



## Çocukluk ve ergenlik döneminde ayak bileği kırıkları

### *Ankle fractures in children and adolescents*

Uğur GÖNÇ, Asım KA YAALP

Çankaya Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği

Çocukluk ve ergenlik döneminde görülen ayak bileği kırıkları distal tibia ve fibulanın epifiz kırıkları şeklinde olur. Bu kırıklar uygun şekilde tedavi edilmediğinde, büyüme durmasına bağlı kısalık, açısal deformite ve ayak bileği eklemde artroz gibi sorunlar ortaya çıkar. Distal tibia epifiz kırıkları, fizisteki yaralanmanın yerine ve kırığın oluş mekanizmasına göre sınıflandırılır. Salter-Harris tip 1 ve 2 kırıkların prognozu iyidir ve bu kırıklar kapalı redükte edilebilir. Medial malleolu etkileyen Salter-Harris tip 3 ve 4 kırıklar fiziste kompresyona neden oldukları için sonuçları kötüdür ve sıklıkla açısal deformiteye yol açarlar. Bu kırıklarda cerrahi tedavi önerilmektedir. Distal tibia epifizinin asimetric olarak kapandığı fizyolojik geçiş döneminde, ayağın dış rotasyonu ile juvenil Tillaux ve distal tibia epifizinin çok düzlemlili kırıkları oluşur. Bu kırıklar Salter-Harris tip 2, 3 ve 4 kırıkların bir kombinasyonudur; iki veya üç parçalı olabilir; büyüme durmasına neden olmaz ve genellikle kapalı redüksiyon ile tedavi edilebilir. Ancak, bu kırıklar eklemi ilgilendirdiği için ayak bileğinde artroza yol açabilir. Kırık fragmanlarında 2 mm'den fazla deplasman bulunduğu cerrahi tedavi uygulanmalıdır.

Ankle fractures in children and adolescents usually involve the distal tibial and fibular epiphysis. Unless adequately treated, these fractures may be associated with many complications including limb length discrepancy and angular deformities due to growth arrest, and arthritis due to joint involvement. Fractures of the distal tibial epiphysis are classified according to the type and mechanism of injury. Salter-Harris type 1 and 2 fractures of the ankle have a good prognosis and can be treated by closed reduction. However, type 3 and 4 fractures involving the medial malleolus require surgical treatment because they usually result in compression of the physal plate and cause angular deformities. External rotation of the foot may result in juvenile Tillaux fractures and triplane fractures of the distal tibia in the transitional period during which asymmetric physiologic closure of the distal tibial physis occurs. These are combinations of Salter-Harris type 2, 3, and 4 fractures, consisting of two or three fragments. Although they are not associated with growth arrest, they may lead to arthritis due to joint involvement. The presence of residual displacement of more than two millimeters necessitates surgical treatment.

Çocukluk ve ergenlik döneminde görülen ayak bileği kırıkları, distal tibia ve fibulanın epifiz kırıkları şeklinde olur. Distal tibia epifizi, distal radius epifizinden sonra epifiz kırıklarının en sık görüldüğü ikinci bölgedir.<sup>[1]</sup> Bu bölgedeki kırıklar, fiziste ve eklem yüzeyinde hasara neden olur. Horizontal yerleşimli olan fizisteki yaralanma tam veya parsiyel erken kapanmaya yol açabilir. Bunun sonucunda büyüme durması, ekstremitede kısalık ve asimetric büyümeye bağlı açısal deformite gelişimi gibi so-

runlar ortaya çıkar. Bu nedenle, distal tibia epifiz kırıklarının tedavisinde daha sonra gelişebilecek deformiteler ve ayak bileği artrozu açısından dikkatli olunmalıdır.

### Anatomi

Ayak bileği eklemi rotasyon hareketinin kısıtlı olduğu menteşe tipinde bir eklemdir. Deltoid ve lateral bağlar tibia ve fibula epifizine tutunurlar; daha proksimalde bulunan fizis, ayak bileği bağlarından

daha zayıf olduğu için yaralanma sırasında ilk zarar görendir.

Radyografik olarak distal tibia ossifikasyon merkezi 2-3 yaşlarında görülmeye başlar ve kızlarda 15, erkeklerde 17 yaşında tibia ile birleşir. Distal tibia fizisinin kapanması asimetrik olarak gerçekleşir. Kapanma önce fizisin orta bölümünden başlar; daha sonra anteromedial, sonra posteromedial fizis, son olarak da lateral fizis kapanır. Bu süreç yaklaşık 18 aydır.<sup>[2]</sup> Fizisin medialinin kapanmaya başladığı, lateralinin ise açık olduğu bu süreçte distal tibia epifizinin çok düzlemlili kırıkları oluşabilir. Distal fibulanın ossifikasyon merkezi ise iki yaşında görülmeye başlar ve yaklaşık 20 yaşında diafiz ile birleşir.

Ayak bileğinde ayrıca hem medial hem de lateral malleolun ikincil ossifikasyon merkezleri bulunabilir. Os subfibulare ve os subtibiale olarak adlandırılan bu yardımcı ossifikasyon merkezleri 7-10 yaşlarında görülmeye başlar ve 15-17 yaşlarında malleoller ile birleşir. Genellikle asemptomatik olan bu ossifikasyon merkezleri ayak bileği travmalarından sonra çekilen radyografilerde tesadüfen fark edilir ve kopma kırığı ile karıştırılabilir. Nadiren bunların akut veya kronik yaralanmaları da görülebilir. Ayırıcı tanıda sintigrafi önerilmektedir.<sup>[3]</sup>

### Yaralanma mekanizması

Distal tibia epifiz kırıkları genellikle 10-15 yaşlarındaki erkek çocuklarda görülür.<sup>[1,4]</sup> Ayak bileği eklemının sınırlı harekete izin veren anatomisi ve distal epifize güçlü bağların yapışması, rotasyonel travmalar sonrasında distal tibia epifiz kırıklarının görülmesine neden olur. Bu bölgedeki kırıklar, genellikle oyun ve spor aktiviteleri sırasındaki düşük enerjili indirekt travmalar sonrasında görülür. Ayak inversiyon veya eversiyonda iken bacağın ayak üzerinde dönmesi ile değişik kırık tipleri oluşur. Çocuklarda supinasyon (inversiyon) yaralanmaları daha sık görülür.<sup>[5]</sup> Aksiyel kompresyon şeklindeki ve yüksek enerjili yaralanmalar ise daha nadirdir.<sup>[6]</sup>

### Sınıflandırma

Salter ve Harris epifiz kırıklarını beş ayrı tipte sınıflandırmışlardır.<sup>[7]</sup> Bu sınıflandırma distal tibia epifiz kırıkları için de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dias ve Tachdjian, Salter-Harris sınıflandırmasını Lauge-Hansen'in erişkin ayak bileği kırıkları için geliştirdiklerine uyarlayarak çocuk distal tibia ve fibula epifiz kırıkları için yeni bir sınıflandırma oluşturmuşlardır.<sup>[8]</sup> Dias-Tachdjian sınıflandırması hem kırığın oluş mekanizmasını hem de kırığın fizisteki yerini dikkate alır. Ayağın travma sırasındaki pozisyonu ve deforme edici gücün yönü ne tip bir kırık olacağını belirler. Kapalı redüksiyon sırasında kırığın hangi mekanizma ile oluştuğunun anlaşılması önemlidir. Salter-Harris sınıflandırmasının bu şekilde uyarlanması, travma sonrasında fiziste büyümenin durması riskinin belirlenmesini de sağlamaktadır. Bu sınıflandırmanın ayrıntılı olması nedeniyle ve akılda kalması zor olduğu için, tedavi planlanırken genellikle Salter-Harris sınıflandırması kullanılmaktadır.

### Dias-Tachdjian sınıflandırması

Bu sınıflandırmada ilk sözcük ayağın travma sırasındaki pozisyonunu, ikinci sözcük deforme edici gücün yönünü tanımlamaktadır:

#### I. Supinasyon-eksternal rotasyon (SER)

1. Aşama: Distal tibia epifizisinde Salter-Harris tip 2 kırık oluşur. Uzun oblik kırık hattı fizisin lateralinden başlayıp proksimalde mediale uzanır. Metafiz parçası posteriodadır ve bu bölgeye deplasman görülebilir (Şekil 1).

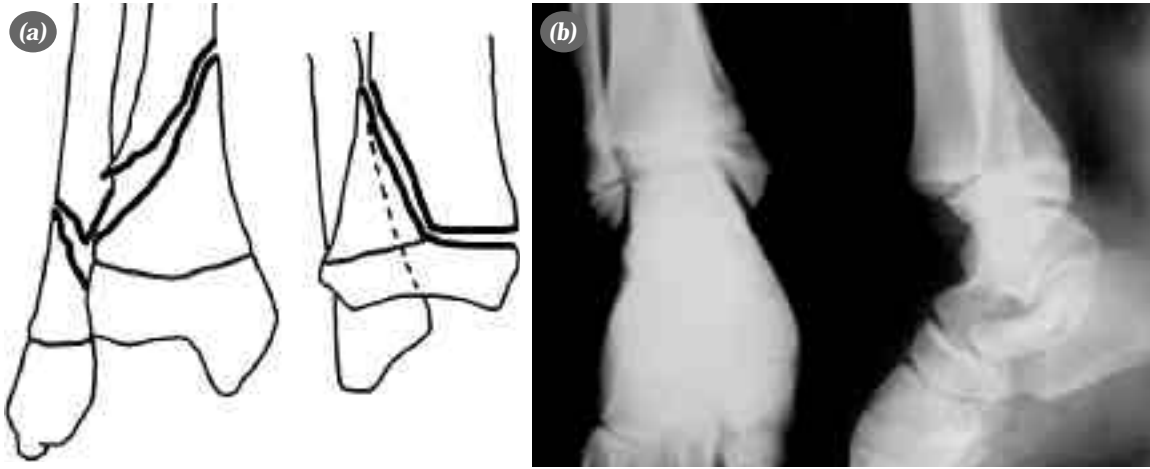
2. Aşama: Eksternal rotasyon zorlaması devam ederse fibulada spiral kırık oluşur. Bu kırık medialden başlar ve proksimalde posteriora uzanır. Ayağın plantar fleksiyonu ile posteriora deplasman oluşur (Şekil 1). Nadir olarak bu mekanizma sonrasında distal tibiada Salter-Harris tip 1 kırık da oluşabilir.

#### II. Supinasyon-plantar fleksiyon (SPF)

Distal tibia epifizinde Salter-Harris tip 2 kırık oluşur (Şekil 2a). Metafiz parçası posteriodadır ve en iyi yan grafilerde görülür (Şekil 2b). Deplasman posteriodadır. Fibula kırığı nadirdir. Radyolojik olarak mekanizma SER mekanizmasının birinci aşamasına benzese de, SER mekanizmasında rotasyon etkili olduğu için ön-arka grafide kırık hattı oblik olarak izlenir.

#### III. Pronasyon-eversiyon-eksternal rotasyon (PEER)

Eversiyon ve eksternal rotasyon mekanizmalarının eşzamanlı etkisi ile oluşur. Distal tibia epifiz ve



Şekil 1. (a) Supinasyon-eksternal rotasyon mekanizması. (b) Yaralanma sonrası ön-arka ve yan grafiler.

fibula kırıkları aynı anda gelişir. Distal tibia epifizinde Salter-Harris tip 2 kırık oluşur. Metafiz parçası lateral veya posterolateral yerleşimlidir. Deplasman laterale veya posterolaterale olur. Kısa oblik fibula kırığı lateral malleolun 5-7 cm proksimalinde yer alır (Şekil 3a, b). Nadir durumlarda bu mekanizma sonrası distal tibia da Salter-Harris tip 1 kırık oluşabilir (Şekil 3c).

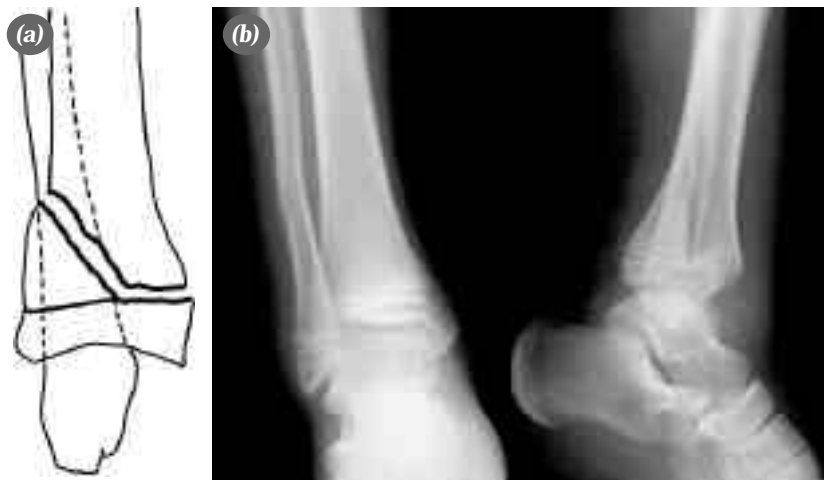
#### IV. Supinasyon-inversiyon (Sİ)

1. Aşama: Ayak bileği ekleminin lateral bağlarının çekmesi ile distal fibula epifizinde Salter-Harris tip 1 veya 2 kırık oluşur. Deplasman az olduğu için bu yaralanma sıklıkla yumuşak doku travması ile karıştırılabilir. Nadir durumlarda fizis sağlam kalır ve yaralanma lateral bağlarda kopma ya da lateral malleol epifizinde transvers kopma kırığı şeklinde olur.

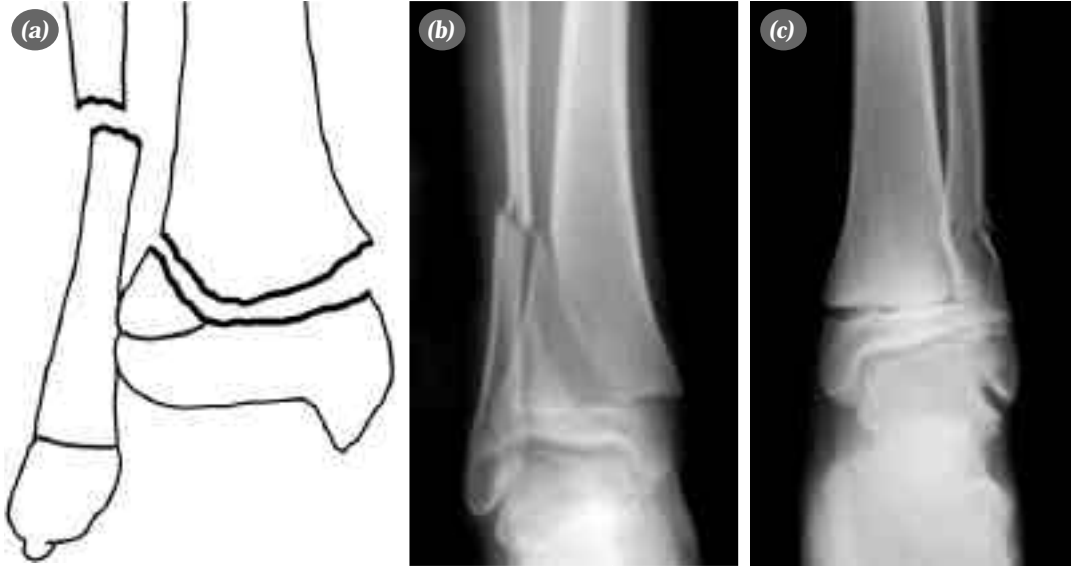
şur. Kopma kırığı lateral bağların kalkaneusa yapıştığı yerde de görülebilir.

2. Aşama: İnversiyon devam ederse, talusun tibia eklem yüzünün medialine dayanması sonucu medialde Salter-Harris tip 3 veya 4 kırık oluşur (Şekil 4). Deplasman mediale veya posteromediale olur. Nadir durumlarda tüm distal tibial fizis Salter-Harris tip 1 veya 2 şeklinde mediale deplase olabilir.

Ayak bileği kırıklarına en sık Sİ mekanizması neden olur ve bu kırıklarda sıklıkla komplikasyon gelişir. Bunun nedeni, diğer mekanizmalardan farklı olarak, Sİ'nin yaralanma sırasında fiziste kompresyona yol açmasıdır. Bu durum fiziste asimetrik büyüme durması riskini artırır. Ayrıca, bu yaralanmanın tüm çocukluk dönemlerinde görülebilmesi de



Şekil 2. (a) Supinasyon-plantar fleksiyon mekanizması. (b) Yaralanma sonrası ön-arka ve yan grafiler.



**Şekil 3.** (a) Pronasyon-eversiyon-eksternal rotasyon mekanizması. (b) Yaralanma sonrası ön-arka grafi. (c) Yaralanma sonrası distal tibiada Salter Harris tip 1 tarzında kırık.

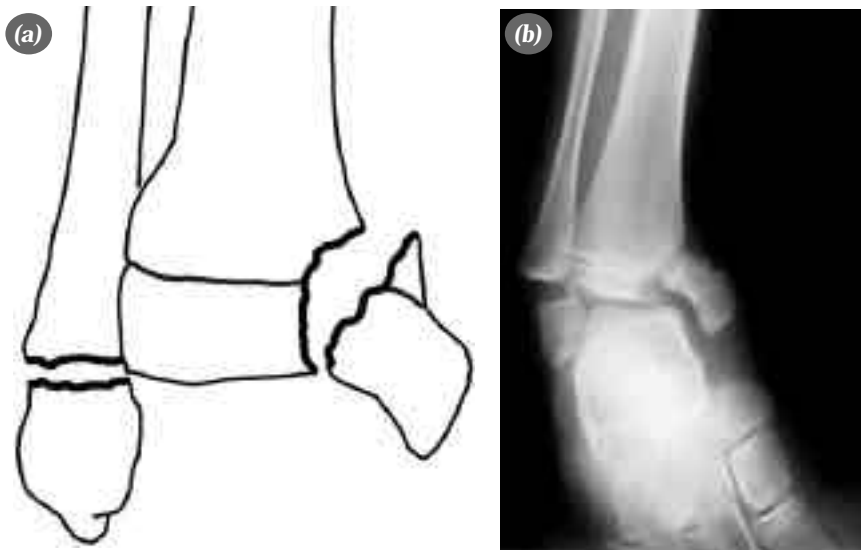
açısal deformitelerin daha fazla gelişmesine neden olmaktadır.<sup>[9,10]</sup>

Chadwick ve Bentley'in<sup>[9]</sup> distal tibia epifiz kırıkları için prognoza yönelik geliştirdikleri sınıflandırmada, epifizde herhangi bir kırık oluşturmayan SER, SPF, PEER tipi kırıklar birinci gruba; eksternal rotasyon ile ergenlik döneminde oluşan juvenil Tillaux ve üç düzlemlili kırıklar ikinci gruba; Sİ tipi kırıklar üçüncü gruba; Salter-Harris tip 5 kırıklar dördüncü gruba oluşturmuştur. Supinasyon inversiyon mekanizması ile oluşan Salter-Harris tip 4 kırıklardan

sonra, ikinci gruptaki Salter-Harris tip 4 kırıklara göre daha fazla büyüme durması görülmesi, Sİ yaralanması sırasında fiziste oluşan kompresyon ile açıklanmıştır.<sup>[9]</sup>

#### **Geçiş dönemi kırıklar (Transitional fractures)**

Bu kırıklar, ergenlik döneminin son zamanlarında, distal tibia fizisinin fizyolojik olarak kapandığı geçiş döneminde oluşan kırıklardır. Daha önce belirtildiği gibi, distal tibia fizisi 18 aylık bir süreç sonunda asimetrik olarak kapanır. En son lateral fizisin



**Şekil 4.** (a) Supinasyon-inversiyon mekanizması. (b) Yaralanma sonrası ön-arka grafi.

kapandığı dönemde oluşan yaralanmalar, juvenil Tillaux kırığına ve üç düzlemlili kırıklara neden olur.<sup>[11]</sup> Bu kırıklar, Dias-Tachdjian sınıflandırmasına uymadıkları için ayrı bir grupta değerlendirilmiştir.<sup>[8]</sup>

### Juvenil Tillaux kırığı

Juvenil Tillaux kırığı ilk olarak Kleiger ve Mankin tarafından tanımlanmıştır.<sup>[2]</sup> Distal tibia epifizinin lateral kısmının Salter-Harris tip 3 kırığıdır. Distal tibia epifizinin en geç kapanan lateral kısmı, medial fizisin kapanmış olduğu geç ergenlik döneminde yaralanmaya daha açıktır ve anterior tibiofibular bağın çekmesi ile juvenil Tillaux kırığı oluşur (Şekil 5).<sup>[11-15]</sup> Bu kırığın oluş mekanizması ayağın dış rotasyonudur.<sup>[8,12]</sup> Kleiger ve Mankin cerrahi sırasında kırık fragmanın ayağın dış rotasyonu ile deplase olduğunu gözlemişlerdir.<sup>[2]</sup> Erişkinlerde görülen Tillaux kırığı da benzer mekanizma ile oluşur; ancak fizis kapalı olduğu için tam bir kopma kırığıdır ve kopan parça üçgen yapıdadır.<sup>[14]</sup> Juvenil Tillaux kırığı, diğer distal tibia epifiz kırıklarının tersine kız çocuklarda daha fazla görülür.<sup>[5]</sup>

### Üç düzlemlili kırıklar (Triplane fractures)

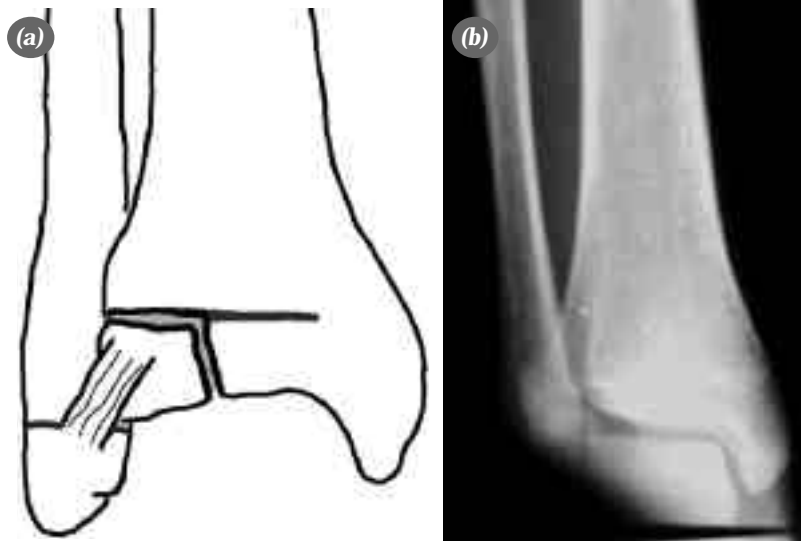
Üç düzlemlili kırıklar, distal tibia epifizinin üç anatomik düzlemde de komponenti bulunan kırıklardır. Bu kırıklar Salter-Harris tip 2, 3 ve 4 kırıklarının birleşimidir.<sup>[4,11,12,16,17]</sup> Frontal düzlemde, kırık distal tibia posterior metafizindedir ve Salter-Harris tip 2 ya da tip 4 şeklinde görülür. Bu komponent en iyi yan grafilerde izlenir (Şekil 6a). Sagittal düzlemde,

epifizde tibia eklem yüzüne ulaşan vertikal kırık oluşur. Bu komponent, ön-arka grafilerde Salter-Harris tip 3 veya 4 kırık olarak izlenir (Şekil 6a). Aksiyel komponent ise fizis bölgesinden geçen kırık hattıdır.

Üç düzlemlili kırıklar ilk olarak Marmor<sup>[18]</sup> ve Lynn<sup>[19]</sup> tarafından tanımlanmıştır. Marmor'un klasik tanımında kırıkta üç fragman bulunmaktadır. Bunlar, epifizin anterolateral kısmı, posterolateral metafiz parçası ile birlikte ayrılan epifizin kalan posterolateral ve medial kısmı, distal tibia metafizinin kalan kısmı olarak belirtilmiştir (Şekil 6b).

Üç düzlemlili kırıklar, distal tibia epifizinin asimmetrik olarak kapandığı 18 aylık geçiş döneminde oluşur. Kırığın oluş mekanizması juvenil Tillaux kırığında olduğu gibi ayağın dış rotasyonudur.<sup>[8,11,12]</sup> Bu iki kırığın aynı yaralanma mekanizmasının değişik aşamaları olduğu düşünülmektedir. Dias ve Giegerich<sup>[12]</sup> yaralanmanın ayağın dış rotasyonu sonucu iki aşamada oluştuğunu belirtmişlerdir. Birinci aşamada epifiz anterolateralinden juvenil Tillaux kırığı tarzında bir parça kopmakta; dış rotasyonun devam etmesi ile epifizin kalan kısmı posterolateral metafiz ile birlikte ayrılarak Marmor'un<sup>[18]</sup> tanımladığı üç parçalı, üç düzlemlili kırık oluşmaktadır. İkinci aşamada talusun lateral malleolu zorlaması ile 4-6 cm proksimalde fibula kırığı oluşmaktadır.

Cooperman ve ark.<sup>[20]</sup> iki parçalı, üç düzlemlili kırıkların daha sık görüldüğünü bildirmişlerdir. Bu kırık tipinde, birinci fragmanı posterolateraldeki meta-



Şekil 5. (a) Anterior tibiofibular bağın çekmesi ile oluşan juvenil Tillaux kırığı. (b) Kırığın ön-arka grafisi.

fiz parçasına bağlı kalan epifizin lateral ve postero-medial kısmı; ikinci fragmanı ise tibia diafizine bağlı kalan epifizin anteromedial kısmı ve medial malleol oluşturur (Şekil 6c).

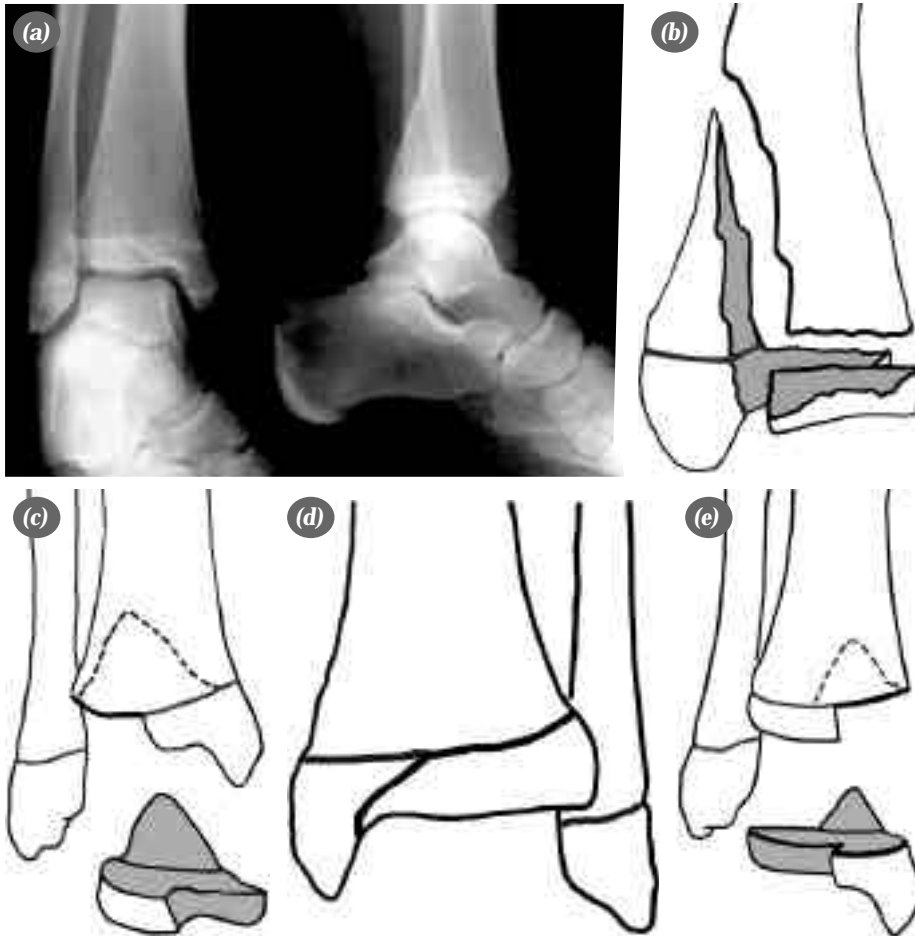
Peiro ve ark.<sup>[21]</sup> ile Kornblatt ve ark.nın<sup>[22]</sup> tanımladığı üç parçalı, üç düzlemlı kırık tipinde distal tibia epifizinin anteromedialı ayrı bir parça olarak izlenmektedir. Bu kırık tipinde önce Cooperman ve ark.nın<sup>[20]</sup> tanımladığı iki parça, üç düzlemlı kırık oluşmakta, zorlamanın devam etmesi ile epifizin anteromedialı medial malleol ile birlikte tibia diafizinden ayrılmaktadır.

Marmor<sup>[18]</sup> ile Peiro ve ark.nın<sup>[21]</sup> tanımladıkları üç parçalı, üç düzlemlı kırıklarda tibia diafizine bağlı epifiz parçası bulunmamaktadır. Bu nedenle, üç parçalı kırıkların medial fizisin tam kapanmadığı daha genç yaştaki hastalarda ve daha yüksek enerjili travmalar ile oluştuğu düşünülmektedir.<sup>[12,16,21]</sup> Medial fi-

zisin tam kapandığı hastalarda yaralanma çoğunlukla iki parçalı kırıklara neden olmaktadır.

Üç düzlemlı kırıklar, fizisin açık olduğu hastalarda da görülebilir. Clement ve Worlock<sup>[23]</sup> fizisi açık ve üç düzlemlı kırık gelişmiş altı hastada fizisin medialinde bir çıkıntı belirlemişlerdir. Bu çıkıntı, aynı medial fizisin kapanmasında olduğu gibi, bu bölgeyi stabilize etmekte ve üç düzlemlı kırığa neden olmaktadır. Fizisin mediali açıksa epifizdeki ekleme uzanan sagittal kırık hattı daha medial yerleşimli olmaktadır.<sup>[11]</sup> Bazen bu sagittal kırık hattı medial malleola kadar uzanmakta ve intramalleolar (ekstraartiküler) üç düzlemlı kırıklara neden olmaktadır (Şekil 6d).<sup>[11,24,25]</sup>

Denton ve Fischer<sup>[26]</sup> ayrıca medial iki parçalı üç düzlemlı kırığı tanımlamışlardır. Bu kırıkta, Cooperman ve ark.nın<sup>[20]</sup> tanımladığı lateral iki parçalı kırığın tersine, diafizden kopan parça medialdedir. Na-



**Şekil 6.** (a) Distal tibia epifizinin üç düzlemlı kırığı. (b) Üç parçalı üç düzlemlı kırığın yandan görünüşü. (c) İki parçalı üç düzlemlı kırık. (d) İnamalleolar (ekstraartiküler) üç düzlemlı kırık. (e) Medial iki parçalı üç düzlemlı kırık.

dir görülen bu kırıkta, anteromedial ve posterior epifiz küçük bir posteromedial metafiz parçası ile birlikte ayrılır. Anterolateral epifiz ise tibia diafizine bağlı kalır (Şekil 6e). Genç yaşlarda görülen bu kırıklarda komplikasyon oranı yüksektir.<sup>[17]</sup>

Nadiren görülen üç parçalı, üç düzlemlilik başka bir kırık tipinde kırık fragmanlarını anterolateral epifiz, posterior epifiz ile birlikte ayrılan posterior metafiz parçası ve tibia diafizine bağlı kalan anteromedial epifiz oluşturur.<sup>[6,16]</sup>

### Diğer kırık tipleri

Aksiyel kompresyon ile oluşan Salter-Harris tip 5 kırıklar oldukça nadirdir. Bu hastalarda fizisin erken kapanması sonucu, tanı genellikle retrospektif olarak konur.<sup>[6,9]</sup> Chadwick ve Bentley<sup>[9]</sup> kendi sınıflandırmalarında Salter-Harris tip 5 kırıkları ayrı bir grupta incelemişler ve bu kırıkların prognozunun kötü olduğunu belirtmişlerdir.

Çocuklarda nadir durumlarda medial ve lateral malleolun kopma kırıkları veya erişkinlerde rastlanan tarzda kırıklar da görülebilir.<sup>[5]</sup>

Çim biçme makinası gibi cihazların neden olduğu açık yaralanmalar, perikondral halkaya zarar vererek fiziste kemik köprü oluşmasına ve ileride aşısal deformitelere neden olabilir.<sup>[6]</sup>

### Tanı yöntemleri

Tanı için ayak bileğinin ön-arka, yan ve oblik grafileri çekilmelidir. Oblik grafiler özellikle juvenil Tillaux kırığının değerlendirilmesinde<sup>[15]</sup> ve Sİ tip yaralanmalarda medialdeki kırığın Salter-Harris tip 3 veya 4 olup olmadığının ayırt edilmesinde yararlıdır.<sup>[10]</sup>

Deplase olmayan juvenil Tillaux ve üç düzlemlilik kırıklarda direkt radyografiler ile tanı koymak güç olabilir. Bilgisayarlı tomografi (BT) ile bu kırıkların yapısı daha doğru değerlendirilmektedir.<sup>[11,15,16,27-29]</sup> Özellikle üç düzlemlilik kırıklarda, iki veya üç parçalı kırıklar en iyi BT ile ayırt edilmektedir.<sup>[11,27,30]</sup> Üç boyutlu BT, sagittal kırık hattının medial malleole uzandığı intramalleolar (ekstraartiküler) üç düzlemlilik kırıkların sınıflandırılmasında kullanılmaktadır.<sup>[25]</sup>

Juvenil Tillaux ve üç düzlemlilik kırıklarda eklem yüzünün redüksiyonu çok önemlidir. Bilgisayarlı tomografi, bu kırıkların tedavisinde redüksiyonun nasıl yapılacağına (açık veya kapalı) belirlenmesinde;

açık redüksiyonun ameliyat öncesi planlanmasında;<sup>[31]</sup> açık veya kapalı yapılan redüksiyon yeterliliğinin değerlendirilmesinde yardımcı olur.<sup>[15,27,28]</sup> Özellikle kapalı redüksiyon ile tedavi edilen kırıklarda redüksiyonun durumu BT ile izlenebilir.

İnversiyon tipi yaralanma sonucu distal fibula epifizinde Salter-Harris tip 1 kırığı oluşan, ancak radyografilerde kırığın belirlenemediği hastalarda fizis hasarını değerlendirmek için manyetik rezonans görüntüleme kullanılabilir.<sup>[32]</sup>

### Tedavi

Çocukluk ve ergenlik döneminde ayak bileği kırıkları, distal tibia epifizi ve sıklıkla eklem yüzü bölgesinde oluşur. Bu kırıkların tedavisinde anatomik redüksiyon sağlanmazsa fiziste tam veya parsiyel erken kapanma ve eklemde artroz gibi sorunlar ortaya çıkar. Fizisteki yaralanma ekstremité kısalığına veya asimetric büyümeye bağlı aşısal deformitelere neden olabilir.

Distal tibia epifiz kırıklarının tedavisinin planlanmasında fizisteki kırık tipi, yaralanma mekanizması ve yaş önemli faktörlerdir.

### Salter-Harris tip 1 ve 2 kırıklar

Fibuladaki Salter-Harris tip 1 veya 2 kırıklar, Sİ tip yaralanmaların birinci aşamasında görülebilir. Bu kırıklar genellikle deplase değildir. Kırık deplase ise ayak eversiyona getirilerek redüksiyon yapılır. Açık redüksiyon gerektiğinde, fizisi dik açı ile geçen Kirschner teli ile fiksasyon, sağlanır (Şekil 7).<sup>[6]</sup>

Distal tibiadaki Salter-Harris tip 1 ve 2 kırıklar, Dias-Tachdjian sınıflandırmasına göre SER, SPF, PEER mekanizmaları sonrasında oluşur. Bu kırıkların büyük çoğunluğu kapalı olarak redükte edilebilir.<sup>[8]</sup> Kapalı redüksiyon, kırığın oluş mekanizması tersine çevrilerek sağlanır ve mümkünse genel anestezi altında uygulanmalıdır.<sup>[6,33]</sup>

En az iki yıl büyüme potansiyeli olan çocuklarda, kapalı redüksiyon sonrası ön-arka grafide 10 derece valgus, yan grafide 15 derece plantar fleksiyon deformitesi kabul edilebilir. Bu deformiteler büyüme süresince kendiliğinden düzelir. Büyüme potansiyeli iki yıldan az olan çocuklarda, deformite tüm düzlemlerde 5 dereceyi geçmemelidir.<sup>[34]</sup>

Pronasyon-eversiyon-eksternal rotasyon mekanizması ile oluşan kırıklarda, lateraldeki metafiz

parçası tibia ve fibula arasında sıkışarak redüksiyonu engelleyebilir. Distal tibiadaki Salter-Harris tip 1 ve 2 kırıklarda redüksiyonu engelleyen bir neden de periostun kırık hattına girmesidir. Bu durum, genellikle SPF mekanizması sonrasında görülür. Redüksiyonu engelleyen bu gibi durumlarda kırık açık olarak redükte edilmelidir. Açık redüksiyon sonrası kı-



**Şekil 7.** Supinasyon-inversiyon yaralanması sonrasında distal fibula ve tibia epifizlerinin Kirschner telleri ile fiksasyonu.



**Şekil 8.** Pronasyon-eversiyon-eksternal rotasyon yaralanması sonrası vida ile fiksasyon.

rık, Kirschner teli veya spongiöz vida ile tespit edilebilir (Şekil 8).<sup>[6,33,34]</sup>

Kapalı veya açık redüksiyon sonrası, olgular üç hafta uzun bacak, üç hafta da kısa bacak alçı tespiti ile takip edilir. Hastalar erken fizis kapanması açısından en az bir yıl izlenmelidir.<sup>[33]</sup>

### Salter-Harris tip 3 ve 4 kırıklar

Distal tibiadaki Salter-Harris tip 3 ve 4 kırıklar Sİ mekanizması sonucu oluşur ve medial malleolde görülür. Kırık hem eklem yüzünü, hem de fizisi ilgilendirmektedir. Supinasyon inversiyon yaralanması, diğer mekanizmalardan farklı olarak fiziste kompresyona neden olur ve fizis medialinde erken kapanma gelişir.<sup>[9,10]</sup> Kırığın anatomik olarak redükte edilmemesi bu riski artırmaktadır.<sup>[4,33,35]</sup> Kırık fragmanları arasında boşluk kalması, medialde kemik köprü oluşmasına ve ayak bileğinde varus deformitesi gelişmesine neden olmaktadır.<sup>[10,33]</sup>

Bu nedenle, distal tibidaki Salter-Harris tip 3 ve 4 kırıklarda cerrahi tedavi önerilmektedir. Açık redüksiyon sırasında, eklem açılarak redüksiyon kontrol edilmelidir. Açık redüksiyon sonrasında kırık, fizise paralel olacak şekilde epifize gönderilen Kirschner teli veya spongiöz vida ile tespit edilebilir (Şekil 7).<sup>[6,33,34]</sup> İmplantların ayak bileği eklemine girmediği en iyi yan grafi ile değerlendirilir.<sup>[34]</sup>

Kırığın tedavisinde kapalı redüksiyon tercih edilmişse, redüksiyon sık aralıklarla kontrol edilmeli ve fiziste kemik köprü oluşumuna neden olacak bir ayrılmaya izin verilmemelidir.<sup>[33]</sup>

Kapalı veya açık redüksiyon sonrası, olgular üç hafta uzun bacak, üç hafta da kısa bacak alçı tespiti ile takip edilir. Hastalar, erken fizis kapanması açısından en az iki yıl izlenmelidir.<sup>[33]</sup> Fiziste kemik köprü gelişmesi durumunda bu köprü eksiz edilebilir. Ancak, fizisin %50'sinden fazlası etkilenmişse epifizyodez gerekir. Gelişen varus deformitesi için supramalleolar düzeltici osteotomiler uygulanabilir.<sup>[4,10]</sup>

### Juvenil Tillaux kırığı

Juvenil Tillaux kırığı, fizisin kapanmak üzere olduğu ergenlik döneminde görüldüğünden genellikle büyüme durması gibi sorunlara yol açmaz. Ancak, kırık eklemi ilgilendirdiği için, tam redükte edilmemesi eklemde artroza neden olabilir.<sup>[13,14]</sup>



Bu kırığın tedavisinde öncelikle kapalı redüksiyon uygulanmalıdır.<sup>[2,12,33,34]</sup> Kırık, genel anestezi altında ayağın iç rotasyonu ile redükte edildikten sonra, ayak iç rotasyonda uzun bacak alçıya alınır. Kapalı redüksiyon BT ile izlenmelidir. Eklem yüzünün redüksiyonu çok önemlidir. Kırıkta 2 mm'den fazla deplasman olması ileride artroz gelişme riskini artırmaktadır.<sup>[2,4,12]</sup> Periostun kırık arasına girmesi redüksiyonu engelleyebilir.<sup>[14]</sup>

Kapalı redüksiyonun başarılı olmadığı veya takiplerde bozulduğu durumlarda açık redüksiyon ile çok iyi sonuçlar alınmaktadır.<sup>[2,12,33,34]</sup> Özellikle anterolateral fragmanın inferiora deplase olduğu kırıklarda cerrahi tedavi tercih edilmelidir.<sup>[13]</sup> Cerrahi tedavide kırık anterolateral insizyon ile redükte edildikten sonra Kirschner teli veya kanüllü spongiöz vida ile tespit edilir (Şekil 9). İmplantların fizis hattını geçmesinde sakınca yoktur.<sup>[6,33]</sup> Kapalı veya açık redüksiyon sonrasında hasta altı hafta alçı tespiti ile izlenir.

Son yıllarda, juvenil Tillaux kırığının cerrahi tedavisinde perkütan fiksasyon yöntemleri tanımlanmıştır.<sup>[36]</sup> Perkütan fiksasyon artroskopi eşliğinde de yapılabilir.<sup>[37]</sup>



Şekil 9. Juvenil Tillaux kırığının kanüllü vida ile fiksasyonu.

### Üç düzlemli kırıklar

Juvenil Tillaux kırığında olduğu gibi, üç düzlemli kırıklar da büyümenin durmasına neden olmaz. Bu kırıklar eklem yüzeyinde görüldüğü için karşılaşılabilecek en önemli sorun ayak bileğinde gelişen artrozdur.<sup>[16,17]</sup>

Üç düzlemli kırıkların tedavisinde amaç eklem anatomik redüksiyonunu sağlamak olmalıdır. Bu kırıklar, az deplase oldukları için genellikle kapalı olarak redükte edilebilir.<sup>[11,20]</sup> Kapalı redüksiyon sonrasında kırıkta 2 mm'den az deplasman olmalıdır. Deplasmanın 2 mm'yi geçtiği kırıklarda uzun dönemde artroz gelişme riski artmaktadır.<sup>[30]</sup> Bu nedenle, kapalı redüksiyonla tedavi edilen hastalar, redüksiyon kaybı açısından çok sıkı izlenmelidir. Bu izlemin BT ile yapılması önerilmektedir.<sup>[22,30]</sup> Kapalı olarak yeterli redüksiyonun sağlanamaması veya redüksiyon kaybının görülmesi durumunda kırığa açık redüksiyon ve internal fiksasyon uygulanmalıdır.<sup>[11,12,17,20-22,30]</sup>

Kapalı redüksiyon iki parçalı, üç düzlemli kırıklarda daha başarılı olmaktadır.<sup>[20,33,34]</sup> Kapalı redüksiyon tercihen genel anestezi altında ayağa iç rotasyon verilerek uygulanır. Sonrasında hasta altı hafta uzun bacak, 2-3 hafta da kısa bacak alçı tespiti ile izlenir. Yerleşim olarak ekstraartiküler olduğu için artroz gelişme riski az olan intramalleolar kırıklar da konservatif olarak izlenebilir.<sup>[24,25]</sup>

Üç parçalı, üç düzlemli kırıklarda genellikle kapalı redüksiyon başarısız olmaktadır ve cerrahi teda-



Şekil 10. İki parçalı, üç düzlemli kırığın vida ile fiksasyonu.

vi gerekmektedir.<sup>[18,19,33,34,38]</sup> Özellikle fibula kırığının da eşlik ettiği yaralanmalarda kapalı redüksiyonun uygulanması daha da zordur.<sup>[16,17,33]</sup> Periostun kırık hattına girmesi de redüksiyonu engelleyebilir.<sup>[16]</sup> Medial üç düzlemlili kırıklarda da sıklıkla cerrahi tedavi gerekmektedir.<sup>[17]</sup>

Cerrahi tedavide açık redüksiyon ile birlikte rijid internal fiksasyon uygulanmalıdır. Çoğunlukla anterolateral ve medial iki insizyon kullanılması gerekmektedir.<sup>[16,22]</sup> Cerrahi sırasında, öncelikle posterior metafiz parçası tespit edilmelidir. Posterior fragmanın tespiti, tercihen iki adet vida ile ön-arka planda kırık hattına kompresyon uygulanarak yapılır (Şekil 10). Posterior fragmanın tespitinden sonra anterolateral fragman, aynı juvenil Tillaux kırığında olduğu gibi Kirschner teli veya kanüllü spongiöz vida ile epifize tespit edilir. Eşlik eden fibula kırığı varsa bu kırık da redükte edilmelidir. Cerrahi sonrası, hasta üç hafta uzun, üç hafta da kısa bacak alçı tespiti ile izlenir.<sup>[22,33]</sup>

Son zamanlarda, özellikle iki parçalı, üç düzlemlili kırıkların redüksiyonunda artroskopiden yararlanılmaktadır.<sup>[39]</sup>

Üç düzlemlili kırıkların uzun dönem takiplerinde, klinik sonuçların zamanla kötüleştiği izlenmektedir.<sup>[30]</sup> Başarısız sonuçlar, genellikle yetersiz redüksiyona veya redüksiyon kaybına bağlıdır.<sup>[30,40]</sup> Bu nedenle, bu kırıkların tedavisinde eklem yüzünün anatomik redüksiyonunun sağlanmasına çalışılmalıdır.

## Kaynaklar

- Peterson CA, Peterson HA. Analysis of the incidence of injuries to the epiphyseal growth plate. *J Trauma* 1972;12: 275-81.
- Kleiger B, Mankin HJ. Fracture of the lateral portion of the distal tibial epiphysis. *J Bone Joint Surg [Am]* 1964; 46:25-32.
- Ogden JA, Lee J. Accessory ossification patterns and injuries of the malleoli. *J Pediatr Orthop* 1990;10:306-16.
- Spiegel PG, Cooperman DR, Laros GS. Epiphyseal fractures of the distal ends of the tibia and fibula. A retrospective study of two hundred and thirty-seven cases in children. *J Bone Joint Surg [Am]* 1978;60:1046-50.
- Landin LA, Danielsson LG. Children's ankle fractures. Classification and epidemiology. *Acta Orthop Scand* 1983; 54:634-40.
- Dias LS. Fractures of the tibia and fibula. In: Rockwood CA Jr, Wilkins KE, King RE, editors. *Fractures in children*. Vol. 3, 3rd ed. New York: J. B. Lippincott; 1991. p. 1271-381.
- Salter RB, Harris WR. Injuries involving the epiphyseal plate. *J Bone Joint Surg [Am]* 1963;45:587-622.
- Dias LS, Tachdjian MO. Physeal injuries of the ankle in children: classification. *Clin Orthop* 1978;(136):230-3.
- Chadwick CJ, Bentley G. The classification and prognosis of epiphyseal injuries. *Injury* 1987;18:157-68.
- Cass JR, Peterson HA. Salter-Harris Type-IV injuries of the distal tibial epiphyseal growth plate, with emphasis on those involving the medial malleolus. *J Bone Joint Surg [Am]* 1983;65:1059-70.
- von Laer L. Classification, diagnosis, and treatment of transitional fractures of the distal part of the tibia. *J Bone Joint Surg [Am]* 1985;67:687-98.
- Dias LS, Giegerich CR. Fractures of the distal tibial epiphysis in adolescence. *J Bone Joint Surg [Am]* 1983;65: 438-44.
- Stefanich RJ, Lozman J. The juvenile fracture of Tillaux. *Clin Orthop* 1986;(210):219-27.
- Simon WH, Floros R, Schoenhaus H, Jay RM. Juvenile fracture of Tillaux. A distal tibial epiphyseal fracture. *J Am Podiatr Med Assoc* 1989;79:295-9.
- Felman AH. Tillaux fractures of the tibia (in adolescents). *Pediatr Radiol* 1989;20:87-9.
- Spiegel PG, Mast JW, Cooperman DR, Laros GS. Triplane fractures of the distal tibial epiphysis. *Clin Orthop* 1984;(188):74-89.
- El-Karef E, Sadek HI, Nairn DS, Aldam CH, Allen PW. Triplane fracture of the distal tibia. *Injury* 2000;31:729-36.
- Marmor L. An unusual fracture of the tibial epiphysis. *Clin Orthop* 1970;(73):132-5.
- Lynn MD. The triplane distal tibial epiphyseal fracture. *Clin Orthop* 1972;(86):187-90.
- Cooperman DR, Spiegel PG, Laros GS. Tibial fractures involving the ankle in children. The so-called triplane epiphyseal fracture. *J Bone Joint Surg [Am]* 1978;60:1040-6.
- Peiro A, Aracil J, Martos F, Mut T. Triplane distal tibial epiphyseal fracture. *Clin Orthop* 1981;(160):196-200.
- Kornblatt N, Neese DJ, Azzolini TJ. Triplane fracture of the distal tibia: unusual case presentation and literature review. *J Foot Surg* 1990;29:421-8.
- Clement DA, Worlock PH. Triplane fracture of the distal tibia. A variant in cases with an open growth plate. *J Bone Joint Surg [Br]* 1987;69:412-5.
- Feldman DS, Otsuka NY, Hedden DM. Extra-articular triplane fracture of the distal tibial epiphysis. *J Pediatr Orthop* 1995;15:479-81.
- Shin AY, Moran ME, Wenger DR. Intramalleolar triplane fractures of the distal tibial epiphysis. *J Pediatr Orthop* 1997; 17:352-5.
- Denton JR, Fischer SJ. The medial triplane fracture: report of an unusual injury. *J Trauma* 1981;21:991-5.
- Feldman F, Singson RD, Rosenberg ZS, Berdon WE, Amodio J, Abramson SJ. Distal tibial triplane fractures: diagnosis with CT. *Radiology* 1987;164:429-35.
- Horn BD, Crisci K, Krug M, Pizzutillo PD, MacEwen GD. Radiologic evaluation of juvenile Tillaux fractures of the distal tibia. *J Pediatr Orthop* 2001;21:162-4.
- Leitch JM, Cundy PJ, Paterson DC. Three-dimensional imaging of a juvenile Tillaux fracture. *J Pediatr Orthop* 1989;9:602-3.
- Ertl JP, Barrack RL, Alexander AH, Van Buecken K. Triplane fracture of the distal tibial epiphysis. Long-term follow-up. *J Bone Joint Surg [Am]* 1988;70:967-76.
- Jones S, Phillips N, Ali F, Fernandes JA, Flowers MJ, Smith TW. Triplane fractures of the distal tibia requiring open reduction and internal fixation. Pre-operative planning using computed tomography. *Injury* 2003;34:293-8.

32. Stuart J, Boyd R, Derbyshire S, Wilson B, Phillips B. Magnetic resonance assessment of inversion ankle injuries in children. *Injury* 1998;29:29-30.
33. Kling TF Jr. Operative treatment of ankle fractures in children. *Orthop Clin North Am* 1990;21:381-92.
34. Flynn JM, Skaggs DL, Sponseller PD, Ganley TJ, Kay RM, Leitch KK. The surgical management of pediatric fractures of the lower extremity. *Instr Course Lect* 2003;52:647-59.
35. Kling TF Jr, Bright RW, Hensinger RN. Distal tibial physeal fractures in children that may require open reduction. *J Bone Joint Surg [Am]* 1984;66:647-57.
36. Schlesinger I, Wedge JH. Percutaneous reduction and fixation of displaced juvenile Tillaux fractures: a new surgical technique. *J Pediatr Orthop* 1993;13:389-91.
37. Leetun DT, Ireland ML. Arthroscopically assisted reduction and fixation of a juvenile Tillaux fracture. *Arthroscopy* 2002;18:427-9.
38. Torg JS, Ruggiero RA. Comminuted epiphyseal fracture of the distal tibia. A case report and review of the literature. *Clin Orthop* 1975;(110):215-7.
39. Whipple TL, Martin DR, McIntyre LF, Meyers JF. Arthroscopic treatment of triplane fractures of the ankle. *Arthroscopy* 1993;9:456-63.
40. Rapariz JM, Ocete G, Gonzalez-Herranz P, Lopez-Mondejar JA, Domenech J, Burgos J, et al. Distal tibial triplane fractures: long-term follow-up. *J Pediatr Orthop* 1996;16:113-8.