

Gastrocnêmio curto: epidemiologia e associação de sinais e sintomas

Short gastrocnemius: epidemiology and associated signs and symptoms

Samuel Machado^{1,2}, Marcelo Rassweiler Hardt^{1,2}, André Bergamaschi Demore², Antônio Kim²,
Leandro Marcantonio Camargo^{1,2}, Carolina Claudino Barbosa^{1,2}

1. Hospital Municipal São José de Joinville, Joinville, SC, Brasil.

2. Instituto de Ortopedia e Traumatologia de Santa Catarina, Joinville, SC, Brasil.

RESUMO

Objetivo: Avaliar a prevalência de gastrocnêmio curto em pacientes ortopédicos atendidos no pronto socorro e ambulatório de pé e tornozelo de um hospital público, e a sua relação com alguns sintomas específicos.

Métodos: Estudo observacional do tipo transversal, realizado através da avaliação, mensuração e aplicação de questionário específico, em pacientes atendidos de 1 a 28 de fevereiro de 2018.

Resultados: Dos 160 pacientes coletados, 21 (13,1%) apresentaram o diagnóstico de encurtamento do gastrocnêmio. O sexo feminino foi o mais prevalente, sem predileção por raça, faixa etária, lateralidade ou profissão. Os sintomas mais comumente associados foram dor na panturrilha, dor lombar, equinismo e metatarsalgia, todos presentes em mais de 2/3 dos casos.

Conclusão: O encurtamento do gastrocnêmio é uma patologia não tão rara, que merece uma maior atenção nos consultórios ortopédicos. Mais estudos são necessários para uma melhor correlação dos achados epidemiológicos com a patologia estudada.

Nível de Evidência IV; Estudos Prognósticos; Série de Casos.

Descritores: Músculo gastrocnêmio; Contração muscular; Epidemiologia.

ABSTRACT

Objective: To determine the prevalence of short gastrocnemius in orthopaedic patients treated in the emergency room and the foot and ankle outpatient clinic of a public hospital and to evaluate the relationship between prevalence and certain specific symptoms.

Methods: This was an observational cross-sectional study conducted using a questionnaire completed by patients treated in February 2018.

Results: Of the 160 patients studied, 21 (13.1%) had a diagnosis of shortening of the gastrocnemius. The condition was more prevalent in females than in males, with no differences in race, age, laterality or occupation. The most commonly associated symptoms were calf pain, back pain, equinism and metatarsalgia, which were all present in more than 2/3 of cases.

Conclusion: Shortening of the gastrocnemius is a fairly common pathology that deserves greater attention in orthopaedic practice. Additional studies are needed to better correlate epidemiological findings with this pathology.

Level of Evidence IV; Prognostic Studies; Case Series.

Keywords: Muscle, skeletal; Muscle contraction; Epidemiology.

Como citar esse artigo: Machado S, Hardt MR, Demore AB, Kim A, Camargo LM, Barbosa CC. Gastrocnêmio curto: epidemiologia e associação de sinais e sintomas. Sci J Foot Ankle. 2018;12(2):106-11.

Trabalho realizado no Hospital Municipal São José de Joinville, Joinville, SC, Brasil.

Correspondência: Samuel Machado. Rua Blumenau, 1316, América. CEP: 89.204-322 – Joinville, SC, Brasil. E-mail: cirurgiadope@iot.com.br

Conflito de Interesse: não há. **Fonte de Financiamento:** não há

Data de Recebimento: 12/03/2018. **Data de Aceite:** 08/05/2018. **Online:** 20/06/2018.



INTRODUÇÃO

Mesmo após o estudo de contraturas musculares, incluindo a do gastrocnêmio, em pacientes com patologias neurológicas, pouquíssima atenção foi dada aos efeitos patológicos cumulativos ou mesmo à existência de uma contratura em equino mais sutil do gastrocnêmio, que pode ser encontrada na população “normal”^(1,2). Isso é surpreendente, considerando que o encurtamento do gastrocnêmio isolado e seu tratamento com recessão cirúrgica foram descritos pela primeira vez no início dos anos 1900, por Silverskiöld, Vulpius e Stoffel⁽¹⁾.

Procurar uma retração do gastrocnêmio deve ser uma parte essencial do exame do pé e tornozelo para todos os ortopedistas, não apenas para cirurgiões da referida especialidade. Porém, apenas alguns rotineiramente procuram por essa alteração^(3,4). O teste clínico para avaliar a contratura isolada do gastrocnêmico foi descrito por Silverskiöld^(5,6).

Por que temos gastrocnêmios curtos? A evolução da raça humana, especialmente a caminhada com extensão do joelho, é provavelmente uma das explicações. Além disso, há também o problema de estar sentado por longos períodos de tempo e o uso frequente de sapatos de salto alto⁽³⁾.

A deambulação requer interações complexas e coordenadas entre as principais articulações do corpo, particularmente as extremidades inferiores. O transtorno no movimento do tornozelo resultante da contratura muscular do gastrocnêmio durante a marcha pode afetar não apenas o complexo tornozelo-pé, mas também as articulações restantes das extremidades inferiores^(7,8).

Não conhecemos nenhum documento abordando especificamente a prevalência da contratura gastrocnêmica isolada ou seus efeitos em longo prazo em pessoas normais e saudáveis⁽¹⁾. Sabe-se apenas que é mais prevalente em pacientes com dor no antepé e no mediopé do que a população em geral⁽⁶⁾.

A contratura musculotendínea da região posterior da perna limita a amplitude de movimento do tornozelo e atinge uma postura equina do pé. As crescentes pressões de contato são geradas na região plantar do antepé. A mecânica alterada gera sintomas e patologias como fascite plantar, artrite do mediopé, disfunção do tendão tibial posterior, sobrecarga no antepé, tendinopatia do Aquiles, metatarsalgias, fraturas por estresse, úlcera diabética e artropatia Charcot. O tratamento efetivo dessas condições inclui abordar a contratura subjacente do gastrocnêmio, bem como a patologia relacionada ao pé e ao tornozelo^(1-3,5,7-10).

A ressecção e o alongamento do gastrocnêmio tornaram-se um importante procedimento auxiliar em muitas

operações reconstrutivas, como o “hallux valgus”, o pé plano-valgo e a cirurgia de artroplastia total do tornozelo. Além disso, a ressecção gastrocnêmica isolada também é realizada para tratar a fascite plantar, tendinose de Aquiles, metatarsalgia e ulceração diabética do antepé⁽¹¹⁾. Atualmente, os métodos mais comumente usados são as técnicas de Strayer, Hoke, Barouk e Baumann⁽¹⁰⁻¹³⁾. No entanto, vários riscos potenciais, como lesão nervosa, fraqueza muscular e recessão excessiva, estão associados a essas técnicas^(2,10). Tais opções cirúrgicas de ressecção do gastrocnêmio vêm sendo mais debatidas e avaliadas em longo prazo, nos trabalhos divulgados recentemente^(2,13).

Baseados nisso e na ausência de estudos na literatura mundial sobre valores epidemiológicos de prevalência de gastrocnêmio curto em uma população, bem como sua relação com variáveis extrínsecas e intrínsecas, estabelecemos o seguinte objetivo para o presente estudo: avaliar a prevalência de gastrocnêmio curto em pacientes ortopédicos atendidos no pronto socorro e ambulatório de pé e tornozelo de um hospital público de uma cidade do sul do Brasil, além de avaliar dados epidemiológicos e clínicos desses pacientes e correlacioná-los com a alteração em estudo.

MÉTODOS

Este trabalho obteve aprovação do Comitê de Ética com registro na Plataforma Brasil sob o número do CAAE: 82687317.1.0000.5362.

Trata-se de um estudo do tipo transversal, em que foram realizados avaliação, mensuração e preenchimento de questionário específico de pacientes atendidos no pronto-socorro e no ambulatório de pé e tornozelo, no período de 1 a 28 de fevereiro de 2018, em um hospital público do sul do país. O estudo respeitou todos os direitos humanos com os participantes da pesquisa, tendo suas identidades preservadas.

As variáveis avaliadas, mensuradas e coletadas foram: sexo, idade, profissão, raça, lado, tabagismo, comorbidades, sintomas e patologias associadas, angulações obtidas através da posição final do tornozelo devido ao encurtamento ou não da musculatura posterior da perna, teste de Silverskiöld, teste de Taloche e tratamento realizado para a afecção do paciente.

Foram incluídos no estudo pacientes assistidos no pronto-socorro e no ambulatório de pé e tornozelo no período proposto. Os critérios de exclusão foram: pacientes com fichas incompletas, cirurgia prévia na região do pé e tornozelo, presença de distúrbios musculares de outras etiologias ou rupturas prévias do complexo muscular do tríceps sural.

Os dados coletados durante a pesquisa foram armazenados em um banco de dados do Excel e posteriormente realizadas as análises estatísticas utilizando o programa SPSS (IBM Statistic 20.0). Inicialmente, foram realizadas análises descritivas (frequência das variáveis e medidas de tendência central e dispersão). A correlação entre as variáveis numéricas foi avaliada através do coeficiente de correlação de Pearson. As comparações das variáveis foram realizadas com o teste de Mann-Whitney.

RESULTADOS

Realizada a coleta de dados durante o período proposto, obteve-se um 'n' de 160 pacientes, através dos critérios de inclusão e exclusão. Destes, foram identificados 21 com a presença de diagnóstico confirmado de encurtamento do gastrocnêmio, o que representou uma prevalência de 13,1% da patologia na população em estudo. A confirmação diagnóstica se deu através da presença do teste de Silverskiold positivo, com diferença máxima de 13° entre os ângulos de dorsiflexão do tornozelo, mensurados com extensão e flexão do joelho respectivamente, conforme descrito por Barouk⁽⁵⁾.

Feita a análise das variáveis epidemiológicas nos 21 pacientes com a patologia, observou-se a presença 80,95% de acometimento no sexo feminino (17/21), com média de idade de 45,07 anos, sendo todos os casos em indivíduos de raça branca. Ao avaliarmos a relação da afecção com grupos etários (Tabela 1), percebeu-se uma maior taxa de prevalência em maiores de 40 anos, como demonstrado a seguir: 1 acometimento em menores de 20 anos (4,76%), 6 entre 20 e 40 anos (28,57%), 9 entre 40 e 60 anos (42,85%), e 5 acima dos 60 anos (23,80%).

Em relação ao tabagismo e a presença de comorbidades associadas, apenas 2 dos 21 pacientes tinham o há-

bito de fumar (9,52%), enquanto hipertensão (HAS) e a obesidade foram as patologias mais encontradas no grupo avaliado, com 9 indivíduos cada uma (42,85%). Ainda houve 5 pacientes com associação ao Diabetes Mellitus (DM) e 5 sem qualquer comorbidade associada (23,80%). Já a gota, dermatose e insuficiência venosa periférica foram observadas em 1 paciente cada (Figura 1). Nem o tabagismo, nem as comorbidades associadas demonstraram relação significativamente estatística com a presença do gastrocnêmio curto.

Também não houve qualquer relação estatística entre a profissão do paciente estudado com a presença da patologia em análise, bem como desta com a lateralidade da afecção. Onze dos 21 pacientes apresentaram encurtamento do gastrocnêmio bilateralmente, enquanto 5 apresentaram apenas do lado direito e outros 5 do lado esquerdo (Tabela 1).

Na avaliação das variáveis sintomatológicas inerentes ao diagnóstico em estudo, identificaram-se as seguintes prevalências: dor na panturrilha em 76,19% dos pacientes, equino, metatarsalgia e dor lombar baixa acometendo 71,42%, câimbras em 57,14%, fascite plantar em 52,38% e instabilidade do tornozelo em 42,85%. Destes, tiveram relevância significativamente estatística a dor na panturrilha, equino, metatarsalgia e dor lombar baixa (Tabela 2).

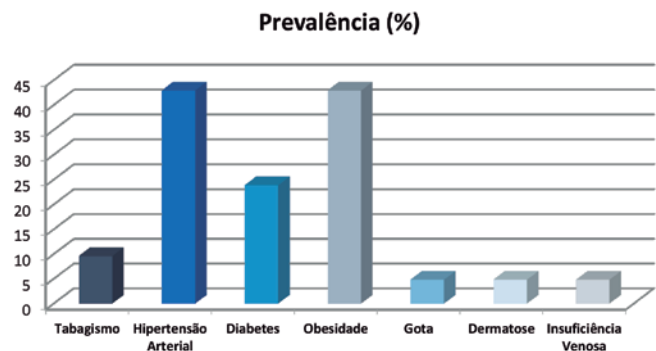


Figura 1. Hábitos e comorbidade.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa.

Tabela 1. Dados epidemiológicos

		Frequência	%
Sexo	Feminino	17	80,95
	Masculino	4	19,05
Raça	Branca	21	100,0
Idade	<20 anos	1	4,76
	20-40 anos	6	28,57
	40-60 anos	9	42,85
	>60 anos	5	23,80
Lateralidade	Direita	5	23,80
	Esquerda	5	23,80
	Bilateral	11	52,38

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa.

Tabela 2. Sintomatologia associada

	Prevalência	%	Valor de p
Dor na panturrilha	16	76,19	<0,001
Equinismo	15	71,42	<0,001
Metatarsalgia	15	71,42	<0,001
Dor lombar baixa	15	71,42	<0,001
Câimbras	12	57,14	0,163
Fascite plantar	11	52,38	0,173
Instabilidade do tornozelo	9	42,85	0,622

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa.

O valor médio das mensurações da dorsiflexão do tornozelo com o joelho em extensão e flexão foram 85,0° e 93,7°, respectivamente, naqueles pacientes que tiveram o diagnóstico de gastrocnêmio curto confirmado. Já a realização dos testes de Taloche e da manutenção do equilíbrio apenas com os calcanhares no solo, demonstraram positividade em 71,42% e 76,19% dos casos (Tabela 3).

Dos 21 pacientes acometidos, nenhum realizou qualquer tratamento para o encurtamento da musculatura do tríceps sural, mas 17 (80,95%) realizaram algum tratamento para os sintomas relacionados. As principais terapias propostas foram o uso de medicamentos como analgésicos (ANG), anti-inflamatórios não esteroidais (AINE), fisioterapia (FST) e uso de palmilhas.

DISCUSSÃO

Sabe-se que o encurtamento do músculo gastrocnêmio, congênito ou adquirido é a causa mais comum para a falta de arco de movimento do tornozelo - principalmente - da dorsiflexão^(1,14). Poucos autores, no entanto, discutiram o papel do compartimento posterior superficial da perna nesse assunto, ou abordaram a existência ou o papel de uma contração gastrocnêmica isolada^(1,15-20). Sendo que não há trabalhos pertinentes ao tema, quando se fala em epidemiologia, publicados na literatura nacional.

Procurar uma retração do músculo gastrocnêmio deve ser uma parte essencial do exame físico do pé e do tornozelo para médicos clínicos e cirurgiões. A presença de gastrocnêmio curto é grande na população hígida, mas é significativamente maior em populações com alguma enfermidade do pé ou do tornozelo, sendo o teste de Silverskiold essencial para o diagnóstico⁽²¹⁾. Essa enfermidade foi frequentemente chamada de contração do tendão de Aquiles, visto posteriormente que era um termo errôneo, pois o estiramento maior não é do tendão e sim do ventre muscular, que corresponde a cerca de 95% a 97% dessa função⁽¹⁾.

O presente estudo obteve um total de 160 pacientes, com uma prevalência de 13,1% de encurtamento do gastrocnêmio, sendo o sexo feminino o mais acometido. Tal

achado não é relatado em nenhuma outra publicação revisada. Algumas delas apresentam valores de prevalência, mas não em uma população geral, como por exemplo, Cychosz et al. que identificaram que 176/209 (96,5%) dos pacientes que apresentavam queixas inerentes a região anatômica do pé, apresentaram dorsiflexão restrita do tornozelo, que exigia compensação durante a marcha⁽²⁾. Enquanto observaram também, que a contração em equino do tornozelo foi relatada em mais de 10% de todos os pacientes que possuíam diagnóstico de diabetes⁽²⁾. Este último dado não foi relatado como tendo uma significância estatística, assim como nossos achados em relação às comorbidades associadas com a patologia em estudo.

Quanto à prevalência de queixas como dor na panturrilha, dor lombar baixa, metatarsalgia, fasciíte plantar, instabilidade do tornozelo e câimbras, as três primeiras são descritas, em alguns estudos, como as queixas mais prevalentes na avaliação das variáveis sintomatológicas, porém, sem uma análise mais aprofundada do tema^(3,5,22-24). Tais relatos vão ao encontro do que observamos em nossa população, que reportou mais de 70% dos pacientes com tais achados, junto do equinismo. No entanto, acreditamos que 21 pacientes com diagnóstico de encurtamento do gastrocnêmio, incluídos nessa avaliação dos sintomas associados, seja um número pequeno para estabelecimento de uma relação fidedigna entre patologia e sintomatologia.

Vale salientar que embora a contração em equino seja bem reconhecida como a incapacidade de dorsiflexão através da articulação tibiotalar, ainda não há um estudo confiável que forneça sua prevalência, história natural, tratamento, até mesmo a habilidade clínica para diagnosticar tal condição em humanos⁽²⁵⁾.

Uma associação discutida em alguns periódicos é a presença de encurtamento do gastrocnêmio em casos de hallux valgus e vice-versa. Barouk apresentou uma série de 107 pacientes com encurtamento gastrocnêmico em 182 membros inferiores. Destes, observou-se que 128 tinham casos de hallux valgus (77%) associado. A maioria das deformidades do hallux valgus eram do tipo juvenil (71% juvenis, 29% adquiridos)⁽⁴⁾. Muitas deformidades nos pés, como hallux valgus, ulceração plantar, fratura de estresse, subluxação e metatarsalgia, parecem ter uma origem multifatorial em pessoas sem patologias neurológicas⁽¹⁴⁾. Até o presente momento, não há o estabelecimento de um conceito embasado justificando a associação do hallux valgus com o gastrocnêmio curto. Em vista disso, sugere-se uma necessidade de mais pesquisas sobre a influência da contração do gastrocnêmio no desenvolvimento da deformidade com valgismo do primeiro raio.

Tabela 3. Mensurações e testes

	Mensurações	
	Extensão	Flexão
Média	85,0°	93,7°
	Testes	
	Taloche	Calcanhares
Positivos	71,42%	76,19%

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa.

Outro resultado descrito em nosso estudo foi a ausência de predominância por uma faixa etária ou lateralidade, envolvendo a afecção em estudo. Dados estes ausentes nos relatos da literatura coletada, mas que, da mesma forma que para a sintomatologia associada, é preciso um grupo com maior número de indivíduos acometidos pelo encurtamento gastrocnêmico, para uma melhor definição de relação ou não entre eles.

Através dos achados epidemiológicos descritos e da prevalência dos sintomas associados que possam estar relacionados à patologia em questão, acreditamos poder auxiliar na suspeita diagnóstica dos casos, para uma análise mais frequente e meticulosa por todos especialistas ortopédicos, vistas as inúmeras alterações associadas. Desta forma acreditamos chamar atenção para a necessidade de

estudos futuros, com um maior número de indivíduos acometidos pela patologia, que possam ser analisados quanto à correspondência de tais variáveis, obtendo assim diagnósticos mais precoces, com o tratamento adequado instituído, propiciando uma melhora clínica e, consequentemente, de qualidade de vida para o paciente.

CONCLUSÃO

Concluimos que uma prevalência de 13,1% de encurtamento do músculo gastrocnêmio é bastante significativa para salientarmos a importância de um exame clínico minucioso tanto para ortopedistas especialistas em pé e tornozelo, como para os ortopedistas gerais, na busca por um diagnóstico mais precoce, mais preciso e um melhor tratamento do caso.

Contribuição de Autores: Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste artigo: SM *(<https://orcid.org/0000-0002-1536-0266>) redação do artigo, interpretação de resultados, concebeu e planejou as atividades que levaram ao sucesso do estudo, participou do processo de revisão e aprovou a versão final; MRH *(<https://orcid.org/0000-0001-6740-5617>) redação do artigo, interpretação de resultados, concebeu e planejou as atividades que levaram ao estudo, participou do processo de revisão e aprovou a versão final; ABD *(<https://orcid.org/0000-0002-6946-0027>) concebeu e planejou as atividades que levaram do estudo, participou do processo de revisão e aprovou a versão final. AK *(<https://orcid.org/0000-0002-6662-2721>) concebeu e planejou as atividades que levaram ao estudo, participou do processo de revisão e aprovou a versão final; LMC *(<https://orcid.org/0000-0001-8317-904x>) concebeu e planejou as atividades que levaram ao estudo, participou do processo de revisão e aprovou a versão final; CCB *(<https://orcid.org/0000-0003-2024-6860>) concebeu e planejou as atividades que levaram ao sucesso do estudo, participou do processo de revisão e aprovou a versão final. *ORCID (Open Researcher and Contributor ID).

REFERÊNCIAS

- DiGiovanni CW, Kuo R, Tejwani N, Price R, Hansen ST Jr, Cziernecki J, Sangeorzan BJ. Isolated gastrocnemius tightness. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84(6):962-70.
- Cychosz CC, Phisitkul P, Belatti DA, Glazebrook MA, DiGiovanni CW. Gastrocnemius recession for foot and ankle conditions in adults: Evidence-based recommendations. *Foot Ankle Surg.* 2015;21(2):77-85.
- Bowers AL, Castro MD. The mechanics behind the image: foot and ankle pathology associated with gastrocnemius contracture. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2007;11(1):83-90.
- Barouk LS. The effect of gastrocnemius tightness on the pathogenesis of juvenile hallux valgus: a preliminary study. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(4):807-22.
- Barouk P, Barouk LS. Clinical diagnosis of gastrocnemius tightness. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(4):659-67.
- Cazeau C, Stiglitz Y. Effects of gastrocnemius tightness on forefoot during gait. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(4):649-57.
- Selby-Silverstein L, Farrett WD Jr, Maurer BT, Hillstrom HJ. Gait analysis and bivalved serial casting of an athlete with shortened gastrocnemius muscles: a single case design. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997;25(4):282-8.
- You JY, Lee HM, Luo HJ, Leu CC, Cheng PG, Wu SK. Gastrocnemius tightness on joint angle and work of lower extremity during gait. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2009;24(9):744-50.
- Baumbach SF, Braunstein M, Regauer M, Böcker W, Polzer H. Diagnosis of Musculus Gastrocnemius Tightness - Key Factors for the Clinical Examination. *J Vis Exp.* 2016;7(113).
- Rong K, Ge WT, Li XC, Xu XY. Mid-term Results of Intramuscular Lengthening of Gastrocnemius and/or Soleus to Correct Equinus Deformity in Flatfoot. *Foot Ankle Int.* 2015;36(10):1223-8.
- Rong K, Li XC, Ge WT, Xu Y, Xu XY. Comparison of the efficacy of three isolated gastrocnemius recession procedures in a cadaveric model of gastrocnemius tightness. *Int Orthop.* 2016;40(2):417-23.
- Toomey EP, Seibert NR. The use of ultrasound to isolate the gastrocnemius-soleus junction prior to gastrocnemius recession. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(4):739-43.
- Hamilton PD, Brown M, Ferguson N, Adebibe M, Maggs J, Solan M. Surgical anatomy of the proximal release of the gastrocnemius: a cadaveric study. *Foot Ankle Int.* 2009;30(12):1202-6.
- Downey MS. Ankle equinus. In: Banks AS, Downey MS, Martin DE, et al, editors. *McGlamry's comprehensive textbook of foot and ankle surgery.* 2ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. v.1 p. 715-60.
- DiGiovanni CW, Langer P. The role of isolated gastrocnemius and combined Achilles contractures in the flatfoot. *Foot Ankle Clin.* 2007;12(2):363-79.
- Root ML, Orien WP, Weed JH. Normal and abnormal function of the foot: clinical biomechanics. Los Angeles: Clinical Biomechanics Corp., 1977. v.2. p 174.
- Harris RI, Beath T. Hypermobile flat-foot with short tendo Achillis. *J Bone Joint Surg Am.* 1948;30(1): 116-38.
- Toolan BC, Sangeorzan BJ, Hansen ST Jr. Complex reconstruction for the treatment of dorsolateral peritalar subluxation of the foot. Early results after distraction arthrodesis of the calcaneocuboid joint in

- conjunction with stabilization of, and transfer of the flexor digitorum longus tendon to, the midfoot to treat acquired pes planovalgus in adults. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81(1):1545-60.
19. Fraser RK, Menelaus MB, Williams PF, Cole WG. The Miller procedure for mobile flat feet. *J Bone Joint Surg Br.* 1995;77(3):396-9.
 20. Hibbs RA. Muscle bound feet. *New York Med J.* 1914;100:797.
 21. Barouk P. Introduction to gastrocnemius tightness. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(4):xv.
 22. Baumbach SF, Braunstein M, Seeliger F, Borgmann L, Böcker W, Polzer H. Ankle dorsiflexion: what is normal? Development of a decision pathway for diagnosing impaired ankle dorsiflexion and M. gastrocnemius tightness. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2016;136(9):1203-11.
 23. Pascual Huerta J. The effect of the gastrocnemius on the plantar fascia. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(4):701-18.
 24. Barouk P. Recurrent metatarsalgia. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(3):407-24.
 25. Kawakami Y, Kanehisa H, Fukunaga T. The relationship between passive ankle plantar flexion joint torque and gastrocnemius muscle and achilles tendon stiffness: implications for flexibility. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(5):269-76.