pozisyonda, ORTHOFIX marka), grup 3' te DSBLS (TST marka) ve grup 4' te grup 2' dekilere göre daha küçük çaplı 3 adet vida (2 mediolateral, 1 anteroposterior pozisyonda, TIPMED marka) kullanılarak distal kilitleme yapıldı.

Kocaeli Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi CadCam laboratuvarında, Universal Çekme – Basma Test Cihazı ile hazırlanan deneklerin her birine ayrı ayrı aksiyel yüklenme uygulandı. Her bir denekte distal vida kırılması ile birlikte test

sonlandırıldı. Her bir denekten kuvvet, zaman ve deformasyon verileri alındı ve bu veriler istatistiksel olarak mukayese edildi.

Aldığımız istatistik sonuçlarına göre, aksiyel yüklenme karşısında, distal kilitleme bolt vidası ile kilitleme seçeneğini (DSBLS, grup 3), çalışmamızda yer verdiğimiz ikili (grup 1) ve üçlü (grup 2, 4) kilitleme seçeneklerinden istatistiksel olarak anlamlı şekilde üstün bulduk. Bunun yanı sıra üçlü kilitleme metodunu (grup 2, 4) ikili kilitleme metoduna (grup 1) göre anlamlı şekilde üstün bulduk. Üçlü kilitleme metodlarını (grup 2, 4) kendi aralarında mukayese ettiğimizde vida kor çapı daha yüksek olan grup 2' nin grup 3' e göre daha üstün olduğu sonucuna ulaştık.

Anahtar Kelimeler: Distal kilitleme vidası, vida yetmezliği, tibia kırıkları, intramedüller çivileme, distal kilitleme bolt vidası, DSBLS, biyomekanik çalışma.

ABSTRACT

BIOMECHANICAL COMPARISON OF DISTAL INTERLOCKING METHODS IN SHEEP TIBIA MODELS, USED IN FIXATION OF DISTAL TIBIA SHAFT FRACTURES WITH INTRAMEDULLARY NAILS

There are different types of distally interlocking methods used in intramedullary nailing of tibia fractures. But there is no consensus about the superiority of these methods. With early postoperative weight-bearing, failure of the distal locking screws is an important complication and may cause extra other problems. Contemporarily studies about new distally interlocking methods are still in progress. DSBLS (distally locking bolt screw, TST, Turkey) is a new distally interlocking method which is improved recently. In our study, we compared DSBLS, double screw distally locking and triple screw distally locking methods againsts axial loading forces biomechanically and we aimed to find the most resistant method to axiel loading.

16 pieces of tibia were extracted from sheeps slaughtered for consumption. We osteotomized these tibias 6 cm proximal from tibiotalar joint to make up a transverse fracture model. The proximal portions of tibias were excluded from the study. We divided 16 distal tibia portions into 4 groups. 8 mm solid intramedullary nails were implanted to tibias without reaming and locked distally with different methods in each groups. In we used 2 screws (both in mediolateral position, ZIMED) in group 1, 3 screws (two mediolateral, one anteroposterior position, ORTHOFIX) in group 2, DSBLS (TST) in group 3 and 3 screws with a smaller diameter (two mediolateral, one anteroposterior position, TIPMED) in group 4 for distal interlocking.

Axial load was applied to all experimentals by Universal Traction – Distraction Test Machine in CadCam laboratuary, Technical Education Faculty, Kocaeli University. Tests were ended with screw breakage. Force, time and deformation datas were recorded and compared statistically.

According to statistic results, resistance to axial loading forces of distally locking bolt screw (DSBLS, group 3) was statistically higher than double (group 1) or triple (group 2, 4) screw distal locking methods. Beside this, resistance to axial loading forces of triple screw locking method (group 2, 4) was statistically higher than double screw locking method (group 1). When we compared triple screw locking methods, group 2 with larger diameter screws was more resistant than group 4.

Key words: Distally locking screw, screw failure, tibia fractures, intramedullary nailing, distally locking bolt screw, DSBLS, biomechanic study.

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince çalışma onuruna sahip olduğum, bana mesleğimden önce sabrı, hoşgörüyü ve her şeyden öte merhameti öğreten, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, mesleki eğitimimde çok büyük katkısı ve emeği olan, mesleki ve sosyal hayatımda her zaman yanımda olacaklarını bildiğim saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Fuat AKPINAR'a, Doç. Dr. Kutay Engin Özturan' a, Doç. Dr. Hüsamettin Çakıcı' ya, Yrd. Doç. Dr. Hakan SARMAN' a ve uzmanlık tezimin ortaya çıkmasındaki büyük emeği ve katkılarından dolayı tez danışmanı hocam Yrd. Doç. Dr. Cengiz IŞIK' a,

Asistanlık eğitimim süresince mesleki ve sosyal anlamda bilgi ve becerilerini paylaştığım, her türlü sıkıntıya birlikte göğüs gerdiğimiz, mutluluklarımızı paylaştığımız pek kıymetli ortopedi asistanı ağabeylerime ve kardeşlerime,

Zorlu hastane koşullarında birlikte çalışmaktan her zaman mutluluk duyduğum tüm hemşire ve yardımcı sağlık personeli arkadaşlarıma,

Bu günlerime gelmemde her anlamda sonsuz ve asla ödeyemeceğim emeği olan anneme, babama, ablama ve tüm öğretmenlerime,

Asistanlık sürecinde her zaman yanımda olan, sıkıntımı ve sevincimi paylaştığım, bu hayttaki en büyük destekçim, sevgili eşim Burcu' ya,

Sonsuz sevgi, teşekkür ve saygılarımla...

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	ix
TABLolar	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Tarihçe	2
2.2. Anatomi.....	3
2.2.1 Kemik yapı	3
2.2.2 Yumuşak doku	6
2.2.3 Tibianın kanlanması	7
2.3. Etiyoloji.....	8
2.4. Kırık oluş mekanizması.....	8
2.5. Sınıflandırma	9
2.6. Belirti ve bulgular	13
2.7. Radyolojik değerlendirme	14
2.8. Tedavi.....	15
2.8.1. Konservatif tedavi	16
2.8.2. Eksternal fiksasyon	17
2.8.3 Plak – vida ile fiksasyon	17
2.8.4 İntramedüller çivileme	18
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	27
4. BULGULAR	39
5. TARTIŞMA	43
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	47
7. KAYNAKLAR	48

KISALTMALAR

AD	: Ana Bilim Dalı
ANOVA	: Analysis of Variance
Araş. Gör.	: Araştırma Görevlisi
Ark	: Arkadaşları
DSBLS	: Distally locking bolt screw
Doç.	: Doçent
Dr.	: Doktor
Mm	: Milimetre
N	: Newton
Prof.	: Profesör
s	: Sayfa
sn	: Saniye
SPSS	: Statistical Programme for Social Sciences
ss	: Standart sapma
TST	: Tıbbi Aletler Sanayi ve Ticaret
Yrd. Doç.	: Yardımcı Doçent

TABLÖLAR

Tablo	Sayfa
1. Çalışmada kullanılan çivilerin markalarına göre kuvvet (N), deformasyon (mm), zaman (sn) ortalamaları (X), minimum ve maximum değerleri	39
2. Korelasyon analizi sonuçları.....	40
3. Gruplar arası karşılaştırma analizi	41
Grafik	
1. Test aşamasında uygulanan kuvvet karşısında test programının çizmiş olduğu grafik örneği	37
Şekil	
1. Tibia ön ve arka yüz	5
2. Tibia üst ve alt yüzü.....	5
3. Bacağın motor ve duyu sinirleri	7
4. Tscherne sınıflaması	10
5. AO Sınıflaması	11
6. Grup 1, ön ve yan görüntüleri.....	28
7. Grup 1, ön ve yan skopi görüntüleri	28
8. Grup 2, ön ve yan görüntüleri.....	29
9. Grup 2, ön ve yan skopi görüntüleri	29

10. DSBLS yerleştirilmesi için K teli ile yer tayini, ön ve yan skopi görüntüleri.....	30
11. DSBLS vidası yerleştirilmiş tibia, ön ve yan grafler.....	31
12. Grup 3, DSBLS ile kilitleme, ön ve yan grafler	31
13. Grup 3, ön ve yan görüntüleri.....	32
14. Grup 4, ön ve yan görüntüleri.....	33
15. Grup 4, ön ve yan grafleri.....	33
16. Bilgisayar kontrollü Üniversal betaALŞA Çekme – Basma Test Cihazı, Kocaeli Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi CadCam laboratuvarı	34
17. Çivilerin distali 11 cm kalacak şekilde kesilmiş hali	35
18. Cihazda üst ve alt tabla arasında sıkıştırılmış vaziyette denekler	36
19. DSBLS ve çivi çıkarılması sonrası tibia örnekleri; sırasıyla üstten, önden, medialden, alttan ve lateralden bakış	37
20. Distal kilit vidaları çıkarıldıktan sonra kemiğin görüntüsü	37
21. Kırılmış vida görüntüleri sırası ile ZIMED, ORTHOFIX, TIPMED, TST	38

1. GİRİŞ

Tibia kırıklarının iki açıdan önemi bulunmaktadır. Bunlardan birincisi vücuttaki diğer uzun kemiklere göre en sık direkt travmaya maruz kalan ve kırılan kemik olmasıdır. İkincisi ise tedavi seçeneklerinin fazla olması ve bunların kendilerine göre avantajları ve dezavantajları olmasıdır (1).

Kırık tedavisinde temel amaç; kabul edilebilir redüksiyonun sağlanması ve tedavi süresince bu pozisyonun korunmasıdır. Aynı zamanda kırık olan ekstremitenin mümkün olan en kısa zamanda fonksiyonlarını yapabilecek hale getirilmesidir. Tibia cisim kırıklarında genellikle kaymamış veya az kaymış stabil olanlar konservatif yöntemlerle; kaymış, parçalı, stabil olmayan ve açık kırıklar ise cerrahi yöntemlerle tedavi edilmektedir. Cerrahi tedavinin başarılı olabilmesi için, temel cerrahi prensiplere uyulmalı, stabil bir tespit yöntemi uygulanmalıdır. Kırığın tespitinde en az yumuşak doku hasarı oluşturan sistem tercih edilmeli ve temel biyomekanik prensiplere bağlı kalınmalıdır (2).

Tibia istmus distalindeki şaft kırıkları oldukça sık karşımıza çıkan yaralanmalardır ve intramedüller çivileme oldukça sık tercih edilen bir cerrahi tedavi yöntemidir (1). Tibia intramedüller çivilerin değişik formda distal kilitleme seçenekleri mevcuttur. Fakat henüz bunlardan herhangi birinin üstünlüğü konusunda fikir birliği yoktur. Distal vidaların yük verme halinde kırılması ya da gevşemesi karşımıza çıkan distal vida ile ilgili önemli bir komplikasyondur (3). Distal kilitleme seçeneklerinin aksiyel yüklenme, bending ve torsiyonel güçlere karşı dayanıklılığı ve kırık tespiti stabilitesine etkileri daha önceki çalışmalarda kıyaslanmıştır. Son zamanlarda geliştirilen distal bolt kilitleme vidası (DSBLS) ile kilitleme tekniği ise bu kıyaslamalar içerisinde yer almamıştır. Yaptığımız bu çalışmada distal bolt kilitleme vidası ile yapılan distal kilitleme ile diğer distal kilitleme tekniklerini aksiyel yüklenme gücüne karşı göstereceği direnç açısından mukayese edeceğiz.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Tarihçe

Tibia diafiz kırıklarının konservatif tedavisi halen değerini korumaktadır. Tezin konusu olan cerrahi tedavinin tarihçesine bakılacak olursa, ilk internal fiksasyonun ne zaman yapıldığı kesin olarak bilinmemektedir. İspanyol arşivlerinde, 16. yy. da bu günkü Meksika ve Peru da yaşayan Aztek ve İnka'ların kaynama olmayan kemik kırıklarında reçineli ağaç dallarını kemik medullasına yerleştirerek ilk intramedüller çivileri kullandıklarına dair kanıtlar bulunmuştur (4, 5).

Genel inaniş'a göre ilk internal fiksasyon 1770'li yıllarda telle bağlama ile başlamıştır (6). 1840'lı yıllarda vida ile fiksasyon ilk kez kullanıldı. 1850'de Fransız cerrahlar Cucuel ve Rigaud vida kullandıkları iki vakayı bildirdiler (6). Bilinen ilk plak ile osteosentezi 1886'da Hamburg'dan Hansman yayınladı (6). İlk eksternal fiksatör 1840'da Malgaigne tarafından kullanıldı. 1886'da Birscher tarafından kırık tedavisinde fildişi çubuklarının kullanımı, 1913 yılında König tarafından Almanya'da yayınlanmıştır. Sterilite kurallarına dikkat edildiği takdirde fildişi çubuklarının oldukça iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu çubuklar vücut tarafından yabancı cisim olarak algılanmayıp yavaş yavaş yıllar içerisinde rezorbe olmuştur. Aynı yıllarda metal çiviler de kullanılmaya başlanmıştır (7).

Lambott 1907 yılında klavikula kırıklarında oluklu çivi kullandığından bahsederken, Nicolaysen 1897, Delbert 1906 yıllarında femur boynu ve femur diafizine aynı metodu uygulamakla meşguldüler. Nicolaysen 1897 yılında intramedüller çivileme prensiplerini yayınladı (8).

1915 yılında İngiltere'den Hey Groves, 1. Dünya Savaşı sırasında meydana gelen ateşli silah yaralanmalarına bağlı tibia ve femur kırıkları için intramedüller çivi modelleri geliştirmiş, ancak başarılı olamamıştır (9).

Küntscher 1925 yılında Smith Peterson tarafından bulunup femur boyun kırıklarının tedavisinde kullanılan yıldız biçimli çividen esinlenerek, uzun kemiklerin medullasına kendi adı ile geliştirdiği, çivisini uygulamıştır. "V" biçimli medüller çivi kullanarak yaptığı çalışmaları 1940 yılındaki Alman Cerrahi Kongresi'nde sunmuştur. Küntscher başlangıç çalışmalarını hayvanlarda yapmış, üç kenarlı çiviler kullanmıştır. Alman cerrahlar tarafından hızla uygulanmaya başlayan bu tespit

tekniği savaş nedeniyle diğer Avrupa lkeleri ve Amerika’da ğrenilememiş, Fransa’da 1942’de savaş esirlerinden müsaade edilerek kullanılmaya başlanmıştır. Savaşın bitiminde esirlerin geri iade edilmeleri ve bu arada yapılan yayınlar neticesinde teknik tam anlamı ile öğrenilmiş ve tüm dünyada geniş kullanım alanı bulmuştur (10).

Kuzey Amerikalı cerrahlar 1945 yılında Avrupa’dan dönen askerlerde intramedüller vilemeyi görmüşler, fizyolojik olmadığını ve anemiye yol açacağını düşünmüşlerdir. Intramedüller vileme konusunda Amerika’da ilk çalışmalar 1945’de Tardoir ve Moey tarafından yapılmıştır. Boehler, 1948’de kntscher visini tibia kırıklarında kapalı intramedüller yöntemle uygulamıştır. 1952 yılında Lottes, kendi adıyla bilinen visini uygulamıştır (11). 1958 yılında ise 15 İsviçreli ortopedik cerrah, internal fiksasyon prensiplerini belirleyen AO sistemini kurmuşlardır (6, 12).

1977’de Pankovich o zamana kadar femur distal kırıklarında kullanılagelen multipl Ender vilerini ilk defa tibia kırıkları için kullanmıştır (13). 1950 ile 1970 yıllarında Klemm, Schelmann, Grosse-Kempf kilitli vileme sistemleri ile ilgili çalışmalarının sonuçlarını yayınladılar. Böylece intramedüller vilemenin en büyük problemlerinden olan rotasyon sorununu, vinin proksimalinden ve/veya distalinden uyguladıkları transfiksasyon vidaları ile çözmüş oldular. Daha sonra Russel-Taylor ve Delta vileri geliştirildi. Son zamanlarda ise şişirilebilen viler geliştirildi (14).

2.2. Anatomi

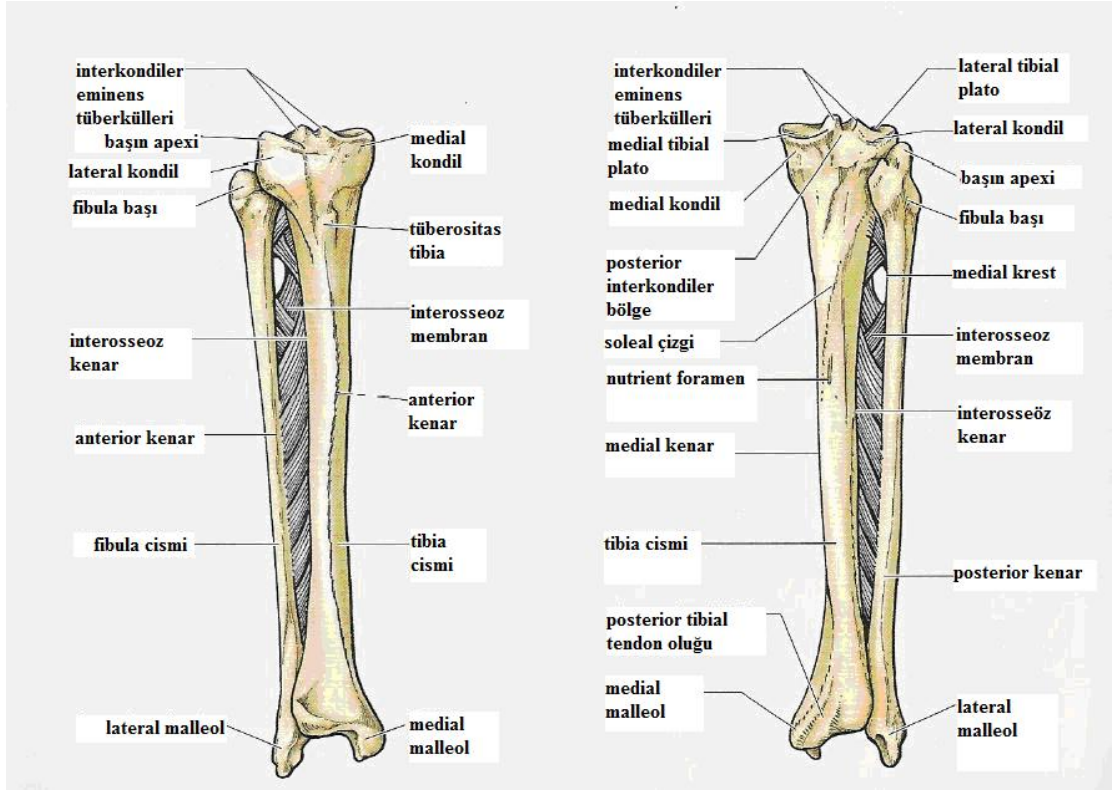
2.2.1 Kemik yapı

Tibia bacağın iki kemiğinden medialde ve daha sağlam olanıdır. Uzunluk ve genişlik açısından femurdan sonra ikinci sırada yer alır. Proksimalde femur ile eklemleşerek diz eklemi, distalde fibula ve talus ile eklemleşerek ayak bilek eklemi oluşturur (15). Erişkin insanda tibia uzunluğu, ortalama 30 – 47 cm, medulla çapı ise 8–15 mm arasındadır (16). Bunlar intramedüller vi seti oluşturmakta önemlidir. şekil bakımından prizmayı andırır. Tibia geniş bir st u ve daha küçük olan alt u ve cisimden oluşur. Tibia cisminin margo anterior, medialis ve interosseus denilen 3 adet kenarı ve facies posterior, lateralis ve medialis olmak üzere 3 adet yüzü mevcuttur. Tibia st ve alt ucun korteksi inceyken, spongios kısmı

damardan zengindir, cisimi ise kalın ama hemen hemen damarsız bir korteks ve yine damardan fakir bir spongios kısımdan oluşur (17).

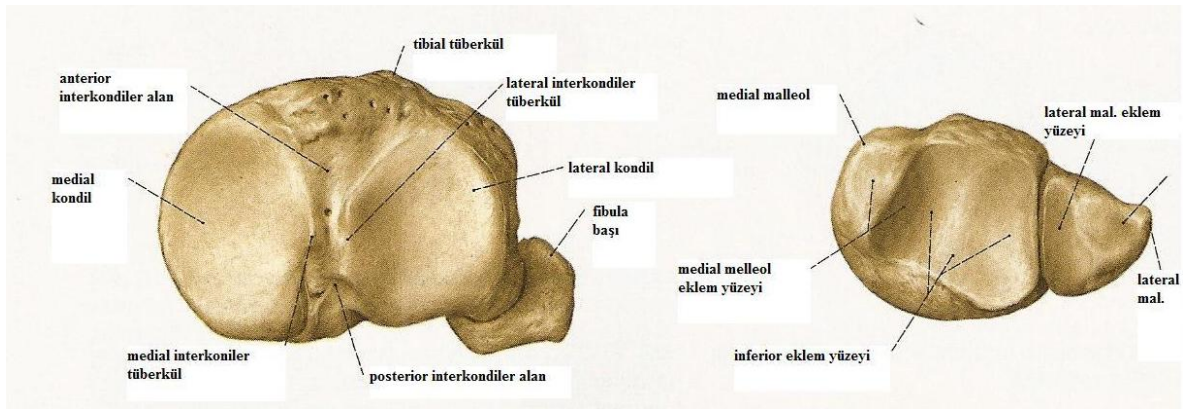
Ön kenar keskindir ve cilt altında kolayca hissedilir. Ön kenarı proksimalde tuberositas tibia olarak isimlendirilen bir çıkıntı ile başlar. Burası patellar tendonun yapışma yeridir. Ön kenar distalde yuvarlaklaşarak medial malleol ile devamlılık gösterir. Medial kenar medial kondilin arkasından başlar ve medial malleolün arka kenarına kadar uzanır. İnterosseöz kenar ise lateral kondilin fibular fasetinin hemen önünden başlar. Ayak bilek eklemının hemen üzerinde ikiye ayrılarak üçgen oluşturarak sonlanır (15). Facies medialis düz ve hemen hemen tamamen cilt altındadır. Üst kısımda medial kenara yakın bir santim genişliğinde beş santim uzunluğunda tibial kollateral bağın yapıştığı alan bulunur (17). Facies lateralis geniş ve düzgündür. Üst 2/3'ü laterale dönüktür ve hafifçe konkavdır. Alt 1/3 düzdür ve tibianın ön tarafına doğru sonlanır. Burası hafifçe konveksdir. Facies posteriorun proksimal kısmında proksimalden distale ve lateralden mediale eğik durumda uzanan linea muskuli solei görülür. Bu hattın lateralinde besleyici damarın girdiği delik görülür. Linea muskuli soleinin altındaki vertikal çizgi, m. fleksör dijitorum longus ile m. tibialis posteriorun yapışma yerlerini birbirinden ayırır (17, 18, 19). Linea muskuli soleinin üzerindeki trianguler alan popliteus kasının yapıştığı yerdir. (17, 18) (Şekil 2.1).

Tibia üst uçta femurla eklem oluşturan iki kondil mevcuttur. Bunlar iç tarafta medial, dış tarafta lateral kondildir. Her iki kondil femurla eklem oluşturan eklem yüzleri ile kaplıdır. Bu iki eklem yüzü arasında ortada interkondiler eminens denilen bir kabartı mevcuttur. İnterkondiler eminensin önündeki anterior interkondiler alana ön çapraz bağ, iç ve dış menisküslerin ön kısımları, arkasındaki posterior interkondiler alana ise arka çapraz bağ ve her iki menisküsün arka kısımları yapışır (15). Medial ve lateral kondiller önden arkaya yukarıdan aşağıya ortalama 15 derece eğimlidirler. Lateral kondil medial kondilden daha belirgindir. Lateral eklem yüzü neredeyse yuvarlak, yanlarda konkav, önden arkaya konvektir. Lateral kondilde alt dış tarafta fibula ile eklem yapan ikinci bir eklem yüzü mevcuttur (20, 21). Bu eklemının ön yüzü oblik bir hatta sahip olan iliotibial band ile bir bağlantı yapar. İliotibial bandın yapıştığı yerdeki kabarıklığa Gerdy tüberkülü denmektedir (21) (Şekil 2.2).



Şekil 2.1: Tibia ön ve arka yüz (19)

Medial kondil eklem yüzeyi konkavdır. Dış kenarı yukarı doğru uzantı yaparak konkaviteyi artırır ve medial interkondiler tüberkülü oluşturur. Kondilin arka yüzündeki çukurun üst dudağına kapsüller bağ ve tibial kollateral bağ, alt dudağına ise m. semimembranosus yapışır (21).



Şekil 2.2: Tibia üst ve alt yüzü (21)

Tibia alt bölümü, üst uca göre küçük ve ince, cisme göre daha geniştir. Ön, arka, iç, dış ve alt yüzeylerden oluşur. Dış yüzeyi oluşturan üçgen fibular oluk, fibula

ile eklemleşir. Distal tibiofibular eklem şeklinde tanımlanan eklem, insisura tibiofibularis ile fibulanın distal ucu arasında oluşur. Eklem yüzleri kıkırdaksı ve düzensizdir. Eklem kapsülü yoktur. İnterosseöz membranın devamı olan interosseöz ligaman iki eklem yüzünü birbirine bağlar. Ayak bileğinin tam dorsifleksiyonunda 2 mm'nin altında ayrılmaya izin verir (22).

Fibula bacağın lateralinde yer alan kemiktir. Yük taşımada etkisi yoktur. Geniş bir proksimal uç, cisim ve distal uçtan oluşur. Diz eklem seviyesinin 2 cm aşağısından palpe edilebilir. Başın posterolateralinden posterior peroneal sinir geçer. Buraya lateral kollateral ligaman ve biceps femoris kası yapışır (7,20).

Fibula distalde tibiadan daha aşağıya ve posteriora uzanarak lateral malleolü oluşturur. Lateral malleolün medialinde talus ile eklemleşen üçgen şeklinde yüzü bulunur. Lateral kısmı cilt altında palpe edilebilir (22).

2.2.2 Yumuşak doku

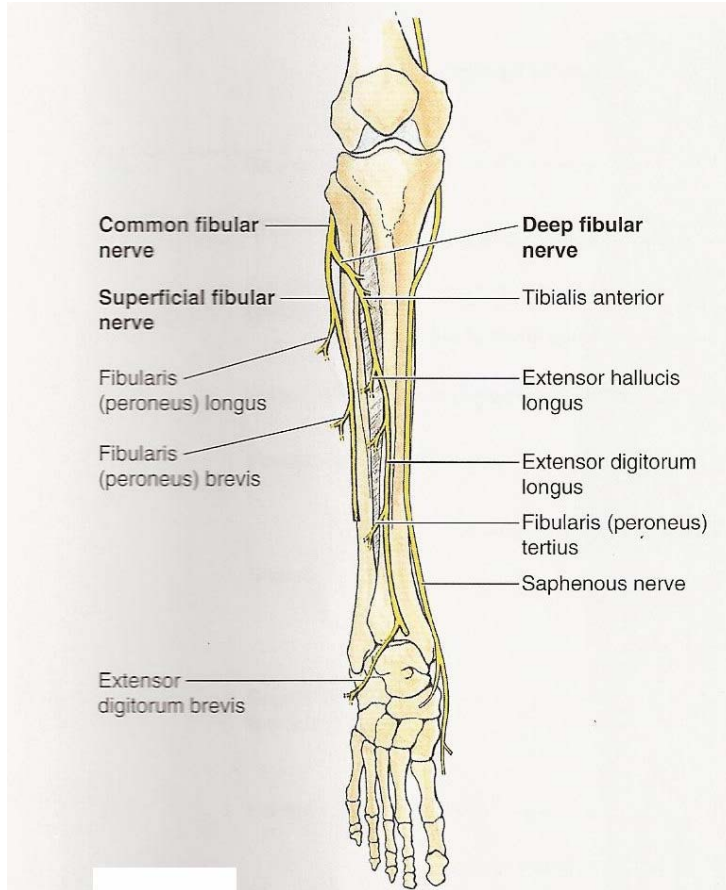
Fazla esneme özelliği olmayan fasia ile sarılı damar, sinir ve kasların bir arada bulunduğu anatomik bölümlere kompartman denir. Fasianın bu genişleyememe özelliği kompartman sendromu nedenidir. Bacakta tibia, fibula, interosseöz membran ve bacak fasiası ile sınırlanan; anterior, lateral, yüzeysel posterior ve derin posterior olmak üzere dört kompartman bulunur (23).

Anterior kompartman: Medialde tibia, lateralde fibula, posteriorda interosseöz membran ve anteriorda bacak fasiası ile sınırlandırılır. Ayak bileği ve ayağın dorsifleksiyonundan sorumlu kasları içerir. Bunlar; m.tibialis anterior, m. ekstansör dijitorum longus, m. ekstansör hallucis longus, m. peroneus tertiusdur. Bu kompartman, eşlik eden venleri ile birlikte anterior tibial arteri ve derin peroneal siniri içerir. Vücudun kompartman sendromuna en sık maruz kalan kompartmanıdır (7, 20).

Lateral kompartman: Önde ve içte anterior intermüsküler septum, arka içte fibula, arka dışta posterior intermüsküler septum, önde ve dışta fasia ile sınırlandırılır. Bu kompartmanda peroneus longus ve brevis kasları ile yüzeysel peroneal sinir bulunur. Bu sinir ayak dorsalinin duyusundan sorumludur (7,20).

Posterior kompartman: Önde ve içte tibia, ön dışta fibula arka yüzü, önde ortada interosseöz membran, arkada ise fasia ile çevrilidir. Fasial kruris profunda ile yüzeysel ve derin kısım olmak üzere ikiye ayrılır. Derin posterior kompartman

m.tibialis posterior, m.fleksör digitorum longus ve m.fleksör hallucis longus kaslarını içerir. Posterior tibial sinir, peroneal ve posterior tibial arterler de bu kompartmandadır. Yüzeyel posterior kompartman m.gastroknemius, m.soleus ve m.plantarisi içerir. Sural sinir, kısa ve uzun safen venler bu kompartmandadır. Sural sinir topuk lateralinin duyusundan sorumludur (7, 20, 24) (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Bacağın motor ve duyu sinirleri (24)

2.2.3 Tibianın kanlaması

Uzun kemiklerin afferent vasküler sistemi üç ana bölüme ayrılır. Bunlar ana besleyici arterler, metafizer arterler ve periostal arteriollerdir. Tibia cisminin beslenmesi nutrisyen arter ve periostal damarlar sayesinde olur (25). Nutrisyen arter posterior tibial arterin proksimal dalıdır ve tibiaya posterolateral korteksten, soleus kasının yapıştığı oblik çizginin hemen altından girer. Korteks içinde 5 cm kadar seyrettikten sonra medüllaya tibia orta kısmından girer. Üç çıkan ve bir inen dala ayrılır. Çıkan dallar epifizyometafizer damarlarla anastomoz yaparlar. İnlen dal

önemli bir dala ayrılmadan longitudinal bir yönde giderek tibia alt 1/3 kısmında minör dallara ayrılır (25, 26, 27). Periostal arterler, anterior tibial arterden köken alır. Periostal damarların tibiadaki besleyici rolü dolayısıyla kırık iyileşmesindeki rolü azdır (7,20). Nelson periostal kanlanmanın medüller kanlanmaya göre yetişkin tibia korteksinde daha az rol oyandığına inanır (25). Rhineland intramedüller beslenmenin normal kemikte daha önemli olmasına rağmen, kırıktan sonra medüller kan akımının bozulmasıyla periostal kan damarlarının katkısının arttığını ve yeni kemik oluşumunda daha etkin olduğunu bildirmiştir (28).

Küntscher ise köpekler üzerinde yaptığı deneylerde besleyici arterin çıkarılması ile kırık iyileşmesi ve kemik canlılığının bozulmadığını gösterdi. O, psödoartroz ve açık kırıklar dâhil, bütün vakalarda medüllerin oyulmasını tavsiye etti (10, 28).

Bacakta; v. safena magna, v. safena parva, anterior ve posterior tibial venler ve peroneal ven olmak üzere beş ana venöz grup vardır (10, 28).

2.3 Etiyoloji

Etiyolojik sebepler arasında trafik kazaları, araba çarpması, yüksekten düşme, intihar, göçük altında kalma, ateşli silah ile yaralanma, spor kazaları ve acemi askerlerde sık rastlanılan stres kırıkları başlıcalarıdır (7, 20).

2.4 Kırık oluş mekanizması

Kırık oluş mekanizması başlıca iki gruba ayrılabilir (25, 26, 27). Bunlar direkt ve indirekt mekanizmadır.

Direkt mekanizma: Doğrudan kemiğe ve kemiğin bulunduğu bölgeye gelen travmalar ile oluşur. Bu tip kırıklar genelde bending kuvvetlerle oluşur. Kırık hattı genelde kısa oblik ve transvers seyreder. Düşük enerjili travmalarda yumuşak doku hasarı azdır ya da yoktur ve kırık tipi basittir. Yüksek enerjili direkt travmalar (göçük altında kalma, trafik kazası) crush tipi yaralanmalara sebep olur. Sıklıkla ağır yumuşak doku hasarıyla birlikte. Kırık hattı genellikle transvers ve parçalıdır. Ateşli silah yaralanmaları 3. derece açık kırık kabul edilir ve çarpma hızına bağlı olarak ağır yumuşak doku hasarı ile birlikte kemikte parçalanmaya yol açar (29, 30, 31, 32, 33).

İndirekt mekanizma: Bu durumda kırık hattına direkt bir etki yoktur. Fakat indirekt olarak kırığa neden olan kuvvetler açılanma, rotasyonel, kompresyon ve distraksiyon kuvvetleridir. Genelde kırık tipi spiraldir. Kırık hattında fragmantasyon etkileyen kuvvetlere göre değişir (7, 20).

2.5 Sınıflandırma

Tibia kırıklarının sınıflandırılması, daha önce tedavi protokolü seçiminde, tedavi sonrası sonuçların değerlendirilmesinde ve kırığın ilerideki prognozu hakkında önceden bilgi edinmemiz açısından önemlidir. Sınıflandırmadaki en önemli parametreler; anatomik seviye, kırık hattının konfigürasyonu, kırık hattının dış ortamla ilişkisi, yumuşak doku hasarı, beraberinde fibula kırığı ve kırığın ilk andaki deplasmanıdır (34).

Ellis, tibia kırıklarını, ciddiyet durumuna göre minör, orta ve majör kırıklar olmak üzere üç gruba ayırmıştır. Minör kırıklar; nondeplase, çok az parçalı veya çok küçük açık yarası olan kırıklardır. Orta kırıklar; az parçalı veya küçük açık yara ile birlikte olan tam deplase kırıklardır. Majör kırıklar; çok parçalı veya büyük yumuşak doku hasarıyla birlikte olan kırıklardır. Bu sınıflandırma sonrasında Ellis'in, kapalı redüksiyon ve alçılama ile minör kırıklarda 10 hafta, orta kırıklarda 15 hafta, majör kırıklarda ise 23 haftada kaynama oluştuğunu bildiren bir yayını olmuştur (34).

Tscherne, daha çok yumuşak doku hasarını temel alan bir sınıflamayı 1984'de yayınlamıştır. Yara genişliği ve derinliği, kas yaralanması ve kırık fragmanının durumuna göre kapalı ve açık tibia kırıklarını sınıflandırmıştır (35, 36) (Şekil 2.4).

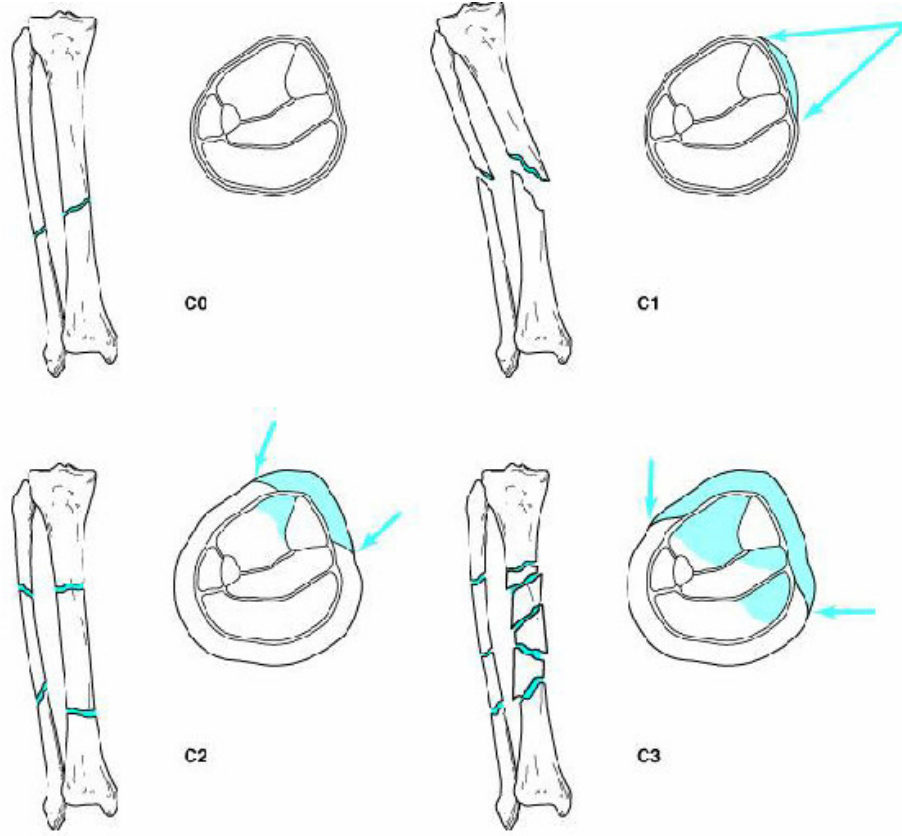
C0→ Yumuşak doku hasarı olmayan ya da çok az olan, basit kırık tipi

C1→ Yüzeyel yaralanmayla birlikte, hafiften ağıra kadar olan kırık şekilleri

C2→ Yüzeyel cilt veya kas kontüzyonuyla olan derin enfeksiyon ve ağır kırık şekli

C3→ Ciltte aşırı derecede kontüzyon, ezilme veya parçalanma olan kas hasarı ile beraber ağır kırık

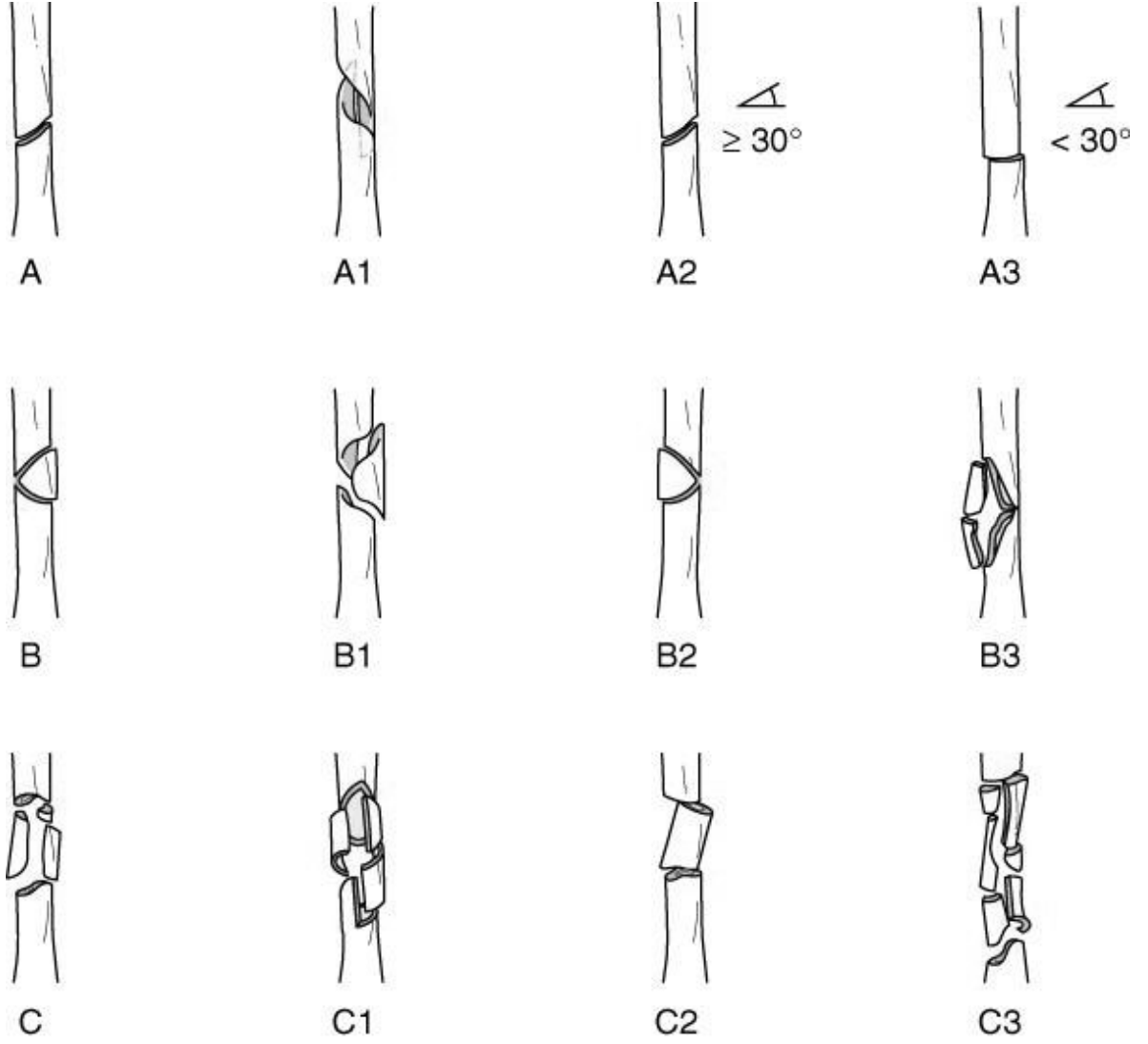
Bu travmalardan özellikle C2 de, kompartman sendromu riski yüksektir (14).



Şekil 2.4: Tscherne sınıflaması (35, 36)

Günümüzde en yaygın olarak kullanılan sınıflama 1991 yılında AO/ASIF (Arbeitsgemeinschaft für osteosynthesefragen/ Association for the Study of Internal Fixation) tarafından yayınlanan sınıflamadır. AO grubu uzun kemik kırıklarını hafif ve iyi prognozludan, ağır ve kötü prognozluya doğru sınıflandırmıştır. Bu sınıflamaya göre vücudun uzun kemiklerine birer numara verilmiştir. Buna göre 1 numaralı kemik humerus, 2 radius ve ulna, 3 femur, 4 tibia ve fibuladır. Kırık yerine göre kemikler proksimal, diafizer ve distal olarak gruplanmış, proksimal bölge kırıkları 1, diyafer bölge kırıkları 2, distal bölge kırıkları da 3 ile belirtilmiştir. Buna göre tibia cismi 4–2 dir (37).

Tüm kırıklar önce 3 tipe (A, B, C), sonra her tip üçer gruba (1, 2, 3) ve her grupta üçer alt gruba (1, 2, 3) ayrılır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: AO Sınıflaması (37)

A. Tek Basit kırıklar

A1. Basit spiral kırık

1. Fibula sağlam
2. Fibula başka seviyeden kırık
3. Fibula aynı seviyeden kırık

A2. Basit oblik kırık ($> 30^\circ$)

1. Fibula sağlam
2. Fibula başka seviyeden kırık
3. Fibula aynı seviyeden kırık

A3. Basit transvers kırık(< 30°)

1. Fibula sağlam
2. Fibula başka seviyeden kırık
3. Fibula aynı seviyeden kırık

B. Kelebek Fragmanlı kırıklar

B1. Ayrılmamış spiral üçgen tipi kırıklar

1. Fibula sağlam
2. Fibula başka seviyeden kırık
3. Fibula aynı seviyeden kırık

B2. Ayrılmamış eğilmeyle olan üçgen kırığı

1. Fibula sağlam
2. Fibula başka seviyeden kırık
3. Fibula aynı seviyeden kırık

B3. Parçalı üçgen seklinde kırık

1. Fibula sağlam
2. Fibula başka seviyeden kırık
3. Fibula aynı seviyeden kırık

C. Çok fragmanlı segmenter veya parçalı komplike kırıklar

C1. Kompleks spiral kırıklar

1. Arada bir fragman var
2. Arada üç fragman var
3. Arada üçten fazla fragman var

C2. Kompleks segmenter kırıklar

1. Tek segmentli kırıklar
2. Bir ara segment ve ilave üçgen kırık
3. İki segmenter fragman, parçalı kırıklar

C3. Kompleks düzensiz kırıklar

1. İki veya üç fragman
2. Sınırlı parçalanma (2 cm den küçük)
3. Aşırı parçalanma (4 cm den büyük)

Kırık ortamının dış ortamla temas etmesi açık kırık olarak kabul edilir. Açık kırıklar Gustilo - Anderson sınıflamasına göre üç gruba ayrılır (38, 39, 40).

Tip 1 açık kırıklar: Yara büyüklüğü 1 cm den küçük, genellikle düşük enerjili travmalarla oluşan, hafif yaralanmalardır. Yumuşak dokuların, kırık fragmanın ucu tarafından, içerden dışarıya doğru zedelenmesiyle oluşur. Kontaminasyon ve kas hasarı minimaldir. Kırık basit yapıdadır (38, 39, 40).

Tip 2 açık kırıklar: Daha yüksek enerjili yaralanmalarla oluşur. Yara genişliği 1 cm' den daha büyüktür. Orta derecede yumuşak doku hasarı ve bazı kaslarda zedelenme vardır. Yaralanma genellikle dışarıdan içeriye doğru oluşur. Kırık orta derecede parçalıdır (38, 39, 40).

Tip 3 açık kırıklar: Cilt, kas, damar ve sinir yapılarını ilgilendiren, sıklıkla 10 cm' den büyük yumuşak doku yaralanması olan kırıklardır. Ağır derecede ezilme mevcuttur. Yüksek enerjili travmalarla oluşurlar. İleri derecede kontamine, çok parçalı ve stabil olmayan kırıklardır. Yaranın büyüklüğüne bakılmaksızın ateşli silah yaralanmaları, aşırı kontamine açık kırıklar, travmatik amputasyon, damar-sinir yaralanması ile birlikte olan ve sekiz saatten geç müdahale edilen tüm açık kırıklar, tip 3 açık kırık olarak kabul edilir. Kendi içinde 3 alt gruba ayrılır (38, 39, 40).

Tip 3a açık kırıklar: Yüksek enerjili travma sonucu oluşan, geniş yumuşak doku yaralanması olan, kırılan kemiğin üzerinin yumuşak dokularla örtülebildiği kırıklardır. Kırık segmenter ve çok parçalıdır (38, 39, 40).

Tip 3b açık kırıklar: Yüksek enerjili travma sonucu oluşurlar. Periostun sıyrılıp kemiğin açıkta kaldığı, aşırı kontamine, geniş yumuşak doku kaybı olan, çok parçalı kırıklardır. Açıkta kalan kemik dokunun üzerinin örtülebilmesi için cerrahi girişimlere gerek vardır (38, 39, 40).

Tip 3c açık kırıklar: Tamir gerektiren damar yaralanması olan, geniş yumuşak doku kaybı olan, çok parçalı kırıklardır. Açıkta kalan kemik dokunun üzerinin örtülebilmesi için rekonstrüktif girişimler gerekir (38, 39, 40).

2.6 Belirti ve bulgular

Tibianın iç kenarı hemen cilt altında olduğundan kırıklarının tanısı kolaydır. Deride travmaya ait sıyrık, ekimoz, şişlik ve hassasiyet vardır. Hastanın bilinci açık olduğu takdirde, şiddetli ağrı ve deformite nedeniyle anlaşılması mümkündür. Kırığa

ait tüm belirtiler; ağrı, hematoma, ekimoz, fonksiyon bozukluğu, anormal hareket, krepitasyon ve şekil bozukluğu mevcuttur (41).

Ağrı en önemli semptomdur. Tibia kırığında ağrı her zaman şiddetlidir. Kırık hattına lokalizedir. Ağrı kırık fragmanların hareketinden ve birbirine temasından kaynaklanır. Kırık stabil ise, deplasman ve yumuşak doku zedelenmesi hafif olduğunda erken immobilizasyon sonrası ağrı geçer (27, 41).

Deformite en belirgin klinik bulgudur, sıklıkla angulasyon ve rotasyon olarak görülür. Sadece tibia diafizinin kırıldığı ve fibulanın sağlam olduğu durumlarda deplasman fazla görülmez, kısalık ve deformite bariz değildir. Yüksek enerjili kuvvetlerle oluşan kırıklarda angulasyon, rotasyon, deplasman ve kısalık, kuvvetin yönüne, şiddetine ve kırıktaki parçalanmaya bağlı olarak değişik kombinasyonlarda görülebilir. Normalde spina iliaca anterior süperiordan 2. metatarsa uzatılan çizgi patelladan geçer. Açılanma veya dönmede ise patella bu hatta değildir (27, 41).

Tibia kırıkları genelde yüksek enerjili travmalarla olduğundan beraberinde intrakranial, intraabdominal, intratorakal kanama ve diğer kemik kırıkları olabilir. Bunlara bağlı şok görülebilir. Hastanın sistemik muayenesinin acilen yapılması çok önemlidir. Tibia kırıklarına %5 kafa, %8 göğüs, %15 kadarda diğer kemik kırıkları eşlik eder. Femur kırıklarının %10 kadarında da aynı taraf tibia kırığı vardır (27, 41).

Tam bir vasküler ve nörolojik muayene yapılmalı ve bulgular kaydedilmelidir. Direkt sinir hasarı, kapalı tibia ve fibula cisim kırıklarında nadirdir. Fakat fibula başı kırıklarında peroneal sinir ve bazı tibia cisim kırıklarında da tibial sinir hasarı meydana gelebilir. Bu nedenle, başparmak ve ayağın plantar ve dorsal fleksiyonu ile alt ekstremitenin duyusu muayene edilmelidir. Bulguların ağrı, sinir yaralanması veya kompartman sendromu ile ilişkileri, dikkatlice araştırılmalıdır. Anterior ve posterior tibial arterler de distalde kemiğe yakın geçtiğinden yaralanabilir. Bu nedenle dorsalis pedis ve posterior tibial arter nabazları palpe edilmelidir. Cildin rengi ve duyusu, ağrı, kapiller dolum ve kas kontraktilesi dikkatli bir şekilde takip edilmelidir (42, 43, 44, 45, 46, 47).

2.7 Radyolojik değerlendirme

Genel olarak tüm ekstremitelerde olduğu gibi, tibia kırıklarında da anteroposterior (AP) ve yan grafi tibia'nın ve fibulanın tamamı görülecek şekilde

çekilir. Ayrıca kırık ihtimaline karşı fizik muayene sonrasında, vertebra, pelvis, femur, diz ve ayak bileği graflerinin de çekilmesi gerekebilir. Ameliyat planlamasında boy ve medulla ölçümü gerekebileceğinden grafinin 1 metreden çekilmesi gerekir. Radyografler iyi kalitede olmalıdır ki, yalnızca herhangi bir şekilde kırık hattını görmek için değil aynı zamanda özellikle açık redüksiyon düşünülen olgularda komplikasyonlara sebep olabilecek küçük uzunlamasına çatlakları görmek için de önemlidir. Kaynamama ve kaynamada gecikme durumlarında, kırık hattının durumunu değerlendirmek için, oblik grafler de çekilebilir. Tedaviler sonrasında, kırık hattındaki kaynamanın yeterliliğinin değerlendirilmesi için, varus ve valgus stres grafleri çekilebilir. Kırık sonrasında, erken dönemdeki direkt graflerde, kırık bölgesindeki kanama ve ödem nedeni ile oluşan yumuşak doku şişliği görülebilir. Yaklaşık iki hafta sonra, rezorpsiyon olması sonucu, kırık uçlarının belirginliği kaybolur, daha sonraki dönemlerde, endosteal ve periosteal kallus dokusu izlenir. Kallus ilk zamanlar kırık etrafında küçük noktacıklar şeklindedir, daha sonra dansite ve miktarında artış olur. Tamir döneminde, kenarları daha yumuşak bir hal alır. Kırık uçlarında hareket varsa, kallus oluşumu aşırı miktarlarda görülür. Kaynamanın olmadığı durumlarda ise kırık uçlarında skleroz ve düzensizleşme görülür. Kallus vardır, ancak kırık hattı da görülür (38, 39, 48).

Tibianın cisim kırıklarında, bilgisayarlı tomografinin ve manyetik rezonans görüntülemenin pek yeri yoktur, bunlar daha çok eklemi ilgilendiren kırıklarda kullanılır. Ayrıca, stres kırıklarında teknesyumlu kemik sintigrafisi kullanılabilir (38, 39, 48).

2.8 Tedavi

Tibia cisim kırığı olan hastaların tedavisi kafa, göğüs, batin travması, kanama, şok ve başka kemik kırığı araştırılıp, bunlara yönelik tedavi yapılırken aynı zamanda kırık bacağın tespiti ile başlar (49).

Tibia cisim kırıklarının tedavisinde amaç; minimum deformiteyle iyileşmiş fonksiyonel bir ekstremitayı, en az komplikasyon riski içeren ve hastanın normal yaşantısına en kısa zamanda dönmesini sağlayan bir tedavi yöntemiyle elde etmektir (50, 51).

Açık ve kapalı tibia kırıklarının tedavisinde, içinde bulunduğumuz yüzyılda çok önemli gelişmeler olmuştur. Dört farklı tedavi seçeneği vardır. Bunlar; kapalı redüksiyon ve alçı tespiti ile konservatif tedavi, unilateral fiksator veya halka fiksator ile eksternal fiksasyon, plak ve vida ile osteosentez ve intramedüller çivileme yöntemleridir. Bu metodlardan hangisi seçilirse seçilsin başarılı sonuç alabilmek için amaçlanması gereken hedefler; yapısal stabiliteyi sağlamak, tibianın mekanik aksını korumak, rotasyon, uzunluk ve pozisyon kusurlarını kabul edilebilecek sınırlarda tutmak, hastayı kırıktan evvelki aktivitesine kavuşturmak olmalıdır (52).

İdeal redüksiyon, açılma, rotasyon ve kısalık değişikliklerinin, kemiğin normal haline en yakın olduğu redüksiyondur. Genel olarak 10° lik angulasyon kabul edilmiş olsa da (53, 54), Russel; 5° lik varus- valgus angulasyonunu, 10°lik anterior-posterior angulasyonu, karşı tibia ile 10°lik rotasyon farkını ve 1cm'ye kadar kısalık farkını kabul etmiş olup distraksiyonu hiçbir şekilde kabul etmemiştir. Ayrıca kırık hattında 5 mm'lik distraksiyonun, kırığın kaynamasını 8–12 aya kadar uzattığını rapor etmiştir (55).

2.8.1 Konservatif tedavi

Tibia kırıklarının çoğu konservatif yöntemle tedavi edilebilir. Bu yöntemde gereğinde iskelet traksiyonu ve alçı tespiti vardır. Özellikle düşük enerjili travma sonrası yumuşak doku yaralanmasının daha az olduğu, transvers, non-deplase veya inkomplet kırıklarda öncelikli tercihtir. Alçılı tespit en sık kullanılan metottur (7, 20). Çevre yumuşak dokulara zarar verilmemesi, kırık hematomunun korunması, düşük enfeksiyon ve yüksek oranlarda kaynama başarısı, maliyetinin düşük olması, konservatif tedavinin avantajları arasındadır (25, 48, 56). Konseravtif tedavinin önde gelen savunucuları olan Sarmiento, Dehne ve Hughston, bu yöntemle tedavi ettikleri pek çok hastada tedavi başarısının çok yüksek olduğunu bildirmişlerdir (57, 58, 59, 60). Alçılama işlemi metatarsofalangeal eklemden uyluk proksimaline kadar diz ortalama 15 ile 40 derece arasında fleksiyonda, ayak ve ayak bileği 90 derece fleksiyonda iken yapılır. Transvers kırıklarda erken yük vermeye izin verilebilir. 4–6 haftadan sonra stabilite iyi ise Sarmiento tipi yürüme alçısı yapılarak hastanın ekstremitesine yük vermesi sağlanır. Her hastanın özelliklerine göre değişmekle birlikte erişkin bir insanda spiral bir tibia kırığının tam kaynaması için en az 12 hafta

gereklidir. Transvers ve parçalı kırıklarda bu süre birkaç hafta daha uzundur. Açık kırıklarda daha da uzar. Bu yöntemin de bir takım komplikasyonları ve dezavantajları mevcuttur. Uygun olmayan kaynama, özellikle subtalar eklemde olmak üzere, ayak bileğinde gelişen sertlik ve normal hayata dönüş süresinin uzun olması bunlardan en belirginleridir (5, 61).

İskelet traksiyonu ile tedavi kalkaneusdan veya tibianın alt bölümünden geçirilen Kirschner veya Steinman çivisi ile yapılır. Günümüzde özellikle cilt lezyonu olan tibia kırıklarında, cilt lezyonlarının tedavi ve iyileşme süresince uygulanır. Bu süre esnasında traksiyon hem yara bakımına izin verir, hem de tibianın aksı sağlanmış olur. Yara bakımından sonra başka bir tedavi seçeneğine geçilir. Kaynama gecikmesi, psödoartroz, çivi yerinde enfeksiyon, sinir yaralanma riski, eklem sertliği gibi yan etkileri mevcuttur (5, 61).

2.8.2 Eksternal fiksasyon

Ciddi yumuşak doku hasarında, açık, enfekte kırıklarda, çok parçalı veya segmental kırıkların tedavisinde kullanılır. 1970' lerin ortasından itibaren tibia diafiz kırıklarının tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Beurens'e göre pin ve ring fiksator olmak üzere iki tür fiksator vardır, üçüncü bir tip olarak ise hibrid sistemler sayılabilir. Pin tipi eksternal fiksatorler beş şekildedir; unilateral uniplanar, unilateral biplanar, unilateral multiplanar, bilateral uniplanar, bilateral biplanar. Yetişkinlerde tibia fiksasyonu için 4,5 ve 6 mm çaplı pinler kullanılır. Pin çapı kemiğin çapının 1/3'ünden az olmalıdır aksi halde pin yolu kırıkları oluşabilir. Komşu eklem hareketlerine ve ambulasyona izin vermesi, kırık hematomunun boşaltılmaması, yara bakımı gerektiren kırıklarda bu bakımın rahat yapılabilmesine olanak tanınması ve bölge dolaşımının korunması, eksternal fiksasyonun avantajlarındandır (62).

2.8.3 Plak – vida ile fiksasyon

Eklem içine uzanan deplase tibia kırıklarında, hem diz hem ayak bileği bölgelerinde plak vida kullanımı cerrahlar tarafından tercih edilmektedir. Kullanılan pek çok plak ve vida çeşidi bulunmaktadır. En çok kullanılan dinamik kompresyon plakları (DCP), kırık hattında kompresyon yaptığından, kırığın kaynamasını hızlandırmakta ve kaynama oranlarını artırmaktadır (63). Daha sonraları AO grubu

periosteal kan akımını daha az bozan, daha az osteoporoza neden olan, plak altında kaynama sağlayabilen, plak çıkarıldıktan sonra daha az tekrar kırılma oranına sahip olan Limited Contact – Dynamic Compression Plate (LC-DCP) dizaynını geliştirdi ve bunun kullanılmasını önerdi (64). Son zamanlarda, açık kırıklı hastalarda enfeksiyon riskinin yüksek olması, operasyon sırasında periostun ve yumuşak dokunun hasar görüyor olması, kırık hematomunun boşalıyor olması ve plak ile vidalarda gevşemelerin yaşanması bu yöntemin kullanılmasını kısıtlamaktadır (65).

2.8.4 İntramedüller çivileme

Charnley, tibia cisim kırıklarının tedavisinde intramedüller çivileme ile kesin çözüme ulaşılacağını belirtmiştir. İntramedüller çivilemenin avantajları; teknik olarak uygulama kolaylığı, kapalı uygulandığında yumuşak dokuların korunabilmesi, bükülme kuvvetine karşı oldukça sağlam olması ve erken yük verebilme olarak sıralanabilir (53, 66, 67, 68, 69).

Intramedüller tespit yöntemleri:

1.Ender çivisi: 1977’ de Arsen Pancovich’in bükülebilir ender çivileri ile kapalı veya açık, anstabil tibia cisim kırıklarının tedavisinde iyi sonuçlarını yayınlamasından sonra yaygın kullanım alanı bulmuştur. S veya C şeklinde esnek metallere yapılır. Açılma ve rotasyon gibi deformiteleri olabilmekte, migrasyon ve penetrasyon gibi komplikasyonlar görülebilmektedir.

2.Lottes çivisi: Dr. Otto Lottes, Amerika’ da tibianın intramedüller çivilemesini ilk öneren kişidir. Distalinden demet şeklinde açılabilen ve oyulmadan kullanılan bir çavidir. Parçalı kırıklarda kontrendikedir.

3.Küntscher çivisi: Kesiti yıldız, V şeklinde ve yonca yaprağı şeklindedir. Rijit çivilerdir. Ekleme 10 cm uzaklıktaki kısa oblik ve transvers kırıklarda kullanılmıştır.

4.Oymadan kullanılan sert çiviler: UTN ve Russel Taylor buna örnektir.

5.Oyularak kullanılan kilitli çiviler: Günümüzde en yaygın kullanılan tiptir. Grosse - Kempf, citieffe, orthofix, C75 çivileri örnektir. Erken yük vermek mümkün ve atel gibi ek tespite gerek yoktur (11, 49, 70).

Endikasyonlar:

1. Akut kırıkların primer çivilenmesi: Kapalı redüksiyon ile kabul edilebilir şekilde tedavi edilemeyen kırıkların en iyi tedavi şekli intramedüller çivileme metodudur (69). Bu çoğunlukla tibianın orta 1/3 transvers kırıkları için doğrudur. Tibia cisim kırıkları için ilave endikasyonlar; multipl yaralanma, bilateral tibia kırığı, tibianın segmenter kırıklarıdır (7, 20, 69).

2. Akut kırıkların sekonder çivilenmesi

3. Gecikmiş kayması olan kırıkların çivilenmesi: Tibia kırıklarının iyileşmesi kapalı redüksiyon ve alçı ile tespitte 2. ve 3. ayda tamamlanmalıdır. Eğer kırıkta az veya hiç kallus yok ise, damarlanma bozukluğu bulguları var ise muhtemelen geç kaynama olasılığı mevcuttur. Hastadaki morbiditeyi azaltmak ve kırık kaynamasını hızlandırmak amacıyla duruma göre açık veya kapalı intramedüller çivileme yapılabilir (7, 20, 69).

4. Pseudoartroz sonrası çivileme: Oymalı tibial çiviler için en iyi endikasyon iyi dizilimi olan aseptik nonunionlardır.

5. Patolojik kırık proflaksisi için çivileme

6. Düzeltici osteotomilerden sonra çivileme

7. Malunion sonrası çivileme; Tibianın hatalı kaynama, geç kaynama ve kaynamama gibi birçok vakaları dizilim bozukluğu ile beraberdir. Tibia ve fibula osteotomisiyle sadece açısal ve rotasyonel deformiteler düzeltilmez, 1,5 cm kadar olan uzatmalar da yapılabilir (69, 71, 72, 73, 74).

8. Tibia uzatma, son yıllarda eksternal fiksatörle kombine olarak kullanım yeri bulmuştur (75, 76).

Kontraendikasyonlar:

1. İntraartiküler kırıklar

2. Enfekte pseudoartrozlar

3. Epifiz hattı kapanmamış çocuk hastalar

4. Tip 3B-C açık kırıklar

5. Ciddi osteopeniler

6. Eklem hattına 5 cm den daha yakın kırıklar

7. Medulla kanal çapı küçüklüğü (kanal çapı < 6-7 mm) ve kanalda deformite olması

8. Aynı tarafta total diz protezi varlığı (7, 20, 69)

Tibia intramedüller çiviler, çivinin kilitli (konvansiyonel) ya da kilitsiz olmasına göre; kilitli olanlar, dinamik ya da statik olmasına göre; çiviler de oyularak ya da oyulmadan yapılmasına göre gruplara ayrılır. Redüksiyon kırık hattı açılmadan dışarıdan maniplasyonla yapılıyor ise buna kapalı cerrahi yöntem, kırık hattı cerrahi insizyonla açılıp redüksiyon yapılıyor ise buna açık cerrahi yöntem denir (16). Özellikle kapalı metod kullanıldığında sınırlı yumuşak doku diseksiyonu yaparak iyi bir kırık stabilitesi elde etmek mümkündür. Kemik çevresindeki kas dokusunun korunması, kemiğin revaskülarizasyonunu kolaylaştırır ve periostal kallus oluşmasını sağlar. Açık cerrahi yöntemde kan kaybı daha fazladır. Enfeksiyon riski, kırık uçlarının dış ortamla teması sonucu artmıştır. Kırık sahasındaki kan akımı bozulduğu için daha geç kaynama ve daha sık kaynamama beklenir (77).

Tibia intramedüller çivilemenin oymalı veya oymasız yapılması konusunda tam bir fikir birliği yoktur. Tibia kırıklarında oyma işlemini yapmanın avantajları ve dezavantajları vardır. Oyma işlemi yapılmış çivi uygulamaları, daha büyük çaplı çivilerin girişine izin verdiği için kemik çivi uyumu daha sıkı olmakta ve daha iyi bir stabilite sağlanmaktadır. Sonuç olarak ekstremiteye erken ağırlık verilebilmekte, diz ve ayak bileği hareketlerine daha erken başlanabilmektedir (78).

Oyma işlemi sırasında nutrisyonel kanlanmanın tamamı, metafiziyel kanlanmanın bir kısmı hasara uğrar (69, 78). Bu ise iç korteksin % 50–70' nin nekrozu ile sonuçlanır. Ama hayvan deneyleri göstermiştir ki, nutrisyonel arterin bağlanması, dolaşımda değişiklik yaratmaz. Çünkü metafiziyel kanlanma nutrisyonel arterin yerini alarak kemik kanlanmasını sürdürür (69, 78). Birincil oyma medüller kanlanmayı sağlayan anatomide esas hasara neden olur. Sonraki oymaların kanlanma üzerine etkisi daha azdır. Sonraki oymalar kırık stabilizasyonunu artırmak için yapılır. Stabilizasyonun minimum miktarı için ne kadar oyulacağına dair net bilgi yoktur (69, 78).

Kemik iyileşmesini başlatıcı potansiyeli olan oyma işleminin kırık iyileşmeindeki büyük önemi de unutulmamalıdır. Yaşayan dokularla çevrili olan kemik tozlarının çevresinde yeni kemik formasyonunun olduğu radyolojik ve histolojik kesitlerde gösterilmiştir (69, 78). Yine aynı tozlar nekrotik bölgelere

birikmişse nekroze olarak enfeksiyon için büyük risk oluştururlar (69, 78). Oyma işleminin osteojenik hücrelerin mitozisini uyardığına dair literatür bilgileri vardır (79). Ayrıca yağ embolisi riskini artırır. Oyma işlemi korteksi incelterek kemiği zayıflatır (55, 80). Oyma işlemi yapılmayan olgularda, çiviye koymak daha kolay ve ameliyat süresi daha kısadır. Medulla oyulmadan çivileme yapılacaksa medulla kanal çapı en az 8 mm olmalıdır. Yağ embolisi riski düşüktür. Yalnız küçük çaplı çiviler medulla içinde çok rahat hareket ederek kırığın rotasyon gücüne karşı yeterli stabiliteyi sağlayamamaktadır. Bu sebeple küçük çaplı çivilerde metal yetmezliği ve kilit vidalarına aşırı yük binmesine bağlı vidalarda yetmezlik ve vidalarda kırılma olabilir. Erken yük vermek mümkün değildir, kötü dizilim riski daha fazladır (55, 80, 81, 82, 83).

Oymasız intramedüller çiviler, oymalı intramedüller çivilere oranla medullada revaskülarizasyona daha çok izin verirler (69, 78, 84). Görülmüştür ki, kısa bir zaman içinde çivi ve kemik arasında bulunan boşluklar içine doğru küçük damarlar ilerler. Klinik çalışmalar açık kırıklarda bile oymalı çivilerin kullanımının son derece güvenli olduğunu göstermiştir. Çivi kırılması ve re-operasyon ihtimali daha azdır (83). Kapalı kırıklarda oymalı çivi, geç kaynama ve kaynamama yönünden oymasız çivilere göre daha üstün bulunmuştur (80, 84).

Kilit uygulanmayan çivilerde, özellikle kırık fazla parçalı veya ekleme yakın ise, rotasyon ve kısalık problemleri oluşmaktadır. Bu kilit vidaları genelde distalde ve proksimalde ikişer adet olmak üzere dört adettir. Kırığın durumuna göre, kilit vidası çiviye, her iki uca ya da kırığa yakın uca uygulanabilir. Her iki uca uygulanan çivilemeye statik, tek uca uygulanan çivilemeye dinamik yöntem denir. Statik yöntemde uzunluk, rotasyon ve açılma kontrolü daha kuvvetli yapılmaktadır, bu yüzden uzun oblik, segmenter, büyük kelebek fragmanlı ya da parçalı kırıklarda statik yöntem uygulanmalıdır (85, 86, 87). Statik yöntem uygulanan kırıklarda, kırık uçları arasında kemiksel köprüleşme görüldükten sonra, kırığa uzak olan kilit vidasının çıkarılıp, kırık üzerine tam yük vererek hastanın basması tavsiye edilmiştir. Bu işlemle, statik çivi dinamik çiviye dönüştürülmüş olur ve adına dinamizasyon denir. Bu işlemle, çivide implant yetmezliğinin oluşması önlenmiş olur. Ayrıca, kırığa gelen aksiyel yük ile kompresyonun artması sağlanarak, dolayısıyla kemik oluşumu ve kalitesinin artması sağlanır (56). Bu işlem, çeşitli otörler arasında hala

tartışma konusudur. Bazı otörler, impaksiyonun kırık iyileşmesini artırdığını ve nonunionu önlediğini savunup, operasyondan 10–12 hafta sonra mutlaka dinamizasyon önerirken diğer grup, rotasyon ve kısalık komplikasyonu nedeniyle dinamizasyonu tavsiye etmemektedir. Dinamik çivilemede, tek uçta kilit vidası olduğundan, yük verildiğinde, kırık hattında, kompresyon ve mikro hareket sağlanmış olur. Bunlar, kallus oluşumunu ve geç dönemde kallusun olgunlaşmasını sağlar (5, 17, 88, 89, 90, 91).

Intramedüller çivilerin biyomekaniği:

Intramedüller çiviler kemiğe içerden destek görevi görürler. Hareketli kayıcı implant olarak adlandırılabilirler. Kayan bir implant olan intramedüller çiviler, güçlendirilmedikleri bir durumda kısalmayı, aksiyel yüklenmeyi ve rotasyonu kontrol edemezler. Bükülme kuvvetlerini ise iyi kontrol ederler. Intramedüller çivinin geometrisi, çivinin gücünden, sertliğinden ve kemikle olan fiksasyonundan sorumludur. Intramedüller çivinin giriş yeri doğru olduğu takdirde, çivinin uzunlamasına öne eğriliği sayesinde çivinin kontrolü ve kemik çivi uyumu kolay olur. Tibia çivilerinde düz tibial kanala girişi kolaylaştıran proksimal eğrilik vardır. Bu eğriliğin yeri kemik çivi uyumsuzluğuna etki eder ve özellikle proksimal tibia kırıkları için önemlidir. Kırık eğriliğin proksimalinde ise çivi distal fragmanı daha distale itebilir. Herhangi boyuttaki intramedüller çivinin kesit şekli çivinin eylemsizlik momentini belirler. Bu çivilerin her biri için eylemsizlik momenti medial–lateral ve anterior–posterior yönlerdedir. Çivinin esnekliği ve momenti birleştiğinde, çivinin sertliği veya eğilme rijiditesi belirlenir. Kesit şekli keskin kenarlı çivilerin torsiyonel stabiliteleri daha fazla olmakla beraber çıkarılmaları daha zordur (92).

Çivinin boyu da çapı da eylemsizlik momentine etki eder. Küçük bir çivinin eylemsizlik momenti küçük olur. Çaptaki 1 mm lik artış eylemsizlik momentinde hızlı artışa neden olur. Dolayısıyla aynı kesit şekile sahip çivilerden büyük çaplı olanlar daha sert ve rijit olacaktır. Bundan dolayı bazı çiviler yapılırken bu özellik göz önünde bulundurulmuş ve çap küçüldükçe duvar kalınlığı artırılmıştır. Metalin özelliği çivinin gücüne ve sertliğine etki eder. Çoğu paslanmaz çelik, bir kısmı da titanyumdur. Titanyumun elastik modülü, paslanmaz çeliğin yaklaşık yarısı kadardır. Titanyumun azami gücü paslanmaz çeliğin yaklaşık 1,6 katıdır. Intramedüller çivi,

çivileme sırasında ve tedavi süresince nadiren de olsa kırılabilmektedir. Kırılma yeri genellikle iki distal vidanın proksimali ve vida deliklerinin olduğu yerdir. Bazen kırık iyileşmesinden sonra çivi kırılmaları gözlenebilir. Bu durum önceden var olan mikrokırık veya defekt varlığı ile ilgili olabilir. İyileşmeden sonra devam eden metal yorgunluğuna da bağlı olabilir. Metal cinsi ve yapım kalitesi ile de ilgilidir. Vidaların dış çapı (dişlerin dış hattını oluşturan çap), kök çapı (dişler başlamadan önceki gövde çapı) ve yivleri (dişler arasındaki mesafe) vardır. Dişlerin şekli, yük taşıyan faktördür. Keskin bir şekil yuvarlak olana göre daha kolay kırılır. Vidanın gücü kök çapına bağlıdır. Çaptaki küçük bir artış güçte büyük bir artışa neden olacaktır. Vidanın çekme gücü dış çapına bağlıdır. Dış çap genişledikçe kemikle temas artar ve daha güçlü temas sağlanır. Diş sayısının artışı da tespit gücünü artırır. İki korteksi tutan dişli vidalar tek korteksi tutan vidalardan daha sağlamdır. Vidalar kırılmanın en sık olduğu yerlerdir. İntramedüller çiviye kilitlemede kullanılacak en geniş çaplı vida, kullanılan çivinin vida delik çapı ile sınırlıdır. Vida çapını artırmak için vida deliğinin büyütülmesi gerekir. Bu durum ise çivinin zayıflamasına ve o bölgeden kırılmasına neden olabilmektedir (92).

Ameliyat sırasında ve ameliyat sonrası görülen komplikasyonlar:

İntramedüller çivileme ile uğraşan cerrahlar bir takım hatalar ve zorunlu komplikasyonlarla karşılaşmaya adaydırlar. Uzun yılların bu konudaki tecrübeleri, başlıca iki görüş altında toplanmaktadır. Birisi; metod üzerinde artan tecrübelere dayanılarak şimdiye kadar görülen ve olguların çoğunda düzeltilenlerden başka komplikasyon kalmadığı görüşüdür. Diğeri; buna karşıt olarak komplikasyon olasılıklarının bitmeyecek sayıda olduğu ve her zaman için yeni zorlukların ortaya çıkabileceği tezi olup, daha çok kabul görmüştür. Birinci sınıf bir teknik donanımın yanında, adım adım dikkatli bir ameliyat seyri de komplikasyonsuz gidişat üzerinde etkileyici bir faktördür. Karşılaşılan komplikasyonları iki başlık altında toplayabiliriz (14).

a. Ameliyat sırasındaki komplikasyonlar:

A.Giriş yeri ile ilgili sorunlar: Patellar tendonun geçişi sırasında gerekli dikkat gösterilmez ise tendon rüptürü oluşabilir. Bu yüzden; patellar tendonun, aşırı zorlayıcı ekartasyonundan kaçınılmalı, tendon yapışma yeri rujinize edilip zayıflatılmamalı ve insizyon sırasında tendonu yaralamamaya özen gösterilmelidir.

Çivinin çakılması sırasında yumuşak doku ve patellaya uygulanan basınç ve darbeler sonucu, yumuşak doku nekrozu ve patella kırığı oluşabilir. Bu durumu engellemek için yumuşak doku koruyucu ekartörlerin kullanılması, dize maksimum fleksiyon yaptırılması yeterli olur. Medüller kanal giriş yerinin doğru seçimi önemlidir ve ameliyatın başarılı olmasının şartıdır. Bu nedenle medüller kanal giriş yeri her vakaya göre ayrı ayrı değerlendirilerek, doğru yerden girildiğinden emin olunduktan sonra vakaya devam edilmelidir. Eğer giriş yeri uygun olarak seçilmez ise:

1. Lateralden veya fazla medialden girişim, lateral veya medial korteksin ayrılmasına neden olur.
2. Proksimalden yapılan girişim diz eklemine zarar verebilir.
3. Distalden girilirse, çivinin proksimal eğriliği nedeniyle kırık proksimal parçasının öne doğru angulasyonu ve posterior korteksin kırılması meydana gelebilir(14).

B. Kapalı redüksiyon problemleri: Kırık iyileşmesinde kapalı redüksiyonun faydalarından daha önce bahsedilmişti. Her zaman için kapalı intramedüller çivileme yapılmaya çalışılmalıdır. Çivileme sırasında kırık hattına ulaşıldıktan sonra skopi cihazı kontrolü altında redüksiyon yapılarak çivi ilerletilmelidir. Redüksiyon sırasında ve çivinin ilerletilmesi esnasında zorlayıcı hareketlerden kaçınılmalıdır. Çivinin zorla ilerletilmesi sırasında distal fragmanlarda parçalı kırıklar oluşabilir (93). Kırık redüksiyonundan emin olmadan çivi ilerletilmesi nörovasküler sistemde zedelenmelere ve yumuşak doku hasarı yaparak kırığın açık hale gelmesine neden olabilir (14).

C. Distal vida uygulanması sırasında karşılaşılan komplikasyonlar: İntramedüller çivileme yapılırken en çok zorlanılan bölümdür. İki farklı yöntemle uygulanabilir. İlki skopi kullanılarak yapılan uygulamadır. En büyük dezavantajı, ameliyat ekibinin aşırı radyasyona maruz kalmasıdır. Bir diğer problem de, korteksi çok kez delmek gerekebileceği için, korteks zayıflatılmakta ve vidaların stabilitesi azalmaktadır. Diğeri ise çiviye monteli hedef cihazı ile vidalamadır. Bu yöntem ile distal deliği hedefleme şansı çok yüksektir. Sistemin iyi yerleştirilmesi ve sabitlemenin rijit yapılması zorunluluğu vardır (14).

Vida uygulamaları esnasında nörovasküler yapılara dikkat edilmelidir. Arteria tibialis posterioru zedeleme riski vardır. Vida boyunun uygun olmaması da problem

yaratır. Kısa vida uygulamalarında tek korteks stabilitesi nedeni ile vida gücünde azalma olabilir. Matkap ile delme esnasında eğer zorlanılırsa matkap kırılabilir (14).

D. Proksimal vida uygulamaları sırasında karşılaşılan komplikasyonlar: Deliklerin bulunamaması, matkap kırılmaları, vida boyunun yanlış ölçülmesi gibi komplikasyonlarla karşılaşılabilir (14).

E. Peroneal sinir lezyonu: Genellikle traksiyon masası kullanılan olgularda ve peroneal bölgeye yapılan basılara bağlı olarak meydana gelir (14).

b. Ameliyat Sonrası Komplikasyonlar :

A. Tromboemboli: Erken dönemde görülen komplikasyonlar arasında en önemlisidir. Özellikle multipl travmalı hastalarda ve oyma yapılan olgularda büyük önem taşır. Multipl travmalı hastalarda oyma yapmadan çivileme riski azaltır. Redüksiyon sırasında aşırı maniplasyondan kaçınılmalı ve erken mobilizasyon da tromboemboli riskini azaltır (94).

B. Kompartman sendromu: Nadir de olsa oluştuğuna dair literatür bilgileri vardır. Postoperatif elevasyon yapılması kompartman sendromu oluşma riskini azaltmaktadır (94).

C. Diz ve ayak bileği eklemünde hareket kısıtlılığı: Eksternal tespit kullanılması gereken durumlarda meydana gelirler. Bunu engellemek için erken rehabilitasyon gerekmektedir. Erken rehabilitasyon için anatomik redüksiyon ve sıkı fiksasyon şarttır (48, 95).

D. Diz önü ağrısı: Court ve arkadaşları bu oranın % 41 olduğunu ve ağrı nedeniyle bunların % 26' sının çivinin çıkarılmasını istediğini bildirmiştir. Çivinin çıkarılması ile %69 oranında iyileşme izlenmiştir (48, 95).

E. Proksimal ve distal vidalarda kırılmalar: Genelde statik çivileme yapılan olgularda erken yük verme sonucu olmaktadır (48, 95).

F. Çivi kırılması: Çok nadir görülen bir komplikasyondur. Genellikle çivinin en zayıf olduğu vida deliklerinin bulunduğu bölgede olmaktadır (48, 95).

G. Enfeksiyon: Geç komplikasyonların en önemli kısmını teşkil eder. Özellikle açık kırıklarda görülme riski daha fazladır. Enfeksiyon olduğunda çivinin çıkarılmaması gerektiğini savunan cerrahlar çoğunluktadır. Çünkü enfeksiyona rağmen periostal kemik teşekkülü devam eder. Kırığı destekleyecek yeterli kemik dokusu oluşuncaya kadar çiviye yerinde bırakmak doğru olur (96, 97).

H. Malunion oluşması: Kırığın varus da veya valgus da kaynaması, prokurvatum ve rekurvatum deformitelerinin gelişmesi veya ekstremitede eşitsizlik olması malunion olarak değerlendirilir. Bu tedavi yönteminde de bu komplikasyonlara rastlanılmaktadır (74, 98).

I. Kaynama gecikmesi ve psödoartroz oluşması: Ameliyat sonrası komplikasyonlar arasında sayılabilir (74, 98).

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma Abant İzzet Baysal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda deneysel çalışma olarak yapılmıştır.

Tüketim amacıyla kesilmiş 6 aylık koyunların sol arka tibiaları yumuşak dokularından sıyrılarak 16 adet koyun tibiası elde edildi. Elde edilen bu tibialardan her biri tibiotalar eklem yüzünün 6 cm proksimalinden elektrikli testere ile osteotomize edilerek transvers kırık hattı oluşturuldu. Her bir tibiada oluşturulan osteotomi hattının proksimal kısımları çalışma dışında bırakıldı. Osteotomi hattının distalinde kalan toplam 16 adet distal tibia fragmanı her biri 4'er taneden oluşmak üzere toplamda 4 gruba ayrıldı. Çalışmamızda grup 2'de ithal, grup 1, grup 3 ve grup 4'te yerli üretim çivi markaları kullandık (grup 1 – ZIMED, Gaziantep, Türkiye; grup 2 – ORTHOFIX, Bussolengo, İtalya; grup 3 – TST, İstanbul, Türkiye; grup 4 – TIPMED, İzmir, Türkiye). Grup 2 ve grup 4'te üçer adet, grup 3'te DSBLS ve grup 1'de ise iki adet distal kilitleme vidası kullandık. 4 ayrı markanın 8 mm çapındaki toplamda 16 adet intramedüller çivisi oyma işlemi yapılmadan intramedüller olarak, osteotomi hattında ortalama medüller çapı 9 mm olan tibialara yerleştirildi ve distal kilitleme tekniklerine uygun olarak skopi eşliğinde kilitleme yapıldı.

Grup 1'deki 4 adet distal tibia fragmanının her birine ayrı ayrı, skopi eşliğinde 4 adet intramedüller çivi, proksimaldeki osteotomi hattından distale doğru intramedüller olarak, çivinin distal ucu tibiotalar eklem subkondral bölgesine değecek şekilde yerleştirildi. Sonrasında 2 adet medialden laterale; 4,5 mm çapında kortikal distal kilitleme vidası yerleştirilmek üzere drilizasyon yapıldı ve vidalar ikişer korteks geçecek şekilde yerleştirilerek distal kilitleme sağlandı. Bu işlem grup 1'deki 4 koyun tibiasına uygulanarak 4 adet denek oluşturuldu (Şekil 3.1a, b).

Grup 2'deki, 4 adet distal tibia fragmanının her birine ayrı ayrı, skopi eşliğinde 4 adet intramedüller çivi, proksimaldeki osteotomi hattından distale doğru intramedüller olarak, çivinin distal ucu tibiotalar eklem subkondral bölgesine değecek şekilde yerleştirildi. Sonrasında 2 adet medialden laterale ve 1 adet anteriordan posteriora; 4,8 mm çapında, vida başı yivli, kortikal distal kilitleme vidası yerleştirilmek üzere drilizasyon yapıldı ve vidalar ikişer korteks geçecek

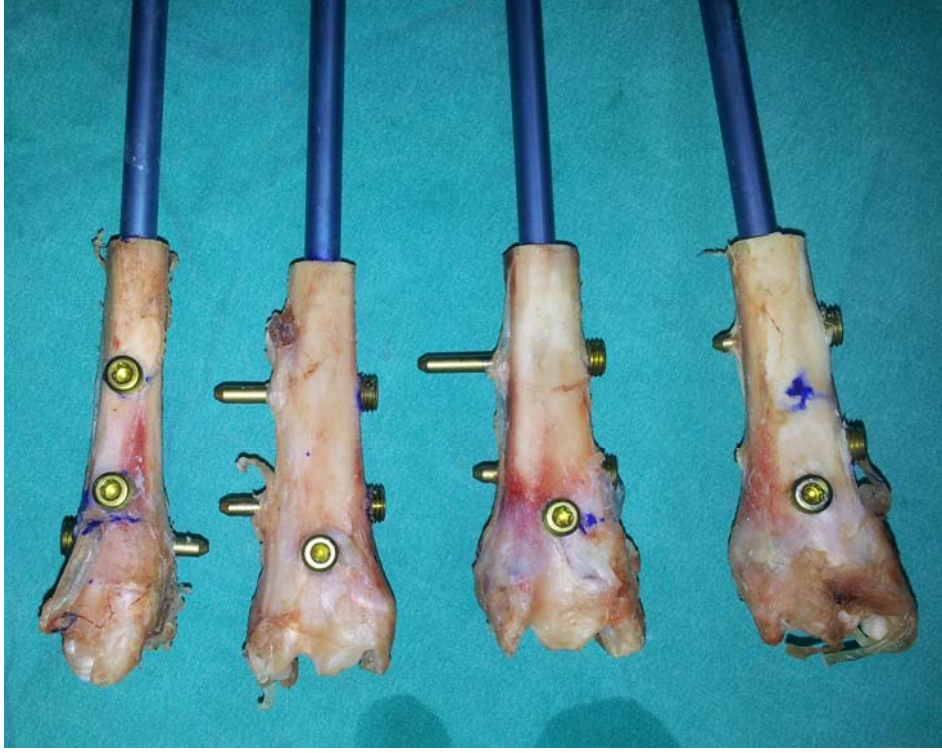
şekilde yerleştirilerek distal kilitleme sağlandı. Bu işlem grup 2'deki 4 koyun tibiasına uygulanarak 4 adet denek oluşturuldu (Şekil 3.2a, b).



Şekil 3.1a: Grup 1, ön ve yan görüntüleri



Şekil 3.1b: Grup 1, ön ve yan skopi görüntüleri

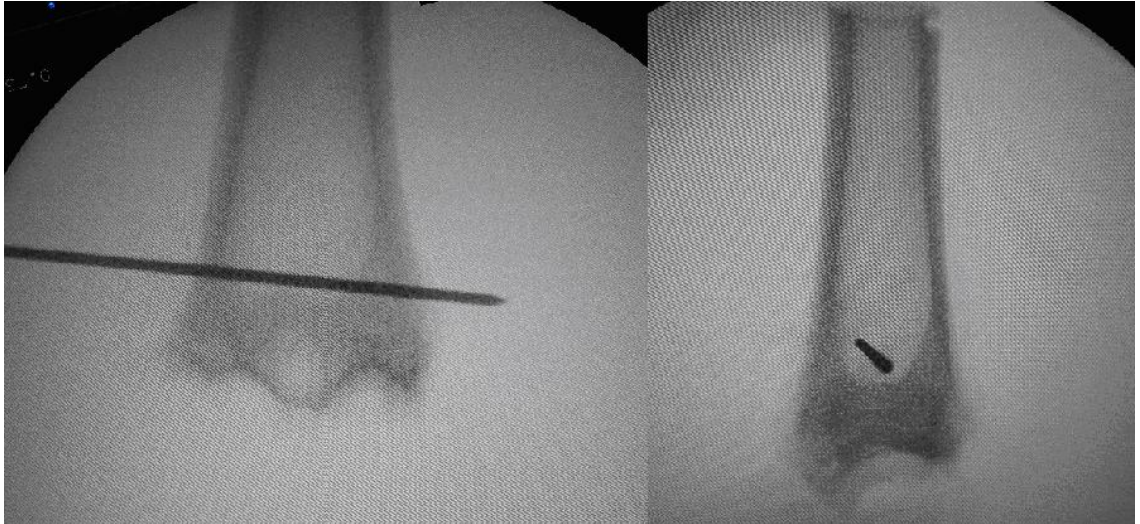


Şekil 3.2a: Grup 2, ön ve yan görüntüleri

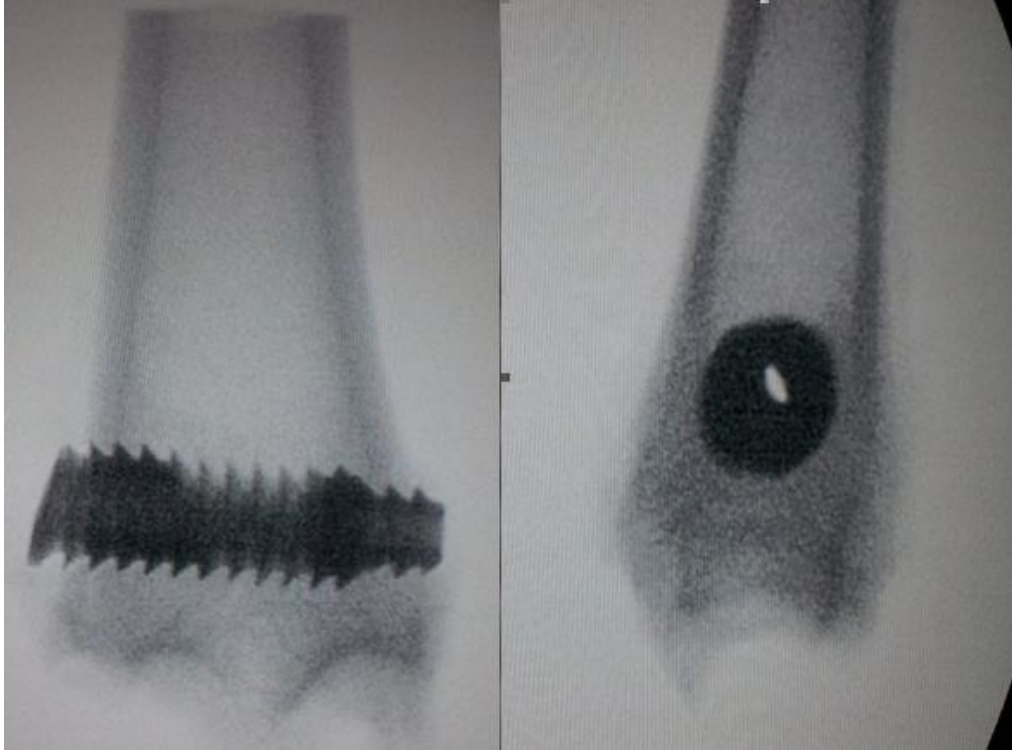


Şekil 3.2b: Grup 2, ön ve yan skopi görüntüleri

Grup 3'teki 4 adet distal tibia fragmanlarından her birine öncelikle DSBLS yerleştirilmek üzere skopi altında DSBLS'nin yerleştirileceği yer ve pozisyon ayarlandı. DSBLS'nin yerleştirileceği yer tibiotalar eklemin subkondral bölgesine paralel ve teğet olacak şekilde tayin edildi ve 1 adet K teli medialden laterale yerleştirilerek işaretlendi ve skopi ile K telinin yeri ve pozisyonu kontrol edildi (Şekil 3.3a). Yerleştirilen K teli üzerinden DSBLS'nin çapına uygun drilizasyon yapılarak vidanın yerleştirileceği yer açıldı. Uygun tornavida ile DSBLS medial ve lateral kortekse tutunacak şekilde ve çivinin oturacağı oluk medullayı ortalayacak şekilde yerleştirildi (Şekil 3.3b). Tibia intramedüller çivi, tibia'nın osteotomi yapılan proksimal bölgesinden distale doğru intramedüller olarak yerleştirildi ve skopi ile çivinin DSBLS içerisine yerleştiği hem AP hem de lateral grafiler ile kontrol edildi (Şekil 3.3c). Sonrasında 1 adet kompresyon vidası bolt vidası içerisine medialden yerleştirilerek bolt vidası, çivi ve tibia birbirine fiks edilerek distal kilitleme sağlandı. Bu işlem grup 3'teki 4 koyun tibiasına uygulanarak 4 adet denek oluşturuldu (Şekil 3.3d).



Şekil 3.3a: DSBLS yerleştirilmesi için K teli ile yer tayini, ön ve yan skopi görüntüleri



Şekil 3.3b: DSBLS vidası yerleştirilmiş tibia, ön ve yan grafler



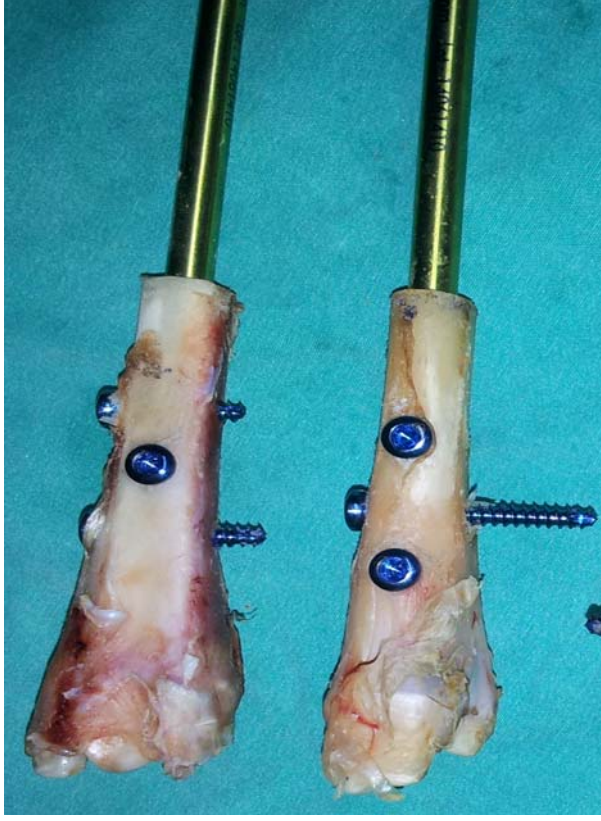
Şekil 3.3c: Grup 3, DSBLS ile kilitleme, ön ve yan grafler



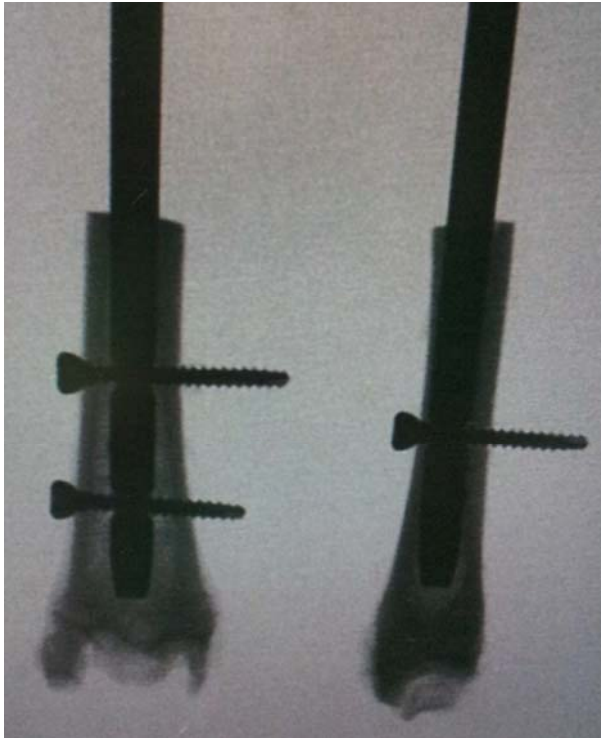
Şekil 3.3d: Grup 3, ön ve yan görüntüleri

Grup 4'teki, 4 adet distal tibia fragmanının her birine ayrı ayrı, skopi eşliğinde 4 adet intramedüller çivi, proksimaldeki osteotomi hattından distale doğru intramedüller olarak, çivinin distal ucu tibiotalar eklemin subkondral bölgesine degecek şekilde yerleştirildi. Sonrasında 2 adet medialden laterale ve 1 adet anteriordan posterioara; 4,5 mm çapında, kortikal distal kilitleme vidası yerleştirilmek üzere drilizasyon yapıldı ve vidalar ikişer korteks geçecek şekilde yerleştirilerek distal kilitleme sağlandı. Bu işlem grup 4'teki 4 koyun tibiasına uygulanarak 4 adet denek oluşturuldu (Şekil 3.4a, b).

Hazırlanan toplam 16 denek biyomekanik laboratuvarına götürölmek üzere saklanmak için formaldehit çözeltilisine konuldu ve Üniversal Çekme-Basma Test Cihazı'nda sınanmak üzere Kocaeli Üniversitesi Teknik Eğitim Faköltesi CadCam laboratuvarına götüröldü.

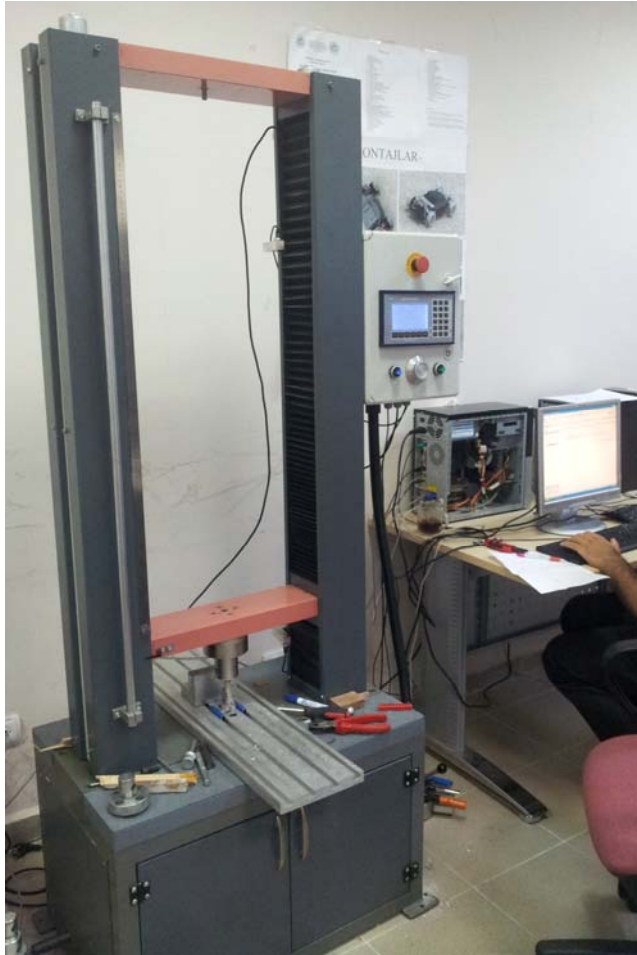


Şekil 3.4a: Grup 4, ön ve yan görüntüleri



Şekil 3.4b: Grup 4, ön ve yan grafileri

Üniversal betaALŞA Çekme-Basma Test Cihazı, Kocaeli Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi araştırma ve öğretim görevlileri istekleri doğrultusunda betaALŞA Laboratuvar Cihazları Ltd. Şti. tarafından özel olarak üretilmiş 2000 kg çekme – basma kapasiteli, 0,001 – 1000 mm/dk test hız aralığı olan, 1/300000 kuvvet ölçüm realizasyonu olan, $\pm 0,1$ % mm deplasman hassasiyeti olan, 400/750 W gücünde, TS EN ISO 7500-1, ASTM E4 10002-2, BS 1610 DIN51221'e göre CLASS 1 kuvvet hassasiyeti olan, TS 138 EN ISO 1002-1, EN ISO 27, EN ISO 604, EN ISO1319, BS3846, ASTM E83, DIN 51221 standartlarını sağlamış, 16-32 BIT data toplama hızı olan bilgisayar kontrollü bir cihazdır. Cihazın alt tablası sabit, üst tablası ise hareketlidir. Deneği sabitlemek için cihazın üst ve alt tablalarına, yapılacak olan işleme (çekme ya da basma) ve sınanacak olan deneğe göre tutucular takılabilmektedir (99) (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: Bilgisayar kontrollü Üniversal betaALŞA Çekme – Basma Test Cihazı, Kocaeli Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi CadCam laboratuvarı

Laboratuara götürülen 16 deneğin her biri test cihazına yerleştirilmeden önce, aksiyel yüklenme sırasında uygulanan kuvvet doğrultusunda çivilerin deformasyonunun azaltılması, dolayısıyla distal vidalara yükü aktarma konusunda eksiklik yaşanmasının önüne geçilmesi amacıyla her bir çivi, distali 11 cm kalacak şekilde elektrikli spiral demir keski ile kesildi ve çivilerin proksimal kısımları çalışma dışı bırakıldı (Şekil 3.6).

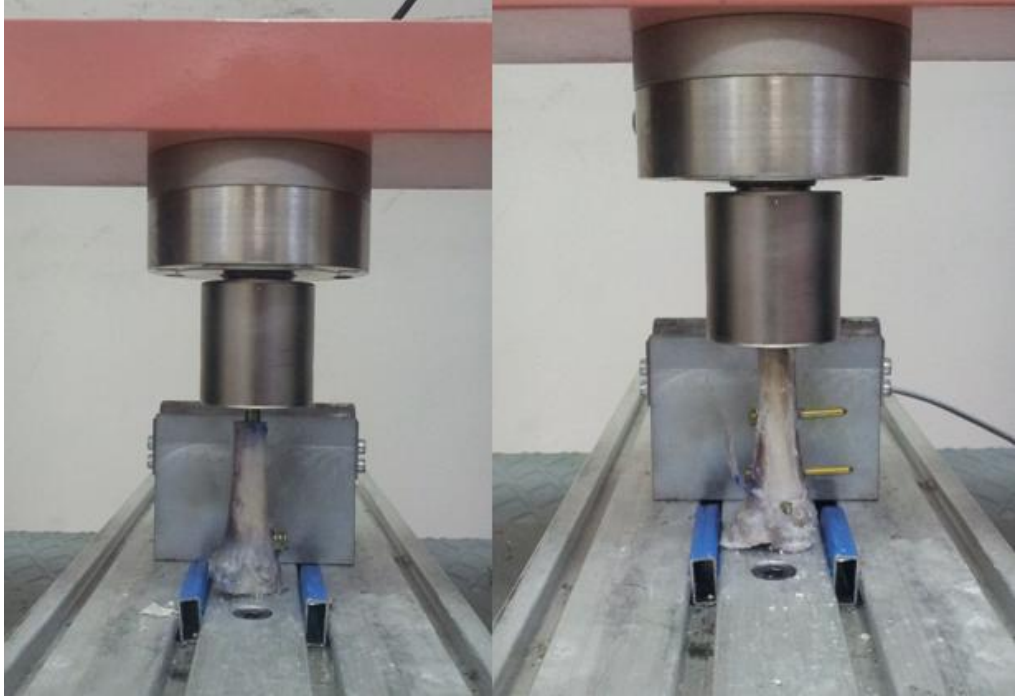


Şekil 3.6: Çivilerin distali 11 cm kalacak şekilde kesilmiş hali

Aksiyel yüklenme sırasında kilitleme vidalarının kırılmasından daha önce koyun tibiasının talus ile eklem yapan malleol çıkıntılarının kırılarak testi durduracağı ve cihaz tarafından vida kırılması olarak algılanabileceği, dolayısıyla testi yanlış yönlendireceği ön görülerek bu çıkıntılar elektrikli testere ile kesildi ve eksize edildi. Bu işlem 16 deneğe uygulanarak tibiaların cihaz zeminine daha düzgün oturması sağlandı.

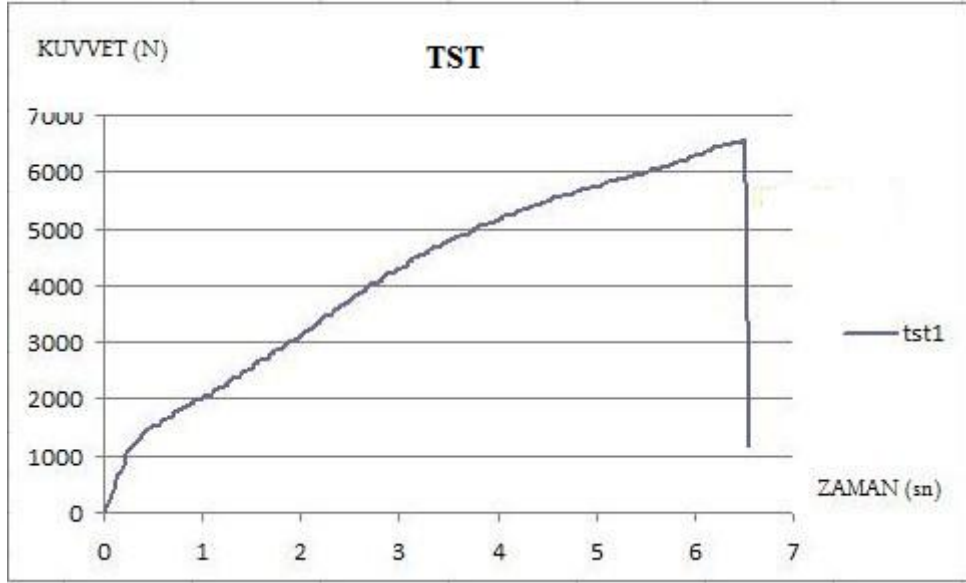
Biz çalışmamızda cihaza yerleştirilen deneklerin alt uçlarının sağa – sola kaymasını engellemek için her iki tarafına metal sabit şeritler yerleştirdik ve alt tabla üzerinde kaymasını engelledik. Üst tablaya ise çivinin üst ucunun yerleşebileceği ters

huni şeklinde elik bir aparat takarak st ucunun aksiyel yüklenme esnasında hareket etmesini engelledik ve st tablanın uyguladığı kuvvetin, çivi vasıtası ile alt tablaya dik bir şekilde iletilmesini sağladık (ekil 3.7).



Şekil 3.7: Cihazda st ve alt tabla arasında sıkıştırılmış vaziyette denekler

Denekler sırası ile cihaza yerleştirilerek her birine, cihazın alt ve st tutucuları arasındaki mesafeyi 10 mm/dk hızda daraltabilecek şekilde kuvvet uygulandı. Uygulanan kuvvet (N), oluşan deformasyon (mm) ve kırılmaya kadar olan geçen zaman (sn) test cihazına bağlı olan bilgisayardaki betaALşA niversal Test Programı ile kaydedildi. Geçen süre karşısında artan kuvvetin ani olarak düşmesi cihaz tarafından kırılma olarak algılandı ve test sonlandırıldı (Grafik 3.1). 16 denek sırası ile aynı işlemden geçirildi. Her bir deneyde hız 10 mm/dk sabit olarak uygulandı ve bu sabit hız karşısında elde edilen kuvvet (N), deformasyon (mm) ve zaman (sn) değişkenleri dijital ortamda kayıt altına alındı. İmplantlar koyun tibialarından uygun aparatlar yardımı ile çıkarılarak kırılmaları makroskopik olarak gözlendi (ekil 3.8a, b, c).



Grafik 3.1: Test aşamasında uygulanan kuvvet karşısında test programının çizmiş olduğu grafik örneği



Şekil 3.8a: DSBLS ve çivi çıkarılması sonrası tibia örnekleri; sırasıyla üstten, önden, medialden, alttan ve lateralden bakış



Şekil 3.8b: Distal kilit vidaları çıkarıldıktan sonra kemiğin görüntüsü



Şekil 3.8c: Kırılmış vida görüntüleri sırası ile ZIMED, ORTHOFIX, TIPMED, TST

Grup 1, grup 2, grup 3 ve grup 4' teki toplam 16 adet deneğin verileri istatistikî olarak mukayese edildi. Verilerin analizi SPSS 15.0 (Chicago, Amerika Birleşik Devletleri) programı ile yapıldı ve %95 güven düzeyi ile çalışıldı. Analizlerde parametrik testlerden, Pearson korelasyon ve One-Way ANOVA kullanıldı.

4. BULGULAR

4.1 İstatistik sonuçları ile ilgili genel bilgi

Grup 1, grup 2, grup 3 ve grup 4'teki toplam 16 adet deneğin verilerinin istatistikî olarak değerlendirilmesi ve mukayese sonuçları yer almaktadır.

Verilerin analizi SPSS 15.0 programı ile yapılmış ve % 95 güven düzeyi ile çalışılmıştır. Analizlerde parametrik testlerden pearson korelasyon ve One-Way ANOVA kullanılmıştır.

Parametrik Testler:

- One – Way ANOVA: Bağımsız k grubun ($k > 2$) nicel bir değişken açısından karşılaştırılmasında kullanılan test tekniğidir. Söz konusu testin uygulanabilmesi için her iki grubun normal dağılım varsayımını sağlaması gerekir.
- Spearman Korelasyon Katsayısı: Nicel iki değişkenin arasındaki ilişkinin yönü ve kuvvetinin belirlenmesinde kullanılan test tekniğidir. Korelasyon katsayısı r ; -1 ile +1 arasında değer almaktadır. Katsayının işareti ilişkinin yönünü gösterirken büyüklüğü ilişkinin kuvvetini göstermektedir.

4.2 Elde edilen kuvvet, zaman ve deformasyon değerleri

Elde edilen kuvvet, zaman ve deformasyon değerleri Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Çalışmada kullanılan çivilerin gruplara göre kuvvet (N), deformasyon (mm), zaman (sn) ortalamaları (X), minimum ve maximum değerleri

		n	Minimum	Maximum	X	ss
Uygulanan Kuvvet	Grup 1	905	4,0	7893,0	3358,604	2298,4281
	Grup 2	1709	3,0	8350,0	3639,613	2085,3790
	Grup 3	771	4,0	10880,0	4870,951	2466,7548
	Grup 4	966	2,0	9160,0	3631,570	2367,6953
Deformasyon (mm)	Grup 1	905	0,000	11,155	4,65459	2,874957
	Grup 2	1709	0,000	26,901	9,36562	6,756616
	Grup 3	771	0,000	8,847	3,86441	2,310996
	Grup 4	966	0,000	12,476	4,96054	3,369941
Zaman (sn)	Grup 1	905	,656	88,797	37,09059	23,052661
	Grup 2	1709	,672	214,984	75,94461	53,775512
	Grup 3	771	,672	70,750	30,99204	18,416602
	Grup 4	966	,656	102,734	41,36910	26,796235

- Grup 1'e uygulanan kuvvet ortalaması 3358,604±2298,4281; grup 2'ye uygulanan kuvvet ortalaması 3639,613±2085,3790; grup 3'e uygulanan kuvvet ortalaması 4870,951±2466,7548 ve grup 4'e uygulanan kuvvet ortalaması 3631,570±2367,6953 Newton'dur.
- Grup 1'in deformasyon ortalaması 4,65459±2,874957; grup 2'nin deformasyon ortalaması 9,36562±6,756616; grup 3'ün deformasyon ortalaması 3,86441±2,310996 ve grup 4'ün deformasyon ortalaması 4,96054±3,369941 mm'dir.
- Grup 1'in zaman ortalaması 37,09059±23,052661; grup 2'nin zaman ortalaması 75,94461±53,775512; grup 3'ün zaman ortalaması 30,99204±18,416602 ve grup 4'ün zaman ortalaması 41,36910±26,796235 sn' dir.

4.3 İlişki korelasyon analizi:

İlişki korelasyon analizi Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2: Korelasyon analizi sonuçları

	Grup 1 (ZIMED)			Grup 2 (ORTHOFIX)			Grup 3 (TST)			Grup 4 (TIPMED)				
	Uygulanan Kuvvet	Deformasyon (mm)	Zaman (sn)	Uygulanan Kuvvet	Deformasyon (mm)	Zaman (sn)	Uygulanan Kuvvet	Deformasyon (mm)	Zaman (sn)	Uygulanan Kuvvet	Deformasyon (mm)	Zaman (sn)		
Uygulanan Kuvvet	r	1	,846**	,850**	1	,912**	,910**	1	,807**	,806**	1	,869**	,873**	
	p		0	0		0	0		0	0		0	0	
Deformasy on (mm)	r		1	1,000**		1	1,000**		1	1,000**		,869**	1	,998**
	p			0			0			0				0
Zaman (sn)	r			1			1			1				1
	p													

- Grup 1 için uygulanan kuvvet ile deformasyon ve zaman arasında pozitif yönlü kuvvetli ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Grup 1 için deformasyon ile zaman arasında pozitif yönlü tam ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$).

- Grup 2 için uygulanan kuvvet ile deformasyon ve zaman arasında pozitif yönlü çok kuvvetli ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Grup 2 için deformasyon ile zaman arasında pozitif yönlü tam ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$).
- Grup 3 için uygulanan kuvvet ile deformasyon ve zaman arasında pozitif yönlü kuvvetli ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Grup 3 için deformasyon ile zaman arasında pozitif yönlü tam ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$).
- Grup 4 için uygulanan kuvvet ile deformasyon ve zaman arasında pozitif yönlü kuvvetli ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Grup 4 için deformasyon ile zaman arasında pozitif yönlü çok kuvvetli ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$).

4.4 Gruplar arası karşılaştırma (ANOVA) analizi sonuçları:

Gruplar arası karşılaştırma (ANOVA) analizi sonuçları Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3: Gruplar arası karşılaştırma analizi

		N	X	ss	F	p
Uygulanan Kuvvet	Zimed (grup 1)	905	3358,604	2298,4281	73,556	,000
	Orthofix (grup 2)	1709	3639,613	2085,3790		
	Tst (grup 3)	771	4870,951	2466,7548		
	Tıpmad (grup 4)	966	3631,570	2367,6953		
Deformasyon (mm)	Zimed (grup 1)	905	4,65459	2,874957	356,659	,000
	Orthofix (grup 2)	1709	9,36562	6,756616		
	Tst (grup 3)	771	3,86441	2,310996		
	Tıpmad (grup 4)	966	4,96054	3,369941		
Zaman (sn)	Zimed (grup 1)	905	37,09059	23,052661	370,622	,000
	Orthofix (grup 2)	1709	75,94461	53,775512		
	Tst (grup 3)	771	30,99204	18,416602		
	Tıpmad (grup 4)	966	41,36910	26,796235		

Gruplar için yapılan Anova testi sonuçlarına göre;

- Uygulanan kuvvet açısından farklı firmalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p<0,05$). Grup 3'ün uygulanan kuvvet ortalaması en yüksek iken; grup 1' in ortalaması en düşüktür. Grup 2'ye uygulanan kuvvet ortalaması grup 4'e göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek çıkmıştır. Buna göre grupların farklı seviyelerde kuvvet değerlerine ulaştığı sonucuna ulaşılmıştır.

- Deformasyon açısından çivi grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p<0,05$). Grup 2'nin deformasyon ortalaması en yüksek iken; grup 3'ün ortalaması en düşüktür. Buna göre grupların farklı seviyelerde deformasyon oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır.
- Zaman açısından çivi grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p<0,05$). Grup 2'nin zaman ortalaması en yüksek iken; grup 3'ün ortalaması en düşüktür. Buna göre gruplar arası kırılma zamanlarının farklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

5.TARTIŞMA

Günümüzde yetişkinlerde görülen tibia şaft kırıklarının tedavisinde en çok kabul edilen metod intramedüller çivilemedir (100, 101). Teknik olarak uygulama kolaylığı, kapalı uygulandığında yumuşak dokuların korunabilmesi, bükülme kuvvetine karşı oldukça sağlam olması ve erken yük verebilme olarak sıralanabilir. Her ne kadar literatürde çeşitli çalışmalar olsa da tibia kırıklarında intramedüller çivilemelerin distal kilitleme seçeneklerinden herhangi birinin kesin üstünlüğü konusunda fikir birliği oluşmamıştır (53, 66, 67, 68, 69).

Whittle ve ark. çalışmalarında çivi ve vida kırılmalarının, ince çivi ile tedavi edilen vakalarda % 13.8 oranında görüldüğünü bildirmişlerdir (102). Genellikle vida yetmezliği, oran olarak çivi yetmezliğinden daha fazla görülür (103). Sanders ve ark. yaptığı çalışmaya göre vida yetmezliği görülme sıklığı % 0–6 oranında görülürken, Whittle ve ark. yaptığı çalışmaya göre vida yetmezliği sıklığı % 6–14 oranında görülmektedir (102, 103).

Kilitleme vidalarının yetmezlikleri ve çivi kırılmaları daha küçük çaplı çivilerin kullanımı ile daha çok gündeme gelmiştir (104). İntramedüller oyulma yapılmadan gerçekleştirilen ve daha küçük çaplı çiviler kullanılarak yapılan intramedüller çivilemede kırık hattında aşırı hareket görülmektedir (105). Kırık hattında aşırı hareket arttıkça gecikmiş kaynama, kaynamama ya da yanlış kaynama gibi komplikasyonlar artmaktadır (106). Yeni gelişimler bu hareketleri azaltma ve stabilizeyi artırma yönündedir (107). Daha stabil bir distal kilitleme seçeneği arayışı buradan gelmektedir.

Tibia intramedüller çivilemenin oymalı veya oymasız yapılması konusunda tam bir fikir birliği yoktur. Tibia kırıklarında oyma işlemini yapmanın avantajları ve dezavantajları vardır (78). İntramedüller oyma yapılmadan daha ince çivinin yerleştirilmesi endosteal kanlanmayı korumakta dolayısıyla, kırık iyileşmesini olumlu yönde etkilemekte ve enfeksiyon riskini azaltmaktadır (69, 78, 108, 109). Fakat intramedüller oyma işlemi yapılmadan tedavi edilen olgularda distal vida yetmezliği daha sık görülmektedir (110). Xia L ve ark. kapalı tibia kırıklarının tedavisinde oymalı ve oymasız çivileme tekniğini mukayese etmiş ve oymalı teknik ile yapılan çivilemenin distal kilitleme vidası yetmezliğini anlamlı şekilde azalttığını

ortaya koymuştur (110). Bu durumda, oyma yapılmadan daha ince çivilerin kullanılması, bu çivilerdeki distal kilitleme seçeneğinin daha stabil ve uygulanan yüklere karşı daha dirençli olması gereksinimini ortaya çıkarmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, DSBLS'nin aksiyel yüklenmeye karşı diğer gruplardaki distal kilitleme seçeneklerine göre daha yüksek kuvvetlere dayanıklı olması, bize bu seçeneğin daha stabil olduğunu ve daha ince çiviler ile birlikte oyma işlemi yapılmadan kullanılarak özellikle endosteal kanlanmayı bozmadan ve de diğer oymasız intramedüller çivileme avantajlarına sahip olarak uygulama yapılabileceğini düşündürmektedir.

Küçük çaplı çivilerde metal yetmezliği ve kilit vidalarına aşırı yük binmesine bağlı vidalarda yetmezlik ve vidalarda kırılma olabilir. Erken yük vermek mümkün vida ve çivi kırılmalarına yol açabilir, kötü dizilim riski daha fazladır (55, 80, 81, 82, 83). Geabler ve ark. yaptıkları çalışmada, küçük çaplı çivi kullanılarak tedavi edilen basit kırıklarda, hastanın telöre edebildiği sürece tam yük vermesinde bir sakınca olmadığını; yine küçük çaplı çivi ile tedavi edilen segmenter yada defektli kırıklarda ise tam yük vermenin önerilmemesi gerektiğini belirtmişlerdir (111). Buna karşın Küçükdurmaz ve ark.'nın DSBLS kilitleme sistemi kullanarak tedavi ettiği 50 tibia kırığını içeren klinik çalışmada, DSBLS ile kilitleme yapılan tibia kırıklı hastalara kırığın şekline ve yerine bakılmaksızın, operasyonun ertesi günü tam yük basmasına izin verilmiş, hiçbirinde distal kilitleme ile ilgili bir yetmezlik görülmemiş (112). Yaptığımız literatür çalışmasında DSBLS ile diğer klasik kilitleme metodlarının biyomekanik olarak mukayese edildiği herhangi bir çalışmaya rastlamadık. Bizim çalışmamızda aksiyel yüklenme kuvvetlerine karşı, distal kilitleme bolt vidasının, çalışmamızda yer verdiğimiz hem ikili (2 adet medio-lateral yönde) hem de üçlü (2 adet mediolateral, 1 adet antero-posterior yönde) kilitleme seçeneklerine göre daha yüksek kuvvetlere dayanıklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu da Küçükdurmaz ve ark. yapmış olduğu klinik çalışmayı biyomekanik olarak erken yük verme açısından destekler niteliktedir.

Weninger ve ark. yaptıkları biyomekanik çalışmada kanüllü çivilerin, kanüle olmayan çivilere göre distal vida yetmezliğini artırdığını ortaya koymuşlardır ve bunu kanülsüz çivilerde çivi – vida temas yüzeyinin kanüle çivilerdeki çivi – vida temas yüzeyinden daha fazla olası ve vidadaki stres dağılımının daha iyi olmasına bağlamıştır (104). Weigner ve ark. yapmış oldukları aynı çalışmada distal kilit

vidalarının kor çapının vida yetmezliğine karşı direnci artırabileceğini belirtmiştir (104). Biz çalışmamızda çivilerin kanüllü ya da kanülsüz olmasının sonucu etkilememesi açısından tüm çivileri kanülsüz olarak seçtik. Çalışmamızda grup 2 ve 4'ü mukayese ettiğimizde; her iki grupta da üçer vida aynı pozisyonlarda (2 adet medio-lateral, 1 adet antero-posterior) gönderilerek kilitleme sağlanmış fakat vida kor çapı 4.8 mm olan grup 2, aksiyel yüklenme karşısında vida kor çapı 4.5 mm olan grup 4'ten anlamlı olarak üstün çıkmıştır. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz bu sonuç Weigner ve ark.'nın bulduğu sonuç ile örtüşmektedir. Bu konuyla ilgili değinilmesi gereken bir diğer husus ise intramedüller çiviye kilitlemede kullanılacak en geniş çaplı vida, kullanılan çivinin vida delik çapı ile sınırlıdır. Vida çapını artırmak için vida deliğinin büyütülmesi gerekir. Bu durum ise çivinin zayıflamasına ve o bölgeden kırılmasına neden olabilmektedir (92). DSBS ile kilitleme seçeneğinde çivinin distalinde herhangi bir delik bulunmamaktadır ve bahsi geçen sebepten dolayı çivinin kırılma ihtimali yoktur. Bu durum DSBS'yi bu açıdan avantajlı kılmaktadır.

Gong F. ve ark. yaptıkları çalışmada distal kilitleme vida sayısının stabilite üzerine etkisini biyomekanik olarak mukayese etmiş ve kompresif güçlere karşı 2 vida ile kilitlemenin, 1 vida ile kilitlemeye anlamlı istatistiksel üstünlük sağladığını ortaya koymuşlardır (113). Kneifel ve Buckley benzer şekilde tek distal kilit vidasının, 2 adet distal kilit vidası ile kilitlemeye göre daha kolay yetmezliğe uğradığını ortaya koymuştur (114). Lucas ve ark. distal vida pozisyonu ve konfigürasyonunun stabilite üzerine etkisini araştırmak için yaptıkları çalışmada 2 adet (medio-lateral yönde yerleştirilen) vida ile kilitleme ile 3 adet (1 mediolateral, 1 anteroposterior, 1 oblik) vida ile distal kilitleme arasında stabilite açısından anlamlı fark olmadığını ortaya koymuşlardır (115). Chan Ds ve ark. yaptıkları deneysel biyomekanik çalışma sonucunda aksiyel yüklere karşı, 3 vida ile distal kilitlemenin, 2 vida ile distal kilitlemeye göre anlamlı derecede dayanıklı olduğunu ortaya koymuştur (116). Çalışmamızda; 2 adet medio-lateral, 1 adet antero-posterior pozisyonunda olmak üzere toplamda üç adet kilitleme vidası kullanılan grup 2 ve grup 4 ile yalnızca 2 adet medio-lateral pozisyonunda vida yerleştirilerek kilitleme yapılan grup 1' in aksiyel yüklenme karşısında vida yetmezliği görüldüğü kuvvetler arasında istatistikî olarak anlamlı fark bulunmuş ve 3 adet vida ile kilitlemenin 2 adet vida ile

kilitlemeye göre anlamlı olarak daha yüksek kuvvetlere dayanıklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmamızda yer verdiğimiz DSBLs ve diğer kilitleme metodlarının uygulama esnasında dikkatimizi çeken farklarına değinecek olursak, DSBLs'nin göze çarpan farklılıklarından biri DSBLs'nin tamamen kortekse gömülebilme özelliğidir (117). Tibia distal medialinde cilt altı yumuşak dokuların ince olması nedeniyle özellikle zayıf hastalarda bu bölgede kullanılan distal kilitleme vidaları yumuşak doku irritasyonuna sebep olabilmektedir. Distal bolt kilitleme vidasının kortekse tamamen gömülebilmesi cilt irritasyonuna sebep olmaması açısından göze çarpan bir avantajı olabileceğini düşünmekteyiz.

DSBLs'nin diğer bir farkı tek bir vida ile aksiyel, koronal ve sagittal düzlemlerde kilitleme yapabilmesi ve buna bağlı olarak, tibiotalar eklem yüzeyinin 2,5 cm proksimaline kadar uzanan tibia kırıklarında kullanılabilmesi, çalışmamızda yer verdiğimiz ikili ve üçlü kilitleme metodlarına göre ek bir avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır (117).

Statik kilitleme, parçalı ve segmenter kırıklarda kemiğin normal boyunu sağlamak ve kısalmasını önlemek amacıyla kullanılır bu da aksiyel, rotasyonel ve bükülme kuvvetlerine karşı daha fazla direnci sağlar. Eğer statik kilitleme yapılan hastalarda kaynama gecikmesi görülürse kırık hattına uzak taraftaki statik vidalar çıkarılarak dinamizasyon yapılabilir (102). DSBLs ile kilitleme ve diğer kilitleme seçenekleri arasında bu uygulama farklılık göstermektedir. DSBLs ile distal kilitleme yapılmış bir intramedüller çiviye dinamizasyon yapılmak istendiğinde, çivi proksimale çekilmeden, dolayısıyla proksimal vidalar çıkarılmadan distal bolt kilitleme vidası çıkarılamayacağı için pratik olarak dinamizasyon yalnızca proksimaldeki statik vidalar çıkarılarak yapılabilir. Bu durumun kaynama üzerine etkisi yeni klinik ve deneysel çalışmalar ile incelenmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tibia intramedüller çivileme ile tedavi edilen tibia kırıklarında önemli bir komplikasyon olarak karşımıza çıkan distal kilitleme vidası yetmezliği ve buna bağlı problemleri çözme amacıyla yakın zamanda geliştirilen ve yeni bir distal kilitleme sistemi olan DSBLS, aksiyel yüklenme kuvvetine karşı, çalışmamızda yer verdiğimiz üçlü (2 mediolateral, 1 anteroposterior pozisyonda) ve ikili (2 adet mediolateral pozisyonda) distal kilitleme seçeneklerine göre anlamlı şekilde üstün bulunmuştur. Bunun yanı sıra;

- 2 mediolateral ve 1 anteroposterior pozisyonda yerleştirilmiş toplamda üç vida ile distal kilitleme seçeneği, aksiyel yüklenme kuvvetine karşı, 2 adet mediolateral pozisyonda yerleştirilmiş distal kilitleme seçeneğine karşı anlamlı şekilde üstün bulunmuştur.
- Distal kilitleme vidasının kor çapının artması, aksiyel yüklenme kuvveti karşısında, distal vida dayanıklılığını anlamlı şekilde artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

1. **Buchols RW, Court-brown CM, Heckman JD, Tornetta P** Rockwood ve Green Erişkin kırıkları 7. baskı s: 1867-85
2. **Buchols RW, Court-brown CM, Heckman JD, Tornetta P** Rockwood ve Green Erişkin kırıkları 7. baskı s: 124-91
3. **Forster MC, Bruce AS, Aster AS** Should the tibia be reamed when nailing? Injury 2005;36:439-44.
4. **Klein MP, Rahn BA, Frigg R, Kessler S, Peren SM** Reaming versus Nonreaming in medullary nailing: Interference with cortical circulation of the canine tibia. Arch Orthop Trauma Surg. 109- 314-316.1990.
5. **Sarmiento A, Gersten LM, Sobol PA, Shankwiler JA and Vangness CT** Tibial Shaft Fractures Treated With Functional Braces. J. Bone Joint Surg., 71B:602-609, 1989.
6. **Colton LC** The History of Fracture Treatment. In skeletal trauma. Ed. By Browner B.D. et al 1st edition Philedelphia W. B. Saunders company. Vol. 1 p:3-30 1992
7. **Canale ST, Crenshaw AH, Taylor CJ:** Camphell Operative Orthopedics. Mosby-Jear Book Inc. Ed.:8 vol.:2 chapter 23: 800-826 1991
8. **Stryker HH** A Broaching Tool to Facilitate Intramedullary nailing J.B.J.S. 34- A(1) 230-231 1952
9. **Hey-Groves EW** Methods and Results of Transplantation of Bone in the Repair Defects Caused by Injury or Disease. Br. J.Surg, 5:185-242,1918.
10. **Küntschner G** Intramedullary Surgical Tecnique and its place in orthopaedic surgery. J. Boint Joint Surg., 47-A:809-817 1965
11. **Street DM** The evolution of intramedullary nailing.In the Science and practise of Intramedullary Nailing. Ed. By Browner B.; Edwards C.C. Philedelphia, Lee and Freiberg 1 st ed. pp. 1-17 1987
12. **Müller ME** The comprehensive classification of fractures of long bones. In manuel of internal fixation. Ed. by Müller M.E.; Allgöwer M.; Schneider R.; Willeneger H. Berlin. Springer –Verlag. 3rd ed.:118-158 1991
13. **Ates Y, Ömeroglu H, Yetmez M, YıldırımH** intramedüller çivilerininin vivo mekanik degisimleri Artroplasti Artroskopik cerrahi. Vol 7. No.13,(44-46).1996
14. **Klemm KW and Borner M** Interlocking Nailing of Complex Fractures of the Femur and Tibia. Clin. Orthop.212:89-100,1986.
15. **Netter F.** The Ciba Collection of Medical _llustrations, Musculoskeletal System. vol 1, p: 106-107, 1987.
16. **Ege R** Travmatoloji; kırıklar, eklem ve diger yaralanmalar.IV. Cilt. S:3923-4093 2004
17. **Moore KL** Clinically Orianted Anatomy, Satterfiel. Third edition. 432-460. Baltimore. Williams and Wilkins. 1992.
18. **Zeren Z, Eralp I** Kısa topografik anatomi. İstanbul Filiz Kitapevi. 4. baskı. S 546-564 1965
19. **Keith LM, Arthur FD** Clinically oriented anatomy 4. edition 1999. s. 512
20. **Browner BD, Jupiter JB, Levine AB, Trafton BG** Skeletal Trauma. Saunders Company Philadelphia. Volume: 2 chapter 51: 1771-1871 1992.
21. **Arıncı K** Staubesand J. Sobotta insan anatomisi atlası 3. baskı Beta basım yayım dağıtım AS.2. , 260-261

22. **Ege R** Ayak bilegi kırık ve çıkıkları. Ege R(editör).Ayak ve ayak bilegi sorunları'nda. Ankara: THK Basımevi. s. 743-95 1999.
23. **Arıncı K, Staubesand J** Sobotta insan anatomisi atlası 3. baskı Beta basım yayım dağıtım AS.2. cilt s.318-325
24. **Keith LM, Arthur FD** Clinically oriented anatomy 4. edition 1999. p.580-585
25. **Russell TA, Taylor JC, La Velle DG** Fractures of the Tibia and Fibula: Rockwood and Green's fractures in adults.Ed. By rockwood C.A. jr. Philedelphia, J.B.Lippincot company.3rd edition vol:2 pp 1915-1982
26. **Chapman MV** Fractures of the tibial and fibular shafts. In Evarts CM (Ed). Surgery of the musculoskeletal system.2nd edition. New York: Churchill Livingstone Inc; 1990 Vol 4 s 3741-3799
27. **Trafton PG** Tibial shaft fractures. In skeletal Trauma. Ed. By Browner B.D. Et al. Philadelphia W.B. Saunders Comp. 1st ed. Vol:2 s 1171-1869 1992
28. **Rhineland WF** The vasculer response of bone to internal fixation. In the Science and practise of Intramedullary Nailing. Ed. By Browner B.; Edwards C.C. Philedelphia, Lee and Freiberg 1st ed. pp. 25-59 1987
29. **Akalin Y** Genel Bilgiler. Alturfan A.K.(ed). Ortopedik Travmatoloji. Nobel Tıp Kitapevleri. Tayf Ofset. İstanbul. 1-17 2002.
30. **Chapman MW** Fractures of the shafts of the tibia and fibula. In. Chapman M.W.(Ed).Chapman's Orthopedic Surgery. Lippincotts Williams and Wilkins. Philedelphia. 3rd ed.755- 810 2001.
31. **Ege R** Genel Travmatoloji. Ege R(Ed). Travmatoloji, kırıklar, eklem yaralanmaları.Kadıoğlu Matbaası. 4 baskı. 1. cilt 14. bölüm: 1-98 1989.
32. **Johner R, Wrush O** Classification of Tibial Shaft Fractures and Correlation with Results after Rigid Internal Fixation. Clin. Orthop. 178:7-25 1983
33. **Leach RE** Fractures of the tibia and fibula. In: Rockwood C.A., Green D.P. (Eds). Fractures in Adults. JP Lippincott Co. Philedelphia 2nd ed. 1593-1663 1975.
34. **Ellis H** The Speed of Healing After Fracture of the tibial Shaft. J. Bone Joint Surg., 40B:42-46, 1958
<http://e-dergi.atauni.edu.tr/atauniiiibd/article/view/1025006538/0>
35. **Ostern HJ and Tscherne H** Pathophysiology and Classification of Soft Injuries Associated with fractures. In Tscherne. H. And Gotzen, J. (eds.): Fractures With Soft Tissue Injuries, pp.1-9. New York, Springer-Verlag, 1994.
36. **Tscherne H and Gotzen L** Fractures with Soft Tissue Injuries. Berlin, Springer-Verlag, 1984.
37. **Weller S, Höntsch D** Medullary nailing of femur and tibia. Allgöwer M(ed). Manuel of Internal Fixation.Berlin Heidelberg: Springer-Verlag 3rd Ed. P 291-366 1991.
38. **Chapman MW** Fractures of the tibial and fibular shafts. In Evarts CM (Ed). Surgery of the musculoskeletal system. New York: Churchill Livingstone Inc; 1983 ; ch 1, 1-62.
39. **Charles M Court-Brown** Fractures of the tibia and fibula. In. Rockwood CA, Bucholz RW, Green DP, Heckman JD (Eds.). Fractures in adults. Vol 2, 5th ed. New York: Lippincott-Raven Publ., 2001 . p.1939-2000
40. **Whittle AP** Fractures of lower extremity. In Canale ST (Ed.). Campbell's operative orthopedics. Vol 3, 9th ed. St.Louis : Mosby- Year Book Inc., 1998.p.2042- 2179.

41. **Ege R** Tibia ve fibula cisim kırıkları. Travmatoloji; kırıklar, eklem ve diğer yaralanmaları. Ed.: Ege R. 4. baskı. Ankara Kadioglu Matbaası. 3.cilt:2774-2882 1989
42. **Ege R** Travmatoloji. 5.Baskı, Ankara, Bizim Büro Basımevi 2003; 3143-3393.
43. **Georgiadis GM** Tibial Shaft Fractures Complicated by Compartment Syndrome Treatment with Immediate Fasciotomy and Locked Unreamed Nailing. The Journal of Trauma 1995; 38: 448-452.
44. **Gustilo RB, Anderson JT** Prevention of Infection in the Treatment of One Thousand and Twenty Five Open Fractures of Long Bones. JBJS 1976; 58(A): 453-458.
45. **Guyton JL** General Principles of Fractures of Lower Extremity. Canale ST (eds). Campbell's Operative Orthopaedics. 10. edition, Missouri, Mosby-Year Book 2003; Volume 3: 2669-2872.
46. **Solheim LF, Skjeldal S, Ström K, Alho A** Acute Compartment Syndrome After Tibial Fracture. Acta Orthop. Scand. 1992; 63: 70-71.
47. **Tischenkog J, Goodman SB** Compartment Syndrome After Intramedullary Nailing of the Tibia. JBJS 1990; 72: 41-44.
48. **Court-Brown CM, Christie J and McQueen MM** Closed Intramedullary Tibial Nailing: Its Use in Closed and Type I Open Fractures. J.Bone Joint Surg., 72B:605-611, 1990
49. **Perren S** Biomechanics of intramedullary nailing. In the Science and practise of Intramedullary Nailing. Ed. By Browner B.; Edwards C.C. Philadelphia, Lee and Freiberg 1 st ed. pp. 67-75 1987
50. **Reimer BL, Butterfield SL** Comparision of reamed and nonreamed solid core nailing of tibial diaphysis after external fixation. J. Orthop Trauma. 279-285. 1993.
51. **Samuelson MA, McPherson EJ, Noris L** Anatomic assessment of the proper insertion site for a tibial intramedullary nail. J Orthop. Trauma. Jan:17(1):75-76, 2003.
52. **Bonatus T, Olson SA, Lee S, Chapman WM** Nonreamed Locking Intramedullary Nailing for Open Fractures of the Tibia. Lippincott-Raven Publishers Clin. Orthop. 339: 58-65 1997
53. **Buchler CK, Green J, Woll ST, Duweliu JP** Technical Tricks a Technique for Intramedullary Nailing of Proximal Third Tibia Fractures. Journal of Orthopedic Trauma.Lippincott. Raven Publishers. 11-3: 218-223 1997
54. **Lang GJ, Cohen BE, Bosse MJ, Kellam JF** Proximal Third Tibial Schaft Fractures. Clin. Orthop. Lippicott Company 315: 64-74 1995
55. **Russell TA** Fractures of the Tibia and Fibula: Rockwood and Green's fractures in adults. Fourth edition. S:2127-2200, 1996.
56. **Subası M, Kesmenli CC, Aslan H, Çakır Ö, Kapukaya A** Tibia kırıklarının intramedüller çivi ile tedavi sonuçları ve bir amputasyon olgusu. Artroplastik Artroskopik cerrahi. Vol. 13, No.4, (227/232), 2002
57. **Dehne E, Metz CW, Deffer PA and Hall RM** Nonoperative Treatment of the Fractures Tibia by Immediate Weight Bearing. J. Trauma, 1:514-533, 1961.
58. **Hughston JC, Whatley GS and Bearden JM** Tibia Fractures. South. Med. J., 62:931-940,1949.

59. **Martinez A, Sarmiento A, Lata LL** Closed fractures of the proximal tibia treated with a functional brace. Clin. Orthop. Dec;(417):293-302.2003.
60. **Sarmiento A** A Functional Below-the-Knee Cast for Tibial Fractures.J. Bone Joint Surg., 49A:855-875, 1967
61. **Yu SW, Tu YK, Fan KF, Su YJ**, Anterior Knee Pain After Intramedullary Tibial Nailing, Changgeng. 22-4:604-608. 1999.
62. **Buchols RW, Court-brown CM, Heckman JD, Tornetta P** Rockwood ve Green Erişkin kırıkları 7. baskı s: 191-244
63. **Turanlı S, Özyürekoglu T, Dinçel E**, Açık tibia kırıklarında primer plaklama ve kilitli itramedüler çivilemenin karşılaştırılması. Ege R. XV. Milli Kongre Kitabı. 231- 233. 1997
64. **Schatzker J** Screws and plates and their application. In manuel of internal fixation, Ed. By Müller M.E., Allgöwer M., Schneider R., Willeneger H. Berlin, Springer-Verlag 3rd ed. Pp 179-290 1991.
65. **Wright TM, Burstein HA** Musculoskeletal Biomechanics. Surgery of the Musculoskeletal System. McCollister Ewarts. Churchill Livingstone Inc. 231-271, 1990.
66. **Abramowitz A, Wetzler MJ, Levy A, Whitelaw PG** Treatment of Open Tibial Fractures with Ender Rods. J.B. Lippicot Company Clin. Orthop: 293: 246-255 1993
67. **Brown CCM, Christie J, Mcqueen MM** Closed Intramedullary Tibial Nailing.Its Use in Closed and Type 1 Open Fractures. British Editorial society of Bone and Joint Surgery. 72-B: 605-611 1990
68. **Kocaoglu M, Yazıcıoglu Ö, Sen C, Akmehmet MS, Arıtamur A** Tibia Kırıklarında Fleksibile Ender Çivileri ile Osteosentez. 13, Milli Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongre Kitabı. S: 701-703 1994
69. **Olerud S, Karlstrom G** The spectrum of intramedullary nailing of the tibia. Clin. Orthop. 212: 101-112 1996.
70. **Henley MB** Intramedullary devices for tibial fracture stabilization. Clin Orthop 1989 ; 249 : 87-96.
71. **Kempf I, Grosse A, Rigaut P** The Treatment of Noninfected Pseudoarthrosis of the Femur and Tibia witk Locking Intramedullry Nailing. Clin. Orthop. 212: 142-181 1986
72. **Mayo KA, Benirschke SK** Treatment of tibial malunions and nonunions with reamed intramedullary nails. Orthopedics Clinics of North America. 21: 715-723 1990.
73. **Sledge SL, Johnson KD, Henley MB, Watson JT** Intramedullary nailing with to treat nonunion of the tibia. J.B.J.S. 71-A: 1004-1020 1989.
74. **Warren SB, Broker AF** Intramedullar Nailing of Tibial Nonunions. Clin. Orthop. 285: 236-243 1993
75. **Rachke MJ, Mann JW, Oedekoven G, Claudr BF** Segmental Transport after Unreamed Intramedullary Nailing.: Clin. Orthop. 282:233-240 1992.
76. **Watson JT, Anders M, Moed BR** Management Stragies for Bone Loss in Tibial Shaft Fractures. Clin. Orthop. 315:138-152. 1995.
77. **Freedman EL, Johnson EE** Radiographic Analysis of Tibial Fracture Malaligment Follwing Intramedullary Nailing: Clin. Orthop. 315: 153-162 1995.
78. **Kessler SB, Hallfeldt KJ, Perren SM, Schwei BL** The effects of reaming and intramedullary nailig on fracture healing. Clin. Orthop. 212: 18-25 1986

79. **Levin PE, Schoen RW, Browner BD** Radiation Exposure to the Surgeon During Closed Interlocking Intramedullar Nailing.: J.B.J.S. 69-A: 761-766. 1987
80. **Blachut PA, O'Brein PJ, Meek RN, Broekhuysen HM** Interlocking intermedullary nailing with and without reaming for the treatment of closed fractures of the tibial shaft. A prospective randomised study. J.B.J.S. 79A:640-646 1997
81. **Asık M** Tibia ve fibula cisim kırıkları. Alturfan A.K. (ed). Ortopedik Travmatoloji. Nobel Tıp Kitapevleri. Tayf ofset. İstanbul. 311-338 2002.
82. **Perçin S, Özkan Y, İpek R** Kilitli İntramedüller Çivilerde Biyomekanik. Artroplasti ve Artroskopik Cerrahi 6(11): 52-55 1995
83. **Schmidt AH, Finkemeier CG, Tornetta P** Treatment of closed tibial fractures. J.B.J.S. 85A: 352-367 2003.
84. **Tarr RR, Wiss DA** The mechanics and biology of intramedullary fracture fixation. Clin. Orthop. 212: 10-17 1986
85. **Alho A, Ekeland A, Stromsoe K, Folleras G and Thoresen BO** Locked Intramedullary Nailing for Displaced Tibial Shaft Fractures. J.Bone Joint. Surg., 72B:805-809, 1990.
86. **Bombacı H, Güneri B, Görgeç M, Kafadar A** Tibia diafiz kırıklarının tedavisinde intramedüller çivi ile plak – vida yöntemlerinin karşılaştırılması. Acta Orthop Traum Turc. 38(2);104-109; 2004
87. **Tükenmez M, Perçin S, Öztürk H, Karakas K,** İntramedüller çivilemeyle tedavi edilmiş tibia kırıklarının değerlendirilmesi. Ege R. XVI. Milli Kongre Kitabı. 296-301 1999
88. **Brumback RJ** The rationales of interlocking nailing of the femur, tibia and humerus. Clin. Orthop.;324:292-320.1996
89. **Ekeland A, Thoresen BO, Alho A, Stromsoe K, Folleras G, and Haukebo A** Interlocking Intramedullary Nailing in the Treatment of Tibial Fractures: A Report of 45 Cases. Clin Orthop., 231:205-215, 1988.
90. **Winquist RA, Hansen ST Jr** Comminuted Fractures of the Femoral Shaft Treated by Intramedullary Nailing. Orthop. Clin. North Am., 11:633-647,1980.
91. **Winquist RA, Hansen ST Jr and Clawson DK** Closed Intramedullary Nailing of Femoral Fractures: A Report of Five Hundred and Twenty Cases. J. Bone Joint Surg., 66A:529-539, 1984.
92. **Hipp JA, Cheal EJ, Hayes WC** Biomechanics of fractures. In: Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trafton PG (Eds). Skeletal Trauma. 2 nd ed. Philadelphia: Saunders Co;1992. p. 95-125
93. **Levin PE, Schoen RW, Browner BD** Radiation Exposure to the Surgeon During Closed Interlocking Intramedullar Nailing.: J.B.J.S. 69-A: 761-766. 1987
94. **Turen CH, Burges AR, Vanco B** Skeletal stabilization for Tibial Fractures Associated with Acute Compartment Syndrome. Clin. Orthop. 315: 163-168 1995
95. **Court B, McQueen MM, Quaba AA, Christie J** Locked Intramedullary Nailing of Open Tibial Fractures J.B.J.S. 73-B :959-964 1991
96. **Court B, Keating JF, McQueen MM** Infection After Intramedullary Nailing of the Tibia Incidence and Protocol for Management. J.B.J.S. 74-B: 770-774 1992.
97. **Zych GA, Huntson JJ** Diagnosis and Management of Infection After Tibial Intramedullary Nailing.: Clin. Orthop. 315: 153-162 1995
98. **Lopez AG, Marco F, Lopez L** Unreamed Intramedullary Locking Nailing for Open tibial Fractures.: International Orthop. 22: 97-101 1998

99. ALŞA Laboratuvar Cihazları, Elektromekanik Test Cihazları Kullanım Klavuzu, <http://www.alsalab.com/elektro-mekanik-test-cihazlari-mck2.html>
100. **Im GI, Tae SK** Distal metaphyseal fractures of tibia: a prospective randomized trial of closed reduction and intramedullary nail versus open reduction and plate and screws fixation. *J Trauma* 2005;59:1219-23.
101. **Goldhahn S, Moser R, Bigler R, Matter P** Treatment methods and outcomes of tibial shaft fractures in Switzerland. A prospective multicenter study of the Swiss AO. *Swiss Surg* 2000;6:315-22.
102. **Whittle AP, Wester W, Russell TA** Fatigue Failure in Small Diameter Nails. *Clin Orthop Relat Res.* 1995 Jun;(315):119-28.
103. **Sanders R, Jersinovich I, Anglen J, DiPasquale T, Herscovici D Jr** The treatment of open tibial shaft fractures using an interlocked intramedullary nail without reaming. *J Orthop Trauma* 1994 Dec; 8(6) 504-510
104. **Weninger P, Schueller M, Jamek M, Stanzl-Tschegg S, Redl H, Tschegg EK** Factors influencing interlocking screw failure in unreamed small diameter nails - A biomechanical study using a distal tibia fracture model. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2009 May; 24 (4): 379-384
105. **Augat P, Penzkofer R, Nolte A, Maier M, Panzer S, Oldenburg G et al.** Interfragmentary movement in diaphyseal tibia fractures fixed with locked intramedullary nails. *J Orthop Trauma* 2008;22:30-6.
106. **Horn J, Linke B, Höntzsch D, Gueorguiev B, Schwieger K** Angle stable interlocking screws improve construct stability of intramedullary nailing of distal tibia fractures: a biomechanical study. *Injury* 2009;40:767-71.
107. **Penzkofer R, Maier M, Nolte A, von Oldenburg G, Püschel K, Bühren V, et al.** Influence of intramedullary nail diameter and locking mode on the stability of tibial shaft fracture fixation. *Arch Orthop Trauma Surg* 2009;129:525-31.
108. **Rhineland FW** Tibial Blood Supply in Relation to Fracture Healing. *Clin Orthop Relat Res.* 1974 Nov-Dec;(105):34-81.
109. **Bhandari M, Schemitsch EH** Bone formation following intramedullary femoral reaming is decreased by indomethacin and antibodies to insulin-like growth factors. *J Orthop Trauma.* 2002;16:717-22.
110. **Xia L, Zhou J, Zhang Y, Mei G, Jin D** A meta-analysis of reamed versus unreamed intramedullary nailing for the treatment of closed tibial fractures. *Orthopedics* 2014 Apr; 37 (4):e332-8
111. **Geabler C, Stanzl-Tschegg S, Heinze G, Holper B, Milne T, Berger G, Vecsei V** Fatigue strength of locking screws and prototypes used in small-diameter tibial nails: a biomechanical study. *J Trauma* 1999 Ağustos; 47 (2): 379-384
112. **Küçükdurmaz F., Akpınar F, Saka G, Sağlam N, Acı C** A newly designed intramedullary nail with distal interlocking system for tibia fractures in adults - the clinical results. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2012; 18 (3) : 243-249
113. **Gong FL, Wang KZ, Dang XQ, Wang CS, Shi ZB** Effect of one versus two locking bolts on the biomechanics of tibial interlocking nail: a comparative study using a new model. *Di Yi Jun Yi Da Xue Xue Bao* 2005 May; 25 (5): 488-92
114. **Kneifel T and Buckley R.** A comparison of one versus two distal locking screws in tibial fractures treated with unreamed tibial nails: A prospective randomized clinical trial. *Injury*,1996 **27**, 271-273.

115. **Lucas BL, Chong ACM, Buhr BR, Jones TL, Wooley PH** Biomechanical comparison of distal locking screws for distal tibia fracture intramedullary nailing. J. Biomedical Science and Engineering, 2011, 4, 235-41
116. **Chan DS, Nayak A, Blaisdell G, James C, Denard A, Miles J, Santoni BG** Effect of Distal Interlocking Screw Number and Position after Intramedullary Nailing of Distal Tibial Fractures: A Biomechanical Study Simulating Immediate Weight-Bearing.
117. TST Tıbbi Aletler San. ve Tic. Ltd. Şti Tibia İntramedüller Çivi Sistemi Kullanım Klavuzu