

# Konjenital Tibia Psödoartrozu

Muharrem İnan\*, Fulya Üstünkan\*\*

## Giriş

Konjenital tibia psödoartrozu (KTP) nadir görülen bir hastalıktır ve sıklığı 1.8/100000-1/190000 canlı doğumda olarak bildirilmiştir<sup>(1,21)</sup>. KTP ilk kez 1708 yılında Hatzoecher tarafından tanımlanmıştır<sup>(6)</sup>. Bir kaç tane ailesel ve iki taraflı tutulum bildirilmesine rağmen geçtiğimiz üç yüz yılda KTP etiyolojisi açıklanamamıştır<sup>(3)</sup>. Boyd, KTP'yi altı ayrı tip olarak sınıflandırmıştır<sup>(9)</sup>. Her bir tipin kendi patolojisi, prognozu ve doğal seyri vardır. KTP tedavisi hala tartışmalıdır; ancak başarılı tedavide hedefler kaynamanın sağlanması ve sürdürülmesi ve tibianın normal diziliminin sağlanmasıdır. Bu hedeflere ulaşabilmek için kemik grefti ve kemiğin tespiti, elektriksel uyarım, damarlı kemik grefti ve eksternal fiksator gibi bazı cerrahi yöntemler tariflenmiştir<sup>(2,4,5,6,7,10,19,20,25,36,41,48)</sup>. Ne yazık ki tedavi tekniğinden bağımsız olarak kemik kaynaması sağlansa bile bazı sorunların devam ettiği bildirilmiştir<sup>(17,23,27)</sup>. Kırıkların ve ilerleyici açılanmanın önlenmesi için tüm hastalara büyüme tamamlanıncaya kadar koruyucu cihaz verilebilir. Pek çok cerrahi işlem geçirmiş hastalarda bacağa işlev kazandırabilmek için son seçenek de amputasyon olabilir<sup>(24,30)</sup>.

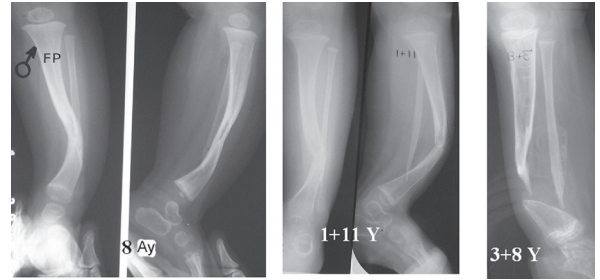
## Anatomi ve Patoloji

KTP genellikle tibianın distal 1/3 ün de görülür. Tibianın antero-lateral eğimi, medüller kanal sklerozu, diyafiz daralması veya kistik lezyonlar vardır. Fibula tutulumu genellikle aynı seviyededir ve benzer patolojiye sahiptir. Amputasyon sonrası elde edilen örneklerde mikroskopik olarak endarterit gösterildiğinden damarsal anomalilerden şüphelenilmiştir<sup>(6)</sup>. Bunun dışında sklerotik kemik uçları arasında anormal fibröz doku bulunur. Bu alanlarda kemik trabekülleri, tam olarak oluşmamış kırıkda ve fibrokartilaj görülebilir. Bu patoloji fibröz displaziye benzerdir. Brown ve ark<sup>(11)</sup> fibröz displaziye ilişkili üç KTP vakası bildirmiştir. Bazı yazarlar bu

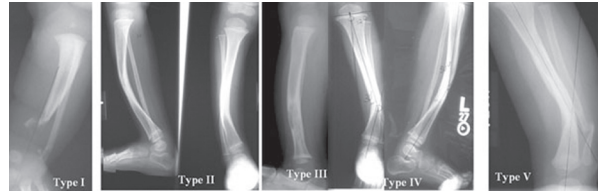
durumun doğumda görülen bir grup bölgesel aplazinin bir parçası olabileceğini veya tibia kifozunun normal sonucu olabileceğini öne sürmektedir<sup>(46)</sup>. Ayrıca literatürde KTP ile nörofibromatozis arasındaki ilişkiden söz edilmektedir<sup>(34)</sup>; ancak konjenital psödoartrozda nörofibromatozis dokusu bulunamamış ve elektron mikroskopisi ile Schwann hücreleri de gösterilememiştir<sup>(45)</sup>. Cho ve ark<sup>(14)</sup>, nörofibromatozis tip 1 ile birlikte olduğu düşünülen KTP da, fibröz hamartom olan bölgeyi cerrahi sırasında alarak incelemişlerdir. Bu doku içerisinde bazı mezenşimal ön hücreler tespit edildi fakat bu hücrelerin BPM ye karşı osteoblastik yanıtları yoktu. Ayrıca, bu bölgede tibia periostundan daha yüksek oranda osteoklastik aktivite bulunmaktaydı.

## Hastalığın Seyri ve Sınıflama

Psödoartrozis genellikle doğum sonrası 1-2 yıl içerisinde deformiteli kemiğin kırılması ile oluşur<sup>(35)</sup> (Şekil 1). Bu durum yeni doğanda sıklıkla kırık öncesi dönem olarak tanımlanır. Ancak literatürde doğum



Şekil 1. Doğum sonrası deformitesi olan hastada psödoartroz gelişimi.



Şekil 2. Tip I; psödoartroz doğumda vardır. Tip II; kum saati görünümünde tibia vardır ve genellikle nörofibromatozis ile birlikte görülür. Tip III; Kemikte kistik görünüm vardır. Tip IV; Tibiada kum saati görünümü olmaksızın skleroz vardır ve sıklıkla stres kırığı ile sonuçlanır. Tip V; Displastik fibula görünür. Tip VI; tanısı mikroskopik olarak konulabilir ve kemik içerisinde nörofibrom vardır.

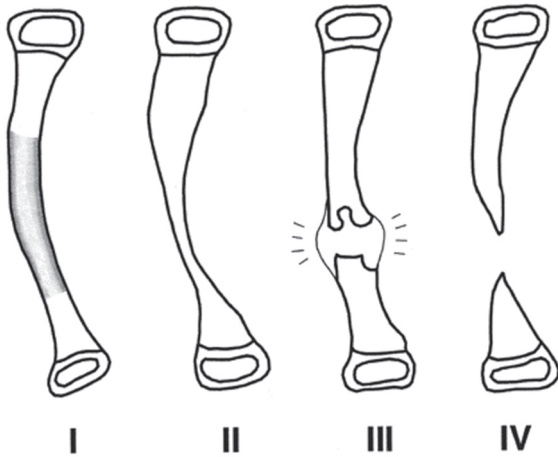
\* Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji AD

\*\* İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi

öncesi ya da ileri yaşlarda psödoartroz gelişimi bildirilmiştir.

Değişik sınıflamalar kullanılmasına rağmen en fazla tercih edilen sınıflandırma Boyd'un sınıflamasıdır<sup>(6)</sup>. Bu sınıflamada, klinik bulgular, radyolojik görünüm ve hastalığın doğal seyrine göre altı tip KTP tariflenmiştir (Şekil 2). Tip 1; psödoartroz doğumda vardır. Tip II; kum saati görünümünde tibia vardır ve genellikle nörofibromatozis ile birlikte görülür. Tip III; Kemikte kistik görünüm vardır. Tip IV; Tibiada kum saati görünümü olmaksızın skleroz vardır ve sıklıkla stres kırığı ile sonuçlanır. Tip V; Displastik fibula görünür. Tip VI; kemik içerisinde vardır.

Diğer sınıflama yöntemi Crawford tarafından yapılmıştır<sup>(15,16)</sup>. Bu sınıflamada Boyd sınıflamasına benzemekle birlikte psödoartroz dört alt sınıfa ayrılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Crawford sınıflamasının şematik gösterimi. Bütün tiplerde antero-lateral eğrilik vardır. Tip I; Medüller kanal korunmuştur ve kortikal kalınlık görülebilir. Tip 2; Medüller kanal daralmıştır ve korteks kalınlığı artmıştır. Tip 3; kistik tiptir ve kırık görülebilir. Tip 4; Tibiada psödoartroz gelişmiştir ve fibulada sıklıkla buna eşlik eder.

### Tanı

Çocuğun tibiasındaki antero-lateral eğrilik genellikle doğumda fark edilir. Yeni doğan döneminde kırık olursa psödoartroz bölgesinde deformite ve anormal hareket görülür. Normal bacakla karşılaştırıldığında ayak ve baldır normal veya biraz daha küçük olabilir.

KTP tanısı radyografilerle konur. Tibia alt yarısında öne eğilme, skleroz, medüller kanalda daralma ve kistik anormallikler radyografide izlenebilir ve olabilecek tibia kırığı ve psödoartrozu gösterebilirler. Benzer radyolojik ve klinik bulgular aynı taraf fibulada da gözlenebilir.

Tibiada görülen üç tip deformitenin birbirinden ayrılması gerekir.<sup>(1)</sup> Yukarıda tanımlanmış olan KTP'a bağlı tibianın antero-lateral eğimi<sup>(2)</sup> ve tibianın postero-medial eğimi, selimdir ve eş zamanlı olarak düzeltilmelidir. Andersen<sup>(1)</sup> posterior tibia eğriliğinden asla KTP gelişmediğini bildirmiştir.<sup>(3)</sup> Anterior veya antero-medial eğimde konjenital tibia hemimeli olabilir.

### Tedavi

1930'lara kadar amputasyon geçerli tedavi seçeneğiydi. Güncel yaklaşımda işlevsel ve ağrısız bir ekstremité şansı varsa etkilenmiş olan bacağın korunması esastır. Tedavi yöntemi ne olursa olsun tedavinin üç tane amacı vardır<sup>(1)</sup>: kaynamanın sağlanması,<sup>(2)</sup> kaynamanın korunması ve<sup>(3)</sup> kırık ve kısalık gibi komplikasyonların önlenmesi. Kötü prognostik faktörler tariflenmiştir ve bunlar; kemik greftinin hızlıca emilimi, bacakta altı cm' den daha fazla kısalık ve Boyd tip-II lezyonlardır<sup>(33)</sup>.

Hastanın yaşının etkisi tartışmalıdır. Bazı yazarlar üç yaşından küçük hastalarda cerrahiden kaçınılmasını ve mümkünse beş yaşına kadar ertelenmesini önermektedirler. Gilbert'e<sup>(18)</sup> göre hızlı iyileşme için en iyi yaşlar 3,5 ve 7,5 yaştır. Masserman<sup>(29)</sup>, bir zamanlar en önemli belirleyici etmen olduğu düşünülen cerrahi yaşının çok önemli olmadığını savunmuştur.

Gilbert ve Brockman<sup>(18)</sup>, kaynamanın erkeklerde daha uzun sürdüğünü bildirmişlerdir. Ancak bunun cinsiyet farkından mı kaynaklandığı yoksa erkek çocuklarda aktivitelerin kontrolünün güç olmasına mı bağlı olduğunun ayırımı yapmak zordur.

### Cerrahi Olmayan Tedavi

Hastaların %3'ünde uzamış immobilizasyon ile kendiliğinden kaynama bildirilmiştir<sup>(5)</sup>. Boyd'a göre sadece alçı immobilizasyonu ile KTP' nin tedavisi mümkün değildir<sup>(6)</sup>. Breys cerrahiden önce çocuk belli bir yaşa gelene kadar kırık öncesi dönemde veya geç kırıkların önlenmesi için cerrahiden sonra iskelet gelişimi tamamlanıncaya kadar kullanılabilir.

### Cerrahi Tedavi

KTP tedavisi için çok sayıda tedavi geliştirilmiştir; ancak hangi tip cerrahinin uygun olacağının kararının verilmesi zordur. Boyd ve Sage, İngilizce literatürde yaptıkları taramada 23 farklı çeşitte toplam 167 operasyon saptamışlardır<sup>(6)</sup>. Bunlar;

### Greftleme

Çeşitli kemik greftleme teknikleri tarif edilmiştir. Bunlar arasında masif onlay greft<sup>(22)</sup>, ikili onlay

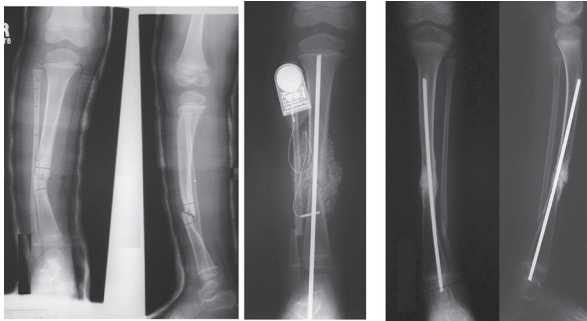
greft<sup>(6,7)</sup>, gecikmiş otojen onlay<sup>(32)</sup> ve bypass greft<sup>(31)</sup> bunlardan bazılarıdır. Bu yöntemler genellikle kaynamanın uyarılması için diğer yöntemlerle birlikte uygulanır. Ofluoglu ve ark<sup>(37)</sup>, kırık oluşmadan önce by-pass greftleme ile kırığın engellenebileceğini ve oluşabilecek deformitelerin ileri yaşlarda düzeltilmesi gerektiğini savunmuşlardır. KTP olan tarafta fibula sağlamsa mikrocerrahi yöntemleri kullanılmadan fibula tibiaya doğru kaydırılabilir. Peterson, bu yöntemin serbest fibula nakline göre daha az zaman alan, kolay ve en önemlisi de sağlam bacağı etkilemeyen başarılı bir tedavi yöntemi olduğunu belirtmiştir<sup>(41)</sup>.

### Charnley-Williams yöntemi

KTP na cerrahi yaklaşımda sıklıkla tercih edilen psödoartroz bölgesinden tibia diyafizinin rezeksiyonu ve kısaltılması, daha sonra intramedüller çivileme ile internal tespit ve otojen kemik greftlemesidir<sup>(12,49)</sup> (Şekil 4). Fibula rezeksiyonu lateralden girişimle ayrıca yapılmalıdır. Psödoartroz bölgesinde ve fibula üzerinde kemik greftlemesiyle işlem tamamlanır. Bu yaklaşımla kaynama oranları %28-85 arasında bildirilmiştir<sup>(2,19)</sup>. Paterson ve Simonis<sup>(40)</sup>, bu klasik tekniğe elektriksel uyarılmayı eklemişler ve kaynama oranını %87 olarak bildirmişlerdir. Bu tekniğin getirisi intramedüller tespitin ek iç destek sağlaması ve kalıcı veya ilerleyici açısal deformiteleri önlemesidir.

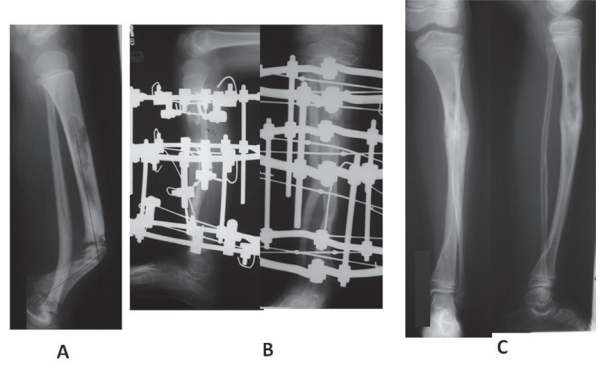
### Elektrik uyarımı

KTP tedavisinde doğru akım<sup>(10)</sup> veya değişik elektromanyetik alan tedavileri kullanılmıştır<sup>(26,40)</sup> (Şekil 5). Darbeli elektromanyetik alanın (DEMA) KTP tedavisindeki en önemli getirisi girişimsel olmamasıdır. Ancak bu yöntemle iyileşme oranları doğru elektriksel uyarılmaya göre<sup>(39)</sup> daha azdır (%48)



Şekil 4. Charnley-Williams yöntemi ve elektrik uyarımı ile kombine olarak tedavi edilen hastanın radyografileri görülmektedir.

(Kort 1982). Kemik iyileşme oranını arttırmak için elektriksel akım, kemik greftlemesi ve intramedüller tespit ile bir arada kullanılmaktadır<sup>(43)</sup> (Şekil 4).



Şekil 5. Tibia distalinde KTP olan hastanın İlizarov yöntemi kullanılarak tedavisi. Kısalığın giderilmesi için tibia proksimalinden distraksiyon uygulanmıştır.

### İlizarov yöntemi

İlizarov yöntemi KTP' da birincil iyileşmenin sağlanmasında faydalıdır ve cerrahlar tarafından giderek daha fazla tercih edilmektedir<sup>(27,38)</sup> (Şekil 5). Paley, kaynama oranını tek tedaviyle %94 ve iki tedaviyle %100 olarak bildirmiştir<sup>(38)</sup>. Bu tedavinin en önemli getirisi ek cerrahi girişime gerek olmadan KTP' a bağlı deformitelerinde tedavi edilebilmesidir (Şekil 6). Ancak Ghanem, teknik zorlukları ve eksternal fiksatörle yürümenin neredeyse imkansız olması sebebiyle beş yaşından küçük çocuklarda bu operasyonu önermemektedir<sup>(17)</sup>.

### Damarlı serbest fibula grefti

Günümüzde kabul edilen yöntemlerden biri karşı taraf veya aynı taraftaki fibuladan yapılan damarlı kemik transferleridir<sup>(18,42,43)</sup>. Coleman<sup>(13)</sup>, aynı taraftaki fibula kullanıldığında kaynama oranını %100 olarak bildirmiştir. Sadece kaynama göz önünde bulundurulduğunda mikrovasküler transferde başarı oranı %92-95 arasındadır. Son yıllarda cerrahi tekniklerin gelişmesi ile birlikte başarı oranı %100 olarak belirtilmekte ve KTP tedavisinde ilk seçilmesi gereken tedavi yöntemi olarak savunulmaktadır<sup>(25)</sup>. Karşı taraftaki fibuladan damarlı kemik transferi gerçekleştirilirse etkilenen tarafta ve donör bölgesinde ikincil cerrahinin yarattığı hasara bağlı olarak yeniden kırık ve ameliyat sonrası deformiteler görülebileceği unutulmamalıdır. Fibula çıkarılması sonrası ayak bileğinde valgus deformitesinin önlenmesi için distal tibia-fibular ekleme füzyon önerilmektedir<sup>(13)</sup>.

### Ampütasyon

KTP için yeterli çözüm bazen ampütasyon olabilir. Burada sorun primer ampütasyon kararında kullanılacak kriterlerin olmayışıdır. Bazı yazarlar ampütasyon için bazı kriterler önermişlerdir. Bunlar;<sup>(1)</sup>

Kaynamaya yönelik yapılmış üç başarısız cerrahi girişim,<sup>(2)</sup> iki ekstremite arasında 5 cm' den fazla boy farkı,<sup>(3)</sup> fonksiyonel olmayan açılmal deformite<sup>(4)</sup> ve fonksiyonsuz ekstremite<sup>(20,30)</sup> olarak bildirilmiştir. Psödoartroz seviyesinden amputasyon yerine Boyd veya Syme tipi amputasyon önerilmektedir<sup>(24)</sup>. Bu yöntemler kesilen kemik uçlarında sivriliklerin oluşumunu önlemekte ve güdük topuk cildiyle kapatılmaktadır.

### Güncel yaklaşımlar

Son yıllarda bilinen klasik tedavi yöntemlerine ek olarak çeşitli büyüme hormonları tedavileri eklenmektedir<sup>(28)</sup> ve kombine tedaviler ile kırık kaynaması sağlandıktan sonra yeniden kırık oluşumu engellenmeye çalışılmaktadır. Thabet ve ark<sup>(47)</sup>, psödoartroz bölgesinin temizlenmesinden sonra serbest periosteal greft, inteamedüller rod, kemik greftlemesi ve illizarov eksternal fiksator tespitini birlikte kullanarak kaynamanın sağlandığını ve yeniden kırık riskinin önlenildiğini savunmaktadır. Kemik morfojenik proteinlerin kırık iyileşmesini artırıcı etkisinin yanı sıra bisfonatların tedaviye eklenmesinin deneysel olarak iyileşmeyi artırdığı belirtilmiştir<sup>(44)</sup>.

### Özet

KTP nadir görülen bir hastalıktır. Etiyolojisi bilinmemektedir ve hastalığın doğal seyri değişkendir. Kemik grefti ve kemiğin sabitlenmesi, elektriksel uyarım, damarlı kemik greftleri ve eksternal fiksator gibi pek çok tedavi yöntemi denenmiştir; ancak bugün bile hangi vakada hangi yöntemin daha faydalı olduğunu bilmek imkansızdır. Kısıklık, ayak bileği valgusu ve ayak deformitesi gibi geride kalan problemler için ek cerrahi girişimler gerekebilir. Tedavinin üç tane amacı vardır:

- (1) kaynamanın sağlanması
- (2) kaynamanın korunması ve
- (3) kırık ve kısıklık gibi komplikasyonların önlenmesi.

Kemik iyileşmesi sağlansa bile bazı hastalarda ekstremite işlevsel olmadığından veya ağrı nedeniyle amputasyon gerekebilir.

**Yazışma Adresi :** Doç. Dr. Muharrem İnan  
Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Ortopedi ve Travmatoloji AD, İstanbul

### Kaynaklar

1. Andersen KS. Radiological classification of congenital pseudarthrosis of the tibia. *Acta Orthop Scand.* 1973;44(6):719-27.

2. Anderson DJ, Schoenecker PL, Sheridan JJ, Rich MM. Use of an intramedullary rod for the treatment of congenital pseudarthrosis of the tibia. *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74:161-8.
3. Beals RK, Fraser W. Familial congenital bowing of the tibia with pseudarthrosis and pectus excavatum: report of a kindred. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58:545-8.
4. Biddulph GE, Coleman SS, Beane J. Congenital pseudarthrosis of the tibia. *Orthop Trans.* 1996;20:46-7.
5. Boero S, Catagni M, Donzelli O, Facchini R, Frediani PV. Congenital pseudarthrosis of the tibia associated with neurofibromatosis-1: treatment with ilizarov's device. *J Pediatr Orthop.* 1997 Sep-Oct;17(5):675-84.
6. Boyd HB, Sisk TD. Congenital pseudoarthrosis: treatment by dual bone grafts. *J Bone Joint Surg Am.* 1941; 23:97,
7. Boyd HB, Fox KW. Congenital pseudoarthrosis: a follow up study after massive bone grafting. *J Bone Joint Surg Am.* 1948; 30:274,
8. Boyd HB, Sage FP. Congenital pseudarthrosis of the tibia. *J Bone Joint Surg Am.* 1958 Dec;40-A(6):1245-70.
9. Boyd HB. Pathology and natural history of congenital pseudarthrosis of the tibia. *Clin Orthop.* 1982 Jun;(166):5-13.
10. Brighton CT, Friedenber ZB, Zemsky LM, Pollis PR. Direct-current stimulation of non-union and congenital pseudarthrosis. Exploration of its clinical application. *J Bone Joint Surg Am.* 1975 Apr;57(3):368-77.
11. Brown GA, Osebold WR, Ponseti IV. Congenital pseudarthrosis of long bones: a clinical, radiographic, histologic and ultrastructural study. *Clin Orthop.* 1977 Oct;(128):228-42.
12. Charnley J. Congenital pseudarthrosis of the tibia treated by the intramedullary nail. *J Bone Joint Surg Am.* 1956;38:283-90.
13. Coleman SS, Coleman DA. Congenital pseudarthrosis of the tibia: treatment by transfer of the ipsilateral fibula with vascular pedicle. *J Pediatr Orthop.* 1994 Mar-Apr;14(2):156-60.
14. Cho TJ, Seo JB, Lee HR, Yoo WJ, Chung CY, Choi IH. Biologic characteristics of fibrous hamartoma from congenital pseudarthrosis of the tibia associated with neurofibromatosis type 1. *J Bone Joint Surg Am.* 2008 Dec;90(12):2735-44.
15. Crawford AH. Neurofibromatosis in children. *Acta Orthop Scand Suppl.* 1986;218: 1-60.
16. Crawford AH Jr, Bagamery N. Osseous manifestations of neurofibromatosis in childhood. *J Pediatr Orthop.* 1986;6:72-88.
17. Ghanem I, Damsin JP, Carlizo H. Ilizarov technique in the treatment of congenital pseudarthrosis of the tibia. *J Pediatr Orthop.* 1997 Sep-Oct;17(5):685-90.
18. Gilbert A, Brockman R. Congenital pseudarthrosis of the tibia. Long-term followup of 29 cases treated by microvascular bone transfer. *Clin Orthop.* 1995 May;(314):37-44.
19. Grill F, Bollini G, Dungal P, Fixsen J, Hefti F, Ippolito E, Romanus B, Tudisco C, Wientroub S. Treatment approaches for congenital pseudarthrosis of tibia: results of the EPOS multicenter study. *European Paediatric Orthopaedic Society (EPOS). J Pediatr Orthop B.* 2000;9: 75-89
20. Guidera KJ, Raney EM, Ganey T, Albani W, Pugh L, Ogden JA. Ilizarov treatment of congenital pseudarthroses of the tibia. *J Pediatr Orthop.* 1997 Sep-Oct;17(5):668-74.
21. Heikkinen ES, Poyhonen MH, Kinnunen PK, Seppanen JI. Congenital pseudarthrosis of the tibia. Treatment and outcome at skeletal maturity in 10 children. *Acta Orthop Scand.* 1999 Jun;70(3):275-82.
22. Henderson MS. Nonunion in fractures: the massive bone graft, *JAMA* 1923; 81 ;463,

23. Inan M, El Rassi G, Riddle EC, Kumar SJ. Residual deformities following successful initial bone union in congenital pseudoarthrosis of the tibia. *J Pediatr Orthop*. 2006;26(3):393-9.
24. Jacobsen ST, Crawford AH, Millar EA, Steel HH. The Syme amputation in patients with congenital pseudoarthrosis of the tibia. *J Bone Joint Surg Am*. 1983 Apr;65(4):533-7.
25. Korompilias AV, Lykissas MG, Soucacos PN, Kostas I, Beris AE. Vascularized free fibular bone graft in the management of congenital tibial pseudoarthrosis. *Microsurgery*. 2009;29(5):346-52.
26. Kort JS, Schink MM, Mitchell SN, Bassett CA. Congenital pseudoarthrosis of the tibia: treatment with pulsing electromagnetic fields. *Clin Orthop*. 1982 May; (165):124-37.
27. Kristiansen LP, Steen H, Terjesen T. Residual challenges after healing of congenital pseudoarthrosis in the tibia. *Clin Orthop*. 2003 Sep; (414):228-37.
28. Kujala S, Vähäsarja V, Serlo W, Jalovaara P. Treatment of congenital pseudoarthrosis of the tibia with native bovine BMP: a case report. *Acta Orthop Belg*. 2008 Feb;74(1):132-6.
29. Masserman RL, Peterson HA, Bianco AJ Jr. Congenital pseudoarthrosis of the tibia. A review of the literature and 52 cases from the Mayo Clinic. *Clin Orthop*. 1974 Mar-Apr;99:140-5.
30. McCarthy RE. Amputation for congenital pseudoarthrosis of the tibia. Indications and techniques. *Clin Orthop*. 1982 Jun; (166):58-61.
31. McFarland B. Pseudoarthrosis of tibia in childhood. *J Bone Joint Surg* 1951; 33 (Br);36,
32. Moore JR. Delayed autogenous bone graft in the treatment of congenital pseudoarthrosis. *J Bone Joint Surg* 1949; 31 ;23
33. Morrissy RT, Riseborough EJ, Hall JE. Congenital pseudoarthrosis of the tibia. *J Bone Joint Surg Br*. 1981;63-B(3):367-75.
34. Morrissy RT. Congenital pseudoarthrosis of the tibia. Factors that affect results. *Clin Orthop*. 1982 Jun; (166):21-7.
35. Murray HH, Lovell WW. Congenital pseudoarthrosis of the tibia. A long-term follow-up study. *Clin Orthop*. 1982 Jun; (166):14-20.
36. Nguyen NH. Use of an intramedullary Kirschner wire for treatment of congenital pseudoarthrosis of the tibia in children. *J Pediatr Orthop B*. 2009 Mar; 18(2):79-85.
37. Ofluoglu O, Davidson RS, Dormans JP. Prophylactic bypass grafting and long-term bracing in the management of anterolateral bowing of the tibia and neurofibromatosis-1. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90(10):2126-34.
38. Paley D, Catagni M, Argnani F, Prevot J, Bell D, Armstrong P. Treatment of congenital pseudoarthrosis of the tibia using the Ilizarov technique. *Clin Orthop*. 1992 Jul; (280):81-93.
39. Paterson DC, Lewis GN, Cass CA. Treatment of congenital pseudoarthrosis of the tibia with direct current stimulation. *Clin Orthop*. 1980 May; (148):129-35.
40. Paterson DC, Simonis RB. Electrical stimulation in the treatment of congenital pseudoarthrosis of the tibia. *J Bone Joint Surg Br*. 1985 May;67(3):454-62.
41. Peterson HA. The treatment of congenital pseudoarthrosis of the tibia with ipsilateral fibular transfer to make a one-bone lower leg: a review of the literature and case report with a 23-year follow-up. *J Pediatr Orthop*. 2008 Jun;28(4):478-82.
42. Sakamoto A, Yoshida T, Uchida Y, Kojima T, Kubota H, Iwamoto Y. Long-term follow-up on the use of vascularized fibular graft for the treatment of congenital pseudoarthrosis of the tibia. *J Orthop Surg*. 2008 Mar 6;3:13.
43. Simonis RB, Shirali HR, Mayou B. Free vascularized fibular grafts for congenital pseudoarthrosis of the tibia. *J Bone Joint Surg Br*. 1991 Mar;73(2):211-5.
44. Schindeler A, Ramachandran M, Godfrey C, Morse A, McDonald M, Mikulec K, Little DG. Modeling bone morphogenetic protein and bisphosphonate combination therapy in wild-type and Nf1 haploinsufficient mice. *J Orthop Res*. 2008 Jan;26(1):65-74.
45. Sprague BL, Brown GA. Congenital pseudoarthrosis of the radius. *J Bone Joint Surg Am*. 1974;56:191-4.
46. Strong ML, Wong-Chung J. Prophylactic bypass grafting of the pseudoarthrotic tibia in neurofibromatosis. *J Pediatr Orthop*. 1991 Nov-Dec;11(6):757-64.
47. Thabet AM, Paley D, Kocaoglu M, Eralp L, Herzenberg JE, Ergin ON. Periosteal grafting for congenital pseudoarthrosis of the tibia: a preliminary report. *Clin Orthop Relat Res*. 2008 Dec;466(12):2981-94.
48. Umber JS, Moss SW, Coleman SS. Surgical treatment of congenital pseudoarthrosis of the tibia. *Clin Orthop*, 1982;166: 28-33.
49. Williams PF. Fragmentation and rodding in osteogenesis imperfecta. *J Bone Joint Surg Br*, 1965;47: 23-31.