

T.C.
GENELKURMAY BAŐKANLIĐI
GÜLHANE ASKERİ TIP AKADEMİSİ
ASKERİ TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI BAŐKANLIĐI

UZUN KEMİK DİAFİZ KIRIKLARINDA
ŞİŞİRİLEBİLEN İNTRAMEDÜLLER ÇİVİ İLE
CERRAHİ TEDAVİ SONUÇLARIMIZ

Uzmanlık Tezi

Erden Kılıç
Hv.Tbp.Yzb.

Doğum Kenar,
4 yıl verilmeği süratle
alın geçti. İyallah. Teride
felan lisede dinah
dile

ANKARA 2005

ÖNSÖZ

“Uzun Kemik Diafiz Kırıklarında Şişirilebilen İntramedüller Çivi İle Cerrahi Tedavi Sonuçlarımız” konulu tezim, Gülhane Askeri Tıp Akademisi Askeri Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nın 05.11.2003 tarih ve 0530-8003/304 sayılı yazısı ile verilmiştir.

Dört yıllık uzmanlık öğrenciliğim boyunca çalışmaktan onur ve gurur duyduğum GATA Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalında, deneyimlerini aktararak, en iyi şekilde yetişmemi sağlayan sayın Hocalarım Prof.Tbp.Kd.Alb. Mehmet ALTINMAKAS, Prof.Tbp.Kd.Alb. Mustafa BAŞBOZKURT ve Prof.Tbp.Kd.Alb. A. Sabri ATEŞALP'e, emekli olana kadar bize emeği geçmiş olan Prof.Dr. Ethem GÜR ve Prof.Dr. Nuri GÜLTEKİN ve Prof.Dr. Vecihi KIRDEMİR'e, içten desteklerini hiç esirgemeyen Doç.Tbp.Alb. Ali Şehirlioğlu, Doç.Dz.Tbp.Alb. Servet TUNAY, Doç.Tbp.Alb. Kaan ERLER, Doç.Tbp.Yb. Mahmut KÖMÜRCÜ ve Doç.Hv.Tbp.Yb. Cemil YILDIZ'a, birlikte çalıştığım Yrd.Doç.Hv.Tbp.Bnb. Erbil OĞUZ, Yrd.Doç.Tbp.Bnb. İbrahim YANMIŞ, Yrd.Doç.Hv.Tbp.Bnb. Doğan BEK ve Yrd.Doç.Tbp.Bnb. Bahtiyar DEMİRALP'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca Uzmanlık eğitimimi birlikte tamamladığım Anabilim Dalımızda görevli diğer Uzmanlık Öğrencisi arkadaş ve kardeşlerime, Klinik, Poliklinik, Ameliyathane ve Suni Aza'da görevli tüm Teknisyen Astsubay, Hemşire, Fizyoterapist, Sivil Memur arkadaşlara teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	3
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1 TARİHÇE	4
2.2 KEMİK HİSTOLOJİSİ	7
2.3 CERRAHİ ANATOMİ.....	9
2.3.1. FEMUR.....	9
2.3.2. TİBİA	10
2.3.3. HUMERUS	11
2.4 KIRIK.....	13
2.4.1 KIRIK İYİLEŞMESİ.....	13
2.4.2 KIRIK İYİLEŞMESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	16
2.5 İNTRAMEDÜLLER ÇİVİLEME	20
2.6 FIXİON İNTRAMEDÜLLER ÇİVİSİ	24
3. HASTALAR VE YÖNTEM	27
3.1 PREOPERATİF HAZIRLIK.....	28
3.2 CERRAHİ TEKNİK	28
3.2.1 FEMUR.....	28
3.2.2 TİBİA	29
3.2.3 HUMERUS	29
3.3 POSTOPERATİF BAKIM VE REHABİLİTASYON	29
4. BULGULAR	31
5. OLGU ÖRNEKLERİ	33
6. TARTIŞMA VE SONUÇ	39
7. ÖZET	51
8. SUMMARY	52
9. KAYNAKLAR	53

1. GİRİŞ

Kırık tedavisi Ortopedi ve Travmatoloji'nin temel ve doğal uğraşlarından biridir. Modern tıbbın gelişmesinden önce de, tüm tarih boyunca kırık tedavisinde temel yöntem eksternal immobilizasyon olmuştur. Bu amaçla her toplulukta, tedaviyi üstlenen kişiler tarafından birçok yöntem ve farklı madde karışımları kullanılmıştır. 1852 yılında Hollanda'lı bir askeri hekim olan Antonius Mathijssen'in günümüzde kullanılan beyaz toz alçıyı (Plaster of Paris) bulması, kırık tedavisinde röntgenin bulunmasından sonra ikinci önemli gelişme olarak ortopedistlere büyük kolaylık sağlamıştır.

Bu tarihten sonra uzun kemik kırıklarında uzun süreli traksiyon ardından alçı ile uzun süreli immobilizasyon yapılagelmiştir. Birinci Dünya Savaşı sırasında Lambotte¹ çeşitli metal implantlarla intramedüller çivileme denemiş, 1921 yılında Hey-Groves ilk çelik implantı geliştirmiştir. 1930'lu yıllarda Gerhard Küntscher modern intramedüller çivi ile kırık tedavisini başlatmış, 1950'lerde intramedüller çivinin proksimalinden ve distalinden kemiği ve çiviye geçerek uygulanan yatay kilitleme vidaları ile intramedüller çivinin endikasyonları genişletilerek çok parçalı kırıklarda da kullanılmaya başlanmıştır.

Günümüzde intramedüller çivileme uygulaması uzun kemik kırıklarında standart hale gelmiştir. Kilitli intramedüller çiviler çok parçalı kırıklar ve Tip III açık kırıklara kadar, başarıyla kullanılmaktadır. Ancak kilitli intramedüller çivilerde distal kilitleme vidalarının uygulanması konusunda zorluklar vardır.

Intramedüller çivilerin bu tür dezavantajlarına çözüm olarak İsrail'in Disc-o-tech firması Fixion çivisini geliştirmiştir. Bu çivi, konik kısa bir uç arkasında dört uzunlamasına çubuğun içinde içeri doğru katlanmış silindirik hazne ve bu hazneye sıvı doluşunu sağlayan tek yönlü bir valften oluşmaktadır. Özel pompası valfe bağlanarak serum fizyolojik ile şişirilir ve çivi uygulandığı kemiğin şeklini alarak stabilite sağlar. Çivinin çapı küçük iken uygulanması, oyma işlemi gerektirmemesi, şişirildikten sonra trabeküler kemiği sıkıştırarak tüm endosteal yüzeye tutunması, distal kilitleme gerektirmediğinden cerrahi süresini ve alınan radyasyon miktarını azaltması olası avantajları arasında sayılabilir.

Biz bu çivinin klinik etkinliğini belirlemek üzere 2002-2005 yılları arasında GATA Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'ne humerus, femur veya tibia diafiz kırığı nedeniyle yatırılan 64 hastaya uyguladık ve sonuçlarını değerlendirdik.

2. GENEL BİLGİLER

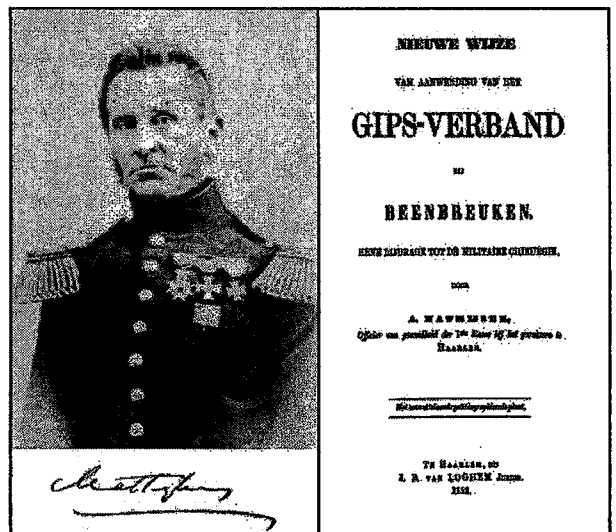
2.1 TARİHÇE

Kırık tedavisi Ortopedi ve Travmatoloji'nin varoluş nedenidir, dolayısıyla temel ve doğal uğraşlarından biridir. M.Ö. 3000 yıllarına ait Edwin Smith papirüslerinde ortopedik tedaviler ile ilgili resimler ve M.Ö. 400'lü yıllarda Hipokratın tanımladığı tedavilerde olduğu gibi, çağdaş tıbbın oluşturulmasından önce her toplulukta bu konuda bilgisi ve deneyimi olan kişiler ortopedik hastalıkların tedavisini üstlenmişlerdir. Bilimsel aydınlanma öncesinde, tüm tarih boyunca kırık tedavisinde en temel yöntem eksternal immobilizasyon olmuştur. Bu amaçla her toplulukta tedaviyi yapan kişiler basit bir ağaç dalı ve sargı ile çeşitli toprak kaynaklı tozları ve yumurta gibi, uygulandıktan sonra belli bir sertlik sağlayacak birçok yöntem ve farklı madde karışımları kullanmıştır.

Kırık kaynamasını sağlamak üzere medulla içine çeşitli cisimler yerleştirerek tedavi etme denemeleri ilk olarak 16 yüzyılda Meksika'da yaşayan yerliler tarafından yapılmıştır. Bu bölgeleri istilaya gelen İspanyollar, İnkaların ve Azteklerin uzun kemik kırıklarında reçineli ağaçtan yapılmış kamalar kullandıklarını görmüşlerdir. ²

1800'lü yılların ortasına gelindiğinde Hollanda'lı bir askeri hekim olan Antonius Mathijsen (Şekil 1) cephede yaralanan askerlerin tedavi merkezlerine güvenli transferini sağlayacak bir sargı geliştirmeyi düşünmekteydi. Onun amacı bir kez kullanılan, dakikalar içinde sertleşen, ekstremitenin şekline uyum sağlayan, cerrahın yara ulaşmasına ve yara bakımına izin veren, yara akıntısından veya nemden etkilenmeyen; aynı zamanda çok ağır olmayan ama ucuz olan bir sargıyı üretmekti. Mathijsen 1852 yılında Plaster of Paris adı verilen alçıyı buldu, 1876'da Amerika'da tanıttı. Bu alçı kırık tedavisinde röntgenin bulunmasından sonra ikinci önemli gelişme olarak ortopedistlere büyük kolaylık sağladı.

Bu tarihten itibaren konservatif tedaviler çoğunlukla bu alçı immobilizasyonu ile yapıldı. Ancak özellikle uzun kemik kırıklarının alçıyla tedavisinde kırığın kaynaması için aylarca ve bazen daha uzun süre immobilizasyon yapılması

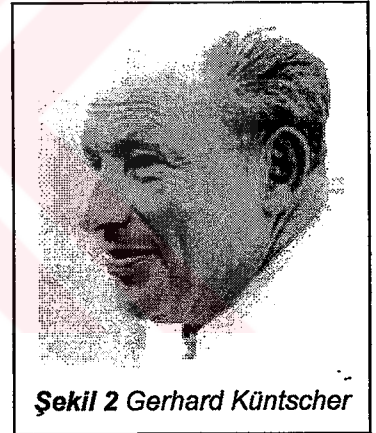


Şekil 1 Antonius Mathijsen ve bildirisi

gerekmekteydi. Bu süre sonunda, kemikler kaynarken diğer dokular atrofiye olmakta ve zahmetli ve uzun bir tedavi sonunda eklem hareket kısıtlılığı sonucu fonksiyonel açıdan pek parlak olmayan bir ekstremitede elde edilmekteydi. Bu da ciddi anlamda işgücü ve dolayısıyla maddi kayıplara neden olmaktadır. Ancak henüz bu tedavinin bir alternatifi yoktu.

Ortopedi bilimi tarih boyunca olduğu gibi yeni bir sıçrama yapmak için yine savaş yıllarını bekledi. Büyük savaşlar sonunda çok sayıda insanın çok farklı biçimlerde yaralanması ister istemez cerrahların bilgi ve deneyimini arttırmış ve ayrıca yaralıların en kısa zamanda savaşmak üzere tekrar cepheye gönderilme isteği yeni tedavi arayışlarına yönelmelerini sağlamıştır. 1900'lü yılların başında Bircher³ ve König⁴ ilk kez metal kamaların kullanımını tanımlamış, ancak Birinci Dünya Savaşı sırasında Belçikalı Lambotte¹ metal intramedüller çiviyi ilk kullanan cerrah olmuştur. Peltier'e göre Lambotte'yi, aynı dönemde İngiltere'den Hey-Groves çelik intramedüller çivi ile takip etmiş, 1930'larda Amerika'dan Rush ve Almanya'dan Küntscher'in katkılarıyla günümüz intramedüller çivilemenin temelleri atılmıştır.⁵

Bu tarihten itibaren Küntscher (Şekil 2) intramedüller çivileme konusunda şu anda yapılmış olan veya yapılması düşünülen birçok düşünceyi uygulamış veya üzerinde çalışmıştır. V ve Y şeklinde çivilerin ardından yonca şekilli açık intramedüller çiviyi geliştirmiş, oymalı yanında oymasız intramedüller çivileme uygulamış, femur ve tibiadan başka humerus, önkol ve metakarplara kadar çiviler kullanmış, retrograd, kompresif ve distraktif çivilemeyi denemiş ve kilittli çivileme olasılığı üzerine çalışmıştır.⁶ Küntscher kendi geliştirdiği yonca şekilli içi açık çiviyle, oyma işlemi ardından çiviyi çakılmasıyla medullada sıkışma sağlayarak implant stabilitesini arttırmaya çalışmıştır.



Şekil 2 Gerhard Küntscher

Oyma işleminin, özellikle travma hastalarında pulmoner komplikasyonlarını arttırdığı bildirilmiş, çok parçalı kırıklarda uygulama zorluğu yaşanmıştır. Ayrıca oyma işleminin kortikal kemikte aşırı ısınmaya neden olarak nekroza ve geç kaynamaya neden olduğu öne sürülmüştür. Yonca şekilli çivinin oyma işlemi sonrası çakılması ile rotasyonel stabilite sorunları olması sonucu, intramedüller çivinin proksimalinden ve distalinden kemiği ve çiviyi geçerek uygulanan yatay kilitleme vidaları ile rotasyonel instabilite önlenmiş ve intramedüller çivinin endikasyonları genişletilerek çok parçalı kırıklarda da kullanılmaya başlanmıştır. İkinci Dünya Savaşındaki tecrübeleri sonrasında Küntscher 1952'de distal kilitleme ile ilgili sonuçlarını yayınlamıştır.

Günümüzde intramedüller çivileme uygulaması uzun kemik kırıklarında standart hale gelmiştir. Kilitli intramedüller çiviler çok parçalı kırıklar ve Tip III açık kırıklara kadar, başarıyla kullanılmaktadır. Ancak kilitli intramedüller çivilerde distal kilitleme vidalarının uygulanması konusunda zorluklar vardır. Distal vida uygulaması, cerrahi sürenin uzamasına ve hasta ile cerrahi ekibin daha fazla radyasyona maruz kalmasına yol açmaktadır. Vidanın kolay uygulanması için çeşitli distal hedefleme cihazları ve bilgisayar destekli navigasyon cihazları geliştirilmiş, ancak özellikle femurda zorlama sonucu çivinin distalinde rotasyon olması nedeniyle etkili olarak kullanılamamıştır. Ayrıca bu tür çivilerde yükün tamamının vida-çivi veya vida-kemik arayüzü üzerinden taşınması nedeniyle, vidanın kırılması ya da vidanın geçtiği yerden kemiğin kırılması gibi vidaya ait komplikasyonlarla karşılaşmıştır.

Bu gelişmelerin sonucunda distal vida tespiti gerektirmeyen kendiliğinden açılarak tespit sağlayan bazı çivi tasarımları geliştirilmiş ancak bu çiviler de hem uygulamada hem de çıkarma aşamalarında zorluklar yaşanmış, klinik uygulamaları yaygınlaşmamıştır.

Bunların dışında İsrail'in Disc-o-tech firması distal kilitleme gerektirmeyen Fixion çivisini geliştirmiştir. Bu çivi konik kısa bir uç arkasında dört uzunlamasına çubuğun içinde içeri doğru katlanmış silindirik hazne ve bu hazneye sıvı doluşunu sağlayan tek yönlü bir valften oluşmaktadır. Özel pompası valfe bağlanarak serum fizyolojik ile şişirilir ve çivi uygulandığı kemiğin şeklini alarak stabilite sağlar.

2.2 KEMİK HİSTOLOJİSİ

Kemik dokusu, dinamik ve oldukça organize bir dokudur. Bu organizasyon moleküler seviyede apatit kristallerin düzeninden, organ düzeyinde trabeküler kemiğin üzerine gelen yüklere göre şekil almasına kadar genişdir. Bu moleküler, hücresel ve doku organizasyonu sayesinde kemik tensil güçlere karşı demir kadar dayanıklı olup, bu dayanıklılıkta bir doku için çok düşük bir moleküler ağırlığa sahiptir.

Mikroskopik olarak kemik iki şekilde görülebilir: woven (örülmüş) kemik ve lamellar kemik. Örülmüş kemik, immatür bir kemik yapısıdır. Embriyoda, yenidoğanda, kırık kallusunda veya büyüyen bir kemiğin metafizyel bölgesinde bulunabilir. Ayrıca tümörler veya osteogenezis imperfekta ve Paget gibi kemiğin yapısal hastalıklarında da görülebilir. Kollajen lifleri kalındır ve belirli bir dizilime sahip değildir. Birim hacimde lamellar kemiğe göre daha fazla hücreye sahiptir, mineral içeriği değişkendir ve hücreler rastgele yerleşmiştir. Bu yapısı nedeniyle izotropik mekanik özelliklere sahiptir, yani uygulanan kuvvet hangi yönden olursa olsun benzer mekanik davranışlar gözlenir. Örülmüş kemiğin düzensiz yapısı ve odaklar halinde mineralizasyonu nedeniyle kırık kallusunun radyografik görüntüsü lamellar kemikten farklıdır.

Lamellar kemik hayatın 1. ayından sonra oluşmaya başlar. Zaman içinde yavaş yavaş örülmüş kemiğin yerini alır. 4 yaşında kemikler lamellar yapıya kavuşur. Lamellar kemik, yapısal olarak ister kortikal isterse trabeküler olsun, ya da intramembranöz veya endokondral kemikleşme ile olsun, tüm erişkin kemiklerinde görülen mikroskopik kemik organizasyonudur. Üzerine gelen yüklere göre organize olmuş kollajen lifleri nedeniyle anizotropik mekanik özelliklere sahiptir, yani mekanik davranışları uygulanan kuvvetin yönüne göre değişmektedir. En yüksek dayanıklılık kuvvet kollajen liflerine paralel olduğunda elde edilir.

Örülmüş veya lamellar kemik yapısal açıdan trabeküler veya kortikal kemik şeklinde olabilir. Trabeküler kemik gelen yük doğrultusunda organize olan üç boyutlu örgülü bir yapıya sahiptir. Daha çok kompresyon güçlerine dayanıklıdır. Metabolik olarak çok aktiftir, geniş yüzey alanı nedeniyle kortikal kemiğe göre 8 kat daha yüksek metabolik döngüye sahiptir. Hızlı büyüme gösteren büyük hayvanlarda olduğu gibi kanlanma trabeküler kemikte bulunan vasküler kanallar yolu ile olur. Trabeküler kemik kemik iliğini de barındırır.

Kortikal kemik daha yoğun bir yapıya sahip olup, trabeküler kemiğe göre 4 kat daha ağırdır. Uzun kemiklerin diafizi kortikal yapıdadır. Eğilme ve torsiyon kuvvetlerine daha

dirençlidir. Kortikal kemik içinde haversian kanal adı verilen kanallar bulunur ve bu kanallar içinde hücre, kan damarları ve bazen sinir barındırır. Lamellar kemik haversian kanalın merkezinden dışına doğru kemik oluşumu ile gelişir. İç tarafta aktif osteoblastlar kemik üretimini sağlarken dışa doğru gidildikçe lameller arasında kalmış osteositler görülür. Haversian kanallar, osteosit iletişimini sağladığı düşünülen Volkman kanalları ile birbirine bağlıdır.

Kemiğin ana hücreleri osteoblast, osteosit ve osteoklasttır. Osteoblastlar kemik yüzeyinde bulunup kemik matriksi olan osteoidi üretirler. Osteoklastların açtıkları yolu izleyerek lamellar kemiği oluştururlar. Sonrasında ürettikleri matriks içinde kalarak osteositlere dönüşürler. Osteositlerin fonksiyonları tam olarak anlaşılacakla birlikte, kemik içinde çok düzenli dağılımı ve birbirleriyle kanaliküller aracılığıyla olan bağlantıları nedeniyle kemik üzerine gelen yükler ve diğer sinyaller aracılığıyla doku metabolizmasının ve kalsiyum metabolizmasının düzenlenmesinde rol aldıkları düşünülmektedir.

Osteoklastlar, makrofaj ve monositleri oluşturan hematopoietik öncü hücreleri olan kemik iliğinin pluripotent hücrelerinden gelişir. Kemiğin rezorptif hücreleri olup asit fosfataz aktiviteleri ve kemiğe özgü hücre yüzeyi göstergeleri ile makrofajdan ayrılır. Kemik yüzeyine yakın olan osteoklastlar aktiftir, ortamın pH'sını düşürerek girintili yüzeyleri ile kemiğin mineralinin çözülmesini sağlar ve ardından matriksin organik kısmını asidik proteolitik enzimleri ile parçalar.

2.3 CERRAHİ ANATOMİ

2.3.1. FEMUR

Femur insan vücudunun en büyük ve en kalın kemiğidir. Femur proksimalinde bir baş, ve başı gövdeye bağlayan boyun bulunur. Boyun gövdeye bağlandığı noktada trokanter majus ve minus yer alır. Boyun gövde açısı ortalama 127°, anteversiyon açısı yaklaşık 15°'dir. Femurun dışbükeyliği anterolateralde olan bir eğimi vardır. Medullar kanalın en dar olduğu yer, yani isthmus diafizinin orta 1/3'lük kısmında yer alır. Isthmusun genişliği çivi çapının seçiminde önemlidir. Trokanter majorun boyunla birleştiği yerdeki çukur priformis fossa olarak adlandırılır ve intramedüller çivilemede giriş noktası olarak tercih edilir. Trokanter minusun altında pektineal çizgi yer alır ve linea asperanın medial dudağı olarak inerek lateral dudak ile birleşerek inferiorda linea asperayı oluşturur. Linea aspera birçok kasın insersiyon bölgesidir. Bu nedenle intramedüller çivileme sonrası çok parçalı kırıklarda serklaj teli uygulanırken, telin bu bölgeden geçişinde zorluk yaşanabilir. Linea aspera, femur alt ucunda ikiye ayrılarak medial ve lateral suprakondiler yükseklik olarak sonlanır. Femur alt ucu medial ve lateral olmak üzere kondile sahiptir. Medial kondil laterale göre daha büyüktür.

Femur çevresi kas grupları 3 ayrı kompartmanda yer alır. Anterioda quadriseps femoris, sartorius, iliopsoas, pektineus kasları yanında femoral arter, ven, sinir ve lateral femoral kutanöz sinir bulunur. Quadriseps femoris kası rectus femoris, vastus medialis, vastus lateralis ve vastus intermedius kaslarından oluşur. Bu grup dizde ekstansiyon sağlar. Rectus femoris bu grupta iki eklemi geçen tek kastır. Dolayısıyla diz ekstansiyonu yanında kalçaya da fleksiyon yaptırır. Bu kasların tendonu quadriseps tendonudur, distalde patellar tendon olarak devam eder ve tuberositas tibiaya yapışır. Addüksiyon ve dış rotasyon yaptıran medial grupta gracilis, adduktor longus, adduktor brevis, adduktor magnus, obturator externus kasları yer alır. Profundus femoris arteri siyatik sinir ve posterior femoral kutanöz sinir de bu kompartmandadır. Posterioda biceps femoris, semitendinosus, semimembranosus kasları bulunur. Bu kaslar dize fleksiyon, tibiaya eksternal rotasyon yaptırırlar. Ayrıca trokanter majore yapışan guteus medius, gluteus minimus, obturator ve piriformis kasları uyluğa abdüksiyon hareketi yaptırırlar. Trokanter minusa yapışan iliopsoas ise uyluğa addüksiyon ve fleksiyon hareketi yaptırır.

Femur proksimali yani baş ve boyun bölgesi profundus femoris arterinin medial ve lateral sirkümfleks arterleri ile beslenir. Femur kırıkları için önemli olan diafiz bölgesi ise yine derin femoral arterin nutrient (besleyici) arter tarafından kanlanır. Besleyici arter

femura diafiz orta bölümünün posteriorundan, linea asperaya yakın noktada bulunan foramen girer ve medulla içinde her iki yöne dallar verir. Periosteal kan damarları da kemiğe linea aspera çevresinden girerler. Periosteal arterler kemik içinde dik olarak seyrederek. Bu nedenle özellikle plak vida veya intramedüller çivileme yanında serklaj uygulanması sırasında bu bölgede yumuşak dokuların kemikten sıyrılması kanlanmaya zarar verebilir.

Femur mikrosirkülasyonu uzun kemik diafizlerinde olduğu gibi endosteal damarlar normal koşullarda korteksin iç 2/3'ünün kanlanmasını sağlarlar ve içeride periosteal damarlar ile anastomoz yaparlar. Kan akımı sentrifugaldır, yani dışarı doğrudur. Periosteal arterler özellikle linea aspera bölgesinde korteksin dış 1/3'ünün kanlanmasına katkıda bulunurlar.

2.3.2. TİBİA

Tibia vücut ağırlığının en büyük destekçisi ve femurdan sonra en büyük ikinci kemiğidir. Proksimalde femur kondilleri ile eklem yapan oval ve içbükey medial plato ve daha yuvarlak ve dışbükey lateral plato bulunur. İnterkondiler eminesia iki faseti birbirinden ayırır. Anterior yüzeyde tuberositas tibia bulunur ve bu yükseltiye patellar tendon yapışır. İntramedüller çivileme için giriş noktası patellar tendonun arkası veya hafif medialdir. Lateralde bulunan Gerdy tuberkülüne iliotibial trakt yapışır. Lateral plato posterolateralde fibula başı ile eklem yapar. Proksimalden aşağı doğru inildikçe tibianın kesiti incelerek üçgen şeklini alır. Tibianın medial yüzünde yalnızca cilt, ciltaltı dokusu bulunur, yumuşak doku desteği olmadığından bu bölgenin travmaya savunması zayıftır. En dar olduğu yer genelde orta 1/3 ile distal 1/3 bileşkesidir. Tibiada kullanılacak çivi çapını bu bölgenin ölçümü belirler. Tibia distalde inferiorunda dörtgen bir eklem yüzeyi ile talus ve medial ve lateral malleol ile ayak bileği eklemine oluşturur. Lateralde fibular çentiği ile fibula ile distal tibiofibular eklemi oluşturur.

Tibianın proksimalde ve distalde genişleyerek, metafizyel bölgede korteksinin incilmesi ve medullar kanalın genişlemesi kırık fiksasyonunda sorunlara neden olabilmektedir. Gerek eksternal fiksator teli olsun, gerekse intramedüller çivilemede kilitleyici vida olsun, bu bölgeden geçen tespit materyalleri daha az korteks dokusuna tutunmaktadırlar. Dolayısıyla özellikle medullar kanalı tam doldurmayan kilitleyici vida sistemlerinde yükün vidalara verilmesi nedeniyle kemik veya vida yetersizlikleri ortaya çıkabilmektedir.

Tibia çevresi kaslar anterior, lateral ve posterior kompartman olmak üzere 3 kompartmana yerleşmiştir. Anterior grup kasları tibialis anterior, ekstensör hallucis longus, ekstensör digitorum longus ve peroneus tertius'tan oluşur. Bu grup ayak bileği dorsifleksiyonundan sorumludur. Bu kompartman medialde tibia, lateralde fibula, posteriorda interosseöz membran ve anteriorda kalın crural fasya ile sınırlı olup, kompartman sendromu sonucu bu kompartmanda bulunan anterior tibial arter ve derin peroneal sinir etkilenebilir.

Lateral grupta peroneus longus, peroneus brevis yer alır. Bu grup ayak bileğine plantar fleksiyon ve eversiyon yaptırır. Kompartman sendromu riski anteriora göre daha düşüktür.

Posterior kompartmanda yüzeysel grupta gastrocnemius, soleus, popliteus, plantaris, derin grupta ise, fleksör hallucis longus, fleksör digitorum longus ve tibialis posterior bulunur. Yüzeysel grup ayağa plantar fleksiyon hareketi yaptırırken, derin kompartman kasları plantar fleksiyon yanında ayağa inversiyon yaptırırlar. Peroneal ve tibial damarlar ile posterior tibial sinir bu kompartmanda bulunur.

Tibia posterior tibial arterden çıkan besleyici arterlerden ve periosteal dallardan beslenir. Besleyici arter tibiaya posterolateral korteksten oblik olarak girer ve korteks içinde 5-6 cm yol adiktan sonra, üç çıkan bir inen dal verir. Periosteum ise interosseöz membran içinde seyreden anterior tibial arterin dallarından gelen yoğun kan akımına sahiptir. Normal kemikte intramedüller dolaşım önemlidir. Ancak kırık nedeniyle intramedüller dolaşım bozulduğunda periosteal damarların katkısı artar. Tedavi olarak intramedüller çivileme seçilmiş ise oyma yapılmaması endostumun daha hızlı revaskülarize olmasını sağlamaktadır. Bacakta beş önemli venöz yapı bulunmaktadır: büyük ve küçük safen ven posterior ve anterior tibial venler ve peroneal ven. Büyük safen ven vücuttaki en uzun ven olup venöz greft olarak kullanılır. Ayağın medial marjinal veninden başlayarak bacak medialinden yukarı safen sinir ile birlikte seyreder. Dolayısıyla intramedüller çivileme sırasında kilitleme vidası medial yaklaşım ile yerleştirilirken bu yapılara dikkat edilmesi gerekir.

2.3.3. HUMERUS

Humerus diafiz ile proksimal ve distalde olmak üzere iki eklem yüzüne sahiptir. Proksimalde yarım küre şeklindeki humerus başı süperior, medial ve hafif dorsale açılır. Başın alt sınırında bulunan anatomik boyun kapsülün yapışma yeridir. Daha aşağıda ise

kırıkların oluştuğu cerrahi boyun bulunur. Başın lateralindeki tuberkulum majusa suprapinatus, infraspinatus ve teres minör yapışır. Anteriorda yer alan tuberkulum minusa ise rotator manşetin diğer kası subskapularis yapışır. İki tuberosite arasında biceps tendonunun geçtiği bicipital oluk bulunur. Diafiz, pektoralis major yapışma yerinin üst kısmı ile suprakondiler çıkıntı arası olarak tanımlanır. Deltoid kası proksimal humerus diafizinin anterolateral yüzeyindeki deltoid tuberositeye yapışır. Humerus kesiti proksimalde yuvarlak iken distale doğru anteroposterior çapı azalır. Humerus diafizinin posteriorunda trisepsin yapışma yeri ve içinde radial sinirin seyrettiği radial oluk bulunur. Distalde humerus medial ve lateral epikodillere ayrılır, medial tarafta troklea ulna olekranonu ile lateral tarafta capitulum radius başı ile dirsek eklemine oluşturur.

Medial ve lateral intermusküler septa, kolu anterior ve posterior kompartmanlara ayırır. Biceps brachii, coracobrachialis ve brachialis kasları anterior kompartmanda bulunur. Brachial arter ve median, musculocutaneous ve ulnar sinir bicepsin medial sınırında seyreder. Posterior kompartmanda triceps ve radial sinir yer alır.

Humerus diafizinin dolaşımı brachial arterin dallarından sağlanır. Besleyici arter diafiz orta noktasından daha distalde humerusun medialinden kortekse girer. Radial sinir ve brachial arter derin dalı lateral intermusküler septumu perforer eder. Aynı şekilde medial intermusküler septum da ulnar sinir, superior ulnar kollateral arter ve inferior ulnar kollateral arterin posterior dalı tarafından perforer edilir.

2.4 KIRIK

2.4.1 KIRIK İYİLEŞMESİ

Kırıkla birlikte başlayan sürecin amacı kemiğin kırık öncesi durumuna gelmesini sağlamaktır. Bu açıdan kemik birçok bağ dokusu gibi yara dokusu ile değil kendi özgün dokusu ile iyileşen bir organdır.

İnsan kemik dokusu yapısal açıdan kortikal ve kansellöz kemik olarak iki şekilde bulunur. Uzun kemik diafizi tamamen kortikal kemikten oluşur. Uzun kemiklerin metafizi ise, kısa ve yassı kemikler gibi ince kortikal kemik örtüsü kaplı kansellöz kemikten oluşur. Bu kortikal ve kansellöz kemik dağılımının farklılığı kırık iyileşmesinde de birtakım farklılıklara neden olmaktadır.

Kırık iyileşmesinin basamakları ilk olarak Hunter⁷ tarafından (1) inflamasyon, (2) yumuşak kallus, (3) sert kallus ve (4) remodelizasyon olarak tanımlanmıştır. Brighton⁸ bu basamaklara impaksiyon ve indüksiyonu eklemiştir.

İmpaksiyon gücün ilk uygulanmaya başladığı andan tüm enerjinin kemik tarafından soğurulup kırık oluşana kadar geçen süreyi tanımlar. Ardından 1 ile 3 gün süren ve klinik olarak ağrı, ödem ve ısı artışı ile kendini gösteren inflamasyon evresi başlar. İndüksiyon evresi ise impaksiyon ve inflamasyon evresinde başlayarak kemik rejenerasyonunu sağlayan hücre ve hücresel faktörlerin indüklenmesi sürecini ifade eder. Yumuşak kallus kaynamanın fibröz veya kıkırdak doku ile olmasıdır. Sert kallus evresinde fibrokartilajenöz kaynama dokusunun yerini fibroosseöz doku almaya başlar. Bu evre 3-4 ay sürebilir. Remodelizasyon klinik ve radyolojik kaynama sonrası kemiğin tamamen normale dönmesi, yani medüller kanalın restorasyonu ve lamellar kemik oluşumuna kadar geçen ve yıllarca sürebilen bir reorganizasyon sürecidir.

Kemikte kırığa neden olan travma damarlar, hücreler ve kemik matriksi yanında çevre yumuşak doku periosteum ve kaslarda da yaralanmaya yol açar. Kırık hattında medüller kanal içinde hematoma oluşur. Kanlanması bozulan kırık uçlarındaki hücreler nekroze olur. Eğer periosteum, kemik iliği ve yumuşak dokularda da hasar varsa ölen hücreler kırık hattındaki nekrotik materyale katılır. Trombositlerden ve ölen hücrelerden salınan inflamatuvar mediatörler damar yatağında dilatasyona ve plazma eksüdasyonuna, klinik olarak kırık bölgesinde ödeme neden olur. Önce parçalı nötrofiller ve ardından makrofaj ve lenfositler bölgeye göç eder. Bu hücreler hücresel görevleri yanında, angiogenezi sağlayan sitokinler salgırlar. İnfamatuvar yanıt azalmaya başladığında nekrotik doku tamamlanmış, ortamda fibroblastlar çoğalmaya ve matriks üretimine başlarlar.

Kırığın oluşturduğu inflamasyon her kırık için aynı olsa da tamir dokusunun miktarı ve kompozisyonu ve tamir hızı kırığın olduğu kemik bölgesine göre farklılık gösterebilir. Ayrıca yumuşak doku bütünlüğü ve kırığın stabilitesi kırık iyileşmesini etkileyen başlıca faktörlerdendir.

Kırığın tamiri evresinde ilk basamak kırık hematomunun organize olmasıdır. Açık kırık veya cerrahi tedavi nedeniyle kırık hematomu kaybının kırık iyileşmesini geciktirdiği deneysel olarak kanıtlanmıştır. Bunun nedeni hematomun tamir hücrelerin migrasyonunu sağlayan fibrin çatı yanında içerdiği büyüme faktörleri ve trombositlerden salınan daha birçok proteinler ve bunların hücre migrasyonu, proliferasyonu ve tamir doku matriksinin oluşması gibi kırığın kaynaması için önemli olayları aktive etmesi olabilir. Hematomun organizasyonu sırasında ortam asidiktir, tamir dokusu arttıkça pH nötrale ardından hafif alkaliye döner. Bu alkali ortamda alkalen fosfataz enzimi için idealdir, bu enzim kırığın mineralizasyonunu sağlar.

Kırığın ilk olduğu andan itibaren ekstremitenin vasküler yatağında vazodilatasyona bağlı bir artış olmasının yanında çoğunluğu periosteal damarlardan oluşan kapiller çıkıntılar tamir dokusu içine ilerler. Medüller besleyici arter daha sonraki aşamalarda katkı sağlar. Fibroblastlardan salgılanan büyüme faktörleri angiogenezisi yönlendirmektedir, ancak tam olarak vasküler invazyonu başlatan neden bilinmemektedir. Cerrah periostu sıyrarak veya intramedüller çivilemede medüller sistemi tahrip ederek kırık hattının dolaşımına müdahale ederse tamir dokusu sağlam kalan dolaşım sistemi tarafından sağlanır.

Kırık uçlarında dolaşımı bozulan hücreler nekroza uğrar ve osteoklastlar tarafından rezorbe edilir. Bu nedenle kırıktan birkaç hafta sonra radyografik olarak görülen boşlukta bir miktar artış görülebilir. Kırık hattında var olan veya kan yoluyla kırık bölgesine ulaşan pluripotent hücreler fibröz, kırık ve kemik dokuyu oluşturan hücrelerdir. Kemik dokuyu ilk oluşturan hücreler periosteumun kambiyum tabakası hücreleridir. Bu mezenkimal hücrelerin ürettiği ve fibröz, kırık ve kemik doku karışımı olan kallus dokusu kırık hattını doldurur. Kallus dokusu yumuşak ve sert kallus olarak ikiye ayrılır. İlk sert kallus intramembranöz kemikleşme sonucu kallus dokusunun periferinde görülür. Kallus dokusunun iç kısımlarında fibröz veya kartilajenöz kallus dokusu zaman içinde yerini endokondral kemikleşme ile kemik dokusuna bırakır. Kallus dokusu biyokimyasal olarak incelendiğinde başlangıçta glikozaminoglikan, proteoglikan ve tip I ve tip III kollajen içeren gevşek fibröz doku fibrin pıhtısının yerini alır. Daha sonra fibrokartilaj ve hyalin benzeri kırık dokusu içinde tip II kollajen ve link proteinleri görülür. Endokondral ve

intramembranöz kemikleşme sırasında ise tip I kollajen, alkalen fosfataz ve kemiğe spesifik proteinlerde artış görülür ve matriks mineralizasyonu tamamlanır.

Kırık kaynaması üzerine yapılan çalışmalarda granülasyon dokusu, kırıkta ve kemik oluşumunun, hücrelerde kan damarı, kırıkta ve kemiğe özgü proteinlere ait genlerin aktivasyonu ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Kallusun farklı bölgelerinde kondrogenez, endokondral ve intramembranöz kemikleşme farklı biyokimyasal aktivitelerin bir arada devam ediyor olması lokal mediatörlerin, ve mekanik etkilerde dahil olmak üzere mikroçevrenin hangi genin aktive olacağını belirlediğini düşündürmektedir. Kompresyon fibröz doku oluşumunu azaltmaktadır, aralıklı makaslama kuvvetleri fibrokartilajın kalsifikasyonunu artırırken, artan hidrostatik basınç azalmasına neden olmaktadır.

Mineralize oldukça kırık uçlarını iç şeklinde içine alan kallus dokusu daha sert hale gelir ve klinik olarak kaynamanın tespit edilmesinden sonraki dönemden sonra kaynama radyografik olarak izlenebilir. Bu aşamada iyileşme tamamlanmamıştır, ancak remodelizasyon sonunda kemik tam gücüne ulaşır.

Kırık kaynaması ve ardından remodelizasyonu kırık uçları arasında bir miktar hareket olan kapalı anstabil kırıkların tedavisi ile görülen kaynama şeklidir. Bu kaynama şeklinde kırık hematomunda fibröz, kırıkta ve son olarak kemiğe dönüşerek kaynamayı sağlayan bir kallus dokusu olduğu için Perren ve ark. tarafından "indirekt kemik iyileşmesi" olarak adlandırılmıştır.⁹ Bunun dışında kallus dokusunun oluşmadığı bir kırık iyileşmesi tanımlanmıştır. Burada kırık uçları temas halinde ve stabil bir biçimde kalır ve kırık iyileşmesi kallus dokusu oluşmadan tamamlanır. Bu tip kaynama arada fibröz, kırıkta veya başka doku ile kallus oluşumu ve ardından kemik oluşumu gözlenmediği için "direkt kemik iyileşmesi" ve "primer kemik iyileşmesi" olarak da adlandırılır. Histolojik özelliği osteoklast, osteoblast ve kapiller hücrelerden oluşan bir organelin (cutting cone-kesici koni) kırık hattını geçerek fragmanlar arasında köprüleşmeyi sağlamasıdır. İmpakte epifizyal, metafizyal ve vertebra gövde kırıkları primer kaynama ile iyileşebilir. Aynı iyileşme metafizyal osteotomi ve cerrahi artrodez sonrasında da görülebilir. Diafizyal kırıklar ve osteotomilerde primer iyileşme olması için kırık hattının implantlar ile kompresyon altında stabilize edilmesi gerekir. Bu tip iyileşme ilk olarak Belçikalı cerrah Robert Danis tarafından tanımlanmış¹⁰ ve daha sonra 1950'li yıllarda AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesfragen) grubunun internal fiksasyon ilkelerine öncülük etmiştir.

Diğer bir kırık iyileşme tipi de İlizarov tarafından tanımlanan distraksiyon osteogenezisidir.¹¹ Distraksiyon osteogenezisinde kortikotomi sonrasında 5-7 gün

indüksiyon süresinin ardından günlük ortalama 1 mm hızda kademeli distraksiyon uygulanarak osteogenezis sağlanır.

Optimal tedaviye karşın bazı kırıkların kaynaması gecikebilir veya hiç kaynamayabilir. Kaynama gecikmesi yaralanmanın tipi, kan akımı azlığı veya hastanın yaşı ya da beslenme durumuna bağlı olabilir. Kaynamamadan daha çok normal kaynamanın bir varyasyonu olarak kontrol edilir. Büyük kallus dokusuna karşın kaynama olmaması hipertrofik kaynamama olarak adlandırılır. Atrofik kaynamama ise kırık hattında çok az veya hiç kallus dokusu olmamasıdır. Kırık uçlarının kırıldak doku ile kaplanması ve aradaki boşluğun sıvı ile dolması psödoartroz “yalancı eklem” oluşumuna neden olabilir. Psödoartroz ağrılı olabilir ya da olmayabilir, ancak kesinlikle instabildir, patolojik hareket vardır. Nadiren de olsa güçlü bir fibröz doku kırık uçlarını birleştirerek stabilize edebilir. Fibröz kaynama ağrı olmaması ve belli bir stabilite sağlamasına karşın asla normal kemik gücüne ulaşamaz.

2.4.2 KIRIK İYİLEŞMESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Geç kaynama ve kaynamama nedeni her zaman açıkça belli olmasa da çoğu olgularda kırık iyileşmesini olumsuz etkileyen yaralanma, hasta veya tedaviye bağlı faktörleri saptamak mümkündür (*Tablo 1*). Bunlar arasında yüksek enerjili ve açık kırıklarda oluşan ciddi yumuşak doku hasarı, enfeksiyon, segmental kırık, patolojik kırık, kırık uçları arasında yumuşak doku interpozisyonu, yetersiz kan desteği, sistemik hastalıklar, malnutrisyon, kortikosteroid kullanımı veya iyatrojenik nedenler sayılabilir. Bu etkilerin bazıları deneysel çalışmalarla kanıtlanmıştır, bazıları ise klinik gözlemler sonucu elde edilen deneyimlerdir.

Yaralanmaya ait faktörler:

Yaralanmanın Şiddeti: Şiddetli yaralanmalarda geniş yumuşak doku kaybı, parçalı ve deplase kırık olması, kemik kaybı ve dolaşımın bozulması kaynamayı güçleştirmektedir. Bunun nedeni nekroze olan doku miktarının artması, mezenkimal hücre göçü ve vasküler invazyonun engellenmesi ve lokal kan akımının bozulması olabilir. Kırık çevresi yumuşak dokuların sağlam olması mezenkimal hücre kaynağı olan kırık hematomunun korunmasını ve kırık immobilizasyonuna katkıda bulunmasını sağlamaktadır.

Açık Kırık: Yaralanma şiddetinin yüksek olması yanında kırığın ekspozisyonu, dokunun kurummasına, enfeksiyon ve nekroz bölgesinin artması riskini arttırmakta ve kırık

hematomu kaybına ve yeniden oluşmasına engel olmaktadır. Tedavisinde iyi bir debritleme ve antibiyoterapi uygulanmalıdır.

Ekleme içi kırıklar: Sinovyal sıvı içerdığı enzimler nedeniyle kallus matriksinin yıkımına neden olur. Ayrıca eklem hareketi sırasında fragmanlar deplase olur. Bu nedenler eklem içi kırıklar cerrahi olarak redükte edilmeli ve yeterince sağlam bir fiksasyonu takiben erken hareket başlanmalıdır.

Segmenter Kırıklar: Segmenter kırıklarda ortadaki fragmanın kan akımı bozulduğu için kaynama gecikmesi olabilir. Bu durum femurda yumuşak doku desteği ve yeterli kan akımı nedeniyle sık görülmemektedir ancak tibia kırıklarında kaynama sorunlarına yol açabilir.

Yumuşak doku interpozisyonu: Kapalı redüksiyon sırasında kırık uçlarının bir araya gelmediği durumlarda yumuşak doku interpozisyonundan şüphelenilmelidir. Kırık iyileşmesini engelleyeceğinden bu durumda açık redüksiyon uygulanmalıdır.

Yetersiz kan akımı: Kırık kaynamasını geciktirebilir veya engelleyebilir. Zayıf kanlanma ciddi yaralanma sonucu olabilir veya bazı kemiklerde örneğin femur başı, skafoid gibi normal anatomik kanlanma yetersiz olabilir. Aşırı cerrahi disseksiyon da kemiğin kan akımını bozabilir.

Tablo 1. Kırık iyileşmesini etkileyen faktörler (*)

<i>Kırık iyileşmesini arttıran faktörler</i>	<i>Kırık iyileşmesini geciktiren faktörler</i>
Büyüme hormonu	Büyüme hormonu eksikliği
Tiroid hormonu	Diabet
Calcitonin	Kortikosteroid
İnsülin	Anemi
Vitamin A	Malnutrisyon
Vitamin Defekt	Geç manipulasyon
Anabolik steroidler	Denervasyon
Kondroitin sülfat	Antikoagülanlar
Hyaluronidaz	İndometasin
Elektrik Alanları	Kırık hematoma kaybı
Hiperbarik oksijen	Radyasyon
Egzersiz	Kemik nekrozu
Yüklenme ve mikrohareket	Kırık hattının distraksiyonu
Ultrason	İnfeksiyon
Sitokinler	Yumuşak doku interpozisyonu
Deminerale kemik matriksi	Yumuşak doku kanlanmasının azalması
Kemik iliği hücreleri	İskelet matüritesine kadar yaşın artması

Hastaya ait faktörler:

Yaş: Hasta yaşı kırık iyileşmesinde çok önemli bir faktördür. Çocukluk çağında iyileşme potansiyeli çok yüksektir. Bunun nedeni tamir için gerekli mezenkimal hücrelerin yüksek sayıda olması olabilir. İskelet matüritesini tamamlayana dek bu potansiyelde kademeli bir azalma görülür, ancak sonrasında yaş kırık iyileşmesi veya kaynamama riskini çok anlamlı şekilde etkilememektedir.

Enfeksiyon: Kırık iyileşmesini geciktirebilir veya engelleyebilir. Enfeksiyon varlığında hücrelerin ve enerjinin çoğunluğu enfeksiyonu elimine etmek için kullanılır. Ayrıca enfeksiyon nekroze doku miktarını, ödemi ve trombozu artırarak iyileşmeyi geciktirebilir.

Kemiğe ait faktörler:

Kemik yapısı: (Kansellöz/kortikal) Kemik yapısı yüzey alanı, hücre sayısı ve vaskülerite farkları nedeniyle kırık iyileşmesini etkilemektedir. Kansellöz kemik geni yüzey alanı, bol hücre varlığı ve iyi kanlanması nedeniyle çabuk kaynamaktadır. Kortikal kemikte ise yüzey alanının sınırlı olması, daha az kanlanma ve nekrotik kortikal kemiğin yıkımı nedeniyle kaynama daha güç olmaktadır.

Kemik hastalıkları: Patolojik kırıklar benign veya malign tümörler veya metabolik kemik hastalıkları nedeniyle oluşabilir. Bunların içinde en sık görülen osteoporozdur. Osteoporoz direkt olarak kaynamanın gecikmesine neden olmasa da kemik kitlesinde azalma nedeniyle kemiğin önceki gücüne ulaşması için gerek süre uzamaktadır. Benign tümörlerde kaynama kolay sağlanırken malign hastalıklarda kaynama için özellikle metastatik tümörlerde kitlenin eksize edilmesi gerekir.

Tedaviye ait faktörler:

Kırık uçlarının yakınlaştırılması: Kırık uçlarının arasındaki boşluğun az olması kırığın kaynaması için gerek tamir dokusunun miktarını da azaltmaktadır.

Yüklenme ve mikrohareketler: Kaynama için tamir dokusuna bir miktar yük verilmesi yararlı olmaktadır. Yük verilmesi kemik yapımını uyarmaktadır. Deneysel çalışmalarda hemen kontrollü yük verilmesi ve erken hareket kaynamayı hızlandırmaktadır.

Kırık stabilizasyonu: Traksiyon, alçı, eksternal fiksasyon veya internal fiksasyon ile kırık stabilizasyonunun amacı tamir dokusunun koruyarak kırık iyileşmesine yardımcı

olmaktır. Bazı kırıklar (femur boynu, skafoid) rijit stabilizasyon olmadan nadiren iyileşir. Yetersiz fiksasyon nedeniyle oluşan aşırı hareket kırık hematomu ve granülasyon dokusunu bozarak kaynamayı geciktirebilir ve psödoartroza neden olabilir. Stabilizasyon kırık iyileşmesi için çok önemli olmasına karşın bazı kırıklar (metakarp, metatars, kot, klavikula kırıkları) minimal stabilizasyon ile kolaylıkla kaynayabilir.

Bazı eksternal fiksasyon cihazları ve internal fiksasyon ile rijit stabilizasyon elde edilerek kırıkların primer iyileşmesi sağlanabilir. Böylelikle "kırık hastalığı" (immobilizasyona bağlı eklem sertliği, hareket açıklığı ve kas gücü kaybı) önlenir. Bu yaklaşım özellikle eklemi ilgilendiren kırıklarda çok yararlıdır. Ancak rijit fiksasyon ile internal stabilizasyon yönteminin de dezavantajları vardır. Kullanılan implantın sertliği çok yüksek ise örneğin çelik gibi, implant yükün tamamını alarak kemiğe gelen yükleri azaltır. (stress shielding- stres kalkanı) yük kırığın ilk evresinde yararlı olan bu özellik kaynama tamamlandıktan sonra kemiğin yük alarak yeterli sağlamlığa ulaşabilmesini engeller. Bu da kemik dokusunda lokal kayıplara ve implant çıkarıldıktan sonra kırık riskinin artmasına neden olur. Ayrıca plak-vida kombinasyonlarında vida delikleri de implant çıkarma sonrası kırılma riskini arttıran faktörlerdendir. Bu sorunun çözümü için elastisite modülü kemiğe yakın implantlar kullanılabilir.

Rijit internal stabilizasyonun diğer bir dezavantajı da bazı kırıklarda yeterli stabilizasyon için çok geniş cerrahi keski yapılması gerekliliğidir. Bu da enfeksiyon ve kanlanmayı bozma riskini arttırmaktadır. Çok parçalı kırıklarda ya da osteoporotik kemiklerde anatomik redüksiyonu sağlamak ve kırığı komprese ederek tespit etmek çok güç olabilir. Kırık uçları distrikte olursa veya rijit stabilizasyon sağlanamazsa, kırık hattında hareketler nedeniyle oluşan kallus dokusu kırığın kaynaması için yeterli olmayabilir. Bunun sonucunda da implant yetersizliği görülebilir. Dolayısıyla rijit stabilizasyon her kırık için uygun olmayabilir.

Kırık iyileşmesini geciktiren tedaviler: Kırık iyileşme potansiyeli, özellikle çocuklarda, optimal tedaviden daha azını kompanse edebilir. Ancak bazı girişimler kırık iyileşmesini geciktirebilir. Bunların arasında yetersiz immobilizasyon, distrikte pozisyonda tespit, tekrarlayan manipulasyonlar, erken aşırı hareket verilmesi, cerrahi sırasında periostunaşırı sıyrılması ve yumuşak dokulara zarar verilmesi, cerrahi sonrası enfeksiyon bu nedenlerin arasında sayılabilir.

2.5 İNTRAMEDÜLLER ÇİVİLEME

Kırık tedavisinde stabilizasyonun amacı kırık kemiğin ana kısımlarını redükte pozisyonda tutmak, erken eklem hareketi sağlamak ve kırığın kaynamasını ve güçlenmesini hızlandıracak koşulları sağlamaktır. İntramedüller çivileme ile kırık hattından uzak bir noktadan girilerek kırık hattına ulaşılır ve ana kemik fragmanların ilişkisi sağlanır. Kırık uçlarının hareketi azaltılır ve dinamik kompresyona izin verilir. Bükülme kuvvetine karşı yüksek direnç sağlanır, rotasyonel stabilite ise çivinin dış yüzeyi ile kemiğin iç yüzeyi arasındaki sürtünme kuvvetine bağlıdır. Basit ve rotasyonel stabiliteyi sağlayacak kadar "dişlenmiş" kırıklarda tespitini yeteri kadar sağlam olduğu düşünüldüğünde erken harekete başlanabilir. Kaslar çalıştırılarak atrofi önlenir, venöz dönüş artırılarak ödem azaltılır ve refleks distrofi gibi komplikasyonların gelişmesi önlenir.

Kırık tedavisinde iki temel fiksasyon tipi vardır. Birincisi tam redüksiyon sonrası kırık uçlarına statik kompresyon uygulanmasına dayanan fiksasyon yöntemidir. Plak-vida uygulaması bu tip fiksasyonun örneğidir. İkincisi ise kırık fragmanlarının rijit bir cisme fikse edildiği atelleme tipi fiksasyondur. İntramedüller çivileme ve eksternal fiksatörler bu tip fiksasyonun örneğidir. Bu tip fiksasyonda kaynama indirekt kırık iyileşmesi ile olur. Köprüleşen geniş bir kallus oluşumu tipiktir. İntramedüller çivilemede kırık uçlarındaki mikro hareketler sonucu oluşan stresler kaynama dokusunun kemik yönünde farklılaşmasını aktive etmektedir. Bu nedenle kallus dokusunun gücü yüksek olmaktadır. Plak vida fiksasyonunda implantın çıkarılması sonrasında gerek zayıf kallus dokusu gerekse vida yerlerinin kemiği zayıflatması sonucu oluşan refraktürler, intramedüller çivinin çıkarılması sonrasında nadiren görülmektedir.

Intramedüller çivileme 1900'lü yılların başında Lambotte¹ ve Hey-Groves ile başlamış, 1930'larda Amerika'dan Rush ve Almanya'dan Küntscher'in katkılarıyla ilerleme sağlanmış ve günümüz tekniklerinin temelleri atılmıştır.⁵ Küntscher intramedüller çivilemede birçok konu üzerinde çalışmıştır. Kendi geliştirdiği yonca şekilli içi açık çiviyi, oyma sonrası çakarak, medullada sıkışmasını sağlamış ve implant stabilitesini arttırmaya çalışmıştır. Bu teknikte stabilizasyon çivinin proksimal ve distal fragmanlara sıkı bir şekilde temas etmesi ile sağlanır. Yonca şeklindeki esnek yapısı çivinin rotasyonel direncini artırır. Oyma işlemi ile çivinin daha kolay çakılması sağlanır ve medullanın dar kısmında istemeden sıkışması önlenir. Oyma sonrasında daha büyük çapta çivi kullanıldığı için, çivinin çapı arttıkça, bükülme ve torsiyon stabilitesi artar ve yorgunluk olasılığı azalır. Son olarak hem proksimal hem distal kırık fragmanında endosteal temas yüzeyi artacağı için

fiksasyonun sağlamlığı da artacaktır. Bu fiksasyonun sağlamlığı kırığın yeri ve şekline, parça sayısına ve çivi ile kırık fragmanları arasındaki temas yüzeyine bağlıdır.¹²

Bu tespit yöntemi 1970'li yıllara kadar kullanılmasına karşın, bazı önemli sorunları olduğu da görülmüştür. Çivinin sağladığı rotasyonel direnç yeterli değildir. Çivi kesitinin aksiyel direnç sağlamaması nedeniyle parçalı kırıklarda ekstremite kısalığına neden olmaktadır. Yeterli sıkışma sağlamak için geniş çivinin kullanılması bazen çivinin erken sıkışarak takılmasına, bazen de parçalı kırıklarda daha fazla kırık fragmanı oluşmasına neden olmaktadır. Bu sorunlar nedeniyle günümüzde intramedüller çivilemede çoğunlukla intramedüller kanal çapından daha küçük çapa sahip solid çubuklar kullanılmaktadır. Bir çeşit internal atel gibi davranan bu çiviler bükülme kuvvetine en yüksek dirence sahiptirler. 1970'li yılların sonuna doğru rotasyonel stabilite sorunları ve kısalığı önlemek için, çivinin proksimalinden ve distalinden kemiği ve çiviye geçerek uygulanan yatay kilitleme vidaları kullanılmaya başlanmıştır. Kilitleme vidaları ile intramedüller çivilerin mekanik stabiliteyi arttığı için kırık tedavisinde endikasyonları genişletilmiştir.

Statik kilitleme ile intramedüller çivilerin aksiyel ve rotasyonel güçlere direnci artırılmıştır. Çok parçalı kırıkların kısalık riski olmadan intramedüller çivileme ile tedavisi mümkün olmuştur. İlk kilitleme çivilerde kilitlemenin distraksiyona ve dolayısıyla kaynamayı engelleyeceği düşünüldüğünden dinamik kilitleme kavramı geliştirilmiştir. Bu nedenle belli bir süre sonra kilitleme vidalarından biri çıkarılarak kallus oluşumu arttırılmaya çalışılmıştır. Ancak daha sonra yapılan çalışmalarda statik kilitlemenin kaynamayı engellemediği belirlenmiştir.¹³

Kilitleme ile birlikte intramedüller çivi biyomekaniğine kilitleme vidalarının gücü, kilitleme deliklerinin yapısı ve uygulama şekilleri gibi yeni sorunlar da dahil olmuştur. Statik kilitleme ile fikse edilmiş bir femur sağlam femur gücünün %75'inde kadar ulaşabilir.¹⁴ Böyle bir tespit sonrası sıklıkla erken rehabilitasyona hatta erken yük vermeye izin verilebilmektedir. Bu durumda kilitleme vidalarının gücü önem kazanmaktadır.¹⁵ Bunun yanında kilitleme vidası için açılan delik çivinin en zayıf noktası olmaktadır. Bir şekilde bu yapıya aşırı yük verildiğinde vida veya çivinin distal ucunda kırılma olacaktır. Bu yüzden oyma gerektirmeyen solid ve nispeten daha ince olan intramedüller çivilerde çivinin distal parçasını çıkarmak çok güç olduğundan vida boyutları çividen önce vidanın kırılmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Kemik çapından daha uzun olan bir kilitleme vidasının çıkarılması çok daha kolaydır.

Kilitleme ile ilgili diğer bir sorun uygulama şeklidir. Proksimal kilitleme vidaları genellikle hedefleme kılavuzları ile yapılmaktadır. Distal kilitleme ise teknik olarak daha

zordur. İntramedüller çiviler distale doğru zorlandığında 90°'ye kadar dönebilir, dolayısıyla mekanik hedefleme kılavuzlarının kullanımını mümkün değildir. Bu durumda yalnızca radyolojik hedefleme teknikleri kullanılabilenekte, bu da hem hastanın hem de cerrahi ekibin uzun süre radyasyona maruz kalmalarına yol açmaktadır. Radyasyon süresini kısaltmak amacıyla çeşitli hedefleme ve cerrahi navigasyon sistemleri tasarlanmıştır ancak hiçbir yöntem radyasyondan tamamen bağımsız değildir.

İntramedüller çivilerin mekanik özelliklerini şekli ve sertliği belirler. Çivinin sertliği ise şekline ve kullanılan materyalin mekanik özelliklerine bağlıdır. Önemli şekilsel özellikler anterior eğimi, çapı ve kesitsel şekli, oluklu olup olmamasına bağlıdır. Küçük çaplı birden fazla çivi veya şekli kemik ile tam uyumlu tek bir çivi kullanımı sürtünme kuvvetini azaltmaktadır. Bu nedenle çiviler çoğunlukla kemiğe uyumsuz olacak şekilde üretilerek üç nokta fiksasyonu ve daha iyi sürtünme kuvveti elde edilmektedir. İstmusta çivinin kortek temas yüzeyinin uzunluğu da tespitini sağlamlığını etkilemektedir.

Çivinin sertliğini belirleyen önemli faktörlerden biri çapıdır. Sertlik derecesi çapın dört üssü ile arttığından büyük çaplı çivilerin sertliği çok yüksektir. Günümüzde çoğu çivilerin sertlik derecesi %20 kadar değişiklik göstermektedir.¹⁶ İlk çiviler radial kompresyon sağlamak için oluklu tasarlanmış olmasına karşın, oluk rotasyonel stabiliteyi azaltmakta ve kemik içinde çivinin dönmesine neden olmaktadır. Bu da distal kilitleme işlemini zorlaştırmaktadır.

Çivinin sertliğini belirleyen diğer bir etken de kullanılan malzemedir. Günümüzde çoğu intramedüller çivil 316L çelik ve titanyumdan üretilir. Titanyumun elastisite modülüsü 316L çeliğin yarısı kadardır. İnce titanyumdan yapılmış çivilerin dahi sertliği kemiğin 4-6 katıdır.¹⁷

İntramedüller çivileme sırasında yapılan oyma işlemi ise kırığın kendisinden çok kemik iliği içeriğinin dolaşıma katılması sonucu gelişen sistemik etkileri nedeniyle tartışmalıdır. Oyma işlemi sonrasında embolilerin dolaşıma katılımı transözefagal ekokardiografi ile gösterilmiştir.^{18, 19} Pape ve ark.nın yaptığı²⁰ prospektif, nonrandomize çalışmada oyma işlemi sonrasında çivileme yapılan multitravmalı hastalarda oksijenasyonun bozulduğunu göstermişler, bu nedenle akciğer hasarı olan hastalarda ARDS riskini arttırmamak için oyma yapılmamasını önermişlerdir. Bu bulgular sonucu Avrupalı üreticiler oymasız intramedüller çiviler geliştirmişlerdir.

İntramedüller çivilemede oymanın en ciddi etkisi diafizel kan akımı üzerine olmaktadır. Grundnes and Reikerås²¹ hayvan çalışmalarında medüller kaviteden daha küçük çapta

oyulması sonucunda kan akımında minimal değişiklik görmüşlerdir. Medullanın AP çapı ile aynı çapta oyma işlemi kortikal kan akımını 1/3 oranında azaltmış, transvers çapta oyma işlemi ile 1/3'e düşmüştür. Oyma işleminden 2-4 hafta sonra ise hiperemik bir reaksiyon görülmektedir. Bunun nedeni normal santrifugal akımın santripetale dönerek diafizin çevre kas ve periosteumdan gelen damarlar ile revaskülarizasyonudur.²² Bu süreci intramedüller çivinin varlığı da etkiler. Medullanın oyulması sonrası endosteal yüzeye sıkışan çivilerde kanlanma gecikebilir, ancak daha küçük çaplı veya kanallı çivilerde korteks vaskülarizasyonu daha çabuk sağlanır.^{23,24} Cerrahi sırasında veya travma sonucu periosteal ve çevre yumuşak doku kanlanmasının zara görmesi revaskülarizasyonun gecikmesine neden olabilir. Kapalı antegrad çivileme ile elde edilen %98'e varan kaynama oranları bu yaklaşımın sonucunu göstermektedir.

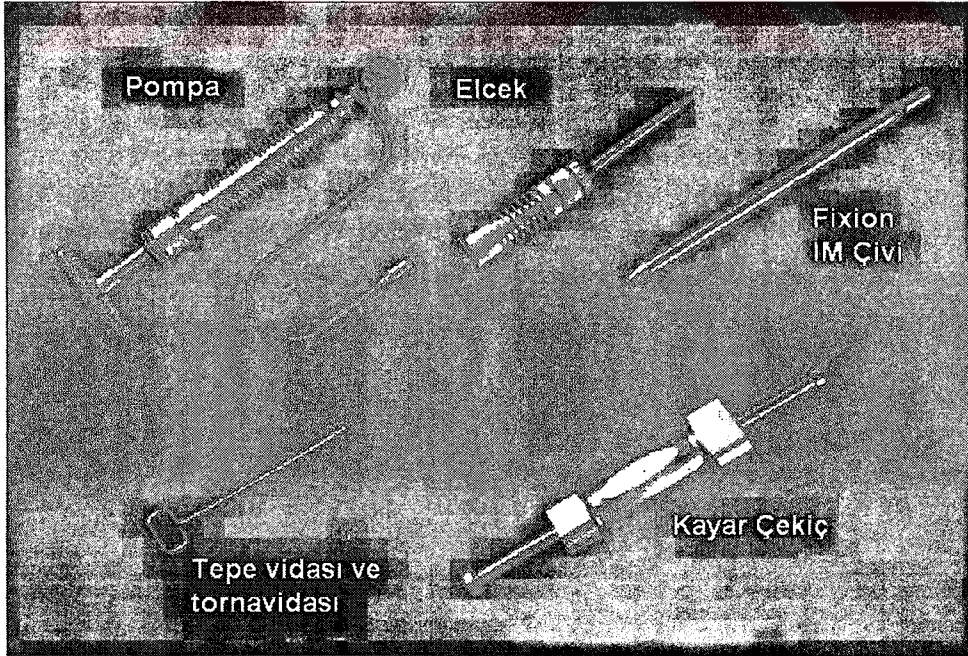
Bu gelişmelerin sonucunda distal vida tespiti gerektirmeyen kendiliğinden açılarak tespit sağlayan bazı çivi tasarımları geliştirilmiş ancak bu çiviler de hem uygulamada hem de çıkarma aşamalarında zorluklar yaşanmış, klinik uygulamaları yaygınlaşmamıştır.²⁵

Bunların dışında İsrail'in Disc-o-tech firması oyma distal kilitleme gerektirmeyen şişirilebilen Fixion çivisini geliştirmiştir. Bu çivinin özellikleri bir sonraki bölümde ele alınacaktır.

2.6 FIXION İNTRAMEDÜLLER ÇİVİSİ

Fixion intramedüller çivisi İsrail'in Discotech firması tarafından üretilmektedir. Fixion çivisinin kesitine bakıldığında ortada katlanmış biçimde sıvı haznesi yer almaktadır. Bu sıvı haznesinin dört kenarına uzunlamasına seyreden dört adet çelik çubuk yapıştırılmıştır. (Şekil 3) Çivinin proksimal ucunda hazneye sıvı girişini sağlayan ancak çıkışına izin vermeyen bir tek-yönlü valf bulunmaktadır. Çivi bir kez şişirildikten sonra sıvının geri alınması mümkün değildir. Ancak valf özel aparatı ile patlatılarak sıvı boşaltılabilir. Distalde ise çivinin çakılırken kolay ilerleyebilmesini ve nispeten yumuşak metalden yapılan sıvı haznesinin korunmasını sağlayan solid ve künt bir uç bulunmaktadır.

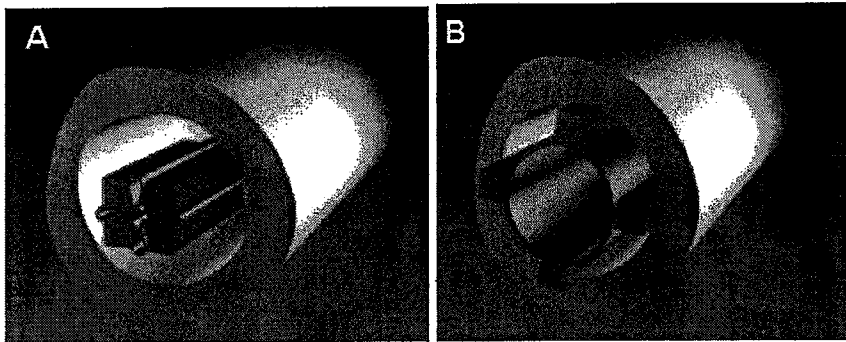
Uygulama setinde (Şekil 4) çivinin proksimalindeki yuvasına yerleşen bir elcek bulunmaktadır. Elcek çiviye bağlandığı zaman distal ucu çivinin valfine temas etmektedir. Elceğin proksimalinde ise uygulama setinde yer alan pompanın bağlanacağı bir uç bulunur. Pompada ise çivi elceğinin proksimaline bağlanan 20-25 cm uzunluğunda ince bir hortum, bir sıvı haznesi, sıvıyı çekmek veya göndermek üzere döndürülerek kullanılan T şeklinde bir kolu ve sıvının basıncını gösteren bir basınç ölçer bulunur. Operasyon başlangıcında pompa serum fizyolojik ile doldurulur. Redüksiyon sağlanıp, çivi çakıldıktan sonra yapılan radyografik kontrolde kırık uçlarının ve çivinin konumu uygun bulunursa pompa çiviye bağlanır ve şişirmeye başlanır.



Şekil 3. Fixion intramedüller çivisi uygulama seti

Çiviye sıvı verildikçe ortada katlı olarak bulunan sıvı haznesi açılmaya başlar. (Şekil 3) Şişirme işlemi basınç ölçer kontrol edilerek yapılır. Basınç 70 mmHg değerini aşmamalıdır. Çivi şiştikçe çevresindeki kansellöz kemiğe doğru basınç uygulamaya başlar. Hazneye bağlı olan dört çelik çubuk da çivi ile birlikte dışa doğru hareket eder ve bu çelik çubuklar sıvının gücü ile kansellöz kemiğin içine gömülür. Çivi kademeli olarak şişirilmelidir. İlk sıvı verilmişinde ani bir basınç yükselmesi görülür, çivi çevre kansellöz dokuyu sıkıştırıp açılmaya başladığında basınç düşmeye başlar. Bu aşamada tekrar sıvı verilerek basınç yükseltilir. Sıvı verildikten sonra basınç artışı devam ederken düşme gözlenmiyorsa, çivi yeteri kadar şişmiştir. Radyografik kontrol ile çivinin şekli ve kırık hattı kontrol edilir. Çivi içinde bulunduğu medüllerin şeklini almış olmalıdır. Medüllerin dar olan istmus kısmında az şişen çivi metafize doğru daha geniş olan medüller bölümlerde daha fazla şişerek kum saati görünümü alır. Tüm medüller kanal boyunca sıkı temas içinde olan çivi yüksek sürtünme kuvveti sayesinde aksiyel stabilizasyon sağlar. Yalnızca vidaya yük binen distal kilitleme çivilerden farklı olarak yük tüm çivi ve kemik boyunca dağılmaktadır. Fixion kansellöz kemik içine gömülen dört çelik çubuğu ile rotasyonel stabilizasyon sağlar. Sonuçta Fixion çivisi kemiğe sıkı tutunması ve içerdiği basınç sayesinde kapalı bir konserve kutusu gibi deformasyona karşı koyabilen sağlam bir yapı oluşturur. Böylelikle daha basit, ancak güvenilir ve erken rehabilitasyona izin veren bir kırık tedavisi sağlanır. Distal vida kilitlemesinin olmaması hastanın ve sağlık personelinin aldığı radyasyon miktarının azalmasını ve operasyon süresinin kısılmasını sağlar.

Fixion çivisi humerus, femur ve tibia için ayrı üretilmektedir. Her çivi uygulanacağı kemiğin anatomisine, giriş yerine uygun proksimal açı, gövde eğimi ve farklı çapa sahiptir. Çivilerin uygulandığı kemiğe göre şişme öncesi ve sonrası çapları Tablo 2'de verilmiştir. Fixion çivisi tüm uzun kemiklerin diafizyal kırıklarında kullanılabilir. Yeterli stabilizasyon için çivinin kırık hattının en az 5 cm distaline kadar geçmesi gerekir. Proksimale yakın kırıklarda proksimal kilitlemeye sahip Fixion çivileri de mevcuttur.



Şekil 4 Fixion intramedüller çivisinin kanal içinde (A) şişmeden önce ve (B) şiştikten sonra şematik görünüşü

Femur

Çap (mm)	Şişme sonrası (mm)	Uzunluk (mm)
8.5	13.5	300
8.5	13.5	320
8.5	13.5	340
8.5	13.5	360
8.5	13.5	380
8.5	13.5	400
8.5	13.5	420
8.5	13.5	440
8.5	13.5	460
8.5	13.5	480
10.0	16.0	300
10.0	16.0	320
10.0	16.0	340
10.0	16.0	360
10.0	16.0	380
10.0	16.0	400
10.0	16.0	420
10.0	16.0	440
10.0	16.0	460
10.0	16.0	480
12.0	19.0	300
12.0	19.0	320
12.0	19.0	340
12.0	19.0	360
12.0	19.0	380
12.0	19.0	400
12.0	19.0	420
12.0	19.0	440
12.0	19.0	460
12.0	19.0	480

Humerus

Çap (mm)	Şişme sonrası (mm)	Uzunluk (mm)
6.7	10.0	180
6.7	10.0	200
6.7	10.0	220
6.7	10.0	240
6.7	10.0	260
6.7	10.0	280
7.4	11.0	180
7.4	11.0	200
7.4	11.0	220
7.4	11.0	240
7.4	11.0	260
7.4	11.0	280
8.0	12.7	180
8.0	12.7	200
8.0	12.7	220
8.0	12.7	240
8.0	12.7	260
8.0	12.7	280
8.5	13.5	180
8.5	13.5	200
8.5	13.5	220
8.5	13.5	240
8.5	13.5	260
8.5	13.5	280

Tibia

Çap (mm)	Şişme sonrası (mm)	Uzunluk (mm)
8.5	13.5	260
8.5	13.5	280
8.5	13.5	300
8.5	13.5	320
8.5	13.5	340
8.5	13.5	360
8.5	13.5	380
8.5	13.5	400
8.5	13.5	420
10.0	16.0	260
10.0	16.0	280
10.0	16.0	300
10.0	16.0	320
10.0	16.0	340
10.0	16.0	360
10.0	16.0	380
10.0	16.0	400
10.0	16.0	420

Kilitli Humerus

Çap (mm)	Şişme sonrası (mm)	Uzunluk (mm)
6.7	10.0	180
6.7	10.0	200
6.7	10.0	220
6.7	10.0	240
6.7	10.0	260
6.7	10.0	280
7.4	11.0	180
7.4	11.0	200
7.4	11.0	220
7.4	11.0	240
7.4	11.0	260
7.4	11.0	280
8.0	12.7	180
8.0	12.7	200
8.0	12.7	220
8.0	12.7	240
8.0	12.7	260
8.0	12.7	280
8.5	13.5	180
8.5	13.5	200
8.5	13.5	220
8.5	13.5	240
8.5	13.5	260
8.5	13.5	280

Kilitli Tibia

Çap (mm)	Şişme sonrası (mm)	Uzunluk (mm)
8.5	13.5	260
8.5	13.5	280
8.5	13.5	300
8.5	13.5	320
8.5	13.5	340
8.5	13.5	360
8.5	13.5	380
8.5	13.5	400
10.0	16.0	260
10.0	16.0	280
10.0	16.0	300
10.0	16.0	320
10.0	16.0	340
10.0	16.0	360
10.0	16.0	380
10.0	16.0	400
10.0	16.0	420

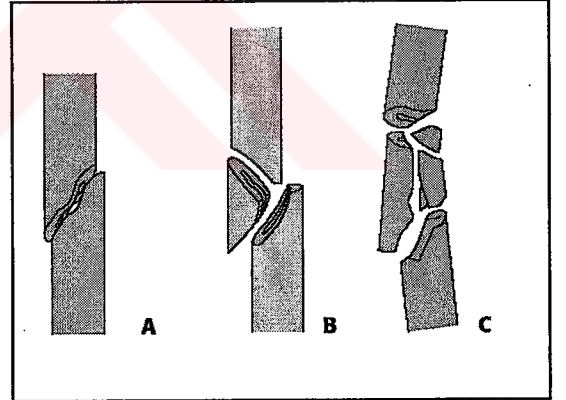
Tablo 2. Fixion intramedüller çivisinin tipleri ve çapları

3. HASTALAR VE YÖNTEM

Gülhane Askeri Tıp Akademisi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinde Kasım 2002 ile Nisan 2005 yılları arasında uzun kemik diafiz kırığı ile başvuran 31'i femur, 22'si humerus, 11'i tibia kırığı olmak üzere toplam 64 hastaya şişirilebilen intramedüller çivi ile tespit uygulandı.

Hastalar acil biriminde karşılanarak, genel durumu ve vital bulguları değerlendirildi. Hastanın stabilize edilmesinden sonra ortopedik açıdan ilk değerlendirmesi diğer bölümlerle birlikte acil biriminde yapıldı. Ekstremitte yaralanmasından daha öncelikli yaralanmaları olan hastalara (örneğin kafa travması, hemotoraks, batın içi kanama) geçici immobilizasyon amacıyla alçı atel uygulandı. Hastalar ilgili bölümlerde tedavisi ve stabilizasyonu sonrasında kliniğimize yatırıldı ve cerrahi planlaması yapıldı. Tip I açık kırığı olan hasta bir başka sağlık merkezinden cilt lezyonu suture edilmiş olarak sevk edildiği için hazırlıklarını takiben erken dönemde fiksasyonu yapıldı. Tip III açık kırığı olan bir hastaya hastanın Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi kliniğinde yumuşak doku lezyonlarının tedavisi yapıldıktan sonra eksternal fiksatörleri çıkarılarak intramedüller çivileme uygulandı.

Tüm kırıklar uzun kemik diafiz kırıkları için AO sınıflandırmasına göre sınıflandırıldı. (Şekil 5 24 saati aşan femur kırıklarında tibiadan iskelet traksiyonu geçildi.



Şekil 5. Diafiz kırıklarında AO sınıflandırması

3.1 PREOPERATİF HAZIRLIK

Hastalar kliniğe yatırıldıktan sonra cerrahi tedavi için rutin tetkikleri yapılarak anestezi konsültasyonları alındı. Çivi boyunu ölçmek için sağlam ekstremitenin ölçülü grafisi alındı. Femurda piriformis fossa ile patella üst kutbu arasındaki mesafe, tibia için eklem çizgisinin 1 cm altı ile ayak bileği eklem çizgisinin 2 cm üzeri arasındaki mesafe, humerus için tuberkulum majus ile olekranon fossanın 2 cm üzeri arasındaki mesafe ölçülerek kullanılacak Fixion çivisinin boyu belirlendi. Cerrahi sırasında tedbir olarak bir alt ve bir üst boy çivi de hazır bulunduruldu.

Tüm hastalara enfeksiyon profilaksisi için preoperatif olarak 1. kuşak sefalosporin uygulandı. Hastaların ilgili ekstremitesi traşlandı. Femur ve tibia kırıklarında derin ven trombozu ve pulmoner emboli profilaksisi için düşük moleküler ağırlıklı heparin kullanıldı.

3.2 CERRAHİ TEKNİK

3.2.1 FEMUR

Hastalar çoğunlukla spinal anestezi altında ameliyat edildi. Anesteziyi takiben hasta sırtüstü pozisyonda yatırıldı. Kırık taraf kalçanın altına katlı konularak hafif yükseltildi. Spina iliaka anterior süperiordan itibaren tüm ekstremitte iyotlu dezenfektan ile boyandı. Steril örtmeyi takiben ayak dizaltına kadar steril örtü ile sarılarak redüksiyon manevraları için serbest kalacak şekilde hazırlandı. Proksimalden deveboyunu kullanılarak piriformis fossa korteksinde giriş deliği açıldı. Giriş deliğinde kılavuz K teli gönderildi ve üzerinden esnek oyucularla proksimalde çivinin gireceği kadar yer açıldı. Psödoartroz vakalarında ise proksimal ve distalde medulla esnek oyucularla sınırlı olarak açıldı. Kanal hazırlığı yapılırken uygulama setindeki pompa içine serum fizyolojik çekildi. Uygun boyda çivi çakma elceğine bağlandı. Kanal hazırlığının ardından çivi proksimalden kırık hattına kadar çakıldı. A ve B tipi kırıklarda çivinin kendisi manevra için kullanılarak kapalı redüksiyon denendi. Kapalı redüksiyon sağlanamayan olgularda kırık hattından açılan bir insizyonla redüksiyona yardımcı olundu. Parçalı kırıklarda kelebek fragman büyük ve çivi şişirildikten sonra açılması olasılığı bulunuyorsa, şişirme işleminden önce serklaj teli uygulandı. Redüksiyon ve çivinin distale geçişi sağlandıktan sonra, çivi elcek bağlantısı kısmına kadar çakıldı. Çakma sırasında kırık hattında redüksiyon ve açılma olmasını önlemek amacıyla bir asistan tarafından distal bölgeden destek uygulandı. Radyografik kontrol ile çivinin medullada olduğu ve proksimal ve distalde pozisyonun uygun olduğu teyit edildikten sonra elceğe pompa bağlandı. Çivi pompadaki gösterge hafifçe yükselecek

şekilde nazik biçimde şişirildi. Pompa manometresi izlenerek, 70 mbar. seviyesine geldikten sonra uzun süre bu seviyede kalınca şişirme işlemi sonlandırıldı. Son radyografik kontrol ile redüksiyon ve çivinin şişmesi kontrol edildi. İnsizyonlar kapatılarak ameliyata son verildi.

3.2.2 TİBİA

Tibia kırıkları da çoğunlukla spinal anestezi altında yapıldı. Anesteziyi takiben hastalar sırtüstü pozisyonda yatırıldı. Ameliyat masasının ayak kısmı iyice fleksiyona getirilerek her iki alt ekstremitenin dizden itibaren serbest kalması sağlandı. Opere edilecek dizin altına yumuşak destek yerleştirilerek yükseltildi. Uyluğa uygulanan turnike şişirildikten sonra ekstremitte ayak dahil olmak üzere boyandı ve örtüldü. Cilt kesisi orta hattan yapıldı, patellar tendon laterale alınarak tibiaya giriş açıldı. Tibiada hiç açık redüksiyon uygulanmadı. Redüksiyonu takiben femur bölümünde bahsedilen işlemler yapılarak çivi şişirildi. İnsizyonlar kapatılarak turnike açıldı ve ameliyata son verildi.

3.2.3 HUMERUS

Humerus kırıkları genel anestezi altında tedavi edildi. Anesteziyi takiben hastalar sırtüstü pozisyonda yatırıldı. Tüm humerus tip A ve B kırıkları kapalı redükte edildi. Tip C kırıklardan kapalı redükte edilemeyenler veya segmenter kırıklar açık redükte edildi. Açılma riski olan fissür veya fragmanlar serkraj teli ile tespit edildi. Benzer şekilde çivi şişirildikten sonra insizyonlar kapatılarak ameliyata son verildi.

3.3 POSTOPERATİF BAKIM ve REHABİLİTASYON

Tüm hastalara postoperatif 3 gün antibiyotik uygulandı. Cerrahi uygulanan ekstremitte elevasyona alınarak ödem önlenmeye çalışıldı. Tüm hastalara hemen izometrik egzersizler anlatılarak yapabildikleri en kısa sürede başlanmaları sağlandı. Postoperatif 2. günden itibaren hastalar yatak kenarına oturtularak aktif hareketler başlandı. Aktif hareketlerde sorunu olmayan hastalar iki koltuk değneği yardımıyla mobilize edildi. Humerus kırıklarında postoperatif 4 hafta içinde kullanımını kademeli azaltacak şekilde kol askısı uygulandı. Dördüncü hafta sonunda kol askısı bırakılarak günlük aktivite düzeyinde kol hareketlerine izin verildi. Femur ve tibia kırıklarında 4. haftadan itibaren koltuk değneği ile kısmi yük verildi. Takiplerinde kaynaması belirlenen hastalarda tam yük verilmeye başlandı.

Ameliyattan 12 gün sonra sütürler alındı. Cerrahiden sonra 1., 2, 3, 6 ve 12 ayda klinik ve radyografik kontrolleri yapıldı. Klinik muayenede kırık hattında ağrı olmaması, ağrı olmadan yk verebilmesi, radyografide de 3 kortekste kallus görülmesi kaynama olarak değerlendirildi.

Radyografilerde 5°den fazla varus veya valgus aılanması veya 10°den fazla sagital aılanma veya 10°den fazla rotasyon komplikasyon olarak kabul edildi. 6 ay sonunda yeterli kaynama görülmeyen olgular kaynama gecikmesi, radyografik kallus varlığına rağmen kortikal köprüleşmesi ve klinik olarak kaynama bulguları olmayan, ağrılı olgular kaynamama olarak kabul edildi. Hastaların fonksiyonel sonuçları işe dönüş süresi ile değerlendirildi



4. BULGULAR

Kasım 2002 ile Nisan 2005 tarihleri arasında Gülhane Askeri Tıp Akademisi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğine 31'i femur, 22'si humerus, 11'i tibia kırığı olmak üzere uzun kemik diafiz kırığı ile başvuran toplam 64 hastaya şişirilebilen intramedüller çivi ile tespit uygulandı. Hastalar en az 6 ay en çok en çok 26 ay olmak üzere ortalama 13.2 ay takip edildi. Hastaların yaşı 17 ile 80 arasındaydı, ortalama yaş 34.5 olarak bulundu. Hastaların 48'i erkek, 16'sı kadın idi.

31 femur kırığının 17'si araç içi trafik kazası, 2'si araç dışı trafik kazası, 8'i düşme, 4'ü spor sırasında düşme sonucu oluşmuştu. 22 humerus kırığının 16'sı düşme, 3'ü araç içi trafik kazası, 2'si spor yaralanması sonucu oluşmuştu. Bir hastada basit kemik kisti varlığında düşme sonucu patolojik kırık görüldü. 11 tibia kırığının 7'si düşme, 1'i araç içi trafik kazası, 1'i araç dışı trafik kazası nedeniyle oluşmuştu. Bir hastada mayına basma sonucu oluşan bilateral tibia kırığına, eksternal fiksator ile ilk tedavisi uygulandı, yaralanmadan 23 gün sonra eksternal fiksatorler çıkarılarak intramedüller çivileme uygulandı.

Tedavi edilen hastaların 55'inde kırık yeni oluşmuştu. 22 femur kırığının 18'i tip A, 3'ü tip B ve 1'i tip C idi. 11 tibia kırığının yalnızca 1'i tip B, diğerleri tip A kırıklardı. 22 humerus kırığının 3'ü tip B iken diğerleri tip A idi. 9 hastaya psödoartroz nedeniyle cerrahi uygulandı. Psödoartrozların 6'sı femurda, 3'ü humerustaydı. Psödoartroz olan 6 femurun 3'üne öncesinde kilitli çivi, 1'ine Fixion intramedüller çivisi, 2 hastaya plak vida uygulanmıştı. Humerus psödoartrozu olan 3 hastadan 2'sine unilateral eksternal fiksator, ilizarov eksternal fiksator veya plak-vida olmak üzere birden fazla cerrahi işlem uygulanmış, diğer bir hastaya ise yalnızca unilateral eksternal fiksator uygulanmıştı.

Kırıkların 61'i kapalı kırık iken, 1 femur kırığı Gustilo-Anderson sınıflandırmasına göre tip I, mayına basma sonucu oluşan bir hastada bilateral tibia kırığı tip III olarak belirlendi.

Uzun kemik kırıklarına eşlik eden yaralanmalar olarak 1 hastada subdural hematom, 1 hastada hemotoraks, 1 hastada batın içi kanama saptandı. Bir humerus kırığına eşlik eden önkol çift kırığı, bilateral tibia kırığı olan hastada bilateral kalkaneus kırığı ve bir femur kırığında metakarp kırığı, bir femur kırığında ise kontralateral tarafta bimalleolar ayak bileği kırığı, bir femur kırığında ipsilateral olekranon ve iskion pubis kolu kırığı

görüldü. Yalnızca bilateral tibia kırığı olan hastada tek taraflı peroneal sinir lezyonu dışında nörovasküler hasar gözlenmedi.

Takiplerde psödoartroz nedeniyle opere edilen bir humerus kırığı dışında tüm olgularda kaynama sağlandı. Belirtilen kriterler içinde hiçbir hastada malunion görülmedi. Hastaların hiçbirinde erken ya da geç enfeksiyon gelişmedi.

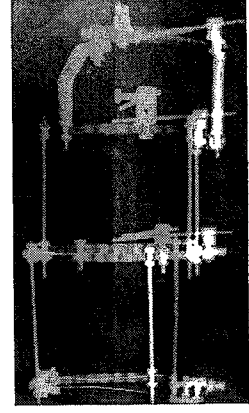
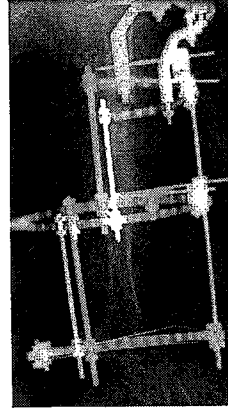
Kırık kemiklere göre sonuçları incelendiğinde 31 femur kırığının tamamında kaynama sağlandı. En erken kaynama 12. haftada en geç kaynama 19. haftada görüldü. (ortalama 13.8 hafta). Ameliyat süresi ortalama 91 dakika, en kısa 45 dakika, en uzun 170 dakika olarak gerçekleşti. Femur kırıklarının 22'si kapalı olarak redükte edilirken, 9 olguda açık redüksiyon uygulandı. 6 olguda kırık hattı psödoartroz nedeniyle açılarak greftlendi, kalan 3 olguda ise parçalı kırık nedeniyle tel serklaj uygulandı. İki hastada ek bir girişim gerektirmeyen heterotropik ossifikasyon görüldü. Hiçbir hastada 2 cm.yi aşan kısalık veya rotasyon görülmedi.

11 tibia kırığının tamamında kaynama sağlandı. En erken kaynama 12 haftada en geç kaynama 18. haftada görüldü. (ortalama 13.2 hafta). Ameliyat süresi ortalama 61 dakika, en kısa 42 dakika, en uzun 85 dakika olarak gerçekleşti. Tibia kırıklarının tamamı kapalı olarak redükte edildi. Mayına basma sonucu bilateral tibia kırığı olan hastada dril ucunun fark edilmeden kırılarak tibianın metafiz bölgesinde kaldı. Çivi şişirilmeye başlandığında ani bir basınç kaybı görüldü ve çivi şişirilemedi. Alınan radyografide dril ucunun proksimalde çiviye yakın olduğu görüldü. Çivinin genişleme aşamasında kırık dril ucunun sıvı haznesini deldiği düşünüldü. Çivi çıkarılmadan medulla içinde bırakıldı. Yapılan kontrollerde kaynama sağlandığı görüldü.

22 humerus kırığının 1'i dışında kaynama sağlandı. Akut kırık olan 19 hastada kaynama elde edilmiş, ancak psödoartroz nedeniyle opere edilen bir olguda kaynama sağlanamamıştır. Humerus psödoartrozu nedeniyle opere edilen bir olguya daha önce intramedüller kilitle çivi, plak vida, İlizarov eksternal fiksatörü uygulanmış, ancak hiçbir yöntem ile kaynama sağlanamamıştı. Bu hastada Fixion intramedüller çivileme ile birlikte greftleme sonrasında kaynama sağlandı.

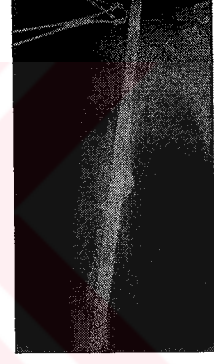
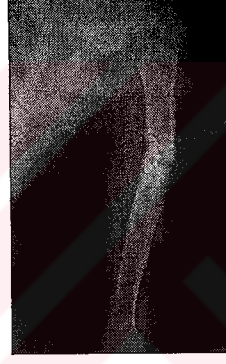
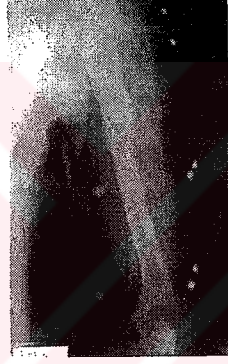
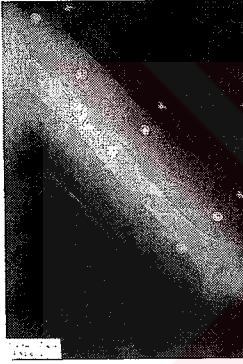
5. OLGU ÖRNEKLERİ

OLGU 1: C.Ş. 39 Y, E, Humerus Psödoartrozu

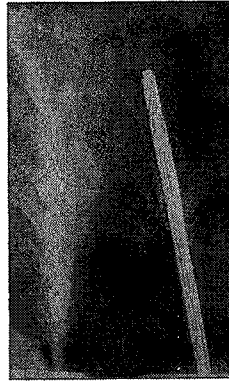
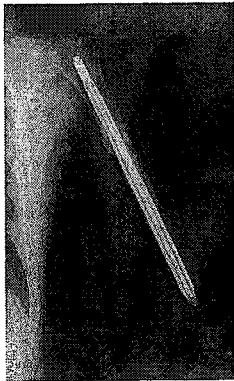


Kilitli IMN sonrası psödoartroz

Psödoartroz nedeniyle ECF uygulandı.



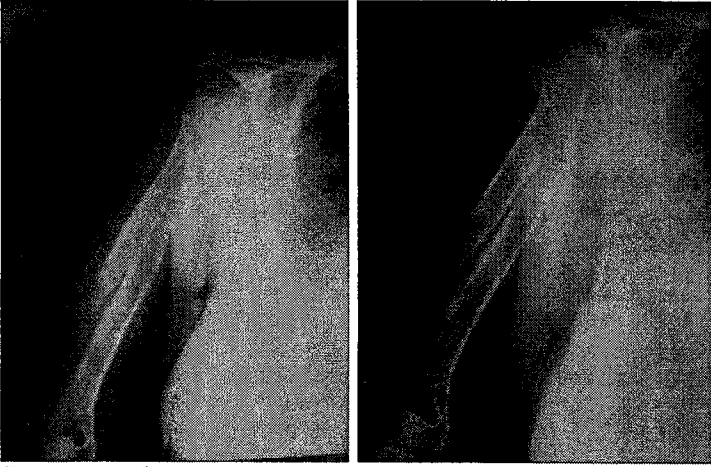
Enfeksiyon nedeniyle 3 ay sonra ECF çıkarılarak 6 ay fonksiyonel breys kullanıldı ardından Fixion intramedüller çivisi uygulandı.



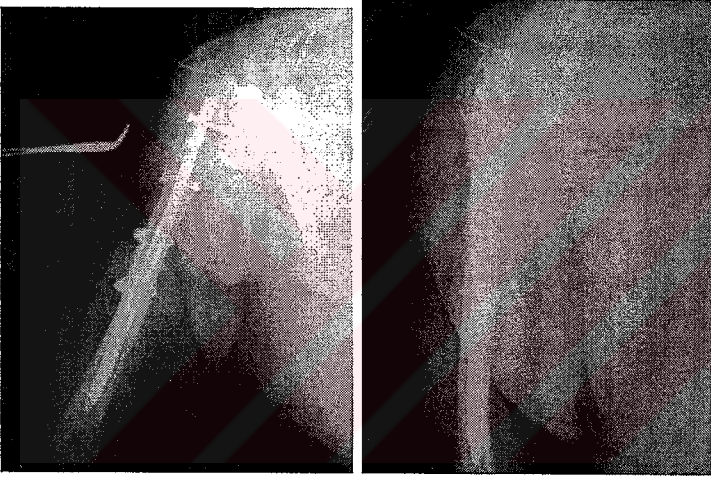
Postoperatif 3 ayda kaynama sağlandı

Postoperatif 1 yılda hasta normal yaşamına döndü

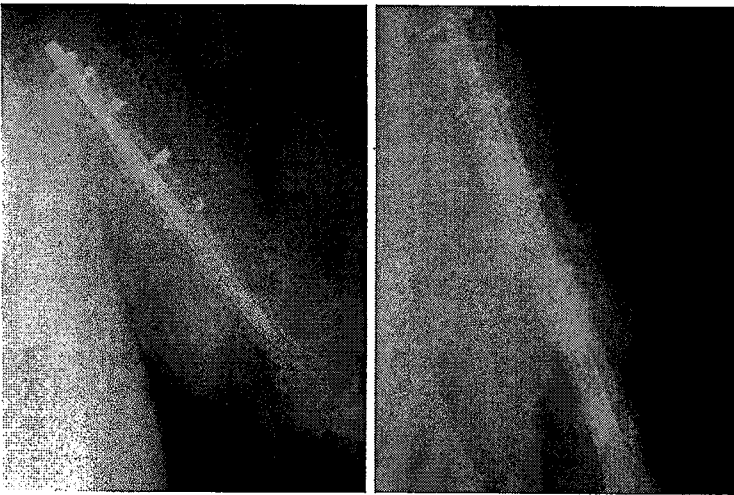
OLGU 2: S.F., 63 Y, K, Humerus Kırığı



Preoperatif radyografiler

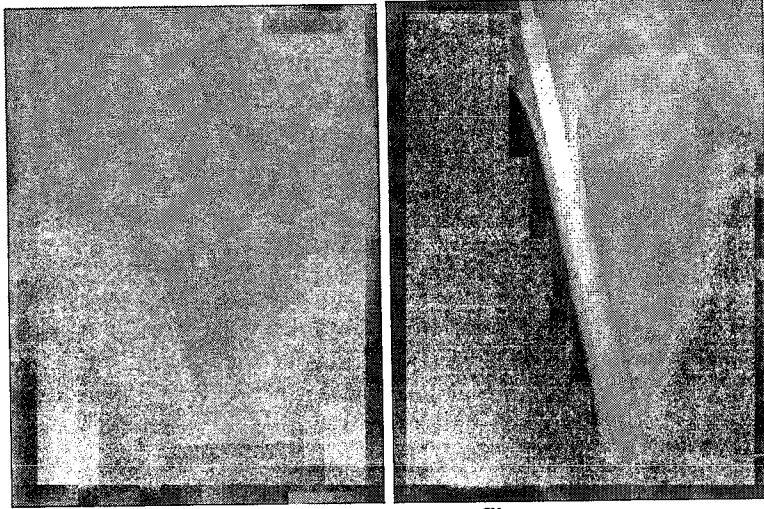


Postoperatif radyografiler

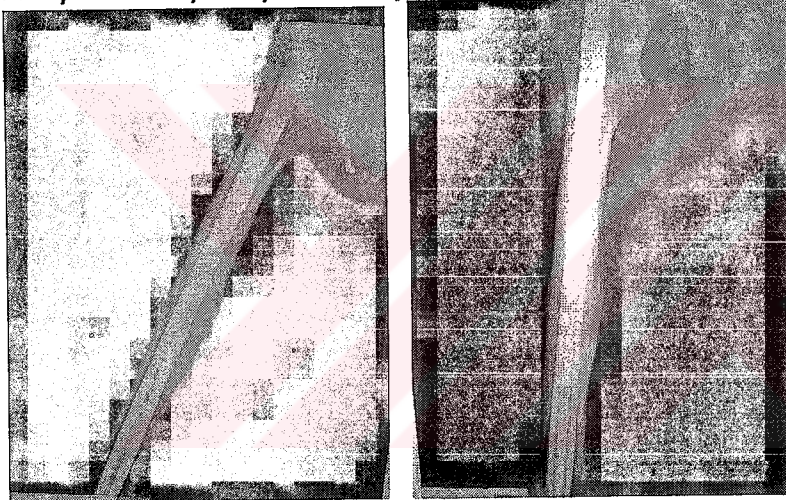


Postoperatif 2 yıl radyografileri

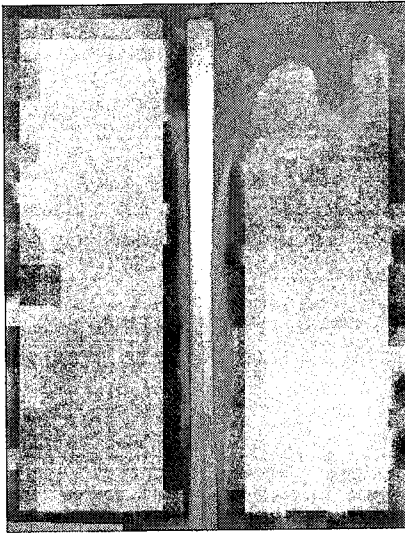
OLGU 3: K.D, 22 Y, E, Femur Kırığı



Preoperatif ve postoperatif radyografiler

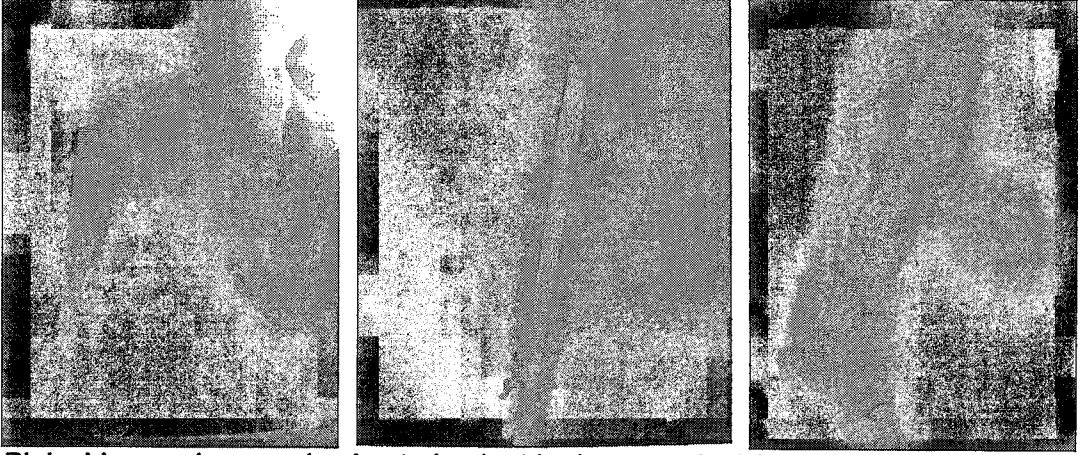


Postoperatif 6 ay radyografileri

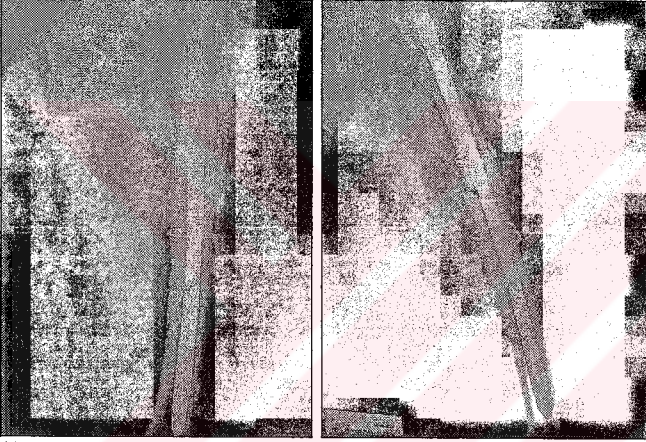


Postoperatif 2 yıl radyografisi

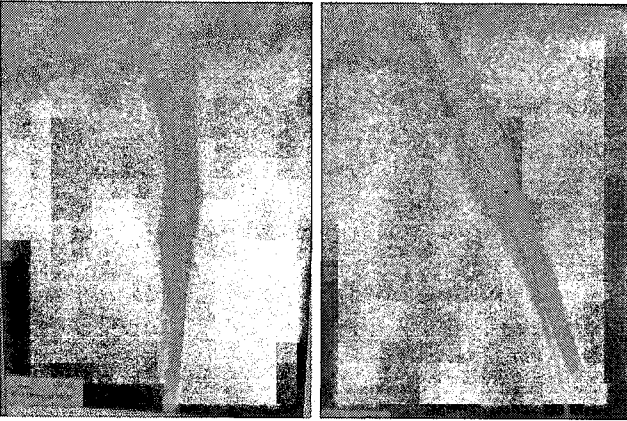
OLGU 4: N.T., 64 Y, Femur Plak Vida Ameliyatlısı



Plak vida uygulanmış olan hasta implant kırılması nedeniyle yatırıldı ve Fixion intramedüller çivisi uygulandı.

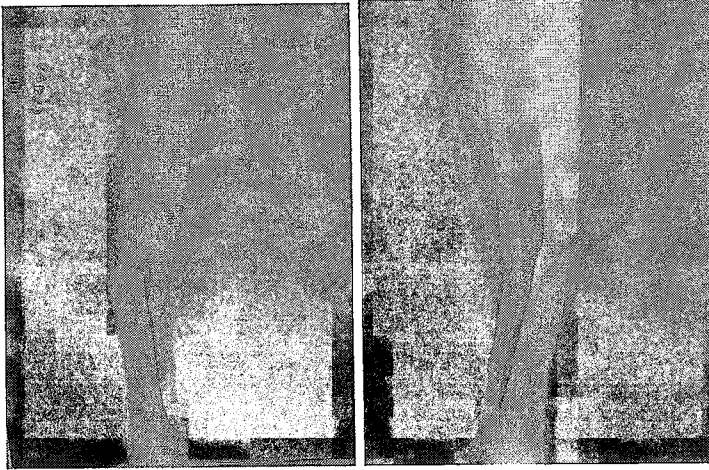


Postoperatif 6.haftada kallus oluşumu görülmekte

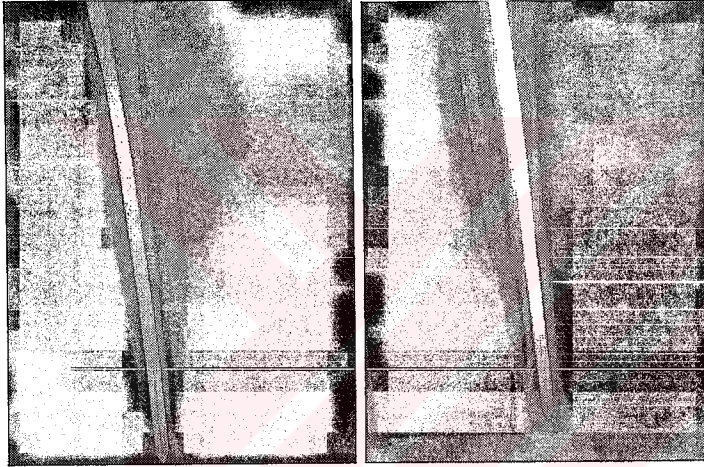


Postoperatif 6. ay radyografileri. Hastada kısmi yüke izin verildi ve takibi devam etmektedir.

OLGU 5: C.K., 22 Y, E, Tibia Kırığı



Preoperatif radyografler.

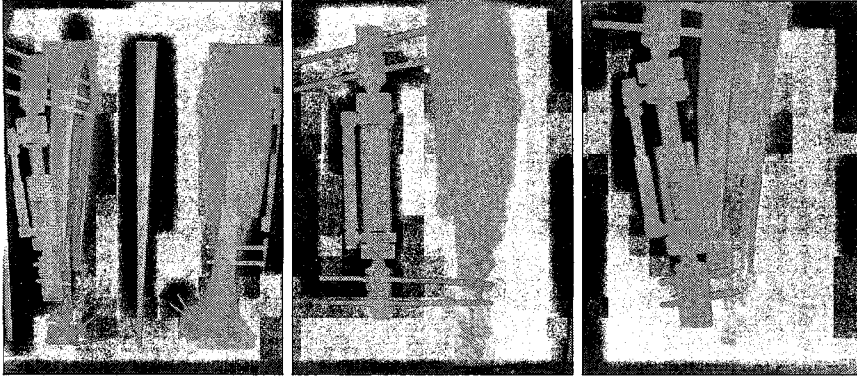


Postoperatif radyografler

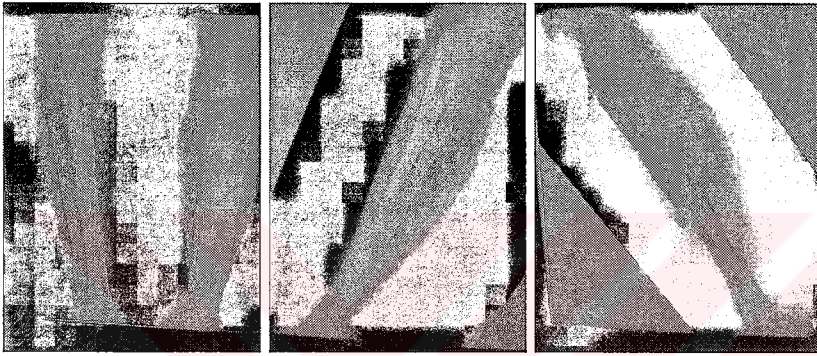


Postoperatif 6. ay radyografleri. Hasta bu tarihte spora döndü.

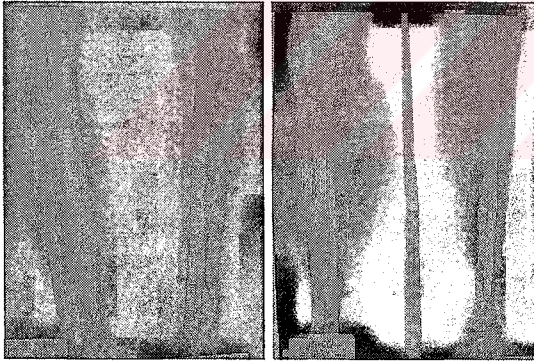
OLGU 6: İ.Ü., 21 E, Mayına basma sonucu bilateral tibia kırığı



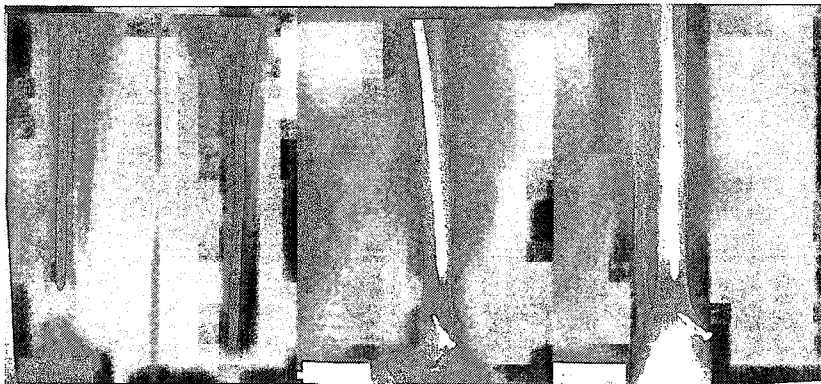
Preoperatif radyografiler. Eksternal fiksatörler çıkarıldı.



Her iki tibiaya Fixion intramedüller çivisi uygulandı.



Postoperatif 6. ay.



Postoperatif 12. ay.

6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Uzun kemik kırıkları, şiddetli travmalar sonucu oluşan, hastalarda ciddi morbidite ve bazen mortaliteye neden olan, ve tedavisi hastanın yaşam kalitesini doğrudan etkileyen, travmatolojinin önemli hastalıklarından biridir. Tarihsel gelişim içinde temel tedavi yöntemi eksternal immobilizasyon olmuş, 1900'lü yıllara kadar uzun kemik kırıkları başarısı oldukça düşük olan bu yöntemle tedavi edilmiştir. Tedavi sonucu geç kaynama, eklem sertliği, kısalık gibi komplikasyonlar sık görülürken, hastaların iş hayatına dönmeleri çok geç olmuştur. Özellikle femur ve tibia gibi yük taşıyan kemiklerde bu sorunlar daha ciddidir. Bu nedenle humerus kırıklarında temel tedavi şekli konservatif kalmasına karşın, yük taşıyan kemiklerde cerrahi tedaviler üzerinde durulmaya başlanmıştır. Metal bilimindeki gelişmeler ile birlikte daha sağlam ve uyumlu internal tespit materyalleri üretilmiş ve bu implantlar ortopedik cerrahinin ana malzemeleri olmuştur. Bu gelişim süreci içinde kırık iyileşmesinin daha iyi anlaşılması ve bunu etkileyen faktörlerin incelenmesi sonucu internal fiksasyon ile birlikte kırık biyolojisi de cerrahi tedavi kavramları ile birlikte anılmaya başlanmış ve sonucunda kırık tedavisinin temel ilkeleri oluşturulmuştur.

Kırıkta cerrahi tedavinin amacı yeterli redüksiyon ve fiksasyon ile kırık ekstremiteye mümkün olduğunca erken hareket vermektir. Erken hareketin kemiğin kaynaması yanında eklem, kas, kıkırdak ve diğer yumuşak dokulara olumlu etkisi de bilinmektedir. Bu yaklaşımda amaç yalnızca kırığın kaynaması sağlamak değil, hareketi sağlayan diğer unsurları da koruyarak kırık tedavisi sonunda fonksiyonel bir ekstremitede elde edebilmektir.

Cerrahi tedavi sonrasında kırık iyileşmesinin daha ayrıntılı olarak araştırılması sonucunda kullanılan implantın ve cerrahi tekniğin kaynamaya etkileri daha iyi anlaşılmıştır. 1960'lı yıllarda AO grubu önderliğinde geliştirilen plak vida fiksasyonu, bu araştırmalardan elde edilen sonuçlar temel alınarak bir evrim süreci geçirmiştir. Uzun kemik kırıklarında yeterli stabiliteyi sağlamak için uzun plakların kullanılması, cerrahi sırasında geniş insizyon yapılmasına ve çevre yumuşak dokularda aşırı disseksiyona ihtiyaç duyulmasına neden olmakta ve bu da periosteal kan akımını bozarak kırık iyileşmesini olumsuz olarak etkilemektedir. Erken dönemde bu teknik ile enfeksiyon oranları yüksek seyretmekte, kaynama oranları nispeten daha düşük olmaktadır. Ayrıca travma sırasında zaten hasar gören yumuşak dokuların hasarı, cerrahi ile bir kat daha artmakta ve hastaların rehabilitasyonu zorlaştığı için fonksiyonel sonuçlar daha kötü

olmaktadır. Ciltte geniş insizyonun bıraktığı skar dokusu hastalar tarafından operasyonun tek izi olarak görülmekte ve kozmetik açıdan istenilen bir durum olmamaktadır. Kırık iyileşmesini tamamladıktan sonra benzer operasyonun implantın çıkarılması için yapılması, hastanın gerek ciltteki gerekse kas içindeki skar dokusunu arttırmaktadır. Plak vida tedavisi ile oluşan primer kırık iyileşmesinde, kallus dokusunun az olması ve implantın çıkarılması ile kemikte kalan vida yerlerinde stres konsantrasyonu erken dönemde refraktürlere neden olmaktadır.

1930'lu yıllarda AO grubunun çalışmalarından önce Küntscher tarafından geliştirilen intramedüller çivileme, 1950'li yıllarda kilitlemenin bulunması ile popülerize olmaya başlamış ancak 1970'li yılların sonunda Amerika kıtasında kullanılmaya başlanmıştır. Bu süreç içinde yapılan çalışmalarda elde edilen yüksek başarı oranı ve düşük enfeksiyon oranı ile intramedüller çivileme uygulaması uzun kemik kırıklarında standart hale gelmiştir. Günümüzde kilitleli intramedüller çiviler çok parçalı kırıklar ve Tip III açık kırıklara kadar, başarıyla kullanılmaktadır.

Intramedüller çivilemenin kırık iyileşmesi açısından plak vida fiksasyonuna göre bazı avantajları vardır. Öncelikle kırık hattının açılmadan kapalı olarak uygulanabilmesi ve kırık hematomunun kaybedilmemesi kırık iyileşmesini olumlu yönde etkilemektedir. Cerrahi insizyon ve disseksiyonların kırık hattından uzaktaki bir giriş noktasından yapılması travma anında hasar gören dokulara daha fazla zarar verilmesini önlemektedir. Biyomekanik açıdan da intramedüller çivilerin yükü taşıyan olmaktan çok yükü paylaşan bir yapıya sahip olmaları nedeniyle, kırık kaynamasında internal atel gibi davranarak, kemiğe uygun miktarda yük gelmesini sağlamaktadır. Bu sayede kırık geniş bir kallus dokusu ile yani sekonder kaynama ile iyileşmektedir. Kaynama süresince kemiğe yük gelmesi kallus kalitesinin daha yüksek olmasını sağlamaktadır. Böylelikle implantın çıkarılması sonrasında refraktür gelişme riski çok düşük olmaktadır.

Küntschnerin ilk kullandığı teknikte, medüller kanal çivi çapına kadar genişlikte oyulmakta ve trokanter majordan çakılan, nispeten esnek yapıya sahip yonca şekilli çivi eğimli femur kemiği içinde üç nokta tespiti sağlamaktadır. Bu teknikte oyma işlemi çivinin daha çakılmadan dar medullada sıkışarak kalmasını önlemektedir. Ayrıca daha büyük çapta çiviler kullanılarak, bükülme ve torsiyonel güçlere direnç artırılmaktadır. Son olarak da çivi ile endosteal kemik arasındaki temas yüzeyi arttığından, tespitin stabilitesi de artmaktadır. Bu teknik istmus bölgesindeki basit kırıklarda oldukça başarılı olmasına karşın, proksimal veya distal kırıklarda ya da parçalı kırıklarda stabilitesi azaldığı için

aksiyel yüklenmeler sonucunda kısıklara veya rotasyonel kuvvetlere direnci yetersiz olduğu için rotasyonda malunionlara neden olduğu gözlenmiştir.

Intramedüller kilitleme ile intramedüller çivilemenin biyomekaniği de değişmiştir. Kilitleme sayesinde çok parçalı veya istmusun proksimal ve distalindeki kırıklar uzunluğun korunması ve rotasyonel stabilitenin sağlanması nedeniyle güvenle tedavi edilebilmektedir. Oluşturulan tespitin stabilitesi geniş çaplı çivinin medullaya sıkışması yerine, kırığın proksimal ve distalindeki yatay kilitleme vidaları ile sağlanmaktadır. Bu nedenle çivilerin çapları küçülerek daha ince çiviler kullanılmaya başlanmıştır. Çivi tasarımı ve metalurjideki gelişmeler sonucu daha ince olmasına karşın daha sağlam çiviler üretilmeye başlanmıştır.²⁶ Bu tür çivilerin kullanıma girmesi ile oyma işlemi konusundaki tartışmalar alevlenmiştir.

Hayvan çalışmalarında çivileme ile dolaşıma giren kemik iliği materyalleri çevresinde oluşan emboliler ve akciğer fonksiyonu üzerine etkileri gösterilmiştir.^{27 28 29 30 31} Klinik çalışmalarda özellikle multipl travmalı ve akciğer hasarı olan hastalarda oyma işleminin bazı sakıncaları olduğu bildirilmiştir. Özellikle Pape tarafından yapılan çalışmalarda oymanın akciğer fonksiyonlarında PaO₂-FiO₂ oranı ölçümlerinde bozulmaya neden olduğu ve femur kırığı yanında torasik kontüzyonu olan hastalarda ARDS oranının daha yüksek olduğunu bildirilmiştir.^{32 33 34 35}

Ancak daha sonra yapılan klinik çalışmalarda oyma işleminin akciğer fonksiyonları üzerine belirgin bir klinik etkisi saptanmamıştır. Yalnızca akciğer kontüzyonu olan hastalar ile akciğer kontüzyonu ile birlikte erken eksternal fiksasyon uygulanmış femur kırığı olan hastalar karşılaştırılmış, akciğer fonksiyonları açısından anlamlı fark saptanmamıştır.³⁶ Ardından gelen çalışmalarda akciğer fonksiyon bozukluğunun travmanın kendisine bağlı olduğunu ve femur kırığının ek bir patolojiye neden olmadığı belirlenmiştir.^{37 38 39 40} Sistemik etkileri nedeniyle oyma işleminden kaçınmak amacıyla ve kilitlemenin geliştirilmesi sonucun oyma gerektirmeyen çiviler üretilmiştir. Bu çivilerin kullanımı sırasında oyma işleminin sistemik etkileri yanında kırık kaynamasına etkileri de araştırılmıştır. Oymasız yapılan intramedüller çivileme sonrasında kaynamayı sağlamak için yapılan sekonder cerrahi girişimlerin sayısı daha yüksek bulunmuştur.^{41 42} Yine Kanada'da yapılan çok merkezli prospektif randomize çalışmada oymasız intramedüller çivilemede kaynamama oranının daha yüksek olduğu bildirilmiştir.⁴³

Tibia kırıkları için yapılan prospektif randomize başka bir çalışmada oymalı intramedüller çivilemede kaynamanın daha çabuk gerçekleştiği, kaynama oranının daha yüksek olduğu ve komplikasyonlarda bir artışa neden olmadığı bildirilmiştir.⁴⁴ Oyma işleminin uzun kemiklerin endosteal dolaşımına zarar verdiği bilinmektedir.^{45 46 47} Hayvan modellerinde oyma işleminin dolaşım yanında yeni kemik oluşumu ve mineralizasyona etkisi de araştırılmıştır. Hupel ve ark. tarafından yapılan çalışmada sınırlı bir oymanın kemik oluşum açısından bir farkı olmadığı ve iyi bir cerrahi seçenek olabileceği bildirilmiştir.⁴⁸ Bhandari ve ark tarafından yapılan metaanaliz çalışmasında oyma işleminin kaynamama oranında anlamlı azalmaya neden olduğu ve implant yetersizliğine bağlı komplikasyonları azalttığı bulunmuştur.⁴⁹

Gerek femur gerekse tibia kırıklarında oyma işleminin avantajları ve dezavantajları bulunmasına nedeniyle standart bir yaklaşım belirlenmiş değildir. Fixion intramedüller çivisi ile oyma işlemi isteğe bağlıdır. Bu konuda henüz belirleyici olacak bilimsel bir veri bulunmamaktadır. Üretici firma tarafından yapılan biyomekanik çalışmalarda çivinin şişme çapı arttıkça bükülme gücünün arttığı bulunmuştur. Oyma işlemi çivinin şişme çapını artırması nedeniyle bükülme direncini arttırdığı için yapılması düşünülebilir. Biz psödoartroz olguları dışında akut kırıkla gelen olgularımızda oyma işlemi yapmadık. Fixion intramedüller çivisinde oyma işlemine çivinin biyomekanik özellikleri göz önünde tutularak karar verilmesi gerektiğini düşünüyoruz. Bu çerçevede genel intramedüller çivileme ilkelerini göz önüne alacak olursak, intramedüller çivileme öncesi oyma yapılması daha fazla temas alanı ve geniş çivi kullanılmasını sağlamakta ve biyomekanik açıdan aksiyel stabiliteyi ve rotasyonel direnci bir miktar arttırmakla birlikte, temelde bükülme direncini daha fazla arttırmaktadır. Fixion intramedüller çivisinde stabilite kemik-çivi temas yüzeyine bağlıdır. Ancak klasik Küntscher çivisinden farklı olarak temas yüzeyi, yalnızca medullanın çivi çapına eşit olduğu istmus boyunca değil, medullanın çivinin en geniş çapı genişliğinde olan kısımlarına kadar uzanmaktadır. Oyma işlemi yapılmadığı takdirde, çivinin yarattığı basınç ile kansellöz kemik içinde sıkışması stabilitesini daha da arttırmaktadır. Rotasyone karşı direnç, uzunlamasına çubukların çivinin basıncı ile kansellöz kemik içine gömülmesi tarafından sağlandığı için oyma işleminin bu güçlere direnci de artırması beklenmez. Bu nedenle akut kırıklarda oyma işleminin stabiliteye çok katkısı olmadığını düşünmekteyiz.

Kemikleri ayrı ayrı ele alacak olursak humerus kırıklarında en yüksek güçler rotasyonel güçlerdir. Dolayısıyla aksiyel yük taşımayan ve az miktarda bükülme direncine maruz kalan humerus kemiğinde oyma işleminin tespitin stabilitesine çok fazla katkıda bulunması düşünülemez. Tüm kanal boyunca kansellöz kemik içine gömülen

uzunlamasına çubuklar rotasyonel güçlere karşı koyarak yeterli stabiliteyi sağlamaktadır. Zira humerus kırıklı olgularımızda çivinin stabilitesi ile ilgili bir komplikasyona rastlanmamıştır.

Alt ekstremite kırıkları için de kemik-çivi yapısının stabilitesi açısından benzer koşullar geçerli olmakla birlikte aksiyel güçler çok daha fazladır. Fixion intramedüller çivisinin aksiyel yüklere karşı direncini açılabilir yumuşak gövdesi ve dört çelik çubuk sağlamaktadır. Yumuşak gövde içerisine belli bir basınç ile serum fizyolojik verildiğinde çivinin aksiyel direncini arttırmaktadır. Bu mekanizma içi dolu açılmamış bir konserve kutusunun yüke karşı koymasına benzetilebilir. Çivi uygun basınçla şişirildiğinde çivinin hem aksiyel hem de bükülme direnci artmaktadır. Biyomekanik çalışmalarda çivinin bükülme direnci, şişme çapı ile orantılı olarak artmaktadır. Ancak aksiyel yüklenmede çivi biyomekanik olarak yeterli görünmekle birlikte kemiğin aksiyel hareketlerini engelleyen kuvvet, kemik ile çivi arasındaki yüzeyin sürtünmesinden ve farklı kemik kısımlarında farklı çapta şişmesinden doğan güçlerin bileşkesidir. Örneğin istmusta kırığı olan bir femurda, yük verildikçe proksimal kısım yükün bir bölümünü çiviye aktarırken, bir kısmı da distal kemik fragmanına aktaracaktır. Bu durumda kırık fragmanlarının kırık hattından uzaklaştıkça çapı artan çivi nedeniyle hareketleri kısıtlanmış olacaktır. Ancak parçalı kırıklarda, çivi-kemik temas yüzeyinin azalması aksiyel dirençte ciddi azalmalara ve sonuçta kısalığa neden olabilir. Zira femur tip C kırığı olan bir hastamızda 2 cm uzunluk farkı gelişmesi bu açıdan düşündürücüdür.

Sonuçlarımız incelendiğinde tüm kırıklarda kaynamanın sağlanması ve literatürdeki kaynama süreleri ile uyumlu olması oyma işleminin gerekliliği konusunda fikir sağlamamakla birlikte en azından yapılmamasının olumsuz bir etkiye neden olmadığı düşünülebilir. Oyma işleminin potansiyel avantajları ve çivinin kırık tiplerine göre endikasyonları, ancak geniş prospektif seriler sonucunda değerlendirilebilir.

Psödoartrozlarda ise cerrahi yaklaşım farklılık kazanmaktadır. Yapılan çalışmalarda kilitli intramedüller çivilemede oyma yapılmasının kaynama süresini kısalttığı, kaynamama oranını azalttığı ve kaynama için ikinci bir girişim gerekliliğini azalttığı bulunmuştur. Bu durumda oyma işlemi ile çivinin çapının artması sağlanarak tespitin stabilitesi artırılmaktadır. Oyma işleminin biyolojik etkilerinin de olduğu ileri sürülmüştür. Bu savlardan biri oyma işlemi ile kemik iliği içindeki kök hücreler açığa çıkarılmasıdır. İkincisi ise tüm medüller kanal boyunca çıkarılan kansellöz kemik parçalarının otogreft olarak kaynamaya katkıda bulunmasıdır. Oyma işleminin diğer bir biyolojik etkisi dolaşım ile

ilgilidir. Oyma sonucunda endosteal dolaşım çok büyük bir oranda tahrip edilmektedir. Medüller kanal çapından küçük bir oyucu ile oyulması ile kortikal dolaşımında minimal bir azalma olurken, oyucu çapı medüller kanala eşit olduğunda kortikal kan akımı 1/3 oranında azaltmaktadır. Hayvan deneylerinde 2 ile 4 hafta sonra ciddi bir hiperemik reaksiyon geliştiği ve kan akımının birkaç katına çıktığı gözlenmiştir.⁵⁰ Bu şekilde diafiz revaskülerizasyonu sağlanmakta, sentrifugal olan dolaşım tersine dönerek, sentripetal yönde olmaktadır. Bunun için de çevre yumuşak dokuların ve periosteal dolaşımın sağlam olması gereklidir. İntramedüller çivileme ile kapalı kırıklarda %100'e varan oranlarda kaynama sağlanması bu kavramın önemini ortaya koymaktadır. Ancak intramedüller çivinin kendisi de bu revaskülerizasyon sürecini etkilemektedir. Sıkı oturan çiviler revaskülerizasyonu geciktirirken kemik ve çivi arasında boşluk kaldığı durumlarda süreç hızlanmaktadır.^{23 24} Bu anlamda Fixion intramedüller çivisi endosteal olarak sıkı oturan bir çivi tipidir. Ancak bunun yanında dört uzunlamasına çubuğun arasında endosteal dolaşıma paralel boşluklar da kalmaktadır. Bu iki zıt etkinin kortikal dolaşıma etkisini değerlendirilmesi için hayvan deneyleri veya akut kırıklarda ya da psödoartrozlarda dolaşıma etkisini ve klinik sonuçlarını değerlendirmek üzere klinik çalışmalar planlanabilir. Çalışmamızda yer alan olguların sayısı az olmakla birlikte akut kırıkların tümünde ve psödoartroz olguların biri dışında tümünde kaynama sağlanması toplam etkinin kırık kaynamasını olumsuz etkilemeyecek şekilde geliştiği varsayılabilir. Ayrıca psödoartroz olgularında kaynamayı sağlamak üzere otogreft veya demineralize kemik matriksi de kullanıldığı göz önüne alınmalıdır.

Değerlendirilmesi gereken konulardan biri de intramedüller çivilerin kaynama sırasında kallus oluşumunu etkileyen biyomekanik faktörlerdir. Birinci kuşak intramedüller çivilerin oyma işlemi sonrası geniş çaplı olarak çakılması implant kemik temas yüzeyini artırarak stabiliteyi sağlamaktır. Bu çivilerin yapısı gereği aksiyel yüklenmelere izin vermektedir. Dolayısıyla yük paylaşan bu tip çivilerde kallus oluşumu sırasında bu yükler kallus miktarını ve maturasyonunu olumlu yönde etkilemektedir. Küntscherin orijinal tekniğindeki başarıya bu biyomekanik özelliğin katkısı yadsınamaz. Ancak kilitleme ile bu biyomekanik, önemli değişikliğe uğramıştır. Artık daha ince çapta intramedüller çiviler kullanıldığı için çivi-kemik temas yüzeyinin stabilite açısından önemi kalmamış, daha çok kemik-vida ve vida-çivi temas yüzeyleri önem kazanmıştır. Kilitlemenin rotasyonel güçler açısından avantaj sağladığı muhakkaktır, ancak bir önceki kuşak intramedüller çivilerden tek farkı bu değildir. Kilitleme ile önceki intramedüller çivilerin yük paylaşan biyomekanik özellikleri kaybedilmiş, daha çok yük taşıyan özellik kazanmıştır. Bu tip biyomekanik davranışın özellikle çok parçalı kırıklarda intramedüller çivilemenin kullanılmasını ve

kısalığa neden olmadan kaynamayı sağladığı bilinmekle birlikte, kallus maturasyonu açısından sorunlar yaratması olasılığı bulunmaktadır. Kilitli çivilerin ilk kullanıldığı dönemlerde dinamizasyon kavramı bu düşünce nedeniyle ortaya atılmıştır. Brumback bu konu üzerine yaptığı çalışmasında statik çivilemenin kaynama üzerine doğrudan olumsuz etkisini tespit edememiştir.⁵¹ Ancak kaynamanın geciktiği olgularda statik kilitleme çivilerinden birini çıkararak dinamizasyon yapılması halihazırda geçerliliğini sürdüren bir yaklaşımdır.

Bu açıdan değerlendirildiğinde Fixion intramedüller çivisi avantaj sağlayan bir biyomekaniğe sahiptir. Üretici firmanın sağladığı verilerde taze kadavra üzerinde yapılan biyomekanik torsiyon testlerinde çivinin oymasız AO 6.7 mm çivilere göre kırık hattında daha az açılmaya neden olduğu belirlenmiştir. Endosteal kanal içinde tamamen şişerek özellikle diafiz kırıklarında kırık hattında sıkı biçimde kortekse dayanan çivinin yatay düzlemde hareketi etkili bir şekilde önlemektedir. Bu nedenle kemiğin proksimal ve distalinde kilitleme vidaları ile kemiğe fikse edilen kanaldan daha ince bir çivinin kırık hattında eşdeğer bir stabilizasyon sağlaması mümkün değildir. Aksiyel düzlemde ise yatay düzlemin aksine kırık uçlarında mikrohareketlere izin verdiği düşünülmektedir. Bu şekilde yeterli fibröz kallus oluşumu sağlandığında, hastanın kısmi yük vermesine izin verilerek kırık hattında kompresif hareketler üretilmekte ve kallus maturasyonu ve mineralizasyonu olumlu yönde etkilenmektedir.

Kilitli intramedüller çivilerin kullanımı, intramedüller çivilerin endikasyonlarını genişletmenin yanında distal kilitleme vidalarının uygulanması konusunda bazı zorlukları da beraberinde getirmiştir. Proksimal kilitleme vidalarının, uygulama setinde yer alan kılavuzlar yardımı ile uygulanmasında çok sorun yaşanmamaktadır. Ancak distal vida kilitlemesi ile ilgili sorunlar daha sık yaşanmaktadır. Bunun nedeni distal vida uygulamasında uygulama kılavuzlarının yararının sınırlı olmasıdır. Femur kırıklarında çivinin yerleştirilmesi çivide bir miktar deformasyona neden olmaktadır. Bu deformasyon nedeniyle kılavuz yardımıyla distal deliklerin bulunması güçleşmektedir. Ayrıca zaman içinde uygulama setlerindeki malzemenin yıpranması da kılavuzun doğruluğunu etkilemektedir. Proksimal bağlantılarda çok küçük esnemeler bile olması distalde, çok daha büyük sapmalara neden olmakta, dolayısıyla vidanın doğru uygulanmasını imkansız hale getirmektedir. Bu nedenle distal vida uygulamasında genel yaklaşım, skopi altında serbest uygulamadır.

Bu yöntemde dikkat edilmesi gereken en önemli nokta anatomik giriş deliğini belirlemektir. Sorun ise hastanın ve personelin röntgen ışınlarına maruz kalmasıdır. Amaç skopiye en kısa süre kullanarak kılavuz deliği ile çivi deliğini üst üste getirerek kilitleme vidasını uygulamaktır. Skopi süresi cerrahın deneyimine ve intramedüller çivinin tiplerine göre değişiklik göstermektedir. Skopi kullanıldığı taktirde mutlaka korunma önlemleri alınmalıdır. Özellikle alt ekstremitte uygulamalarında hastanın gövdelerinin korunması gerekir.⁵² Bunun dışında cerrahlar için göz ve eldiven koruması da önerilmektedir. Cerrahi sırasında skopi süresini azaltmak amacıyla birçok değişik yöntem geliştirilmiştir.^{53 54} Bu yöntemler içinde skopi süresinin anlamlı ölçüde azaltan bilgisayar destekli navigasyon sistemleri en umut veren yöntem olarak görülmektedir.⁵⁵ Ancak tüm bu yöntemlerde skopi ve röntgen ışını kullanımı gereklidir. İdeal olan skopi kullanımı gerektirmeyen bir yöntem geliştirilmesidir. Bu açıdan Fixion intramedüller çivisi distal kilitlemeyi tamamen ortadan kaldırması ve şişirilerek kendiliğinden kilitlemesi nedeniyle bu açıdan oldukça yararlı bir alternatif olarak görülmektedir.

Kilitli intramedüller çivileme ile birlikte kilitlemenin getirdiği bir takım komplikasyonlar da görülmeye başlamıştır. Kilitli intramedüller çivi ile yükün çoğunluğu kemikten alınarak proksimal ve distaldeki vida ile çiviye aktarılmaktadır. Burada yapılan tespitin sağlamlığını belirleyen önemli unsurlardan biri vida-çivi bileşkesidir. Tekrarlayan yüklenmeler sonucunda implant yetersizliği çoğunlukla bu bileşkede gelişmektedir. Ya vida kırılmakta ya da vida deliğinin olduğu yerden çivi kırılmaktadır. Her iki ucu kemik dışında kaldığı için kırık vidaya ulaşılması ve çıkarılması kırık çiviye göre daha kolay olmaktadır. Bu nedenle çivinin tasarımı yapılırken, çivi çapı, vida çapı ve vida deliğinin boyutu öncelikle vida kırılacak şekilde ayarlanmaktadır. Biyomekanik çalışmalarda distalde güvenilir bir tespit sağlamak için en az iki vida önerilmektedir.⁵⁶ Bu durumda skopi süresi ve kilitleme zamanı da uzamaktadır. Ayrıca osteoporotik kemiklerde tespitin zayıf halkası kemik-vida bileşkesi olabilmektedir. Özellikle humerusta rotasyonel kuvvetlerin kemik-vida bileşkesi üzerinde konsantrasyonu sonucu kilitleme vidasının migrasyonu, spiral kırıklar gibi komplikasyonlar görülebilmektedir.^{57 58} Aynı şekilde erken yük verilen ya da kontrolsüz ani yüklenme sonucunda femurda suprakondiler kırıklar meydana gelmektedir. Kilitleme vidalarının tek komplikasyonları kırılmaları değildir. Nadiren de olsa gereğinden uzun kilitleme vidaları komşu nörovasküler yapıların yaralanmasına neden olabilmektedir.^{59 60}

Kilitli intramedüller çivileme ile yaşanan bu sorunlar intramedüller çivi üreticileri farklı arayışlara yöneltmiştir. Bu aşamada düşüncelerden biri kilitlemenin vida dışında farklı bir şekilde yapılmasıdır. Özellikle humerus için bazı çivi tasarımları yapılmış, ancak geniş

kullanım alanı bulmamıştır.^{61 62} Fixion intramedüller çivisi ile bu sorunlar aşılmıştır. Çivinin şişirilerek medulla içinde kendiliğinden kilitleme sağlaması ve distal kilitleme gerektirmemesi distal kilitlemeye ait tüm zorluk ve komplikasyonların çözümünü sunmaktadır.

Fixion intramedüller çivisi uzun kemik kırıklarında intramedüller çivilemenin sahip olduğu avantajları bir adım daha ileri taşımaktadır. Kırık hattından uzak bir noktadan yalnızca bir insizyonla giriş yapılması ve distal kilitleme olmadığı için ek bir insizyona gerek duyulmaması ekstremitelerde yumuşak dokularının en üst düzeyde korunmasını sağlamaktadır. Bu özelliği ile kapalı tedavi edilen kırıklar, minimal invaziv cerrahinin en başarılı örneklerinden biri olmaktadır. Stabil bir tespit ile hastanın postoperatif dönemde kırıktan kaynaklanan ağrılarında ciddi bir azalma sağlanmaktadır. Cerrahinin küçük bir insizyonla, hasarlı bölgeden uzakta minimal yumuşak doku disseksiyonu ile yapılması nedeniyle hastada ek bir travmaya neden olmamaktadır. Böylelikle hastaların uygun bir ağrı kontrolü ile erken dönemde rehabilitasyona başlaması mümkün olmaktadır.

Fixion intramedüller çivisinin şişirilmeden sönük halinde uygulanması da cerraha büyük kolaylık sağlamaktadır. Çivinin küçük çaplı uygulanması hem giriş noktasında kadar olan yumuşak dokuları korumakta, hem de çivinin medüller kanal içinde rahatlıkla ilerletilmesini sağlamaktadır. Çivinin kurşun şeklindeki küt ucu çivinin medüller kanal içinde kalmasını sağlamakta ve kortekse saplanmasını önlemektedir. Kanal içinde yeteri kadar ilerletildikten sonra kırık hattına ulaşılınca redüksiyonu sağlamak için, çivi ve çakma elceği yardımıyla proksimal parça manipüle edilebilir. Çivinin sönük halde, çapı küçük iken çakılması çivinin distal fragmana ilerletilmesi sırasında da büyük kolaylık sağlamaktadır. Distal fragmanda kısa bir mesafe ilerletildikten sonra kırık hattına hareket verilerek çivinin medulla içinde olup olmadığı kontrol edilebilir. Çivinin uygun konumda olduğundan emin olmak üzere bu noktada bir radyografik kontrol sonrasında çivi şişirilir. Yeteri kadar şişme sağlandıktan sonra cerrahi bitirmeden önce, son bir radyografik kontrol yapılır. Buradan da anlaşılacağı üzere yalnızca iki radyografik kontrol ile cerrahinin tamamlanması mümkündür. Böylelikle hastanın ve cerrahi ekibin alacağı radyasyon miktarı en aza indirilmiş olur.

Fixion intramedüller çivisinin diğer bir avantajı da malzeme kalabalığını azaltarak, çok az miktarda malzeme ile cerrahi hazırlığın tamamlanmasını sağlamasıdır. Ölçümü yapılarak kullanılacak çivinin yanında yalnızca bir uzun ve bir kısa olmak üzere üç çivi, bir kayan çekiç, bir tapa vidası ve pompa seti olmak üzere 6 kalem malzeme ile cerrahinin

yapılması mümkündür. Oyma işlemi gerektirmemesi nedeniyle farklı çaplarda oyuncu ve motor hazırlığı yapılmasına da gerek yoktur. Asistanın cerrahi malzemeleri hazırlarken tek yapması gereken ölçüsü uygun olan çivinin hazır olmasını sağlamak ve özel şişirme pompası içine serum fizyolojik doldurmaktır. Ayrıca ameliyat salonunda skopi olmasa da cerrahinin yapılması mümkündür. İki aşamada yapılan radyografik kontrollerin steril örtülere sarılarak alınan iki yönlü radyografiler ile yapılması mümkündür. Bu şekilde cerrahi süresinde radyografilerin banyo edildiği süre kadar bir uzama olacaktır. Ancak distal kilitlemenin olmamasının getirdiği süre avantajı ile karşılaştırıldığında bu süre çok önemsiz kalmaktadır.

Fixion intramedüller çivisinin cerrahi süresinde önemli bir kısalma sağlayacağı beklentisi çok da uzak bir beklenti değildir. Bu kısalmanın başlıca nedeni distal kilitleme işlemine gerek olmamasıdır. Çivi uygun konumda medüller kanal içine yerleştirildikten sonra tespit için yapılması gereken sadece şişirilmesidir. Bu işlemde özel bağlantıları ve kendi pompası sayesinde kolaylıkla yapılabilmektedir. Bunun dışında oyma işlemi gerektirmemesi ve de çivinin küçük çapta iken uygulanabilmesi cerrahi süresini kısaltan önemli bir faktördür. Fixion intramedüller çivi boylarının yer aldığı Tablo 1 incelendiğinde çivinin en düşük çapının humerus için 6.7 mm, tibia ve femur için 8.5 mm olduğu ve sönük ve şişirilmiş hali arasındaki farkların humerus için en az 3.3 cm, tibia ve femur için ise 5 cm olduğu görülebilir. Bu sayılar göz önüne alındığında çivinin en dar medullaya bile sorun olmadan rahatça çakılabileceği açıktır. Zira hiçbir olgumuzda çivinin ilerletilmesi konusunda herhangi bir zorlanma yaşanmamıştır. Ameliyat süreleri incelendiğinde kapalı redükte edilebilen olgularda humerus için 32 dakikaya, tibia için 42 dakikaya, femur için ise 45 dakikaya kadar kısalmıştır.

Fixion intramedüller çivisinde merak edilen konulardan birisi de yeni bir implant olduğu için, çıkarılması sırasında zorluk yaşanıp yaşanmayacağıdır. Henüz bizim olgularımızda kaynama sonrasında implant çıkarılmamıştır. Ancak başka bir merkezde uygulanmış bir Fixion çivisini kırılma nedeniyle çıkardığımız bir olguda hiçbir zorluk yaşanmamıştır. Özel seti ile çivinin valfi patladıktan sonra kayar çekiç ile çıkarılması oldukça kolay olmuştur. Dikkati çeken bir nokta da bu olgumuzda dört çubuktan ikisinin kırılmış olmasına karşın, çivinin sönmemiş olmasıdır.

Fixion intramedüller çivinin bu avantajları değerlendirildiğinde özellikle uzun kemik diafizi kırıklarında kilitli intramedüller çivilemeye iyi bir alternatif olduğu söylenebilir. Fixion'un en önde gelen endikasyonlarından biri uzun kemik orta 1/3'lük segmentinin basit

kırıklardır. Uygulama sırasında oyma işlemi isteğe bağlıdır. Ancak Stefano ve ark.nın⁶³ Fixion intramedüller çivisi ile ilk deneyimlerini yayınladığı çalışmalarında oyma yapılan ve yapılmayan hastalar arasında kallus oluşumu ve kaynama açısından anlamlı bir farklılık saptamadıklarını bildirmişlerdir. Oyma işleminde amaç kemik-çivi temas yüzeyini arttırmaktır. Medullanın 1 mm genişlemesi ile kemik-çivi temas yüzeyinde %38'lik bir artış sağlandığı hesaplanmıştır.⁶⁴ Şişirilebilen çivi ile bu temas yüzeyinin çivinin %80'i kadar olduğu tahmin edilmektedir.⁶⁵ Dolayısıyla oyma işleminin temas yüzeyini arttırmak açısından önemli bir artış sağlaması mümkün değildir. Bunun yanında kanal içinde basınçla şişirilen çivinin daha fazla miktarda medüller maddelerin kan akımına karışmasına neden olacağı da öne sürülmektedir. Ancak yapılan hayvan deneylerinde Fixion intramedüller çivisinin yerleştirilmesi ve şişirilmesi sırasında oluşan intramedüller basıncın, oyma sırasında oluşan basınçtan daha düşük olduğu belirlenmiştir.⁶⁶ Bu verilerle çok gerekli olmadıkça ve prospektif çalışmalarla avantajları belirlenmeden oyma işleminin yapılmaması daha doğru bir tercih olacaktır.

Çivinin basınç altında şişirilmesinin bir sakıncası da radyolojik incelemede gözden kaçan fissürleri belirgin biçimde ayırmasıdır. Ayrıca tip C kırıklarda büyük fragmanlarda redüksiyon kaybına neden olabilir. Bu nedenle hastanın preoperatif radyografilerinde asla düşük kaliteye ödün verilmemelidir. Yeterince iyi olmayan bir radyografi ile fark edilmeyen bir uzunlamasına fissür şişirme sırasında tamamen ayrılarak, intraoperatif çözümü güç sorunlara neden olabilir. Bu nedenle ayrılma olasılığı olan fissür varlığında veya redüksiyon bozulma riski olan büyük parçalı tip C kırıklarda iki yol izlenebilir. Birincisi tespiti oymasız, kilitli intramedüller solid çivi ile kapalı olarak yapmaktır ki, bu çivinin de medüller kanalda ilerletilirken fissürü veya fragmanları ayırma riski bulunmaktadır. İkincisi ile Fixion intramedüller çivisini yerleştirdikten sonra profilaktik olarak serklaj teli uygulamaktır. Biz olgularımızda redüksiyona yardımcı olmak açısından serklaj telini tercih ettik. Serklaj telini uygularken dikkat edilmesi gereken telin çivi kanal içindeyken ve şişirilmeden önce sıkılmasıdır. Çünkü çivinin medüller kanalda olmadığı durumlarda, serklaj teli sıkılırken redükte edilen fragmanlar kayarak, medüller kanalın kapanmasına neden olabilir. Ayrıca medüller kanaldaki çivi fragmanların dayanarak daha kolay redükte edilmelerini de sağlayacaktır. Bu iki uygulamadan birinin tercih edilmesi, açık ve kapalı kırık tedavisi ve daha iyi redüksiyon sağlanmasının avantajları ve dezavantajları yanında eldeki malzeme seçeneklerine bağlıdır.

Fixion şişirilebilen çivi uzun kemik diafiz kırıklarının tedavisinde kırık hattından uzaktan minimal invazif tekniklerle uygulanabilmesi, dolayısıyla potansiyel olarak daha az

skar dokusu, ve enfeksiyon oluşma riski, daha az kan kaybı ve daha dūřuk cerrahi girişim stresi, sönük halde iken kolay uygulanabilmesi, oyma işleminin isteğe bağlı olması, distal kilitleme gerektirmemesi, kendine özgü biyomekanik özellikleri nedeniyle yorgunluk kırığı riskinin dūřuk olması, kallus oluşumuna ve kan dolaşımına olumlu etkileri, etkili stabilizasyon ile erken rehabilitasyona izin vermesi, dolayısıyla hastanede kalış süresini azaltması, maruz kalınan radyasyon miktarını ve ameliyat süresini dūřürmesi, daha az tıbbi ekipman ile uygulanması ile kilitli çivilemeye alternatif olan etkin bir cerrahi tedavi yöntemidir. Ancak hasta seğiminin doğru yapılması, kırık lokalizasyonu ve kırık tipinin çivinin endikasyon sınırları içinde olmasına özen gösterilmelidir. Bu sınırların dışında çivinin stabilizasyon gücünün azalacağı unutulmamalıdır.



7. ÖZET

Fixion intramedüller çivisinin etkinliğini değerlendirmek amacıyla Kasım 2002 ile Nisan 2005 tarihleri arasında Gülhane Askeri Tıp Akademisi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğine 31'i femur, 22'si humerus, 11'i tibia kırığı olmak üzere uzun kemik diafiz kırığı ile başvuran toplam 64 hastaya şişirilebilen intramedüller çivi ile tespit uygulandı.

Hastalar en az ortalama 11.2 ay (6-26 ay) takip edildi. Ortalama yaş 34.5 (17-80) olarak bulundu. Hastaların 48'i erkek, 16'sı kadın idi. Hastaların 55'inde kırık yeni oluşmuştu. AO sınıflandırmasına göre 22 femur kırığının 18'i tip A, 3'ü tip B ve 1'i tip C idi. 11 tibia kırığının yalnızca 1'i tip B, diğerleri tip A kırıklardı. 22 humerus kırığının 3'ü tip B iken diğerleri tip A idi. 6'sı femurda, 3'ü humerusta olmak üzere 9 hastaya psödoartroz nedeniyle cerrahi uygulandı. Kırıkların 61'i kapalı, 1 femur kırığı Gustilo-Anderson sınıflandırmasına göre tip I, mayına basma sonucu oluşan bir hastada bilateral tibia kırığı tip III olarak belirlendi.

Psödoartroz nedeniyle opere edilen bir humerus kırığı dışında tüm olgularda kaynama sağlandı. 31 femur kırığında en erken kaynama 12. haftada en geç kaynama 19. haftada görüldü. (ortalama 13.8 hafta). Ameliyat süresi ortalama 91 dakika (45-170) olarak gerçekleşti. İki hastada ek bir girişim gerektirmeyen heterotropik ossifikasyon görüldü. Hiçbir hastada malunion görülmeydi. Hastaların hiçbirinde erken ya da geç enfeksiyon gelişmedi. Hiçbir hastada malunion görülmeydi ancak yalnızca bir femur kırığında 2 cm kısalık görüldü.

11 tibia kırığının tamamında ortalama 13.2 haftada (12-18) kaynama sağlandı. Ameliyat süresi ortalama 61 dakika (42-85) olarak gerçekleşti. Tibia kırıklarının tamamı kapalı olarak redükte edildi. Mayına basma sonucu tibia kırığı olan bir hastada dril ucu nedeniyle çivi şişirilemedi. Ancak bu hastada da kaynama sağlandı.

22 humerus kırığının psödoartroz nedeniyle opere edilen bir olgu dışında tamamında kaynama sağlandı. Hastaların hiçbirinde malunion, enfeksiyon, sinir lezyonu gibi majör komplikasyona rastlanmadı.

Fixion intramedüller çivisi uygulama kolaylığı, şişirilerek kendiliğinden kilitlemesi, distal kilitleme gerektirmemesi, kilitlemeye ait tüm komplikasyonları ortadan kaldırması, radyasyona maruz kalınmasını önlemesi, ameliyat süresini kısaltması, malzeme sayısının az olması, minimal invazif yöntemle uygulanabilmesi, biyomekanik özellikleri ile kırık kaynamasına olumlu etkileri, erken rehabilitasyona izin veren tespit sağlaması açısından uzun kemik kırıklarında etkin ve güvenilir bir intramedüller çivi tipidir. Çivinin kırık tipine göre uygun endikasyonlarının prospektif çalışmalar ile belirlenmesi gerekir.

8. SUMMARY

We have operated 64 patients with long bone fractures including 31 femur, 22 humerus, 11 tibia fractures in Gülhane Military Medical Academy in between November 2002 and March 2005 to evaluate the efficacy of Fixion intramedullary nail.

Mean follow-up period was 11.2 months (6-26). Average age of the patients was 34.5 years (17-80). 48 patients were male and 16 were female. 55 were acute fractures. Eighteen of the 22 femur fractures were type A, 3 were type B and one was type C fracture According to AO classification. Of the 11 tibia fractures only 1 was type B, others were type A. Out of the 22 humerus fractures 3 were type B, others were type A. Nine patients were operated for pseudoarthrosis, 6 in femur, 3 in humerus. 61 of the fractures were closed, one femur fracture was type 1 and 1 patient with injured by mine explosion had bilateral type III open fracture according to Gustilo-Anderson classification.

All of the fractures, except one humerus operated for pseudoarthrosis, healed. In 31 femur fractures first union was achieved at 12 weeks, last in 19 weeks. (mean 13.8 weeks). Operation time was 91 minutes (45-170). 2 patients with femur fractures had heterotrophic ossification not necessitating surgical intervention. No malunion was observed. No infection was observed. In only one of the femur fractures 2 cm limb length inequality was observed.

All of the 11 tibia fractures united in 13.2 weeks (12-18 weeks). Operation time was 61 minutes (42-85). In only one patient nail was not inflated because of a broken drill bit. This fracture had eventually healed.

All of the 22 humerus fractures healed except one patient with pseudoarthrosis. No major complication like malunion, infection, nerve injury was observed in any of the patients.

Fixion intramedullary nail is a safe and efficient intramedullary nailing system in diaphyseal fractures of long bones because of its easy application, self locking by inflation, eliminating distal locking and its all complications including radiation exposure, decreasing operation time, reduced inventory, allowing minimal invasive surgery, and with its unique biomechanical properties and positive effects on fracture healing.

9. KAYNAKLAR

1. Lambotte A: Chirurgie operatoire des fractures. Paris, Masson et Cie 1913
2. Farill J: Orthopaedics in Mexico. J Bone Joint Surg 34A:506-512, 1952.
3. Bircher H: Eine neue methode unmittelbarer retention bei fracturen der röhrenknochen. Arch Klin Chir 34:410-416, 1986
4. König F: Ueber die implantation von elfenbein zum ersatz von knochen und gelenkenden nach experimentellen und klinischen. Beobachtungen Bertieb Klinisch Chirurgie 85-91, 1913.
5. Peltier LF: Fractures, A History and Iconography of Their Treatment. San Francisco, Norman Publishing 146-152
6. Pfister U., Intramedullary Nailing, Part II, Status and Latest Findings, Injury 30 (1999) Supl.3 1-2
7. Hunter J: Experiments and observations on the growth of bones (from the papers of the late Mr. Hunter). In Palmer JR, editor: The transactions of a society for the improvement of medical and chirurgical knowledge, London, 1837, Longman, Rees, Orme, Brown, Breen, & Longman
8. Brighton CT: Principles of fracture healing. I. The biology of fracture repair, AAOS Instr Course Lect 32:60, 1984
9. Perren SM, Rahn BA: Orthop Surv 2:108, 1978.
10. Danis R: Théorie et pratique de l'ostéosynthèse, Paris, 1947, Masson.
11. Ilizarov GA: The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues, Clin Orthop 238:249, 1989
12. Brumback RJ, Virkus WW. Intramedullary nailing of the femur: reamed versus nonreamed. J Am Acad Orthop Surg. 2000 Mar-Apr;8(2):83-90. Review.
13. Brumback RJ, Uwagie-Ero S, Lakatos RP: Intramedullary nailing of the femoral shaft fractures. Part II: Fracture healing with static interlocking femoral fixation. J Bone Joint Surg 70A:1453-1462, 1988.
14. Russell TA, Taylor JC, LaVelle DG, et al: Mechanical characterization of femoral interlocking intramedullary nailing systems. J Orthop Trauma 5:332-340, 1991
15. Brumback RJ, Toal TR Jr, Murphy-Zane MS, Novak VP, Belkoff SM. Immediate weight-bearing after treatment of a comminuted fracture of the femoral shaft with a statically locked intramedullary nail. J Bone Joint Surg Am. 1999 Nov;81(11):1538-44.
16. Russell TA, Taylor JC, LaVelle DG, et al: Mechanical characterization of femoral interlocking intramedullary nailing systems. J Orthop Trauma 5:332-340, 1991.
17. Bechtold JE, Kyle RF, Perren SM: Biomechanics of Intramedullary Nailing. In Browner BD (ed). The Science and Practice of Intramedullary Nailing. Ed 2. Baltimore, Williams and Wilkins 89-101, 1996.
18. Pell ACH, Christie, J Keating JF, et al: The detection of fat embolism by transesophageal echocardiography during reamed intramedullary nailing. J Bone Joint Surg 75B:921-925, 1993

-
19. Wenda K, Runkel M, Degreif J, et al: Pathogenesis and clinical relevance of bone marrow embolism in medullary nailing demonstrated by intraoperative echocardiography. *Injury* 24(Suppl):73-81, 1993
 20. Pape HC, Regal G, Dwenger A, et al: Influences of different methods of intramedullary femoral nailing on lung function in patients with multiple trauma. *J. Trauma* 35:709-716, 1993
 21. Grundnes O, Reikerås O: Acute effects of intramedullary reaming on bone blood flow in rats. *Acta Orthop Scand* 64:203-206, 1993.
 22. Paradjs GR, Kelly PJ: Blood flow and mineral deposition in canine tibial fractures. *J Bone Joint Surg* 57A:220-226, 1975
 23. Gøthman J: Arterial changes in experimental fractures of the rabbit's tibia treated with intramedullary nailing: A microangiographic study. *Acta Chir Scand* 120:289-302, 1960.
 24. Gøthman J: Arterial changes in experimental fractures of the monkey's tibia treated with intramedullary nailing. *Acta Chir Scand* 121:56-66, 1961.
 25. Development and testing of a new self-locking intramedullary nail system: testing of handling aspects and mechanical properties Ulf K., Melissa L. Knothe T., Kaj K., Stephan M. P. *Injury, Int. J. Care Injured* 31 (2000) 617-626
 26. P. Schandelmaier, O. Farouk, C. Krettek, N. Reimers, J. Mannû, H. Tscherne Biomechanics of femoral interlocking nails *Injury, Int. J. Care Injured* 31 (2000) 437-443
 27. Christie J, Robinson CM, Pell AC, et al: Transcardiac echocardiography during invasive intramedullary procedures. *J Bone Joint Surg* 77B:450-455, 1995.
 28. Duwelius PJ, Huckfeldt R, Mullins RJ, et al: The effects of femoral intramedullary reaming on pulmonary function in a sheep lung model. *J Bone Joint Surg* 79A:194-202, 1997.
 29. Wozasek GE, Thurnher M, Redl H, Schlag G: Pulmonary reaction during intramedullary fracture management in traumatic shock: An experimental study. *J Trauma* 1994;37:249-254.
 30. Pape HC, Dwenger A, Regel G, et al: Pulmonary damage after intramedullary femoral nailing in traumatized sheep: Is there an effect from different nailing methods? *J Trauma* 1992;33: 574-581
 31. Wolinsky PR, Banit D, Parker RE, et al: Reamed intramedullary femoral nailing after induction of an ARDS-like state in sheep: Effect on clinically applicable markers of pulmonary function. *J Orthop Trauma* 1998;12:169-176.
 32. Pape HC, Regel G, Dwenger A, et al: The risk of early intramedullary nailing of long bone fractures in multiply traumatized patients. *Complications Orthop* 1995;10:15-23.
 33. Pape HC, Aufmolk M, Paffrath T, Regel G, Sturm JA, Tscherne H: Primary intramedullary femur fixation in multiple trauma patients with associated lung contusion: A cause of posttraumatic ARDS? *J Trauma* 1993;34: 540-548.
 34. Pape HC, Regel G, Dwenger A, Sturm JA, Tscherne H: Influence of thoracic trauma and primary femoral intramedullary nailing on the incidence of ARDS in multiple trauma patients. *Injury* 1993;24(suppl 3):S82-S103.

-
35. Pape HC, Regel G, Dwenger A, et al: Influences of different methods of intramedullary femoral nailing on lung function in patients with multiple trauma. *J Trauma* 1993;35:709-716.
 36. van Os JP, Roumen RMH, Schoots FJ, Heystraten FMJ, Goris RJA: Is early osteosynthesis safe in multiple trauma patients with severe thoracic trauma and pulmonary contusion? *J Trauma* 1994;36:495-498.
 37. Ziran BH, Le T, Zhou H, Fallon W, Wilber JH: The impact of the quantity of skeletal injury on mortality and pulmonary morbidity. *J Trauma* 1997;43: 916-921
 38. Bone LB, Anders MJ, Rohrbacher BJ: Treatment of femoral fractures in the multiply injured patient with thoracic injury. *Clin Orthop* 1998;347:57-61
 39. Boulanger BR, Stephen D, Brenneman FD: Thoracic trauma and early intramedullary nailing of femur fractures: Are we doing harm? *J Trauma* 1997;43:24-28
 40. Bosse MJ, MacKenzie EJ, Riemer BL, et al: Adult respiratory distress syndrome, pneumonia, and mortality following thoracic injury and a femoral fracture treated either with intramedullary nailing with reaming or with a plate: A comparative study. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79:799-809
 41. Bone L, Kowalski J, Rohrbacher B, Stegemann P: Reamed versus unreamed femoral nailing: A prospective randomized study [abstract]. *Orthop Trans* 1997-1998;21:603.
 42. Bruce H. Ziran . M. Darowish . B. A. Klatt .J. F. Agudelo . W. R. Smith Intramedullary nailing in open tibia fractures: a comparison of two techniques *International Orthopaedics (SICOT)* (2004) 28: 235-238
 43. The Canadian Orthopaedic Trauma Society Nonunion Following Intramedullary Nailing of the Femur with and without Reaming *JBJS* 2003, 85-A:2093-2096.
 44. Finkemeier, Christopher G.; Schmidt, Andrew H.*; Kyle, Richard F.*; Templeman, David C.*; Varecka, Thomas F.* A Prospective, Randomized Study of Intramedullary Nails Inserted With and Without Reaming for the Treatment of Open and Closed Fractures of the Tibial Shaft *J Ortho Trauma* 2000 14(3): 187-193
 45. Klein MPM, Rhan BA, Frigg R, et al. Reaming versus non-reaming in medullary nailing: interference with cortical circulation of the canine tibia. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1990;109:314-316. .
 46. Schemitsch EH, Kowalski MJ, Swiontkowski MF, et al. Cortical bone blood flow in reamed and unreamed locked intramedullary nailing: a fracture tibia model in sheep. *J Orthop Trauma.* 1994;8:373-382.
 47. Schemitsch EH, Turchin DC, Kowalski MJ, et al. Quantitative assessment of bone injury and repair after reamed and unreamed locked intramedullary nailing. *J Trauma.* 1998;45:250-255
 48. Hupel TM, Weinberg JA, Aksenov SA, et al. Effects of unreamed, limited reamed, and standard reamed intramedullary nailing on cortical bone porosity and new bone formation. *J Orthop Trauma.* 2001;15:18-27.
 49. Bhandari M, Gyatt GH, Tong, et al. Reamed versus non-reamed intramedullary nailing of lower extremity long-boned fractures: a systematic overview and meta-analysis. *J Orthop Trauma.* 2000;14:2-9.
 50. Paradjs GR, Kelly PJ: Blood flow and mineral deposition in canine tibial fractures. *J Bone Joint Surg* 57A:220-226, 1975

-
51. Brumback RJ, Uwagie-Ero S, Lakatos RP: Intramedullary nailing of the femoral shaft fractures. Part II: Fracture healing with static interlocking femoral fixation. *J Bone Joint Surg* 70A:1453-1462, 1988.
 52. Radiation exposure to surgeon and patient in intramedullary nailing of the lower limb Injury, *Int. J. Care Injured* 33 (2002) 723–727 Sanjeev Madan, Charles Blakeway.
 53. The AO distal locking aiming device: an evaluation of efficacy and learning curve. Pardiwala D, Prabhu V, Dudhniwala G, Katre R *Injury*. 2001 Nov;32(9):713-8., *Injury, Int. J. Care Injured* 2001 32 732–735
 54. A new distal targeting device for closed interlocking nailing Sarantis Tyropoulos *, Christos Garnavos A simple technique for distal locking of tibial nails M. M. Rahman, W. S. Taha and M. M. Shaheen, *Injury* 1998;297,89-790.
 55. Suhm N, Messmer P, Zuna I, Jacob LA, Regazzoni P. Fluoroscopic guidance versus surgical navigation for distal locking of intramedullary implants. A prospective, controlled clinical study. *Injury*. 2004 Jun;35(6):567-74
 56. Biomechanics of femoral interlocking nails P. Schandelmaier*, O. Farouk, C. Krettek, N. Reimers, J. Mannû, H. Tschernie *Injury, Int. J. Care Injured* 31 (2000) 437-443.
 57. Ikpeme JO. Intramedullary interlocking nailing for humeral fractures: experiences with the Russell-Taylor humeral nail. *Injury*. 1994; 25:447–455.
 58. Farragos AF, Schemitsch EH, McKee MD. Complications of intramedullary nailing for fractures of the humeral shaft: a review. *J Orthop Trauma* 1999;13:258-67.
 59. *Acta Orthop Scand* 2003; 74 (1): 111–113 *Injury to the deep femoral artery during proximal locking of a distal femoral nail—a report of 2 cases* Lauri Handolin, Jarkko Pajarinen and Ilkka Tulikoura Rupp RE, Chrissos MG, Ebraheim NA.
 60. The risk of neurovascular injury with distal locking screws of humeral intramedullary nails. *Orthopedics* 1996;19:593-5.
 61. Development and testing of a new self-locking intramedullary nail system: testing of handling aspects and mechanical properties Ulf Knothea, *, Melissa L. Knothe Tateb, c, Kaj Klaued, Stephan M. Perene *Injury, Int. J. Care Injured* 2000 31 617-626.
 62. Seidel H. Humeral locking nail: a preliminary report. *Orthopedics*. 1989; 12:219-226.
 63. Lepore S, Capuano N, Lepore L, Romano G. Preliminary clinical and radiographic results with the Fixion intramedullary nail: an inflatable self-locking system for long bone fractures *J Orthopaed Traumatol* 2000 3:135–140
 64. Browner B.D., *The science and practice of intramedullary nailing*, 2nd edition 1996
 65. Tauber M, Shasha N, Fixion IM nail, anterior inflatable, self locking intramedullary nailing system for long bone fractures, *Sociedad Venezuela, de Chriugia Ortopedica Y Traumatologica, Caracas, Venezuela*, 2000
 66. Wozasek GE, Simon P, Heinz Redl H, Schlag G.: Intramedullary pressure changes and fat intravasation durin intramedullary nailing: an experimental study in sheep. *J Trauma* 1994 36:202-207