

Artrodese subtalar: um segundo parafuso aumenta a taxa de consolidação?

Subtalar arthrodesis: does a second screw increase the fusion rate?

Jim Paiva¹, Henrique Mansur¹, Túlio Vieira Coimbra¹, Isnar Moreira de Castro Junior¹

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

RESUMO

Objetivo: Avaliar se há diferença nas taxas de fusão da artrodese subtalar com a utilização de um ou dois parafusos de compressão.

Métodos: Estudo retrospectivo avaliando a taxa de consolidação dos pacientes submetidos à artrodese subtalar, entre janeiro de 2012 e dezembro de 2016. A consolidação foi determinada clinicamente e por meio de radiografias e, nos casos duvidosos, com tomografia computadorizada.

Resultados: A amostra final foi de 80 pacientes, com tempo final médio de avaliação de 23,27 meses, sendo 78,8% do sexo masculino. 95% tiveram como fator etiológico a artrose subtalar por seqüela de fratura de calcâneo. O grupo submetido à artrodese com um parafuso representou 68,75% dos pacientes e 31,25% com dois parafusos. A incidência de não-consolidação foi de 10,9% no grupo em que se utilizou um parafuso contra 4,0% no que se utilizaram dois parafusos, sem significância estatística (p -valor= 0,425).

Conclusão: A utilização de um segundo parafuso não melhorou as taxas de união da artrodese subtalar.

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

Descritores: Artrodese; Articulação subtalar; Parafusos ósseos; Consolidação da fratura; Pseudoartrose.

ABSTRACT

Objective: To evaluate whether there is a difference in the fusion rates of subtalar arthrodesis using one or two compression screws.

Methods: A retrospective study evaluated the fusion rate of patients subjected to subtalar arthrodesis between January 2012 and December 2016. Fusion was determined clinically using radiographs and, in the case of doubt, computed tomography.

Results: The final sample consisted of 80 patients, 78.8% of whom were male, and the mean final evaluation time was 23.27 months. Subtalar arthrosis due to a calcaneal fracture was the etiologic factor in 95% of the patients. The group subjected to arthrodesis with one screw represented 68.75% of the patients, and the group with two screws represented 31.25% of the patients. The incidence of nonfusion was 10.9% in the group where one screw was used against 4.0% in the group where two screws were used, without statistical significance (p -value = 0.425).

Conclusion: The use of a second screw did not improve the fusion rates of subtalar arthrodesis.

Level of Evidence III; Therapeutic Studies; Retrospective Comparative Studies.

Keywords: Arthrodesis; Subtalar joint; Bone screws; Fracture healing; Pseudarthrosis.

Como citar esse artigo: Paiva J, Mansur H, Coimbra TV, Castro Junior IM. Artrodese subtalar: um segundo parafuso aumenta a taxa de consolidação? Sci J Foot Ankle. 2019;13(1):28-34.

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

Correspondência: Henrique Mansur Gonçalves. Área Militar do Aeroporto Internacional de Brasília, Lago Sul, CEP: 71607-900, Brasília, DF, Brasil.

E-mail: henrimansur@globo.com.

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

Data de Recebimento: 15/12/2018. **Data de Aceite:** 05/02/2019. **Online em:** 31/03/2019.



INTRODUÇÃO

A artrodese subtalar é uma cirurgia muito frequente na prática do cirurgião de pé e tornozelo. Suas indicações são diversas, tais como artrite inflamatória, instabilidade, coalizão tarsal ou artrose pós-traumática, sendo esta última a principal, normalmente após fraturas de calcâneo e/ou tálus⁽¹⁻³⁾.

O objetivo da cirurgia é a fusão articular, promovendo alívio da dor e melhora da função. Para isso, utilizam-se diversos dispositivos, como parafusos, fios de kirschner e grampos. O método mais utilizado é o de fixação interna com parafusos⁽⁴⁻⁸⁾. Para obtenção da fusão articular, dentre diversos fatores, é essencial a estabilidade da fixação e a realização de compressão⁽⁹⁻¹²⁾.

Todos os cuidados para realizar uma artrodese eficaz devem ser tomados, tendo em vista que a não-consolidação é uma complicação que pode atingir taxas de 15 a 30%^(2,6,13). Diversos fatores influenciam na fusão articular, entre eles a presença de comorbidades, obesidade, tabagismo, a etiologia da indicação da artrodese subtalar, uso crônico de determinados medicamentos e a qualidade óssea. Fatores ligados à técnica também estão relacionados à pseudoartrose subtalar, como o uso de enxerto ósseo, desbridamento adequado da cartilagem articular e o método utilizado para a fixação articular, compreendendo sua estabilidade e capacidade de compressão^(2,3,6,8,14-16).

Na literatura não há um consenso sobre a técnica mais eficaz para a artrodese subtalar, sobretudo, a quantidade ideal de parafusos para se obter uma fixação adequada^(4-7,17). O uso de dois parafusos é defendido por diversos estudos biomecânicos, comprovando maior estabilidade (principalmente rotatória e torcional) e compressão quando comparado ao uso de um parafuso^(1,14,18-20). Por outro lado, há estudos que defendem o uso de um parafuso, alcançando excelentes taxas de consolidação ou não havendo diferença significativa na taxa de fusão quando comparada ao uso de dois parafusos^(4-7,17,21,22). Outra importante vantagem seria a menor chance de complicações relacionadas ao material de síntese, como a proeminência e dor no pós-operatório.

Além disso, muito se discute em relação à direção e o posicionamento dos parafusos quando são utilizados dois ou mais implantes. Em estudo com articulações de cadáveres frescos congelados a utilização de dois parafusos paralelos mostrou mais compressão do que divergentes, e um terceiro parafuso aumentou ainda mais a compressão⁽²³⁾. Testando em ossos artificiais, a configuração em delta (divergentes, sendo um retrógrado na faceta posterior e um anterógrado na faceta anterior) promoveu maior rigidez e menor grau de deflexão entre o tálus e o calcâneo⁽²⁴⁾.

A ausência de conformidade nos resultados dos estudos, tanto em pacientes quanto em estudos biomecânicos com ossos artificiais e de cadáveres não permite uma definição de qual a técnica ideal para a artrodese subtalar^(20,23,24). Outro fator importante é que alguns estudos comparam simultaneamente diversas formas de fixação e a utilização de enxertos ósseos distintos, dificultando a interpretação de seus achados⁽²⁵⁾.

O objetivo deste estudo foi comparar as taxas de consolidação da artrodese subtalar primária com a utilização de um ou dois parafusos de compressão, avaliando se um parafuso adicional aumenta o índice de fusão articular.

MÉTODOS

Este trabalho obteve aprovação do Comitê de Ética com registro na Plataforma Brasil, sob o número do CAAE: 87146518.8.0000.5273 e atendeu todos os requisitos em relação aos direitos dos seres humanos.

Trata-se de um estudo retrospectivo, que avaliou os pacientes submetidos à artrodese subtalar entre janeiro de 2012 e dezembro de 2016, pelo grupo de Pé e Tornozelo da instituição, após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Todos os pacientes submetidos à cirurgia foram incluídos. Indicações cirúrgicas diferentes da artrose subtalar pós-traumática foram eliminadas do estudo. Pacientes com comorbidades crônicas e uso regular de medicamentos associados à interferência no mecanismo de consolidação óssea (por exemplo, corticoides), tabagistas, pacientes com história de infecção local prévia e doença vascular foram excluídos. Também foram retirados aqueles submetidos a cirurgias de revisão ou com uso de enxerto ósseo, associação de outros procedimentos cirúrgicos no pé abordado, artrodeses utilizando material diferente de parafusos, dados insuficientes no prontuário ou ausência de exames de imagem adequados. Ainda foram excluídos os pacientes que não mantiveram o acompanhamento até a completa fusão articular ou não seguiram o protocolo pós-operatório empregado no serviço.

A opção por critérios de exclusão rigorosos, como a retirada dos pacientes com comorbidades ou submetidos a cirurgias com a utilização de qualquer tipo de enxerto ósseo deveu-se à análise da influência do número de parafusos na taxa de fusão da artrodese subtalar.

A fusão articular foi avaliada em todos os pacientes através de exames de radiografia (incidências em AP e perfil do tornozelo e oblíquas de Broden), a partir de 12 semanas da cirurgia. Em casos de dúvida, foi solicitada tomografia

computadorizada (Figuras 1 e 2). O critério radiográfico para avaliação da consolidação foi a obliteração do espaço articular, com a presença de trabéculas ósseas cruzando a articulação subtalar. O critério tomográfico foi a presença de trabeculação ou densidade cálcica cruzando mais de 50% do espaço prévio da articulação subtalar. Levou-se em consideração somente a faceta posterior, uma vez que esta é a porção articular que efetivamente apresenta consolidação^(25,26).

Técnica cirúrgica

Os procedimentos foram realizados por diferentes cirurgiões da instituição, todos especialistas e membros do Grupo de Cirurgia de Pé e Tornozelo.



Figura 1. Radiografia simples em perfil do tornozelo de paciente com falha de consolidação de artrodese subtalar com uso de 1 parafuso (esquerda) e tomografia computadorizada com reconstrução sagital de mesmo paciente (direita).

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

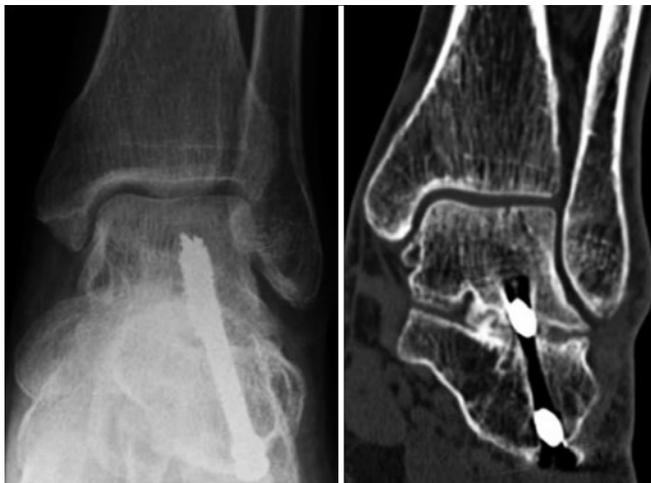


Figura 2. Radiografia simples antero-posterior de tornozelo com falha de consolidação em paciente submetido à artrodese subtalar com 2 parafusos (esquerda) e tomografia computadorizada com reconstrução coronal de mesmo paciente (direita).

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

O paciente era posicionado em decúbito lateral com torniquete aplicado na altura da coxa. Realizado acesso ao seio do tarso, com dissecação por planos até exposição da articulação subtalar e cruentização das superfícies articulares até visualização do osso subcondral. A seguir, eram realizadas micro perfurações das faces articulares do tálus e calcâneo com fio Kirschner e fixação provisória com o fio-guia. Após a confirmação da posição correta do fio-guia e da redução articular com escopia, era efetivada a fixação da subtalar com um ou dois parafusos canulados de 7.0mm de rosca parcial, retrogradamente. A escolha do número de parafusos ocorreu somente pela preferência do cirurgião. Após a sutura da ferida e curativo local, os pacientes eram imobilizados com tala bota em "U". No primeiro dia de pós-operatório, era trocado o curativo e colocada bota gessada com tornozelo fletido 90° e orientado a não apoiar o membro operado. Após duas semanas eram retirados os pontos e confeccionada bota gessada com salto. Os pacientes eram orientados a realizar descarga progressiva de peso até a 12ª semana. Nessa ocasião eram realizadas radiografias e observada a consolidação clínica e radiográfica. Nos casos em que havia dúvida da consolidação radiográfica, realizava-se tomografia computadorizada para avaliar a fusão articular. Se não fosse observada consolidação, era mantida bota gessada com salto e orientado retorno mensal com novos exames.

Análise estatística

Os dados coletados por instrumento de pesquisa foram dispostos em uma planilha eletrônica do programa *Microsoft Excel 2013*, também utilizado para a construção dos gráficos do trabalho. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa *IBM SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)*, versão 22.0. A análise descritiva foi feita baseada na construção de gráficos, distribuições de frequências e cálculo de estatísticas descritivas.

Duas proporções complementares foram comparadas pelo Teste Binomial. E para verificar se existia associação significativa entre duas variáveis qualitativas, objetivou-se usar o Teste Qui-Quadrado ou, quando o teste Qui-Quadrado mostrou-se inconclusivo, foi usado o Teste Exato de Fisher ou a correção de Yates para o teste Qui-Quadrado. Na Análise Inferencial das variáveis quantitativas a hipótese de normalidade da distribuição foi verificada pelos testes de Kolmogorov-Smirnov (KS) e pelo Teste de Shapiro-Wilk (SW). Quando a hipótese de distribuição normal não foi rejeitada, a comparação da variável quantitativa dos pacientes de dois grupos independentes foi feita pelo teste t de Student e a igualdade das variâncias foi avaliada pelo teste de Levene. Quando para algum dos subgrupos a hipótese de norma-

idade da distribuição foi rejeitada, ou se um dos subgrupos tivesse tamanho amostral menor que 12, a comparação da variável quantitativa de dois grupos independentes foi feita pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney. Todas as discussões foram realizadas ao nível de significância máximo de 5% (0,05) e nível de confiança de 95%.

RESULTADOS

Foram elegíveis ao estudo 230 pacientes submetidos à artrodese subtalar no período selecionado. Após aplicados os critérios de exclusão, obteve-se a amostra final formada por 80 pacientes, sendo 17 do sexo feminino (21,2%) e 63 do sexo masculino (78,8%). A diferença entre estas proporções foi significativa sob o ponto de vista estatístico (p -valor<0,001 do teste Binomial).

As distribuições de frequências de variáveis que caracterizam os casos de artrodese subtalar, global e por sexo, são mostradas na tabela 1. A idade dos pacientes variou entre 25 e 67 anos, sendo a média de idade 47,6 anos. Em relação ao número de parafusos, na maioria dos casos (68,8%) foi utilizado um parafuso, enquanto que em 31,2% foram utilizados dois parafusos.

A maior indicação cirúrgica na amostra foi por conta de sequelas de fratura de calcâneo, correspondendo a 95% do to-

tal, enquanto que sequelas de fratura do tálus e lesões osteocondrais corresponderam a 3,8% e 1,2%, respectivamente.

A taxa global de consolidação das artrodeses da subtalar realizadas foi de 91,3%. Estima-se então que a incidência de não-consolidação nos casos de artrodese subtalar é de 8,7% (IC 3,7% - 13,7%). Os pacientes que evoluíram para pseudoartrose tiveram acompanhamento pós-operatório médio de 23,27 meses (variando entre 14,8 e 54,1 meses).

Comparando a idade dos pacientes que evoluíram com fusão da articulação (variou entre 25 a 67 anos, com média=48) e aqueles que apresentaram pseudoartrose subtalar (32 a 56 anos, com média= 43), não houve diferença estatisticamente significativa entre as idades dos grupos (p -valor= 0,155; Teste de Mann-Whitney).

A tabela 2 traz as prevalências de não-consolidação e consolidação para cada indicação cirúrgica e número de parafusos utilizados. Todos os casos de não consolidação ocorreram no grupo em que a indicação era a seqüela de fratura do calcâneo, porém essa diferença não apresentou relevância estatística (p -valor=0,686). Não se pode considerar que a não consolidação está significativamente associada a essa indicação, dado aos pequenos tamanhos amostrais dos outros subgrupos. Entre os casos cirúrgicos com uso de 1 parafuso, a incidência de não consolidação foi de 10,9% e entre os casos que usaram 2 parafusos a incidência de não consolidação foi de 4,0% (p -valor= 0,425 do teste exato de Fisher).

Tabela 1. Distribuições de frequências das variáveis que caracterizam os casos de artrodese subtalar, por sexo e global.

Variável	Feminino n=17		Masculino n=63		Global n=80		p-valor do teste comparando as distribuições da variável nos grupos masculino e feminino
	F	%	F	%	F	%	
Idade (anos)							
25 — 32	1	5,9%	3	4,8%	4	5,1%	0,387 ^(a)
32 — 39	0	0,0%	7	11,2%	7	9,0%	
39 — 46	5	29,5%	15	24,0%	20	25,2%	
46 — 53	5	29,4%	22	35,0%	27	33,8%	
53 — 60	3	17,7%	13	20,7%	16	20,2%	
60 — 67	3	17,7%	3	4,8%	6	7,7%	
Número de parafusos							
1 parafuso	10	58,8%	45	71,4%	55	68,8%	0,320 ^(b)
2 parafusos	7	41,2%	18	28,6%	25	31,2%	
Indicação cirúrgica							
Sequelas de fraturas do calcâneo	16	94,2	60	95,2%	76	95,0%	0,766 ^(c)
Seqüela de fraturas do talus	1	5,9%	2	3,2%	3	3,8%	
L. osteocondral talus e calcâneo	0	0,0%	1	1,6%	1	1,2%	
Fratura consolidada							
Não	0	0,0%	7	11,1%	7	8,7%	0,335 ^(d)
Sim	17	100,0%	56	88,9%	73	91,3%	

(a) Teste de Mann Whitney; (b) Teste Qui-Quadrado; (c) Teste Qui-Quadrado com correção de Yates; (d) Teste Exato de Fisher.

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

Tabela 2. Frequências de consolidação por tipo de indicação da cirurgia e por quantidade de parafusos utilizados.

Variável	Não consolidado		Consolidado		p-valor
	F	%	F	%	
Indicação cirúrgica					
Sequelas de fraturas do calcâneo	7	9,2%	69	90,8%	0,686 ^(a)
Sequela de fraturas do talus	0	0,0%	3	100,0%	
L. Osteocondral talus e calcâneo	0	0,0%	1	100,0%	
Número de parafusos					
1 parafuso	6	10,9%	49	89,1%	0,425 ^(b)
2 parafusos	1	4,0%	24	96,0%	

Teste Qui-Quadrado com correção de Yates; (b) Teste Exato de Fisher.

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

DISCUSSÃO

A artrodese subtalar normalmente apresenta elevados índices de fusão, podendo na literatura alcançar taxas entre 98-100%^(4,7,14). A ocorrência de não-consolidação é influenciada por diversos fatores, sendo estes ligados às características e comorbidades do paciente ou até mesmo à técnica cirúrgica e ao material empregado^(2,14,15). Com o intuito de tentar minimizar o viés de confusão de possíveis falhas de consolidação optamos por incluir apenas as indicações por artrose subtalar pós-traumática, por ser a causa mais prevalente. Em nossa amostra, a prevalência da artrodese subtalar realizada nos casos de artrose pós-traumática se deu majoritariamente no sexo masculino (78,75%), com significância estatística (p -valor $<0,001$), de meia-idade, principalmente na faixa entre 39 e 53 anos (60%). Esses dados ratificam achados em outros trabalhos prévios^(15,16,22), identificando ainda o perfil de paciente que sabidamente é mais sujeito ao trauma, em particular neste estudo, a fratura de calcâneo foi quase que totalmente responsável pela etiologia das artroses pós-traumáticas (95%).

A não-consolidação é descrita como uma das complicações mais frequentes da cirurgia, podendo atingir taxas de até 30%^(2,6,13). Nossa taxa de não-consolidação global atingiu 8,7%, compatível com outros estudos como os de Davies et al.⁽⁵⁾ (6%) e Vilá-Rico et al.⁽²²⁾ (4,6%). O período de acompanhamento médio desses pacientes foi de 23,27 meses (14,8-54,1 meses), tempo suficiente para confirmação da falha de consolidação^(4,8,14).

Apesar de alguns estudos correlacionarem o aumento da idade com a elevação das taxas de não-consolidação⁽²⁾, não observamos diferença estatisticamente significativa (p -valor= 0,155) na comparação da idade entre os pacien-

tes que evoluíram para consolidação ou não da artrodese subtalar (média de 48 e 43 anos, respectivamente). A relevância provavelmente não foi obtida devido ao pequeno número de pacientes no grupo em que não houve consolidação.

No presente estudo observamos taxa de não-consolidação da artrodese subtalar com o uso de 1 parafuso de 10,9% e de 4% no grupo em que foram utilizados 2 parafusos. No entanto, tal diferença não se mostrou significativa (p -valor= 0,425), corroborando com outros artigos existentes na literatura. DeCarbo et al.⁽²¹⁾ encontraram taxa de fusão em 85,4% e 75%, usando 1 e 2 parafusos, respectivamente, sem diferença estatisticamente significativa (p -valor=0,368). Vilá-Rico et al.⁽²²⁾ encontraram 100% de fusão em ambos os grupos, comparando ainda escore AOFAS, não se obtendo novamente relevância estatística (p -valor=0,79), com parafusos colocados na subtalar posterior.

Acreditamos que a provável superioridade biomecânica (principalmente torcional e rotatória) do uso de dois parafusos, já demonstrada em vários estudos⁽¹⁰⁻¹²⁾, é contrabalanceada pela diminuição da superfície de contato ósseo (devido à presença de um parafuso adicional), igualmente importante para a fusão da artrodese.

Além disso, há de se considerar que os pacientes selecionados em nosso trabalho não possuem fatores de risco identificados para a evolução de pseudoartrose, o que possivelmente não demanda uma estabilidade máxima para que ocorra a consolidação⁽¹⁶⁾. Talvez em uma população com maiores fatores de risco a ideia de se escolher por uma construção mais estável biomecanicamente seja interessante, podendo eventualmente alcançar alguma diferença significativa na taxa de fusão entre o uso de 1 ou 2 parafusos.

Esse é o primeiro estudo, de que temos conhecimento, que apresenta em sua metodologia uma forma de se avaliar isoladamente a ação do número de parafusos na taxa de fusão da artrodese. Diversos estudos, quando não testados em objetos inanimados ou cadáveres, apresentam em sua comparação pacientes com diversos riscos conhecidos para a falha da consolidação, não sendo possível mensurar o quanto isso interfere nos resultados comparativos^(1,6,19-22). Os critérios utilizados em nosso trabalho visaram excluir esses fatores de risco, tentando isolar ao máximo apenas o quesito *número de parafusos* no resultado final da consolidação.

Estamos cientes que o trabalho possui diversas limitações. O pequeno tamanho amostral, resultado da aplicação de diversos critérios de exclusão, influenciou significativamente no número de pacientes do subgrupo de não-união, o que pode ter colaborado para não ser obtida significância estatística na diferença entre os grupos.

Um de nossos critérios de exclusão foi a utilização de enxertos ósseos de qualquer tipo, fator frequentemente discutido na literatura, porém ainda sem consenso⁽²⁷⁾. Shah⁽²⁵⁾ avaliou retrospectivamente 135 fusões subtalares, com diferentes enxertos ósseos, incluindo distintas formas de fixação (um ou dois parafusos, paralelos e divergentes), concluindo que o enxerto ósseo não melhorou as taxas de artrodese. Além disso, o autor incluiu pacientes diabéticos e tabagistas. Como os participantes apresentavam vários fatores predisponentes, torna-se difícil compreender qual a influência de cada uma dessas variáveis na taxa de pseudoartrose do estudo. Para evitar um viés de confusão, optamos por tornar os grupos do presente estudo mais homogêneos possível, eliminando quaisquer fatores que pudessem interferir na taxa de fusão da artrodese que não o número de parafusos utilizados.

Entretanto, não avaliamos o posicionamento e a disposição dos parafusos no subgrupo em que foram utilizados dois implantes. Diversos autores realizaram estudos biomecânicos em ossos sintéticos e de cadáver fresco no intuito de definir qual a melhor distribuição dos parafusos^(20,23,24). Matsumoto et al.⁽²³⁾ avaliaram biomecanicamente a estabilidade de três formas de fixação da articulação subtalar (2 parafusos divergentes, 2 parafusos paralelos e 3 parafusos) em ossos artificiais, e notaram que houve um

aumento significativo de compressão com três parafusos. Em outro estudo com ossos artificiais e de cadáver foram testadas oito diferentes configurações de síntese, apresentando a fixação em delta, uma vantagem mecânica significativa para a artrodese subtalar⁽²⁴⁾.

Um estudo radiográfico adequado é fundamental para o correto diagnóstico de pseudoartrose. Todavia, a tomografia computadorizada já mostrou superioridade na avaliação da fusão articular^(26,28,29). Todos os pacientes fizeram radiografias simples do pé e da articulação subtalar, mas somente nos casos duvidosos utilizamos a TC para diagnosticar a união subtalar e não utilizamos um sistema de gradação para determinar o percentual de consolidação obtido^(26,29).

Por fim, o caráter retrospectivo do estudo e a não aplicação de escores funcionais nos pacientes operados não permitiram que realizássemos uma randomização da técnica a ser empregada, nem comparar o resultado funcional obtido com cada uma das técnicas realizadas.

CONCLUSÃO

A utilização de um segundo parafuso para a artrodese subtalar em pacientes com artrose pós-traumática não aumentou as taxas de fusão articular de forma significativa.

Contribuição dos autores: Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste artigo: JP *(<https://orcid.org/0000-0003-1091-1118>) concebeu e planejou as atividades que levaram ao estudo, escreveu o artigo e aprovou a versão final; HM *(<https://orcid.org/0000-0001-7527-969X>) escreveu o artigo, participou do processo de revisão e aprovou a versão final; TVC *(<https://orcid.org/0000-0001-5813-1618>) levantamento de dados e escreveu o artigo; IC *(<https://orcid.org/0000-0002-7815-6086>) participou do processo de revisão e aprovou a versão final. *ORCID (Open Researcher and Contributor ID).

REFERÊNCIAS

1. Chuckpaiwong B, Easley ME, Glisson RR. Screw placement in subtalar arthrodesis: a biomechanical study. *Foot Ankle Int.* 2009; 30(2):133-41.
2. Chahal J, Stephen DJ, Bulmer B, Daniels T, Kreder HJ. Factors associated with outcome after subtalar arthrodesis. *J Orthop Trauma.* 2006;20(8):555-61.
3. Vulcano E, Ellington JK, Myerson MS. The spectrum of indications for subtalar joint arthrodesis. *Foot Ankle Clin.* 2015;20(2):293-310.
4. Haskell A, Pfeiff C, Mann R. Subtalar arthrodesis using a single lag screw. *Foot Ankle Int.* 2004; 25(11):774-7.
5. Davies MB, Rosenfeld PF, Stavrou P, Saxby TS. A comprehensive review of subtalar arthrodesis. *Foot Ankle Int.* 2007; 28(3):295-7.
6. Easley ME, Trnka H, Schon LC, Myerson, MS. Isolated subtalar arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82(5):613-24.
7. Mann RA, Beaman DN, Horton GA. Isolated subtalar arthrodesis. *Foot Ankle Int.* 1998;19(8):511-9.
8. Ferrao PN, Saragas NP, Strydom A. Isolated subtalar arthrodesis. *JBJSSent Surg Tech.* 2016;6(1):e12.
9. Charnley J. Compression arthrodesis of the ankle and shoulder. *J Bone Joint Surg Br.* 1951;33(2):180-91.
10. Goodship AE, Kenwright J. The influence of induced micromovement upon the healing of experimental tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 1985;67(4):650-5.
11. Rubin CT, McLeod KJ. Promotion of bony ingrowth by frequency specific, low-amplitude mechanical strain. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;298:165-74.
12. Matsushita T, Kurokawa T. Comparison of cyclic compression, cyclic distraction and rigid fixation. Bone healing in rabbit. *Acta Orthop Scand.* 1998;69(1):95-8.
13. Hungerer S, Eberle S, Lochner S, Maier M, Högel F, Penzkofer R, Augat P. Biomechanical evaluation of subtalar fusion: the influence of screw configuration and placement. *J Foot Ankle Surg.* 2013;52(2):177-83.
14. Boffeli TJ, Reinking RR. A 2-Screw fixation technique for subtalar joint fusion: a retrospective case series using a 2-screw fixation construct with operative pearls. *J Foot Ankle Surg.* 2012;51(6):734-8.
15. Hungerer S, Trapp O, Augat P, Bühren V. Posttraumatic arthrodesis of subtalar joint- outcome in workers compensation and rates of non-union. *Foot Ankle Surg.* 2011;17(4):277-83.

16. van der Vliet QMJ, Hietbrink F, Casari F, Leenen LPH, Heng M. Factors influencing functional outcomes of subtalar fusion for posttraumatic arthritis after calcaneal fracture. *Foot Ankle Int.* 2018; 39(9):1062-1069.
17. Greisberg J, Sangeorzan B. Hindfoot arthrodesis. *J Am Acad Orthop Surg.* 2001;15(1):65-71.
18. Tuijthof GJ, Beimers L, Kerkhoffs GM, Dankelman J, Dijk CN. Overview of subtalar arthrodesis technique: Options, pitfalls and solutions. *Foot Ankle Surg.* 2010;16(3):107-16.
19. Yuan CS, Chen W, Chen C, Yang GH, Hu C, Tang KL. Effects on subtalar joint stress distribution after cannulated screw insertion at different positions and directions. *J Foot Ankle Surg.* 2015;54(5):920-6.
20. Jastifer JR, Alrafeek S, Howard P, Gustafson PA, Coughlin MJ. Biomechanical evaluation of strength and stiffness of subtalar joint arthrodesis screw constructs. *Foot Ankle Int.* 2016;37(4):419-26.
21. DeCarbo WT, Berlet GC, Hyer CF, Smith WB. Single-screw fixation for subtalar joint fusion does not increase nonunion rate. *Foot Ankle Spec.* 2010;3(4):164-6.
22. Vilá-Rico J, Bravo-Giménez B, Jimenez-Díaz V, Mellado-Romero MA, Ojeda-Thies C. Arthroscopic subtalar arthrodesis: does the type of fixation modify outcomes? *J Foot Ankle Surg.* 2018;57(4):726-731.
23. Matsumoto T, Glisson RR, Reidl M, Easley ME. Compressive force with 2-screw and 3-screw subtalar joint arthrodesis with headless compression screws. *Foot Ankle Int.* 2016;37(12):1357-1363.
24. Hungerer S, Eberle S, Lochner S, Maier M, Högel F, Penzkofer R, Augat P. Biomechanical evaluation of subtalar fusion: the influence of screw configuration and placement. *J Foot Ankle Surg.* 2013;52(2):177-183.
25. Shah A, et al. Role of bone grafts and bone graft substitutes in isolated subtalar joint arthrodesis. *Acta Ortop Bras.* 2017;25(5):183-7.
26. 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.
27. Sanhudo JAV. Artrodese subtalar com enxerto em bloco de osso local. *Rev ABTPé.* 2012;6(1):37-8.
28. Coughlin MJ, Grimes JS, Traughber PD, Jones CP. Comparison of radiographs and CT scans in the prospective evaluation of the fusion of hindfoot arthrodesis. *Foot Ankle Int.* 2006;27(10):780-7.
29. Jones CP, Coughlin MJ, Shurnas PS. Prospective CT scan evaluation of hindfoot nonunions treated with revision surgery and low-intensity ultrasound stimulation. *Foot Ankle Int.* 2006;27(4):229-35.