



Pé torto congênito – O método Ponseti é a solução definitiva?*

Congenital Clubfoot – Is the Ponseti Method the Definitive Solution?

Felippi Guizardi Cordeiro¹ Rodrigo Sousa Macedo¹ Bruno Sérgio Ferreira Massa¹
Patricia Moreno Grangeiro¹ Alexandre Leme Godoy-Santos¹ Túlio Diniz Fernandes¹

¹Instituto de Ortopedia e Traumatologia, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

Rev Bras Ortop 2021;56(6):683–688.

Endereço para correspondência Rodrigo Sousa Macedo, MD, Instituto de Ortopedia e Traumatologia, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Rua Ovídio Pires de Campos, 333, Cerqueira César, São Paulo, SP, 05403-010, Brasil (e-mail: rodrigo_macedo@live.com).

Resumo

Palavras-chave

- ▶ deformidades do pé
- ▶ pé torto/terapia
- ▶ anormalidades congênicas
- ▶ tratamento

Abstract

Keywords

- ▶ foot deformities
- ▶ talipes/therapy
- ▶ congenital abnormalities
- ▶ treatment

O pé torto congênito é uma das deformidades mais comuns ao nascimento. A inadequação ou ausência do tratamento provoca sérias limitações aos portadores desta condição. O tratamento inicial pelo método Ponseti garante resultados funcionais superiores a outras modalidades de tratamento propostas anteriormente, porém as recidivas e os pés negligenciados ainda são um desafio na atualidade. O entendimento da fisiopatologia da doença, da anatomia e biomecânica local e uma minuciosa avaliação clínica e radiológica dos pacientes são imprescindíveis para entendermos o limite do método e escolhermos o melhor tratamento.

Congenital clubfoot is one of the most common deformities at birth. The inadequacy or absence of treatment causes serious limitations for people with this condition. The initial treatment using the Ponseti method ensures functional results superior to other treatment modalities previously proposed. However, recurrences and neglected feet are still a challenge today. An understanding of the pathophysiology of the disease, as well as of the anatomy and local biomechanics and a thorough clinical and radiological evaluation of patients are essential to understanding the limits of the method and choosing the best treatment.

Introdução

O pé torto congênito (PTC) é uma das deformidades musculoesqueléticas mais comuns ao nascimento, afetando ~ 1 a 2

por 1.000 nascidos vivos.¹ O PTC é caracterizado por uma deformidade tridimensional do pé, na qual quatro elementos estão presentes: cavo, aduto do antepé, varo do retopé e equino. A presença das quatro deformidades não redutíveis ao exame clínico no recém-nascido, sem outras comorbidades, definem o diagnóstico de PTC idiopático.

* O presente trabalho foi desenvolvido no Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

recebido
29 de Julho de 2020
aceito
23 de Abril de 2021

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0041-1735833>.
ISSN 0102-3616.

© 2021. Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. All rights reserved.

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

O método desenvolvido por Ignácio Ponseti é amplamente reconhecido como padrão ouro para o tratamento desta patologia, consistindo em manipulações seriadas e aplicação de gessos em trocas semanais, no intuito de alongar as estruturas posteromediais contraturadas e restabelecer as relações anatômicas entre os ossos. Em seguida, na maior parte das vezes, é necessária uma tenotomia percutânea do tendão calcâneo para correção do equino do retropé. Segue-se então um período de manutenção da correção com o uso de órtese de abdução dos pés para evitar recorrência das deformidades.²

Quando aplicado precocemente, realizado por profissionais treinados e observando-se a metodologia adequada, o método resulta na correção da deformidade na maioria dos casos. É importante destacar que o tratamento vai além da fase de gesso e exige diversos cuidados para se garantir bons resultados. O sucesso final do tratamento é baseado não somente no conhecimento e em uma técnica médica apurada, mas também na orientação efetiva para os pais e monitoramento da aderência à órtese, que tem sido a principal responsável para a manutenção da correção obtida na fase de gesso.³

O protocolo de uso da órtese de abdução é de 23 horas por dia até 3 meses após a retirada do último gesso confeccionado no ato da tenotomia e 14 horas até os 4 anos de idade. Tal protocolo é baseado nos estudos de Ponseti, que mostrou que o risco de recorrência é maior nos primeiros 5 anos de vida.⁴ Ponseti relata que nos primeiros 20 anos da sua prática, quando ainda não havia uma conscientização dos pais sobre o uso da órtese até os 3 ou 4 anos de idade, em metade dos casos ocorria a recidiva, em média, por volta dos 2 anos e meio de idade.⁴

A não adesão ao uso da órtese, seja devido a problemas familiares, socioeconômicos, ou ao próprio desconhecimento do protocolo, é o principal fator associado à recidiva do PTC.⁵ Segundo Ponseti, a utilização da órtese favorece o contínuo alongamento e evita que a formação de uma nova fibrose nos ligamentos e tendões ao redor do aspecto medial do pé e tornozelo levem ao retorno da deformidade. Ainda assim, a não aderência à órtese não explica todos os casos de recidiva que ocorrem e, por isso, vários estudos têm sido publicados com a intenção de identificar fatores que podem indicar uma maior chance de retorno das deformidades.

Estudos neurológicos, radiológicos,^{6,7} eletromiográficos e de histologia⁸ encontraram altas taxas de alterações neurais e miopáticas, incluindo um aumento nas fibras musculares do tipo I, degeneração gordurosa e fibrose.⁸ Gelfer et al.⁹ descobriram que a recidiva ocorreu em 16% das crianças com pé torto idiopático e mostraram que a diminuição da atividade dos músculos eversores (fibular curto, fibular longo e fibular terceiro) é altamente preditiva de recorrência e apresenta maior necessidade de intervenção cirúrgica após 2 anos de acompanhamento. Little et al.¹⁰ sugeriram que a atividade dos músculos eversores deve ser medida e adicionada à avaliação inicial do paciente com a finalidade de propor uma estratégia de prevenção de recidiva. Fatores como a idade na apresentação, o escore de Pirani inicial e

o número de trocas gessadas não foram indicadores significativos de recorrência nem de necessidade de intervenção cirúrgica adicional.

A recorrência continua sendo um desafio ao longo da infância. As recidivas surgem com mais frequência e rapidez durante os primeiros 5 anos de vida, sendo extremamente raras após os 7 anos.⁴ No PTC tratado adequadamente pelo método Ponseti, as taxas de recidiva variam de 26 a 48%.¹¹ Como este problema não se resolve espontaneamente, a detecção precoce e o tratamento imediato dos pés afetados são essenciais. A prevenção da recidiva é um dos grandes desafios durante o tratamento dos pacientes com PTC idiopático tratados inicialmente pelo método.

Uma revisão sistemática recente revela que poucos estudos têm um seguimento dos pacientes além dos 8 anos de idade e que isto possa refletir em uma subnotificação de recidivas em crianças com idade > 8 anos.¹² Neste mesmo estudo, os autores verificaram que o número de cirurgias aumenta conforme aumenta o seguimento.

A Recidiva e o Método Ponseti

O conhecimento da patogênese do pé torto é essencial para a prevenção, o reconhecimento e o entendimento da recidiva. Segundo Ponseti et al.,¹³ as recidivas são causadas pela mesma patologia que iniciou a deformidade e é um erro acreditar que a deformidade recorrente seria aquela não corrigida completamente durante o tratamento. O desenvolvimento da deformidade inicia-se no 2º trimestre da gestação e as alterações musculares e ligamentares continuam acontecendo até o 3º ou 4º ano de vida.

A doença envolve toda a região posterior e medial da perna, o tornozelo e o pé. Há uma leve diminuição no tamanho dos músculos e um excesso de síntese de colágeno com fibrose e retração nos ligamentos tarsais mediais e posteriores, na fáscia profunda, no tendão de Aquiles e no tendão tibial posterior. Em 2012, Ippolito et al.¹⁴ encontraram uma diferença média de volume e comprimento entre os três compartimentos musculares da perna dos pacientes com diagnóstico de PTC unilateral, sendo os músculos do lado do pé torto mais delgados e curtos do que os do lado normal, mostrando acometimento de todo o segmento distal do membro inferior.

Estudos histológicos mostraram alterações fibróticas nos tecidos extraídos de pacientes com PTC. Estudos moleculares revelaram mudanças na quantidade de colágeno tipo I, III, VI e de citocinas pró-fibróticas, tais como fator de crescimento transformador (TGF- β) e fator de crescimento derivado de plaquetas (PDGF). Estes estudos têm confirmado a presença de tecido com fibrose, principalmente no aspecto medial, com foco entre o maléolo medial, o sustentáculo do tálus e o osso navicular. Esta área apresenta uma natureza rígida com hiperprodução de componentes da matriz extracelular.¹⁵

Com o intuito de suprir a carência em relação ao prognóstico, outros possíveis métodos para prever a recidiva vêm sendo testados. Recentemente, uma baixa atividade muscular eversora foi considerada como um parâmetro

significativo de recorrência no PTC. Os músculos eversores do pé, o fibular curto, longo e terceiro, possuem atividade variável em pacientes portadores de PTC. Gelfer et al.⁹ revelaram uma taxa de 16% em crianças com baixa atividade da musculatura eversora. A forma de avaliação seguiu o mesmo padrão da escala de Pirani, na qual 0 indicava atividade normal da musculatura, 0,5 alguma atividade, e 1 ausência de atividade muscular. Em crianças não colaborativas, a força muscular foi testada através de estímulos manuais na região lateral do pé e do tornozelo.

As deformidades que ocorrem em um pé inicialmente tratado podem ser residuais ou recidivas. Embora não seja facilmente identificável quais foram as deformidades que retornaram ao padrão antigo *versus* as que não chegaram a ser corrigidas, a implicação desta diferenciação interfere pouco na indicação do tratamento. No entanto, as causas tardias de recidiva exigem investigação de outros diagnósticos associados, como, por exemplo, as causas neurológicas.

A gravidade da recorrência leva em consideração o tempo, a posição do pé e a rigidez da deformidade. Embora as classificações para a deformidade primária sejam reprodutíveis, as recidivas ainda não têm uma classificação validada, talvez devido à heterogeneidade da apresentação e às combinações diferentes de mau posicionamento dos ossos do pé ou às recidivas de alguns componentes em pés que nunca foram corrigidos completamente. A ordem mais comum da recidiva é o retorno do equino, seguido de varo. Mas isto não é uma regra. O equino pode recidivar em pés com o varo do retropé nunca corrigido anteriormente. Com a marcha, principalmente com equino e varo, instalam-se o aduto e a supinação, esta última também com a contribuição da hiperatividade do tendão tibial anterior. O desbalanço muscular causado pela fraqueza da musculatura eversora do pé faz com que o tendão tibial anterior apresente-se com maior atividade. A falta de força oponente à ação do músculo tibial anterior, associada à sua inserção mais medial e plantar no PTC, favorece o desenvolvimento da supinação dinâmica durante a marcha. A presença da hiperatividade do tendão é um fator importante a ser avaliado na inspeção dinâmica do paciente.

A correta avaliação da deformidade existente é a melhor forma para se estabelecer o plano de tratamento. A avaliação clínica depende da inspeção estática e dinâmica, palpação e manobras especiais. Recentemente, Pierz et al.¹⁶ realizaram um estudo de análise de marcha em paciente com pé torto idiopático recidivados e chegaram à conclusão de que estes pacientes apresentam alterações no padrão da marcha explicados pelo comprometimento da articulação do tornozelo e pelas compensações no joelho, no quadril e na pelve. Neste estudo, pacientes com pé torto unilateral apresentaram diminuição da amplitude de movimento de dorsiflexão e maiores impactos e compensações de marcha associados. Desta forma, o exame instrumentado da marcha tem se mostrado um aliado para a avaliação das alterações dinâmicas durante a marcha da criança com deformidade do pé. Entretanto, sua disponibilidade é baixa na maioria dos

centros de tratamento, tornando-o pouco utilizável no momento.

A avaliação estática com o paciente inicialmente em pé é útil para a detecção da presença do varo (apoio do calcâneo no solo medialmente deslocado em relação à linha média da perna) e também do equino (em caso de não apoiar o calcâneo ou fazer a hiperextensão do joelho). Na inspeção dinâmica da marcha, a posição do apoio em varo do calcâneo é verificada se ocorre conjuntamente com a ação do tibial anterior com supinação dinâmica do antepé. Muitas vezes, ocorre também progressão interna dos pés devido à presença da adução do antepé e também da inversão da subtalar, sendo este o fator mais importante.¹⁷

A podografia ou mesmo a avaliação da sujidade ou dos calos dos pés podem nos dar pistas importantes sobre o local de apoio do pé na marcha. No exame funcional, deve-se verificar a flexão plantar e a dorsiflexão máxima tanto passivamente quanto ativamente. A dorsiflexão ativa pode estar limitada por uma contratatura do tríceps sural e pode revelar a tendência à inversão dos pés, evidenciando a inserção do tibial anterior em uma região mais plantar.

Embora a anamnese e o exame clínico aliados à expectativa do paciente sejam primordiais na tomada da decisão terapêutica, a avaliação radiográfica é um importante aliado neste planejamento. O entendimento completo do alinhamento dos ossos e das articulações das colunas medial e lateral, assim como das relações entre os ossos do retropé, é essencial para avaliar a gravidade do pé torto. A relação tridimensional e o entendimento das deformidades ósseas residuais ou adquiridas podem ser cruciais para a tomada de decisão quanto ao melhor método de tratamento.

Esta investigação é realizada primariamente por radiografias e pode ser complementada com tomografia computadorizada (TC) e ressonância magnética (RM).¹⁸ A série radiográfica deve incluir as incidências anteroposterior dos pés com carga, axial do calcâneo, a incidência de Saltzman e a anteroposterior do tornozelo. A RM pode demonstrar alterações referentes ao acometimento de partes moles e uniões cartilaginosas ou fibrosas entre os ossos. Apesar de muito útil para avaliação de casos com recidivas tardias ou recorrentes, a RM tem a limitação de necessitar de sedação em crianças menores; portanto, seu uso acaba sendo limitado. Estudos recentes consideram que o uso da TC com reconstrução 3D pode determinar e classificar a gravidade do pé torto, assim como avaliar o progresso da intervenção com base na posição relativa dos ossos do tarso.¹⁹ A relação tridimensional e o entendimento das deformidades ósseas residuais ou adquiridas podem ser cruciais para a tomada de decisão quanto ao melhor método de tratamento.

A Escolha do Método de Tratamento: O Limite do Ponseti

A correção pelo método Ponseti se baseia em promover a eversão da articulação subtalar, sendo que a abdução do calcâneo sob o tálus e o bloco do mediopé e antepé acompanham a correção até que o tálus seja recoberto pelo navicular.

A elasticidade do tecido permite a correção e a congruência entre os ossos e é facilitada pela capacidade da cartilagem se remodelar à medida que muda de posição.

A escolha do tratamento do pé torto recidivado depende de diversos fatores, como o método de tratamento anterior e a rigidez da deformidade. O método Ponseti pode ainda ser utilizado para pés resistentes e recidivados.^{3,5,11,20} A opção por este método em uma fase mais tardia vai além da gravidade da deformidade, mas também deve levar em conta características individuais e familiares. O limite do método depende de alterações anatômicas como a presença de alterações degenerativas articulares, de deformidades ósseas e de coalizões tarsais, assim como da tolerância e do desejo do paciente em relação ao tratamento gessado e posterior uso da órtese de abdução dos pés. Nas crianças mais velhas, a correção completa não é mais possível devido às deformações intrínsecas dos ossos, mas o objetivo continua a ser a posição plantígrada funcional e a ausência de dor.

Eidelman et al.²¹ dividiram nosologicamente as recidivas em três grupos:

- Recidiva precoce (de 6 meses a 30 meses)
- Recidiva tardia (entre 30 meses e 8 anos)
- Recidiva em adolescentes (≥ 9 anos)

Esta classificação facilitaria encontrar o principal motivo da recidiva e, desta forma, definir o melhor método de tratamento.

As recidivas precoces acontecem principalmente por falha de adesão à órtese. O primeiro sinal que deve ser observado durante as consultas de acompanhamento é a perda da dorsiflexão. O pé acaba escorregando pela órtese e não se acomodando da maneira correta, o que pode causar feridas ou áreas de hiperpressão.

No grupo de recidivas tardias, as crianças com idade entre 2,5 e 8 anos pararam de usar a órtese ou por recomendação médica ou por perda de acompanhamento. Muitas, porém, apresentam fatores musculares que predispõem ao retorno das deformidades. As recidivas neste grupo variam de supinação dinâmica leve do antepé durante a caminhada até os múltiplos componentes da deformidade do pé torto (cavo, aduto, varo e equino). O grupo classificado como recidiva do adolescente geralmente apresenta deformidade rígida, e com a disseminação do método, as recidivas nesta faixa etária atualmente são menos comuns.

Em todas as recidivas, os princípios de Ponseti podem ser suficientes para restaurar a correção do pé.¹¹ O objetivo do retorno ao gesso é recuperar o ângulo de 60° a 70° de abdução do pé que foi alcançado no tratamento inicial e também obter a dorsiflexão máxima. Novamente, é imperativo instituir um vigoroso programa de órtese para manter a correção alcançada. Nos paciente com recidiva tardia, > 2,5 anos após o tratamento inicial, que apresentam componente de supinação dinâmica do antepé, o tratamento adjuvante através da transferência do tendão tibial anterior para o terceiro cuneiforme deve ser avaliado. Cabe lembrar que este procedimento só terá o sucesso esperado caso as deformidades do pé estejam mais bem corrigidas.²²

A maioria dos autores preconiza que todos os pacientes que apresentam recidivas devem retornar ao tratamento gessado pelo método Ponseti, já que, mesmo que não consigamos correção total da deformidades, podemos melhorar a posição e evitar cirurgias muito extensas.^{3,5,11,20,23} Nestes casos, outros métodos devem ser considerados: liberação aberta, osteotomias, ou distração gradual com fixador externo.²⁴ Muitas vezes, nas deformidades não redutíveis, procedimentos ósseos são necessários para tratar as anormalidades estruturais.

Em um estudo com uma coorte de 33 pacientes com deformidade residual e 55 pacientes com pé torto recidivado, metade dos pacientes foi submetida ao tratamento pelo método Ponseti; um quarto deles também necessitou de adaptação com o protocolo de órtese de abdução dos pés, e um quarto necessitou de cirurgia.²⁰ O método de Ponseti foi efetivo quando as recidivas ou deformidades residuais se apresentavam antes dos 5 anos de idade.

A eversão da subtalar é o objetivo primário a ser alcançado, e esta condição deve ser necessariamente avaliada no caso das recidivas. A ausência do posicionamento adequado do navicular em relação ao tálus na avaliação radiográfica, sem a devida correção do ângulo de Kite, indica que o calcâneo também não foi abduzido embaixo do tálus, então o método está indicado para realizar essa correção.

O tratamento da perda progressiva de dorsiflexão pode ser um desafio. Tenotomias percutâneas repetidas podem tornar o tecido cada vez mais rígido e fibrótico. Procedimentos abertos de alongamento tendinoso, capsulotomia, e até hemiepifisiodesse anterior da tíbia distal²⁵ têm sido descritos e utilizados.

Em alguns pacientes, não é mais possível se obter a rotação da subtalar, seja pela rigidez desta articulação em crianças mais velhas ou pela união entre o tálus e o calcâneo. Neles, a incongruência entre os ossos não permite a liberação peritalar. Também, muitas vezes, o alinhamento do antepé e o médio pé está corrigido e a deformidade está concentrada no retropé. Nestes casos, muitos procedimentos podem ser utilizados para melhora do alinhamento. O entendimento clínico e radiológico das deformidades, por meio da TC com reconstrução triplanar, permite uma avaliação individualizada, sendo essencial para a tomada de decisão.^{18,19}

Procedimentos de liberação de partes moles podem ser associados a procedimentos ósseos para obtenção de um pé plantígrado e funcional. A fasciotomia, associada às liberações das cápsulas plantares das articulações da coluna medial, assim como o alongamento do tendão de Aquiles e flexor dos dedos e hálux, são os procedimentos de liberação de partes moles mais comuns. Dentre os procedimentos ósseos, a correção do varo do calcâneo pode ser realizada através da osteotomia de ressecção de cunha lateral, assim como por inserção de cunha medial (normalmente retirada do cuboide) para correção da adução. Desta forma, evita-se o encurtamento e há melhora no braço de alavanca do tríceps sural. O aduto pode ser melhorado com uma osteotomia de cunha de abertura medial combinada (cuneiforme medial) à

cunha de fechamento lateral.²⁶ O cavo pode ser tratado através da osteotomia de retirada de cunha dorsal do médio pé, enquanto a supinação residual pode ser corrigida através de osteotomia de elevação do primeiro metatarsal associada ao alongamento do tendão tibial anterior ou através da sua transferência para cunha lateral.

Em casos mais graves, outros procedimentos podem ser realizados: navicullectomia combinada com encurtamento calcâneo-cuboide lateral, conforme descrito por Mubarak et al.,²⁷ ou a talectomia associada ao encurtamento e à fusão da coluna lateral.²⁸ A artrodese tripla modelante é reservada a pacientes > 12 anos de idade com queixas de dores e deformidades graves. O uso de fixadores externos circulares com ou sem osteotomias adicionais também é um método que pode ser utilizado, permitindo uma correção gradual em múltiplos planos da deformidade.²⁴

Considerações Finais

O tratamento inicial do PTC tem um protocolo muito bem definido. Porém, apesar dos bons resultados do método Ponseti, a prevenção e o tratamento das recidivas continuam sendo um desafio. O conhecimento da patogênese, acompanhamento regular rígido e o uso regular das órteses de abdução são cruciais para sucesso do tratamento. A identificação de fatores de pior prognóstico e o reconhecimento precoce das recidivas tornam o tratamento mais efetivo.

Nas recidivas, principalmente na presença de deformidades rígidas, a associação de procedimentos cirúrgicos abertos pode estar indicada. Para o cirurgião, é fundamental o conhecimento de todo o arsenal cirúrgico, o qual deve incluir os procedimentos de liberação de partes moles, alongamentos e transferências tendíneas, osteotomias, adição ou ressecção de cunhas e fusões ósseas modelantes. Desta forma, a partir da identificação da deformidade e rigidez do paciente, ele poderá escolher a melhor técnica para atingir um pé alinhado e estável.

Suporte Financeiro

Não houve suporte financeiro de fontes públicas, comerciais, ou sem fins lucrativos.

Conflito de Interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

- Mathias RG, Lule JK, Waiswa G, Naddumba EK, Pirani S. Incidence of clubfoot in Uganda. *Can J Public Health* 2010;101(04):341–344
- 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(09):1160–1164
- Moon DK, Gurnett CA, Aferol H, Siegel MJ, Commean PK, Dobbs MB. Soft-Tissue Abnormalities Associated with Treatment-Resistant and Treatment-Responsive Clubfoot: Findings of MRI Analysis. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96(15):1249–1256

- Ponseti IV, Smoley EN. The classic: congenital club foot: the results of treatment. 1963. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467(05):1133–1145
- 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(01):22–27
- Kruse L, Gurnett CA, Hootnick D, Dobbs MB. Magnetic resonance angiography in clubfoot and vertical talus: a feasibility study. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467(05):1250–1255
- Merrill LJ, Gurnett CA, Siegel M, Sonavane S, Dobbs MB. Vascular abnormalities correlate with decreased soft tissue volumes in idiopathic clubfoot. *Clin Orthop Relat Res* 2011;469(05):1442–1449
- 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(03):171–178
- Gelfer Y, Dunkley M, Jackson D, et al. Evertor muscle activity as a predictor of the mid-term outcome following treatment of the idiopathic and non-idiopathic clubfoot. *Bone Joint J* 2014;96-B(09):1264–1268
- Little Z, Yeo A, Gelfer Y. Poor Evertor Muscle Activity Is a Predictor of Recurrence in Idiopathic Clubfoot Treated by the Ponseti Method: A Prospective Longitudinal Study With a 5-Year Follow-up. *J Pediatr Orthop* 2019;39(06):e467–e471
- Hosseinzadeh P, Kelly DM, Zionts LE. Management of the Relapsed Clubfoot Following Treatment Using the Ponseti Method. *J Am Acad Orthop Surg* 2017;25(03):195–203
- Thomas HM, Sangiorgio SN, Ebrahimzadeh E, Zionts LE. Relapse Rates in Patients with Clubfoot Treated Using the Ponseti Method Increase with Time: A Systematic Review. *JBSJ Rev* 2019;7(05):e6–e16
- Ippolito E, Dragoni M, Antonicoli M, Farsetti P, Simonetti G, Masala S. An MRI volumetric study for leg muscles in congenital clubfoot. *J Child Orthop* 2012;6(05):433–438
- Kerling A, Stoltenburg-Didinger G, Grams L, et al. The congenital clubfoot - immunohistological analysis of the extracellular matrix. *Orthop Res Rev* 2018;10:55–62
- Pierz KA, Lloyd JR, Solomito MJ, Mack P, Öunpuu S. Lower extremity characteristics in recurrent clubfoot: Clinical and gait analysis findings that may influence decisions for additional surgery. *Gait Posture* 2020;75:85–92
- Farsetti P, Dragoni M, Ippolito E. Tibiofibular torsion in congenital clubfoot. *J Pediatr Orthop B* 2012;21(01):47–51
- Johnston CE II, Hobatho MC, Baker KJ, Baunin C. Three-dimensional analysis of clubfoot deformity by computed tomography. *J Pediatr Orthop B* 1995;4(01):39–48
- Ganesan B, Yip J, Al-Jumaily A, et al. A novel 3D evaluation method for assessing bone to bone relationships in clubfoot. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2019;23(05):1882–1890
- Stouten JH, Besselaar AT, Van Der Steen MCM. Identification and treatment of residual and relapsed idiopathic clubfoot in 88 children. *Acta Orthop* 2018;89(04):448–453
- Eidelman M, Kotlarsky P, Herzenberg JE. Treatment of relapsed, residual and neglected clubfoot: adjunctive surgery. *J Child Orthop* 2019;13(03):293–303
- Holt JB, Oji DE, Yack HJ, Morcuende JA. Long-term results of tibialis anterior tendon transfer for relapsed idiopathic clubfoot treated with the Ponseti method: a follow-up of thirty-seven to fifty-five years. *J Bone Joint Surg Am* 2015;97(01):47–55
- Morcuende JA, Dolan LA, Dietz FR, Ponseti IV. Radical reduction in the rate of extensive corrective surgery for clubfoot using the Ponseti method. *Pediatrics* 2004;113(02):376–380
- Peterson N, Prior C. Correction of the Neglected Clubfoot in the Adolescent and Adult Patient. *Foot Ankle Clin* 2020;25(02):205–220

- 25 Bouchard M. Guided Growth: Novel Applications in the Hip, Knee, and Ankle. *J Pediatr Orthop* 2017;37(Suppl 2):S32–S36
- 26 Loza ME, Bishay SN, El-Barbary HM, Hanna AA, Tarraf YN, Lotfy AA. Double column osteotomy for correction of residual adduction deformity in idiopathic clubfoot. *Ann R Coll Surg Engl* 2010;92(08):673–679
- 27 Mubarak SJ, Dimeglio A. Navicular excision and cuboid closing wedge for severe cavovarus foot deformities: a salvage procedure. *J Pediatr Orthop* 2011;31(05):551–556
- 28 Sølund K, Sonne-Holm S, Kjølbye JE. Talectomy for equinovarus deformity in arthrogryposis. A 13 (2-20) year review of 17 feet. *Acta Orthop Scand* 1991;62(04):372–374