

# Artrodese subtalar com enxerto ósseo. Uma necessidade para tabagistas?

## Subtalar arthrodesis with bone graft. Is it needed for smokers?

Gil Galvão Bernardes da Silveira<sup>1</sup>, Isnar Moreira de Castro Junior<sup>1</sup>, Henrique Mansur<sup>1,2</sup>, Guilherme Ferreira Morgado<sup>1</sup>

1. Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

2. Hospital de Força Aérea de Brasília, Brasília, DF. Brasil.

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar a taxa de consolidação da artrodese subtalar em pacientes tabagistas e não-tabagistas e a influência do uso de diferentes tipos de enxerto ósseo autólogo.

**Métodos:** Estudo retrospectivo com avaliação radiológica dos pacientes com diagnóstico de artrose subtalar submetidos à artrodese primária em um hospital de referência, entre janeiro de 2008 e dezembro de 2014. Foram incluídos os pacientes com tempo mínimo de seguimento de 12 meses, divididos em tabagistas e não tabagistas e com utilização ou não de enxerto ósseo autólogo.

**Resultados:** Foram avaliados 235 pacientes com idade média de 47 anos (19-74 anos), sendo 90 (40%) pacientes tabagistas e 141 (60%) pacientes não-tabagistas. Em 221 (94%) casos a indicação se deveu à seqüela de fratura de calcâneo. O enxerto ósseo foi utilizado em 65 (27,7%) pacientes. A taxa de consolidação global foi de 85,4%, e 14,6% dos pacientes evoluíram com pseudoartrose. Houve diferença significativamente estatística da taxa de não-consolidação em fumantes (p-valor=0,015 do teste qui-quadrado), principalmente naqueles que não receberam enxerto ósseo (p-valor=0,014 do teste qui-quadrado). Entretanto, não houve diferença significativa entre os fumantes que receberam ou não enxerto ósseo (p-valor=0,072 do teste qui-quadrado). A taxa de consolidação relacionou-se com o sítio doador, com pseudoartrose em 33,3% das cirurgias com enxerto autólogo do calcâneo (p-valor=0,011).

**Conclusão:** O tabagismo aumentou a probabilidade de pseudoartrose nas artrodeses subtalares em 2,5 vezes e a pseudoartrose está relacionada com o sítio doador do enxerto autólogo.

**Nível de Evidência III; Estudos Terapêuticos; Estudo Retrospectivo Comparativo.**

**Descritores:** Artrodese; Articulação talocalcânea; Pseudoartrose; Tabagismo.

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the union rate of subtalar arthrodesis in smokers and nonsmokers and effect of the use of different types of autologous bone grafts.

**Methods:** This was a retrospective study with radiological evaluation of patients with subtalar arthrosis who underwent primary arthrodesis at a reference hospital between January 2008 and December 2014. Patients with a minimum follow-up period of 12 months were included and were divided into smokers and nonsmokers with or without autologous bone grafting.

**Results:** In total, 235 patients with a mean age of 47 years (range: 19-74 years) were evaluated, among whom 90 (40%) were smokers and 141 (60%) were nonsmokers. In 221 (94%) cases, the indication for arthrodesis was due to sequelae of calcaneal fractures. A bone graft was used in 65 (27.7%) patients. The overall union rate was 85.4%, and 14.6% of the patients progressed to pseudoarthrosis. A statistically significant difference was found in the nonunion rate in smokers (p-value=0.015 by chi-square test), especially in those who did not receive a bone graft (p-value=0.014 by chi-square test). However, no significant difference was found between smokers who received a bone graft and those who did not (p-value=0.072 by chi-square test). The union rate was related to the donor site, with pseudoarthrosis in 33.3% of surgeries with an autologous calcaneal bone graft (p-value=0.011).

Trabalho realizado no Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

**Correspondência:** Gil Galvão Bernardes da Silveira. Rua Constante Ramos, 44, sl. 908, Copacabana, Rio de Janeiro, RJ, Brasil – CEP: 22051-012  
E-mail: gilgbs@gmail.com

**Conflito de interesses:** não há. **Fonte de financiamento:** não há.

**Data de Recebimento:** 18/12/2018. **Data de Aceite:** 13/02/2019. **Online em:** 31/03/2019



**Conclusion:** Smoking increased the likelihood of pseudoarthrosis in subtalar arthrodesis by 2.5-fold, and pseudoarthrosis is related to the autologous bone graft donor site.

**Level of Evidence III; Therapeutic studies; Comparative Retrospective Study.**

**Keywords:** Arthrodesis; Subtalar joint; Pseudoarthrosis; Tobacco use disorder.

**Como citar esse artigo:** Silveira GGB, Castro Junior IM, Mansur H, Morgado GF. Artrodese subtalar com enxerto ósseo. Uma necessidade para tabagistas? *Sci J Foot Ankle*. 2019;13(1):49-54.

## INTRODUÇÃO

A artrodese isolada da articulação subtalar vem sendo utilizada no tratamento de diversas enfermidades que acometem o retropé, incluindo coalizões tarsais, disfunção do tendão tibial posterior, artrite inflamatória e artrose pós-traumática, devido à fratura do calcâneo ou do tálus, sendo essa uma das indicações mais frequentes<sup>(1,2)</sup>. Este procedimento demonstra eficiência para o controle da dor e da limitação funcional da osteoartrite subtalar primária ou secundária, com altas taxas de satisfação do paciente, preservando algum movimento no retropé<sup>(1-3)</sup>. No entanto, alguns autores não encontraram números tão satisfatórios, com uma taxa maior de pseudoartrose, principalmente nos pacientes tabagistas<sup>(1,4-5)</sup>.

O tabagismo, além de ser reconhecido como um dos maiores problemas econômicos de saúde pública no mundo, possui efeitos negativos reconhecidos em diversos resultados pós-cirúrgicos, como complicações com ferida operatória, maiores taxas de não consolidação e piores resultados em artroplastias<sup>(6-9)</sup>.

O enxerto ósseo é um componente importante das artrodeses do pé e tornozelo, tendo sido muito utilizado nas décadas finais do século passado, não sendo necessário na ausência de fatores complicadores<sup>(10)</sup>. É utilizado como osteoindutor e para melhorar o potencial osteogênico em condições em que, sabidamente, o sistema biológico não é favorável, em cirurgias de revisão após a não fusão e quando permanece um grande defeito estrutural após a cruentização da articulação<sup>(11)</sup>.

O objetivo primário deste estudo é avaliar a taxa de consolidação da artrodese subtalar em pacientes tabagistas e não-tabagistas e, como objetivo secundário, a influência do uso de enxerto ósseo na taxa de consolidação.

## MÉTODOS

Este trabalho obteve aprovação do Comitê de Ética, com registro na Plataforma Brasil, sob o número do CAAE: 64396516.4.0000.5273.

Trata-se de uma série de casos, retrospectiva, em que foram avaliados 235 pacientes submetidos à artrodese subtalar primária entre janeiro de 2008 e dezembro de 2014. As cirurgias foram realizadas por todos os médicos do grupo de Cirurgia do Pé, não sendo exclusivas de um único cirurgião.

Foram incluídos todos os pacientes submetidos à cirurgia com tempo mínimo de seguimento de 12 meses. Pacientes com história de infecção prévia, portadores de diabetes mellitus e esqueleticamente imaturos, cirurgias de revisão e artrodeses de outras articulações além da subtalar no mesmo procedimento cirúrgico foram excluídos.

Todos os pacientes foram avaliados radiologicamente através de radiografias nas incidências AP, lateral e oblíquas de Broden após três meses da cirurgia, as quais foram armazenadas no banco de dados da instituição. Nesse momento, nos casos em que houve dúvida com relação à consolidação, foi realizada a tomografia computadorizada (TC) para o diagnóstico de pseudoartrose. Utilizou-se como critério radiográfico de consolidação a obliteração do espaço articular, com a presença de trabéculas cruzando a articulação subtalar. O critério tomográfico foi a fusão de pelo menos 50% da faceta posterior.

Os pacientes foram divididos em dois grupos: tabagistas e não tabagistas. Com relação ao enxerto ósseo, este variou conforme a escolha pessoal do cirurgião, tendo como sítios doadores a crista ilíaca, a extremidade proximal da tibia e a tuberosidade posterior do calcâneo. Avaliou-se também idade e sexo dos pacientes quanto à taxa de consolidação.

A partir dos dados coletados em prontuários foi construído um banco de dados que foi analisado estatisticamente pelo programa *Statistical Package for the Social Science* (SPSS), versão 22.0. Os gráficos foram construídos no programa Microsoft Excel 2011. Na Análise Inferencial, duas proporções complementares foram comparadas pelo teste Binomial e a associação entre duas variáveis qualitativas foi investigada pelo teste-qui-quadrado. Todas as discussões foram realizadas ao nível de significância máxima de 5% (0,05).

### Técnica cirúrgica

Os pacientes foram posicionados em decúbito lateral, com garrote pneumático na coxa do membro operado. Foi realizado acesso longitudinal ao seio do tarso, de aproximadamente 5 cm, iniciando na extremidade distal da fíbula. Após a exposição da articulação subtalar, realizou-se a cruentização das superfícies articulares com auxílio do *spreader*, e a perfuração do osso subcondral com fio K 1,5 mm. A seguir, foi realizada a redução da articulação subtalar, com alinhamento do retropé, e fixação provisória com fios K, de forma anterógrada, da região posterolateral do calcâneo ao corpo do tálus, atravessando a faceta posterior do calcâneo. Após confirmação do correto posicionamento dos fios K nas incidências lateral e AP com "arco em C", foi realizada a fixação definitiva com um (171 pés), dois (63 pés) ou três (um pé) parafusos canulados de sete milímetros, com rosca parcial, paralelos entre si, de acordo com a preferência do cirurgião.

Os pacientes receberam alta no dia seguinte, com bota gessada, sem apoio. Após duas semanas foram retirados os pontos e iniciada carga parcial com bota gessada e auxílio de muletas, até a 12ª semana, quando se iniciou carga total e retirada da imobilização. Nesse momento, foram realizadas radiografias para avaliação da fusão articular (Figura 1).



**Figura 1.** Radiografia pré e pós-operatória de artrodese subtalar.  
**Fonte:** Arquivo pessoal do autor.

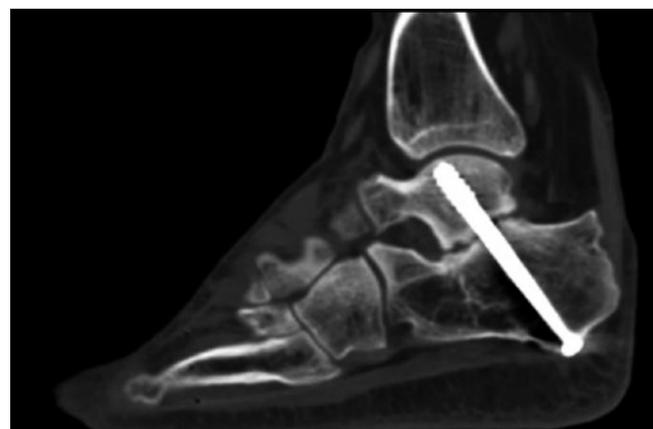
Nos pacientes em que não foi possível realizar o diagnóstico de consolidação através das radiografias, foi realizada a TC para confirmar a artrodese (Figura 2).

### RESULTADOS

Foram avaliados 247 artrodeses subtalares realizadas no período de 2008 a 2014, com seguimento mínimo de 12 meses. Devido aos critérios de exclusão, doze pacientes foram excluídos, sendo seis pacientes portadores de diabetes mellitus, um paciente com infecção prévia no calcâneo, um paciente submetido à artrodese tibiotársica na mesma cirurgia e quatro por falta de dados no prontuário.

A amostra estatística constituiu-se, assim, de 235 pacientes, sendo 45 mulheres (19,1%) e 190 homens (80,9%). As frequências apontam que as faixas etárias mais típicas dos pacientes submetidos à artrodese subtalar são as de 40 a 46 anos (29,5% dos casos) e as de 47 a 53 anos (26,9% dos casos). São pouco frequentes os casos de artrodese subtalar em pacientes com menos de 26 anos (somente 2,5% dos casos) e com mais de 67 anos (3,0% dos casos). Este padrão típico repete-se no grupo masculino, mas no grupo feminino a faixa etária mais típica são de 47 a 53 anos e de 54 a 60 anos (24,4%), e há uma proporção maior de pacientes acima de 67 anos no grupo feminino (8,9%). No âmbito global, os pacientes submetidos à artrodese subtalar tinham idades entre 19 e 74 anos, que resultaram numa média de 47 anos.

O diagnóstico prévio de indicação da artrodese em 221 (94%) casos foi seqüela de fratura de calcâneo; coalizão tarsal em oito (3,4%), seqüela de fratura de tálus em dois (0,9%); artrose primária também em dois pacientes (0,9%), lesão osteocondral do calcâneo em um paciente (0,4%) e insuficiência do tibial posterior em um paciente (0,4%).



**Figura 2.** Imagem tomográfica de pseudoartrose.  
**Fonte:** Arquivo pessoal do autor.

A amostra apresentava 94 (40%) pacientes tabagistas e 141 (60%) não tabagistas. A enxertia óssea foi realizada em 65 artrodeses (27,7%). Dos pacientes que receberam enxerto ósseo, em 38 casos (58,5%) o sítio doador foi a crista ilíaca, em 13 (20,0%) a tibia, e em 14 (21,5%) o calcâneo. O enxerto foi realizado em 21,3% dos pacientes não fumantes e em proporção significativamente maior ( $p=0,007$ ) em 37,2% dos fumantes.

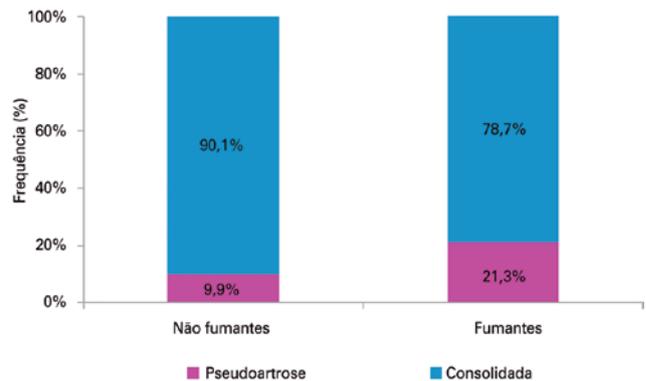
As variâncias e médias de idade dos subgrupos de fumantes e não fumantes, e que receberam ou não enxerto, foram comparadas por testes paramétricos que acusaram não haver diferença significativa entre os grupos ( $p$ -valores maiores que 0,05 nos dois testes). Quanto à quantidade de parafusos, não há diferença significativa entre os pacientes que consolidaram ou não; fumantes e não fumantes; que receberam enxerto ou não e dentre os locais de enxerto doador ( $p$ -valores maiores que 0,05 em todos os testes).

A taxa de consolidação global foi de 85,4%, com 14,6% dos pacientes apresentando pseudoartrose. A proporção de pseudoartrose no subgrupo de fumantes (21,3%) foi significativamente distinta da proporção de pseudoartrose no grupo de não fumantes (9,9%) ( $p$ -valor=0,015 do teste qui-quadrado). A razão de chances (*odds ratio*) foi igual a 2,5, com intervalo de confiança significativo (1,2; 5,1). A chance de um fumante apresentar pseudoartrose na artrodese subtalar foi 2,5 vezes maior que a chance de um não fumante apresentar pseudoartrose na artrodese subtalar. A figura 3 ilustra a diferença entre as incidências de pseudoartrose nos dois grupos.

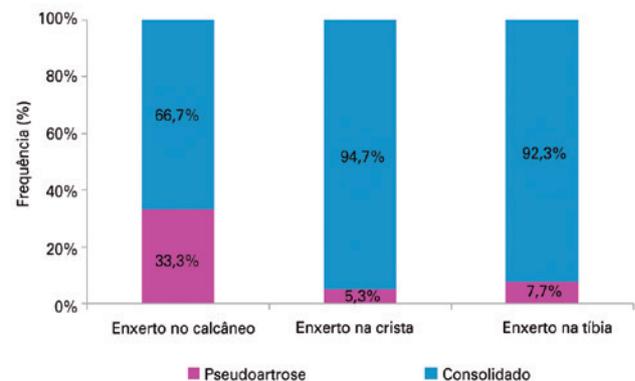
Considerando-se os casos de enxerto, observa-se associação significativa do desfecho com o local do enxerto ( $p$ -valor=0,011 do teste qui-quadrado). Entre os casos de pseudoartrose a maioria é de enxertos no calcâneo (62,5% dos casos). A incidência de pseudoartrose nos casos de enxerto no calcâneo é de 33,3% (5 de 14 casos), a incidência de pseudoartrose nos casos de enxerto do ilíaco é de 5,3% (2 de 38 casos) e a incidência de pseudoartrose nos casos de enxerto na tibia é de 7,7% (1 de 13 casos). A diferença entre estas incidências é significativa sob o ponto de vista estatístico ( $p$ -valor=0,011 do teste qui-quadrado), ou seja, a pseudoartrose é significativamente mais prevalente nos casos de enxerto no calcâneo. A diferença entre estas incidências é ilustrada na figura 4.

A tabela 1 traz as incidências dos desfechos nos quatro subgrupos definidos de acordo com o tabagismo e realização do enxerto. A incidência de pseudoartrose é maior no grupo que fumava e não fez enxerto e a diferença é significativa sob o ponto de vista estatístico ( $p$ -valor=0,014 do teste qui-quadrado para os quatro grupos). Entretanto, compa-

rando-se a incidência de pseudoartrose do grupo de fumantes que fizeram enxerto (11,4%) e a incidência de pseudoartrose do grupo de fumantes que não fizeram o enxerto (27,1%), o teste qui-quadrado não detectou diferença significativa entre estas duas proporções ( $p$ -valor=0,072 do teste qui-quadrado). Ou seja, há indícios de que o fumante que



**Figura 3.** Associação entre pseudoartrose e tabagismo. **Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa.



**Figura 4.** Incidências de pseudoartrose nos casos de enxerto, por local de enxerto. **Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa.

**Tabela 1.** Desfechos nos quatro subgrupos definidos de acordo com o tabagismo e realização do enxerto

Resultado no RX/TC	Não fumante		Fumante		Total
	Não Fez Enxerto	Fez Enxerto	Não Fez Enxerto	Fez Enxerto	
Consolidada	101	26	43	31	201
	91,0%	86,7%	72,9%	88,6%	85,5%
Pseudoartrose	10	4	16	4	34
	9,9%	13,3%	27,1%	11,4%	14,5%
Global	111	34	59	35	243
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

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

não faz enxerto tem chance 2,9 vezes maior de apresentar pseudoartrose do que o fumante que faz enxerto, entretanto, como a amostra deste trabalho não foi confirmada a significância deste risco, sob o ponto de vista estatístico as incidências de pseudoartrose nestes dois grupos não são significativamente distintas.

## DISCUSSÃO

Na literatura existe uma maior prevalência de artrodese da articulação subtalar em homens<sup>(12-14)</sup>. Neste trabalho houve uma grande predominância de pacientes do sexo masculino operados (80,9%). Com relação à faixa etária, variou entre 40-53 anos, com idade média de 47 anos, que foi bem similar à encontrada por Davies<sup>(12)</sup> em seu trabalho, de 46 anos.

A principal indicação de artrodese foi por seqüela de fratura de calcâneo, em nossa amostra correspondendo a 94% dos pacientes. Nos trabalhos de Easley<sup>(1)</sup> e Davies<sup>(12)</sup> também foi o principal diagnóstico, contudo, em menor proporção (62,4% e 67,3%, respectivamente). Já Shah<sup>(15)</sup> apresentou a disfunção do tendão tibial posterior como principal diagnóstico.

A taxa de consolidação média da artrodese subtalar isolada, com parafusos canulados encontrada na literatura, varia de 84-100%<sup>(1,3,4,12-14)</sup>, valor semelhante ao encontrado em nosso trabalho (85,4%). Easley et al.<sup>(1)</sup>, acompanharam a evolução de 184 pés submetidos à artrodese isolada, com evolução para 30 casos (16%) de pseudoartrose, ligeiramente maior do que nossa taxa de não consolidação (14,6%).

Chahal et al.<sup>(4)</sup> avaliaram 88 pacientes e encontraram uma taxa de consolidação de 68,4% em fumantes e 89,8% em não fumantes. Além disso, obtiveram 84,8% de consolidação com uso de enxerto ósseo, enquanto essa taxa foi de apenas 65% nos que não a utilizaram, independente do tabagismo. Easley et al.<sup>(1)</sup> reportaram 92% de taxa de consolidação em não tabagistas versus 73% em tabagistas ( $p < 0,01$ ). Em nossos pacientes, a taxa de consolidação em pacientes não tabagistas foi de 90,1%, condizente com o encontrado na literatura, e 78,7% em tabagistas ( $p = 0,015$ ). Assim, no presente trabalho, observamos que a chance de um paciente tabagista evoluir com pseudoartrose foi 2,5 vezes maior do que em não tabagistas, taxa similar à encontrada por Ishikawa<sup>(16)</sup> (2,7 vezes). Por outro lado, no estudo recente de Shah<sup>(15)</sup>, apesar de os tabagistas terem uma taxa de consolidação menor que a de não tabagistas (78% e 88%, respectivamente), com uma razão de chances de união entre os grupos de 0,471, tal proporção não apresentou significância estatística ( $p = 0,19$ ).

A nicotina causa o aumento de catecolaminas, levando à vasoconstrição e hipóxia, aumentando a agregação plaque-

tária e reduzindo a proliferação de queratinócitos, eritrócitos, macrófagos e fibroblastos<sup>(16-18)</sup>. Atua também diretamente na função de osteoblastos e osteoclastos<sup>(19)</sup>. O monóxido de carbono liga-se à hemoglobina e diminui a capacidade de transporte de oxigênio<sup>(20)</sup>. O dano direto aos linfócitos e a diminuição de absorção de cálcio também são possíveis causas de uma maior taxa de insucesso em tabagistas<sup>(21)</sup>.

Easley et al.<sup>(5)</sup> revisaram 45 casos de pseudoartrose de artrodese tibiotársica e citaram como possíveis fatores para a não consolidação a diabetes mellitus (nove casos), osteonecrose dos ossos envolvidos em seis casos e 20 pacientes (44%) que eram fumantes. Essas taxas elevadas de pseudoartrose demonstram a importância do fumo como fator etiológico nessa complicação nas cirurgias do pé e tornozelo<sup>(5)</sup>.

Ao se analisar somente os pacientes fumantes, obtivemos 27,4% de pseudoartrose naqueles que não receberam enxerto ósseo e 11,4% nos que receberam. Assim, pacientes tabagistas, nos quais não foi realizada enxertia óssea, apresentaram uma probabilidade 2,9 vezes maior de não consolidar a artrodese subtalar realizada, contudo, tal diferença não apresentou significância estatística ( $p = 0,072$ ). Shah et al.<sup>(15)</sup> encontraram dados diferentes, com probabilidade maior de consolidação em pacientes que não receberam enxerto (87%) contra fumantes que receberam enxerto (73%).

Em nosso trabalho, todos os casos que necessitaram de enxertia óssea, esta foi realizada com enxerto autólogo. Segundo Bostrom<sup>(22)</sup>, em comparação com outros tipos de enxerto ósseo, os autógenos apresentam um menor risco de transmissão de infecção e são mais propensos a incorporar-se no seu novo sítio, uma vez que eles têm uma imunogenicidade mínima ou nenhuma. Observamos que a evolução para a fusão da artrodese subtalar relacionou-se com o sítio doador do enxerto. Em 33,3% das cirurgias com enxertos do calcâneo não houve consolidação, o mesmo ocorrendo em 7,7% da tíbia e 5,3% da crista ilíaca. Tal diferença foi significativa sob o ponto de vista estatístico ( $p$ -valor = 0,011). Miller & Chiodo<sup>(23)</sup> afirmaram que apenas o osso esponjoso retirado da crista ilíaca possui capacidade osteogênica significativa, mas que as capacidades osteoindutoras encontradas no osso retirado dos demais locais seria suficiente para a consolidação. Esses autores defendem a necessidade do uso de enxerto da crista ilíaca em pacientes com alto índice de pseudoartrose<sup>(23)</sup>.

No presente estudo, não ocorreram complicações com o sítio doador em nenhum procedimento cirúrgico ou queixas relevantes no pós-operatório, a despeito do resultado previamente esperado. Deorio e Faber<sup>(24)</sup> apresentaram uma baixa taxa de complicações, com 6,7% de incidência de hematoma no local após retirada de enxerto de crista ilíaca.

O'Keeffe<sup>(25)</sup> apresentou 1,3% de complicações após retirada de tibia proximal. Raikin e Brislin<sup>(26)</sup> reportaram 5 casos de 44 pacientes com dor ao utilizar calçados após retirada de enxerto do calcâneo.

Consideramos como uma limitação do trabalho o fato de ser retrospectivo, o que inviabiliza a relação de causa-efeito e não nos permite homogeneidade nos grupos estudados, nem controle sobre a interferência realizada<sup>(27)</sup>; e o diagnóstico de pseudoartrose ter sido baseado no exame físico, radiografias e TC, porém a confirmação de consolidação não foi baseada na TC em todos os pacientes. Apesar de ser um exame muito mais específico<sup>(28)</sup> ele causaria um custo

elevado e exposição desnecessária aos pacientes que não apresentavam sintomas ou radiografias sugestivas de falha da fusão.

## CONCLUSÃO

O tabagismo aumentou a probabilidade de pseudoartrose nas artrodeses subtalares em 2,5 vezes e a pseudoartrose está relacionada com o sítio doador do enxerto autólogo. Além disso, o enxerto ósseo não foi confirmado como fator protetor em pacientes tabagistas, apesar de haver indícios de diminuir em 2,9 vezes a probabilidade de pseudoartrose nesses pacientes.

**Contribuição dos autores:** Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste artigo: GGBS \*(<https://orcid.org/0000-0003-1012-2020>) concebeu e planejou as atividades que levaram ao estudo, redação do artigo, participou do processo de revisão, aprovou a versão final; IMCJ \*(<https://orcid.org/0000-0002-7815-6086>) redação do artigo, participou do processo de revisão; HM \*(<https://orcid.org/0000-0001-7527-969X>) redação do artigo, interpretou resultados do estudo; GFM \*(<https://orcid.org/0000-0001-9817-3089>) redação do artigo, participou do processo de revisão. \*ORCID (Open Researcher and Contributor ID).

## REFERÊNCIAS

- Easley ME, Trnka HJ, Myerson MS. Isolated subtalar arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82(5):613-24.
- Clare M, Lee WE 3<sup>rd</sup>, Sanders RW. Intermediate to long-term results of a treatment protocol for calcaneal fracture malunions. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87(5):963-73.
- Schepers T, Kieboom BCT, Bessems GHJM, Vogels LMM, Van Lieshout EMM, Patka P. Subtalar versus triple arthrodesis after intra-articular calcaneal fracture. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2010;5(2):97-103.
- Chahal J, Stephen DJ, Bulmer B, Daniels T, Kreder HJ. Factors associated with outcome after subtalar arthrodesis. *J Orthop Trauma.* 2006;20(8):555-561.
- Easley ME, Montijo HE, Wilson JB, Fitch RD, Nunley JA 2<sup>nd</sup>. Revision Tibiotalar Arthrodesis. *J Bone Joint Surg.* 2008;90(6):1212-23.
- Nassel H, Adami J, Samnegard E, Tonessen H, Ponzer S. Effect of smoking cessation intervention on results of acute fracture surgery: a randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92(6):1335-42.
- Duchman KR, Gao Y, Pugely AJ, Martin CT, Noiseux NO, Callaghan JJ. The effect of smoking on short-term complications following total hip and knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(13):1049-58.
- Hilibrand AS, Fye MA, Emery SE, Palumbo MA, Bohlman HH. Impact of smoking on the outcome of anterior cervical arthrodesis with interbody or strut-grafting. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83(5):668-73.
- Scolaro JA, Schenker ML, Yannascoli S, Baldwin K, Meth S, Ahn J. Cigarette smoking increases complications following fracture: a systematic review. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(8):674-81.
- Roger I, Worden A, Panattoni J, Garcia I, Aranda F, Delgado PA. Subtalar fusion with iliac bone free flap after a recalcitrant nonunion: report of two cases. *Microsurgery.* 2016;36(6):501-06.
- Kanakaris NK, Mallina R, Calori GM, Kontakis G, Giannoudis PV. Use of bone morphogenetic proteins in arthrodesis: clinical results. *Injury.* 2009;40 Suppl 3:S62-6.
- Chandler JT, Bonar SK, Anderson RB, Davis WH. Results of in situ subtalar arthrodesis for late sequelae of calcaneus fractures. *Foot Ankle Int.* 1999;20(1):18-24.
- Dennysson WG, Fulford GE. Subtalar arthrodesis by cancellous grafts and metallic internal fixation. *J Bone Joint Surg Br.* 1976;58(4):507-10.
- Haskell A, Pleiff C, Mann R. Subtalar joint arthrodesis using a single lag screw. *Foot Ankle Int.* 2004;25(11):774-7.
- Shah A, Naranje S, Araoye I, Elattar O, Godoy-Santos AL, Netto CC. Role of bone grafts and bone graft substitutes in isolated subtalar joint arthrodesis. *Acta Ortop Bras.* 2017; 25(5):183-87.
- Ishikawa, SN, Murphy A, Richardson G. The effect of cigarette smoking on hindfoot fusions. *Foot Ankle.* 2002;23(11):996-998.
- Hoffmann D, Hoffmann I. The changing cigarette, 1950-1955. *J Toxic Environ Health.* 1997;50(4):307-64.
- Stephens BF, Murphy A, Mihalko WM. The effects of nutritional deficiencies, smoking, and systemic disease on orthopaedic outcomes. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(23):2152-57.
- Gaston MS, Simpson, AHRW. Inhibition of fracture healing. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89(12):1553-60.
- Truntzer J, Vopart B, Feldstein M, Matityahu A. Smoking cessation and bone healing: optimal cessation timing. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2015;25(2):211-215.
- Lee JJ, Patel R, Biermann JS, Dougherty PJ. The musculoskeletal effects of cigarette smoking. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(9):850-59.
- Bostrom M, Seigerman D. The clinical use of allografts, demineralized bone matrices, synthetic bone graft substitutes and osteoinductive growth factors: a survey study. *HSS J.* 2005;1(1):9-18.
- Miller CP, Chiodo CP. Autologous bone graft in foot and ankle surgery. *Foot Ankle Clin.* 2016;21(4):825-837.
- DeOrto JK, Farber DC. Morbidity associated with anterior iliac crest bone grafting in foot and ankle surgery. *Foot Ankle Int.* 2005;26(2):147-51.
- O'Keeffe RM Jr, Riemer BL, Butterfield SL. Harvesting of autogenous cancellous bone graft from the proximal tibial metaphysis. A review of 230 cases. *J Orthop Trauma.* 1991;5(4):469-74.
- Raikin SM, Brisin K. Local bone graft harvested from the distal tibia or calcaneus for surgery of the foot and ankle. *Foot Ankle Int.* 2005; 26(6):449-53.
- Toftagen C. Threats to validity in retrospective studies. *J Adv Pract Oncol.* 2012;3(3):181-3.
- Cohen JC, Reis FS, Enne VM, Dinoa VA, Amorim LE. Evaluation of the result and consolidation of arthrodesis in the hindfoot using simple radiography versus computed tomography. *Rev ABTPé.* 2017;11(1):38-48.