



# Doğuştan çarpık ayak – Ponseti sonrası gelişmeler

## Congenital clubfoot – advances after Ponseti

Murat Oto

Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Denizli

PEV tedavisi, Ponseti metodunun bilinir hale gelmesiyle birlikte, son 15–20 yıldır radikal olarak değişmiştir. Ponseti; alçılama, breys kullanımı ve relapsın tedavisi için tibialis anterior tendon transferini 1963 yılında tanımlamış<sup>[1]</sup> ve daha ayrıntılı açıklamalarını içeren yazısını 1972’de yayımlamıştır.<sup>[2]</sup> Tekniğin tüm önerileri bugün de geçerliliğini korumakta ve günümüzde bile, Ponseti ve meslektaşları tarafından iyi-mükemmel uzun dönem sonuçlar rapor edilmektedir.<sup>[3-6]</sup> 2011 yılında yapılan bir derlemede, Ponseti yönteminin mevcut yöntemler içinde en başarılı tedavi rejimi olduğu ve ilk düzeltme hızının %90'lara ulaştığı rapor edilmiştir.<sup>[20]</sup>

**Anahtar sözcükler:** PEV; perkutan aşılotomi; tendon transferi; breys

Treatment of congenital clubfoot has changed radically with the introduction of Ponseti method in most of the pediatric orthopedic centers worldwide during the last 15 to 20 years. Ponseti first described his treatment regime including abduction bracing and tibialis anterior tendon transfer for the treatment of relapse in 1963,<sup>[1]</sup> and published a further detailed description in 1972.<sup>[2]</sup> All recommendations of Ponseti and his colleagues are still valid today and only minor adjustments have been made over the decades. The superior results of his method were reported by Ponseti and his colleagues in various long-term studies.<sup>[3-6]</sup> According to a review performed in 2011, there is clear evidence that the Ponseti method is the most successful treatment regime available for congenital clubfoot, and reported an initial correction rate of around 90% in most treatments.<sup>[7]</sup>

**Key words:** CTEV; percutaneous achilotomy; tendon transfer; brace

### ETİYOLOJİ VE RİSKLER

Hastalığın patofizyolojisine bakıldığında, genetik çalışmaların gün geçtikçe arttığını görmekteyiz. 2012 yılında Dobbs’un yaptığı genetik çalışmada, PEV’in poligenetik model içeren heterojen bir bozukluk olduğu belirtilmiştir. Gelişim yoluna bakıldığında, *PITX1-TBX4* geçiş yolunun etkilendiğinin ve bu genlerin arka ayak tomurcuğu gelişimindeki önemini altını çizmiştir.<sup>[8]</sup>

Risk faktörlerine yönelik 2015 yılında yayımlanan başka bir çalışmada, ‘anne’ye ait sigara, kahve ve alkol kullanımının PEV gelişimine katkısı irdelenmiştir. Gebelik öncesi sigara içen ve gebelik esnasında da içmeye devam eden (özellikle ilk üç ayda) annelerin, bebeklerinde PEV riskini iki kat arttırdığı gösterilmiştir. Aşırı düzeyde olmadığı sürece, kahve ve alkol kullanımının risk oranına katkıda bulunmadığı rapor edilmiştir.<sup>[9]</sup>

Gelişimsel kalça displazisinin (GKD), PEV ile birlikte sık gözüktüğüne ait genel kanı ile ilgili, 2014 yılında yapılmış 21 yıllık ileriye dönük gözlemsel çalışmada ise, PEV ve GKD arasındaki korelasyon incelenmiş ve sonuç olarak GKD hastalarında PEV’in bir risk faktörü olarak görülmediği öne sürülmüştür.<sup>[10]</sup>

### MANİPÜLASYON VE ALÇI

Ponseti, manipülasyon ve alçının nasıl yapılacağını kendi yazılarında çok ayrıntılı bir şekilde tanımlamış<sup>[1,2]</sup> ve 1997 yılındaki yazısında, meslektaşları tarafından yapılan ortak hataları ortaya koyduğu makalesini yayımlamıştır.<sup>[11]</sup> 2006’daki yazısında, alçının ince bir pamuk üzerine iyi bir şekilde *fold* edilerek yapılması gerektiğini tekrar hatırlatmış ve alçının kaymasının, mevcut deformitenin komplike hale gelmesindeki en önemli neden olduğunu vurgulamıştır.<sup>[12]</sup> 2007 yılında, yine Ponseti’nin

kliniğinden Morcuende, alçı aşamasında sık yapılan bir hata olan, alçının bir gece öncesinden çıkarılması ile ilgili yazısında, yeni alçı yapılmadan hemen önce alçının çıkarılmasının gerekliliği üzerinde durmuş ve bir gece önceden çıkartılan alçılmalarda, düzeltme için gereken sürenin ve alçı sayısının arttığını belirtmiştir.<sup>[13]</sup>

Ponseti protokolüne göre, alçı değişimi haftada bir alçılama şeklinde tanımlansa da, Morcuende, 2005 yılındaki çalışmasında, beş günde bir yapılan alçılama ile de benzer sonuçlar elde ettiğini bildirmiştir.<sup>[5]</sup> Başka bir çalışmada ise, alçı değişiminin haftada üç kez yapıldığı ve haftada bir alçı değişimi yapılan grupla benzer sonuçlar elde edildiği yayımlanmıştır.<sup>[14]</sup> 2015 yılının başlarında yayımlanan başka bir çalışmada, 41 çocuğun 66 ayağında, haftada iki kez alçı yapılan 33 ayak ile ponseti protokolü uygulanan 33 ayak karşılaştırılmış ve hızlandırılmış tedavinin ilk düzeltme aşamasını hızlandırdığı ve en az klasik protokol kadar etkin olduğu bildirilmiştir.<sup>[15]</sup> Pirani, bu konuda yaptığı manyetik rezonans (MR) görüntüleme çalışmasında, sık alçı değişiminin bu yaş grubundaki hızlı büyümeye adaptasyonu zorlaştıracağını bildirmiş ve yukarıdaki görüşe karşı fikir beyan etmiştir.<sup>[16]</sup>

Manipülasyon ve alçı tekniğine ait tamamıyla farklı bir öneri getiren, 2008 yılında JBJS Br'de (*The Journal of Bone & Joint Surgery [British Volume]*) yayımlanmış bir çalışmada, 51 bebeğin 80 ayağında alçılama tekniği, diz altı *softcast* alçı kullanılarak modifiye edilmiştir. Ponseti'nin önerdiği şekilde manipülasyon yapılmış, tedavi doğumdan hemen sonra başlamış ve her alçılama Pirani skoru not alınmıştır. Gerekli olduğu takdirde perkütan Aşil tenotomisi yapılmış ve sonrasında, çocuğun ayağı Denis Brown abduksiyon botlarına sığınca kadar alçıya devam edilmiştir. Bu yöntemde, Ponseti'den farklı olarak, ayak bileği ve talusun rotasyonunu engellemeyi iyi oturtulmuş (*molded*) bir kısa bacak alçı ile de mümkün olacağını düşündüklerini ve kendi serilerinde sadece bir hastada alçı kayması problemi ile karşılaştıklarını bildirmişlerdir. Ponseti'nin uzun bacak alçılama önerisinin; yapılırken uzun sürmesinin, kasık bölgesinde hijyenik problemlere yol açma olasılığı bulunmasının ve çıkartırken alçı motoru ve bıçak gibi keskin aletlere ihtiyaç duyulmasının doğuracağı risklerin, bu yöntemle ortadan kalkacağını rapor etmişlerdir. Yazarlar, sonuçlarının ümit verici olduğunu belirtmişlerdir.<sup>[17]</sup> Bu çalışmaya karşı görüş bildiren, 2013 yılına ait başka bir ileriye dönük randomize çalışmada, diz üstü ve diz altı alçılama yöntemleri karşılaştırılmış ve diz altı alçılamanın kabul edilemez ölçüde tedavi süresini uzattığı ve yüksek başarısızlık oranı olduğu bildirilmiştir.<sup>[18]</sup>

Alves, alçılmaya başlama yaşının önemini sorguladığı çalışmasında, hastalarını altı aydan önce ve altı

aydan sonra tedaviye başlayanlar olarak iki gruba ayırmış ve yaygın kanının aksine yapılan alçı sayısında, başlangıç aşamasında oluşan düzeltme, rekürrens hızı ve tibialis anterior transferine ihtiyaç gibi hiçbir ana parametrede bir fark olmadığını bildirmiştir.<sup>[19]</sup> 2010 yılında yapılan bir çalışmada, başlamanın, ilk dört hafta sonrasına ve ayak büyüklüğünün en az 8 cm oluncaya kadar ertelenmesi gerektiği önerilmiştir.<sup>[20]</sup> Ancak, bu konudaki genel kabul görmüş yaklaşımın, alçılmaya ilk bir ay içinde başlanması olduğuna dair literatür çoğunluktadır.<sup>[21]</sup> Esas olan, çocuğun, özellikle de pre-matür bebeklerin stabil hale gelmesi ve ailenin çocuğu düzenli olarak haftalık kontrollere getirebilmesidir.<sup>[21]</sup>

Tedavinin ilerlemesi ile ilgili monitorizasyonda ve perkütan aşılotominin zamanlamasının tayininde, ayağın ilk geldiği zaman ve takiplerinde, Pirani skorlanmasının kullanılmasının gözlemciler arası güvenilirliğinin çok yüksek olduğunu gösteren pek çok çalışma vardır.<sup>[22-24]</sup> Her ne kadar bir çalışmada, düzeltme için ihtiyaç duyulan alçı sayısı ve başlangıçtaki Pirani skoru arasında düşük korelasyon gösterilse de,<sup>[25]</sup> çalışmaların çoğunda, başlangıç Pirani skorları ile hastalığın şiddeti ve sonuçları arasında belirgin bir korelasyon mevcuttur.<sup>[26,27]</sup> Tenotominin zamanlamasının tayininde radyografinin yerini sorgulayan 2014 yılına ait bir çalışmada, yazarlar, tenotomi öncesi çekilen ayak grafilerinin rekürrens ile ilişkisini araştırmışlar ve dorsifleksiyon grafisinin (ayak dorsifleksiyona zorlanmış şekilde çekilen yan grafi) rekürrens riskinin artışı ile doğru orantılı olduğunu tespit etmişlerdir. Tenotomi öncesi Ponseti yöntemi ile tedavi edilmiş ve 15°'nin üstünde dorsifleksiyona sahip olan ayaklarda rekürrens görülmezken, dorsifleksiyonu 15°'nin altındaki ayaklarda nüks gözlemlendiğini rapor etmişlerdir.<sup>[28]</sup>

## PERKÜTAN AŞİL TENOTOMİSİ (PAT)

PAT, Ponseti metodunun ana komponentlerinden biri olup, Ponseti'nin ilk çalışmasında da tedavinin tamamlanmasında PAT'ın %79 gibi büyük bir oranda önemi olduğu vurgulanmıştır.<sup>[1]</sup> Ponseti, PAT'ı lokal anestezi altında yapmayı önermiştir.<sup>[3]</sup> Benzer şekilde başka bir çalışmada, PAT'ın poliklinik şartlarında yapılmasının etkili ve güvenli olduğu bildirilmiştir.<sup>[29]</sup> Bu hasta grubundaki tenotomiler, ortalama 9,5 haftalık çocuklara yapılmış ve yazarlar, poliklinik şartlarında yapılan tenotomilerin tam yapılmasının önemini vurgulamışlardır. Bor ve arkadaşları, 2007 yılında yaptıkları çalışmalarında, genel anestezi yerine hafif sedasyon verilmesini önermişler, lokal anestezinin, yenidoğandan süt çocuğuna geçiş döneminde çocuğu sakinleştirmekte yetersiz olduğunu rapor etmişlerdir.<sup>[30]</sup> Başka bir çalışmada, havayolu için bir enstrüman kullanılmaksızın, propofol ile sedasyon yapmanın yeterli olacağını vurgulamışlardır.

[31] 2009 yılında literatüre giren başka bir çalışmada, 89 hastanın 182 ayağına genel anestezi altında tenotomi yapılmış ve anesteziye ait hiçbir komplikasyon gelişmediği bildirilmiştir.[32] Aynı çalışmanın ayrıntılarına bakıldığında, Parada ve arkadaşlarının, genel anestezi verdikleri hastalar için ameliyat sonrası en az dört saat monitorizasyon ve yakın takip önerdiklerini görmekteyiz.[32] 2014 yılında, 32 bebeğin 56 ayağının incelendiği literatüre tamamiyle yeni bir yaklaşım öneren başka bir çalışmada, hastaları manipülasyon ve dizüstü breys kullanılarak tedavi yoluna gidilmiş, alçı ve tenotomi basamakları ekarte edilmiş ve ortalama dört ayda ayakların düzeldiği ve hiçbir hastanın aşılotomiye ihtiyaç duymadığı vurgulanmıştır.[33]

Ponseti metodundaki kritik basamaklardan birisi de, tenotominin zamanlamasıdır. Ponseti, ayak en az 60° abduksiyona ulaştığında ve dorsifleksiyonun 15–20°nin altında olduğu durumlarda tenotomi önermiştir. Abduksiyonun 60°nin altında olması, subtalar dizilimin sağlanmasını engeller ve topuğun varusu - ayağın supinasyonu düzeltilmeden yapılan aşılotomi, 'rocker bottom' ayak deformitesini oluşturur. 2007 yılında Radler ve arkadaşlarının yaptığı radyolojik çalışmada, subtalar derotasyonun göstergeleri olan talokalkaneal açının (ön-arka/yan grafilerde) tenotomiden etkilenmediği ve bu nedenle, tenotomi yapılmadan önce bu açının düzeltilmesinin esas olduğu vurgulanmıştır.[34] Tenotomi öncesi ayağın yeterli miktarda düzeliş düzelmediğini ölçmenin yollarından biri olan Pirani skorlamasını sorgulayan başka bir çalışmada; MFS (orta ayak skoru)'nin 1'in altında, HFS (arka ayak skoru)'nun 1'in üstünde olduğu durumların tenotomi endikasyonu oluşturacağı bildirilmiştir.[23]

Tenotominin tekniğine geldiğimizde; 2015 yılında basılmış bir çalışmada, Aşil tendonunun kesilmesi esnasında tendonun tamamının kesilememesinin veya 'pop' sesinin duyulamamasının, eğer hastada 10–20° arası dorsifleksiyona ulaşıldıysa nihai sonuca etki etmediği gösterilmiştir.[35]

Tekniğe ait ayrıntıların, daha çok tenotomi komplikasyonlarını ortaya koyan çalışmalarda tanımlandığını görüyoruz.[36,37] Dobbs, çalışmasında, 200 ayağın dördünde peroneal damarlara bağlı olduğunu düşündüğü ciddi kanama yaşadığını ifade etmiş;[36] Burghardt ise, sekiz haftalık bir bebekte tenotomi sonrası psödoanevrizma geliştiğini rapor etmiştir.[37] Nörovasküler yapıların açık eksplorasyonu, arterin bağlanması ve primer sinir tamiri gerektirecek kadar majör yaralanmaların olduğunu ifade eden başka bir çalışma da mevcuttur.[38]

Pek çok çalışmada, tenotomi sonrası iyileşme fazlasını incelenmiş ve üç hafta içinde tendon devamlılığının

sağlandığı gösterilmiştir.[39–41] Bacak kaslarındaki atrofinin primer nedeninin fetal dönem olduğu, tedavinin basamakları olan alçı veya tenotominin öncesinde de bunun var olduğuna başka bir çalışmada değinilmiştir.[42]

## BREYSLEME

Ponseti, ilk yazısında, ayak abduksiyon ortezini üç ay hiç çıkarmadan taktığını ve sonrasında ortalama 21 ay daha kullandığını ve bu olgularda %56 rekürrens bulduğunu bildirmiştir.[1] Bu yüksek oran nedeniyle, ikinci yazısında bu süreyi 5–6 yaşa kadar uzattığını ve daha az rekürrens gördüğünü belirtmiştir.[2] İlk düzeltme aşamasından (açılama ve tenotomi) sonra, düzeltmenin korunması aşamasının kritik faktörü olan breysleme aşamasında en büyük risk faktörü, ailenin eğitim düzeyi ve tedaviye uyum yeteneğidir.[43] Uzun dönem sonucu belirleyen en önemli faktörlerden birinin abduksiyon ortezi kullanımı olduğu gerçeği, ortez çeşitleri ve kullanım süresi ile ilgili pek çok çalışma yapılmasına neden olmuştur. Çocuğun tedaviye uyumunu sağlamak için farklı cihazlar geliştirilmiştir. Ayakkabılar arasında, esnek bara sahip ilk esnek (*flexible*) breys, Kessler tarafından tanıtılmıştır.[44] Garg ve Porter, Dobbs tarafından tasarlanan dinamik ortezle ilgili sonuçlarını 2009'da yayımlamışlardır. Bu dinamik breysle; artmış uyum, daha az rekürrens, azalmış cilt komplikasyonları ve klasik breyslere göre azalmış cerrahi gereksinimi rapor etmişlerdir.[45] 2010 yılında yapılan başka bir çalışma, breys tedavisine uyumu arttırmaya odaklanmış ve aile eğitimi, aile ile cesaretlendirici görüşmeler, yazılı öneriler vermenin, aile ile güçlü bağ kurmanın breysleme aşamasında uyumu arttırdığını rapor etmiştir.[46]

Geleneksel abduksiyon breysleme yönteminde, bariyer ucuna bağlanmış iki ayakkabı vardır; ancak, hem bazı hekimler hem de aileler, tek taraflı olgularda unilateral breys kullanmanın daha konforlu olacağına dair bir inanış içindedirler. Bu sorunun cevabını sorgulayan çalışmalarda, tek taraflı breys kullanmanın rekürrens riskini arttırdığı[47] ve AFO (ayak - ayak bileği ortezi) kullanmanın da bu riski arttıran bir başka yöntem olduğu gösterilmiştir.[48] Farklı tipte abduksiyon ortezleri tanımlanmış ve bu farklı, yeni ve pahalı breyslerin kullanım kolaylığı sağladığı, ancak klinik olarak daha iyi sonuçlar ortaya koymadığı, çalışmalarda gösterilmiştir.[49,50]

Breysleme aşamasında kullanılan klasik, 'dinamik olmayan' breyslerin kullanımına ait uzun dönem sonuçlar literatürde yerini almışken (1–6), aynı durum farklı biyomekanik özelliklere sahip breysler için söz konusu değildir.

Morcuende, 2012 yılında, hastaya özel breyslemeyi sorguladığı, beş yaşında bir çocuğun eklem yapısını ve kinematikliğini taklit edebilen maket modelinde yapılan ve biyomekanik temellere dayanan çalışmasında, breys kullanıldığında ve istirahatte kas-tendon gerginliğini karşılaştırmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, bu biyomodellemenin etkin olduğunu ve gelecekte hastaya özel breyslerin uyumu arttıracaklarını düşündüğünü ifade etmiştir.<sup>[51]</sup>

Morcuende ve arkadaşları, 2011 yılında yaptıkları çalışmalarında; sözü geçen bütün teknik özelliklerin önemi bir yana, her zaman en önemli parametrenin, breyslemeye uyum aşamasında ailenin bu aşamanın ne kadar önemli olduğu ve doğru kullanımı konusundaki eğitimi olduğunu ifade etmişlerdir.<sup>[52]</sup> Breys kullanımının rotasyonel problemlere yol açma potansiyelinin sorgulandığı başka bir çalışmada, breysin femur ve tibiada torsiyonel bir problem yaratmadığı gösterilmiştir.<sup>[53]</sup>

## PONSETİ METODUNUN SINIRLARI

Ponseti'nin 1963'teki ilk makalesinde, en büyük hastanın altı aylık olduğu ve bu çalışmaya artrogriptomik ve/veya sendromik bebeklerin dahil edilmediği görülmektedir. O zamandan bu yana pek çok çalışma, daha büyük çocukların tedavisini, cerrahi sonrası bozulan ayakların tedavisini ve sendromlu çocukların PEV'ini incelemiştir.

Bor ve arkadaşları, alçı sonrası bozulmuş veya başvuru zamanı üç aydan büyük 36 ayağa ait çalışmalarında, açık cerrahi gereksinimi olmadan %97 başarı bildirmişlerdir.<sup>[54]</sup> Lourenço ve Morcuende, ihmal edilmiş 24 ayağı içeren çalışmalarında (ortalama yaş, 3,9), olguların %67'sinde iyi düzelme rapor etmişlerdir.<sup>[55]</sup> Benzer şekilde cesaretlendirici sonuçlar, Spiegel ve arkadaşları tarafından 260 ayağın incelendiği çalışmada da bildirilmiştir. Bu çalışmada, 1–6 yaş arası başvuran hastaların Ponseti metodu ile tedavisinin sonuçları irdelenmiştir. Hastaların %79'unda, tam düzelme için PAT'ın yeterli, %14'ünde ise açık cerrahi ihtiyacı olduğunu; sonuç olarak da, ilk düzeltmenin (plantigrad ayak) altı yaşına kadar olan çocuklarda büyük oranda yeterli ve başarılı olduğunu rapor etmişlerdir.<sup>[56]</sup>

Ek olarak, daha ileri yaş veya ihmal edilmiş PEV hastalarında ve posteromediyal gevşetme yapılmış hastalarda, Ponseti protokolü uygulanarak, %86 hastada (71/83) plantigrad ve tam düzelmiş ayak elde edilmiştir.<sup>[57]</sup> Morcuende'nin kendi kliniğindeki artrogriptomik ayaklarda yapılan Ponseti tedavisi sonucunda, %16 hastada ilk düzelme sonrası açık cerrahiye giden relaps gözlenmiştir.<sup>[58]</sup>

Miyelomeningosel tanısı olan PEV'lerle yapılan bir çalışmada, yedi ay sonrası relaps oranı %68 olarak gösterilmiş,<sup>[59]</sup> 2012 yılında yapılmış ileriye dönük başka bir çalışmada, idiyopatik olmayan ayakların Ponseti ile tedavisi sonrası %44 nüks görülmüş, ancak yazının sonuç bölümüne bakıldığında, bu orana rağmen tüm idiyopatik olmayan ayaklarda Ponseti yönteminin kullanılması önerilmiştir.<sup>[60]</sup>

## SONUÇ

Her ne kadar, etiyojiden bağımsız olarak, tedavi metodları hastaların pek çoğunda etkinlik gösterse de, etiyojisi hakkında bilgilerimizin artması, prognozu, eşlik eden anomalilere ait riskleri ve tedaviye cevabı etkileyecektir. Patofizyoloji-genetik ile relaps arasında korelasyon kurulabilirse, kişiye özel-etiyolojiye yönelik tedavi, breys giyme süresini azaltacaktır. Tedavinin esas amacının, tam fonksiyonel ve ağrısız bir ayak olduğunu unutmamak ve buna ulaşmak için gerekirse farklı yaklaşımların (Ponseti ve Fransız metodu) kombinasyonunu kullanmaya yetecek düzeyde bilgili ve tecrübeli olmak gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Ponseti IV, Smoley EN. The classic: Congenital club foot: the results of treatment. Clin Orthop Relat Res 2009;467(5):1133–45. [CrossRef](#)
2. Ponseti IV, Campos J. Observations on pathogenesis and treatment of congenital club foot. Clin Orthop Relat Res 1972;84:50–60.
3. Laaveg SJ, Ponseti IV. Long-term results of treatment of congenital club foot. J Bone Joint Surg Am 1980;62(1):23–31.
4. Cooper DM, Dietz FR. Treatment of idiopathic club foot. A thirty-year follow-up note. J Bone Joint Surg Am 1995;77(10):1477–89.
5. Morcuende JA, Abbasi D, Dolan LA, Ponseti IV. Results of an accelerated Ponseti protocol for clubfoot. J Pediatr Orthop 2005;25(5):623–6.
6. Morcuende JA, Dolan LA, Dietz FR, Ponseti IV. Radical reduction in the rate of extensive corrective surgery for club foot using the Ponseti method. Pediatrics 2004;113(2):376–80.
7. Jowett CR, Morcuende JA, Ramachandran M. Management of congenital talipes equinovarus using the Ponseti method: a systematic review. J Bone Joint Surg Br 2011;93(9):1160–4. [CrossRef](#)
8. Dobbs MB, Gurnett CA. Genetics of clubfoot. J Pediatr Orthop B 2012;21(1):7–9. [CrossRef](#)
9. Werler MM, Yazdy MM, Kasser JR, Mahan ST, Meyer RE, Anderka M, Druschel CM, Mitchell AA. Maternal cigarette, alcohol, and coffee consumption in relation to risk of clubfoot. Paediatr Perinat Epidemiol 2015;29(1):3–10. doi: 10.1111/ppe.12163
10. Paton RW, Choudry QA, Jugdey R, Hughes S. Is congenital talipes equinovarus a risk factor for pathological dysplasia of the hip?: a 21-year prospective, longitudinal observational study. Bone Joint J 2014;96-B(11):1553–5. [CrossRef](#)

11. Ponseti IV. Common errors in the treatment of congenital clubfoot. *Int Orthop* 1997;21(2):137-41.
12. Ponseti IV, Zhivkov M, Davis N, Sinclair M, Dobbs MB, Morcuende JA. Treatment of the complex idiopathic clubfoot. *Clin Orthop Relat Res* 2006;451:171-6.
13. Terrazas-Lafargue G, Morcuende JA. Effect of cast removal timing in the correction of idiopathic clubfoot by the Ponseti method. *Iowa Orthop J* 2007;27:24-7.
14. Harnett P, Freeman R, Harrison WJ, Brown LC, Beckles V. An accelerated Ponseti versus the standard Ponseti method: a prospective randomised controlled trial. *J Bone Joint Surg Br* 2011;93(3):404-8. [CrossRef](#)
15. Elgohary HS, Abulsaad M. Traditional and accelerated Ponseti technique: a comparative study. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2015;25(5):949-53. [CrossRef](#)
16. Pirani S, Zeznik L, Hodges D. Magnetic resonance imaging study of the congenital clubfoot treated with the Ponseti method. *J Pediatr Orthop* 2001;21(6):719-26.
17. Brewster MB, Gupta M, Pattison GT, Dunn-van der Ploeg ID. Ponseti Casting: a new soft option. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90(11):1512-5. [CrossRef](#)
18. Maripuri SN, Gallacher PD, Bridgens J, Kuiper JH, Kiely NT. Ponseti casting for club foot -above- or below-knee?: A prospective randomised clinical trial. *Bone Joint J* 2013;95-B(11):1570-4. [CrossRef](#)
19. Alves C, Escalda C, Fernandes P, Tavares D, Neves MC. Ponseti method: does age at the beginning of treatment make a difference? *Clin Orthop Relat Res* 2009;467(5):1271-7. [CrossRef](#)
20. İltar S, Uysal M, Alemardoğlu KB, Aydoğan NH, Kara T, Atlıhan D. Treatment of clubfoot with the Ponseti method: should we begin casting in the newborn period or later? *J Foot Ankle Surg* 2010;49(5):426-31. [CrossRef](#)
21. Böhm S, Sinclair M. Report of the 1st European consensus meeting on Ponseti clubfoot treatment. *J Child Orthop* 2013;7(3):251-4. [CrossRef](#)
22. Flynn JM, Donohoe M, Mackenzie WG. An independent assessment of two clubfoot-classification systems. *J Pediatr Orthop* 1998;18(3):323-7.
23. Shaheen S, Jaiballa H, Pirani S. Interobserver reliability in Pirani clubfoot severity scoring between a paediatric orthopaedic surgeon and a physiotherapy assistant. *J Pediatr Orthop B* 2012;21(4):366-8. [CrossRef](#)
24. Dyer PJ, Davis N. The role of the Pirani scoring system in the management of club foot by the Ponseti method. *J Bone Joint Surg Br* 2006;88(8):1082-4.
25. Chu A, Labar AS, Sala DA, van Bosse HJ, Lehman WB. Club foot classification: correlation with Ponseti cast treatment. *J Pediatr Orthop* 2010;30(7):695-9. [CrossRef](#)
26. Zhang W, Richards BS, Faulks ST, Karol LA, Rathjen KA, Browne RH. Initial severity rating of idiopathic clubfoot is an outcome predictor at age two years. *J Pediatr Orthop B* 2012;21(1):16-9. [CrossRef](#)
27. Goriainov V, Judd J, Uglow M. Does the Pirani score predict relapse in clubfoot? *J Child Orthop* 2010;4(5):439-44. [CrossRef](#)
28. O'Halloran CP, Halanski MA, Nemeth BA, Zimmermann CC, Noonan KJ. Can Radiographs Predict Outcome in Patients With Idiopathic Clubfeet Treated With the Ponseti Method? *J Pediatr Orthop* 2014. [Epub ahead of print]
29. Lebel E, Karasik M, Bernstein-Weyl M, Mishukov Y, Peyser A. Achilles tenotomy as an office procedure: safety and efficacy as part of the Ponseti serial casting protocol for clubfoot. *J Pediatr Orthop* 2012;32(4):412-5. [CrossRef](#)
30. Bor N, Katz Y, Vofsi O, Herzenberg JE, Zuckerberg AL. Sedation protocols for Ponseti clubfoot Achilles tenotomy. *J Child Orthop* 2007;1(6):333-5. [CrossRef](#)
31. Iravani M, Chalabi J, Kim R, Ebramzadeh E, Zions LE. Propofol sedation for infants with idiopathic clubfoot undergoing percutaneous tendoachilles tenotomy. *J Pediatr Orthop* 2013;33(1):59-62. [CrossRef](#)
32. Parada SA, Baird GO, Auffant RA, Tompkins BJ, Caskey PM. Safety of percutaneous tendoachilles tenotomy performed under general anesthesia on infants with idiopathic clubfoot. *J Pediatr Orthop* 2009;29(8):916-9. [CrossRef](#)
33. Su Y, Nan G. Manipulation and brace fixing for the treatment of congenital clubfoot in newborns and infants. *BMC Musculoskelet Disord* 2014;15:363. [CrossRef](#)
34. Radler C, Manner HM, Suda R, Burghardt R, Herzenberg JE, Ganger R, Grill F. Radiographic evaluation of idiopathic clubfeet undergoing Ponseti treatment. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(6):1177-83.
35. Karami M, Dehghan P, Moshiri F, Shamami MS. Effect of unintentional partial Achilles tenotomy on Ponseti clubfoot management outcomes. *J Pediatr Orthop B* 2015;24(1):1-5. [CrossRef](#)
36. Dobbs MB, Gordon JE, Walton T, Schoenecker PL. Bleeding complications following percutaneous tendoachilles tenotomy in the treatment of clubfoot deformity. *J Pediatr Orthop* 2004;24(4):353-7.
37. Burghardt RD, Herzenberg JE, Ranade A. Pseudoaneurysm after Ponseti percutaneous Achilles tenotomy: a case report. *J Pediatr Orthop* 2008;28(3):366-9. [CrossRef](#)
38. Changulani M, Garg NK, Rajagopal TS, Bass A, Nayagam SN, Sampath J, Bruce CE. Treatment of idiopathic club foot using the Ponseti method. Initial experience. *J Bone Joint Surg Br* 2006;88(10):1385-7.
39. Barker SL, Lavy CB. Correlation of clinical and ultrasonographic findings after Achilles tenotomy in idiopathic club foot. *J Bone Joint Surg Br* 2006;88(3):377-9.
40. Maranhão DA, Nogueira-Barbosa MH, Simão MN, Volpon JB. Ultrasonographic evaluation of Achilles tendon repair after percutaneous sectioning for the correction of congenital clubfoot residual equinus. *J Pediatr Orthop* 2009;29(7):804-10. [CrossRef](#)
41. Mangat KS, Kanwar R, Johnson K, Korah G, Prem H. Ultrasonographic phases in gap healing following Ponseti-type Achilles tenotomy. *J Bone Joint Surg Am* 2010;92(6):1462-7. [CrossRef](#)
42. Ippolito E, De Maio F, Mancini F, Bellini D, Orefice A. Leg muscle atrophy in idiopathic congenital clubfoot: is it primitive or acquired? *J Child Orthop* 2009;3(3):171-8. [CrossRef](#)
43. Dobbs MB, Rudzki JR, Purcell DB, Walton T, Porter KR, Gurnett CA. Factors predictive of outcome after use of the Ponseti method for the treatment of idiopathic clubfeet. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A(1):22-7.
44. Kessler JI. A new flexible brace used in the Ponseti treatment of talipes equinovarus. *J Pediatr Orthop B* 2008;17(5):247-50. [CrossRef](#)
45. Garg S, Porter K. Improved bracing compliance in children with clubfeet using a dynamic orthosis. *J Child Orthop* 2009;3(4):271-6. [CrossRef](#)
46. Zions LE, Dietz FR. Bracing following correction of idiopathic clubfoot using the Ponseti method. *J Am Acad Orthop Surg* 2010;18(8):486-93.

47. George HL, Unnikrishnan PN, Garg NK, Sampath J, Bruce CE. Unilateral foot abduction orthosis: is it a substitute for Denis Browne boots following Ponseti technique? *J Pediatr Orthop B* 2011;20(1):22–25. [CrossRef](#)
48. Janicki JA, Wright JG, Weir S, Narayanan UG. A comparison of ankle foot orthoses with foot abduction orthoses to prevent recurrence following correction of idiopathic clubfoot by the Ponseti method. *J Bone Joint Surg Br* 2011;93(5):700–4. [CrossRef](#)
49. Hemo Y, Segev E, Yavor A, Ovadia D, Wientroub S, Hayek S. The influence of brace type on the success rate of the Ponseti treatment protocol for idiopathic clubfoot. *J Child Orthop* 2011;5(2):115–9. [CrossRef](#)
50. Zionts LE, Frost N, Kim R, Ebramzadeh E, Sangiorgio SN. Treatment of idiopathic clubfoot: experience with the Mitchell-Ponseti brace. *J Pediatr Orthop* 2012;32(7):706–13. [CrossRef](#)
51. Dimeo AJ Sr, Lalush DS, Grant E, Morcuende JA. Development of a surrogate biomodel for the investigation of clubfoot bracing. *J Pediatr Orthop* 2012;32(7):e47–52. [CrossRef](#)
52. Paulsen-Miller M, Dolan LA, Stineman A, Morcuende JA. Understanding the educational needs for parents of children with clubfoot. *Orthop Nurs* 2011;30(4):273–8; quiz 279–80. [CrossRef](#)
53. Boehm S, Sinclair M. Foot abduction brace in the Ponseti method for idiopathic clubfoot deformity: torsional deformities and compliance. *J Pediatr Orthop* 2007;27(6):712–6.
54. Bor N, Herzenberg JE, Frick SL. Ponseti management of clubfoot in older infants. *Clin Orthop Relat Res* 2006;444:224–8.
55. Lourenço AF, Morcuende JA. Correction of neglected idiopathic club foot by the Ponseti method. *J Bone Joint Surg Br* 2007;89(3):378–81.
56. Spiegel DA, Shrestha OP, Sitoula P, Rajbhandary T, Bijukachhe B, Banskota AK. Ponseti method for untreated idiopathic clubfeet in Nepalese patients from 1 to 6 years of age. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467(5):1164–70. [CrossRef](#)
57. Nogueira MP, Ey Batlle AM, Alves CG. Is it possible to treat recurrent clubfoot with the Ponseti technique after posteromedial release?: a preliminary study. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467(5):1298–305. [CrossRef](#)
58. Morcuende JA, Dobbs MB, Frick SL. Results of the Ponseti method in patients with clubfoot associated with arthrogyposis. *Iowa Orthop J* 2008;28:22–6.
59. Gerlach DJ, Gurnett CA, Limpaphayom N, Alaei F, Zhang Z, Porter K, Kirchofer M, Smyth MD, Dobbs MB. Early results of the Ponseti method for the treatment of clubfoot associated with myelomeningocele. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91(6):1350–9. [CrossRef](#)
60. Moroney PJ, Noël J, Fogarty EE, Kelly PM. A single-center prospective evaluation of the Ponseti method in nonidiopathic congenital talipes equinovarus. *J Pediatr Orthop* 2012;32(6):636–40. [CrossRef](#)