

Resultados preliminares da artrodese do tornozelo por via anterior

Preliminary outcomes of anterior ankle arthrodesis

Juliana Doering Xavier da Silveira¹, Vinicius Felipe Pereira¹, Vitor Yoshiura Masuda¹, Rafael Mohriak de Azevedo¹, Nacime Salomão Barbachan Mansur¹

1. Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

RESUMO

Objetivo: O presente estudo tem por objetivo avaliar resultados preliminares clínicos e radiográficos em uma série de casos de pacientes portadores de osteoartrite do tornozelo, submetidos a artrodese tibiotalar por via anterior, com a utilização de placa anterior e parafusos canulados como forma de fixação.

Métodos: Avaliamos retrospectivamente, clínica e radiograficamente 8 casos tratados por esta técnica em nosso serviço no período de 2014 a 2017, por meio de questionário AOFAS e avaliação radiográfica em duas incidências ortogonais com carga do tornozelo, avaliados após 1 ano de pós-operatório.

Resultados: Obtivemos pontuações do escore AOFAS entre 38 e 92 no pós-operatório tardio após realização da técnica em estudo, e índice de consolidação de 87,5% (7) dos casos. Houve falha de consolidação em 1 dos casos, que resultou em soltura da placa e necessidade de reabordagem cirúrgica. Apenas 1 dos pacientes apresentou complicação superficial de ferida cirúrgica, tratada somente com curativos seriados. Não houve complicações neurovasculares.

Conclusão: O presente estudo obteve resultados preliminares pós-operatórios adequados com a utilização da técnica demonstrada, indicando uma possível vantagem da mesma em relação a técnicas convencionais e com a possibilidade de utilização de material cirúrgico de menor custo.

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

Descritores: Artrodese; Artropatias; Tornozelo.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to evaluate preliminary clinical and radiographic outcomes of a case series of patients with ankle osteoarthritis undergoing anterior tibiotalar arthrodesis using anterior plate and cannulated screws as a form of fixation.

Methods: We retrospectively assessed the clinical and radiographic outcomes of eight cases treated with this technique in our service between 2014 and 2017, using the American Orthopedic Foot and Ankle Score (AOFAS) questionnaire and radiographic evaluation in two orthogonal views with ankle weight bearing, evaluated at one year after surgery.

Results: We obtained AOFAS scores between 38 and 92 in the late postoperative period and a consolidation rate of 87.5% (seven cases). There was consolidation failure in one case, which resulted in plate loosening and the need for reoperation. Only one of the patients presented superficial surgical wound complication, treated only with serial dressings. There were no neurovascular complications.

Conclusion: The present study obtained adequate preliminary outcomes with the use of the demonstrated technique, indicating a possible advantage of the same in relation to conventional techniques and the possibility of using lower-cost surgical materials.

Level of Evidence IV; Therapeutic Studies; Cases Series.

Keywords: Arthrodesis; Arthropathies; Ankle.

Como citar esse artigo: Silveira JD, Pereira VF, Masuda VY, Azevedo RM, Mansur NSB. Resultados preliminares da artrodese do tornozelo por via anterior. Sci J Foot Ankle. 2018;12(3):173-9.

Trabalho realizado no Hospital São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Correspondência: Juliana Doering Xavier da Silveira. Rua Cristiano Viana, 401 cj 1106. CEP 05411-000, São Paulo, SP, Brasil

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

Data de Recebimento: 02/03/2018. **Data de Aceite:** 28/06/2018. **Online em:** 15/08/2018.



INTRODUÇÃO

A artrodese do tornozelo configura-se como uma opção terapêutica válida e amplamente difundida para o tratamento da artropatia degenerativa avançada do tornozelo (Figura 1). A fusão articular está indicada em diversas ocasiões frente ao quadro de dor articular acompanhada ou não de deformidade no tornozelo e retropé secundárias à artropatia degenerativa⁽¹⁾.

O principal objetivo em todas as técnicas de artrodese é o adequado posicionamento da articulação do tornozelo em relação à perna, propiciando alívio da dor, correção da deformidade e reestabelecimento da função do membro inferior⁽¹⁾.

Resultados clínicos positivos estão correlacionados ao planejamento pré-operatório adequado, à seleção da via de acesso apropriada, à técnica de preparação articular e ao modo de fixação da artrodese. A avaliação do paciente deve ser completa e pautada na busca de morbidades sistêmicas como o diabetes, artrite reumatoide e distúrbios

vasculares⁽¹⁾, as quais podem associar-se a desfechos cirúrgicos e clínicos não ideais. Atenção especial deve ser direcionada à integridade das articulações adjacentes, levando em consideração a possibilidade de uma sobrecarga articular no longo prazo por conta da artrodese, principalmente nas articulações do joelho, mediotársicas e subtalar⁽²⁾.

Diversos acessos cirúrgicos ao tornozelo podem ser considerados para a artrodese, estando a escolha condicionada à deformidade apresentada, técnica de fixação, condição das partes moles e experiência ou preferência do cirurgião⁽¹⁾.

O acesso lateral ou transfibular é uma abordagem comum, utilizado historicamente no tratamento das doenças da articulação tibiotársica. Neste, a fíbula é osteotomizada obliquamente aproximadamente a 2 a 4 cm proximal do nível do pilão tibial, sendo então removida e usada como enxerto autólogo⁽¹⁾. Além de necessitar de osteotomia, o que aumenta sua morbidade, necessita de via complementar sobre o maléolo medial para acesso à goteira medial⁽³⁾.

A combinação de acessos longitudinais anteromedial e anterolateral também é utilizada. O acesso anteromedial é feito medial ao tendão tibial anterior e ao maléolo medial, e o anterolateral realizado lateral ao tendão fíbular⁽¹⁾. No entanto, essa abordagem pode levar risco a porção intermediária de pele e possível necrose entre as duas incisões^(1,3).

O acesso por via posterior apresenta maior complexidade técnica. É realizado por uma incisão no aspecto pos-



Figura 1. Imagem radiográfica demonstrando artropatia degenerativa pós-traumática do tornozelo.
Fonte: Arquivo pessoal do autor



Figura 2. Via de acesso anterior e distração articular para facilitar preparo da superfície.
Fonte: Arquivo pessoal do autor

terior da perna, paralela ao tendão de Aquiles, com atenção para se evitar lesão ao nervo sural⁽³⁾. É indicada para pacientes que possuem risco de complicações de pele na face anterior do tornozelo devido a lesões de pele como sequelas de fratura ou queimaduras.

Ainda, pode ser classicamente indicada a artrodese tibiotársica artroscópica para casos de artropatias degenerativas sem deformidades (<10 graus). Esta técnica apresenta vantagens em relação às técnicas abertas, no que diz respeito à menor dor pós-operatória e menor incidência de complicações de partes moles. Como desvantagens, demanda maior tempo de consolidação óssea e requer experiência do cirurgião devido à longa curva de aprendizado⁽⁴⁾.

Dentre as técnicas de acesso descritas, a artrodese por via anterior única tem sido técnica frequentemente utilizada para a fusão tibiotársica. Realizada ao longo da borda lateral do tendão extensor longo do hálux, na região central entre os maléolos. Essa abordagem exige cautela para evitar lesão das estruturas neurovasculares locais (nervo fibular superficial na primeira janela e nervo fibular profundo com artéria tibial anterior na sua parte profunda) e na manutenção de um retalho de pele viável. Por esta incisão, a articulação do tornozelo é adentrada entre o tendão do músculo extensor longo dos dedos e o tendão do músculo extensor longo do hálux. Este acesso cirúrgico permite uma boa exposição da região anterior do tornozelo, possibilitando ao cirurgião uma visão extremamente ampla da articulação, com possibilidade de extensão distal ou proximal (Figura 2). Esta também oferece vantagens em relação às demais técnicas quanto à área de trabalho e visualização, e quanto à possibilidade de correção de deformidades intensas. Além disso, oferece a possibilidade da fixação rígida do sistema através de uma placa anterior de neutralização e parafusos de compressão percutâneos. Suas desvantagens são a não exposição de estruturas posteriores, dificuldade na abordagem aos maléolos, sendo também descritas aderências tendíneas, parestesias, edema e maior comprometimento vascular pós-operatório^(1,3,5).

Em linhas gerais, ponto importante no processo de artrodese é a preparação articular para a fusão, sendo a mais simples já descrita a curetagem articular direta. Outras técnicas descritas incluem a ressecção articular, ressecção subtotal da cartilagem e enxerto local^(1,3). Independente da forma empregada, deve-se respeitar princípios descritos para a busca de uma fusão articular bem-sucedida, entre os quais se destacam a remoção completa do tecido articular, aposição acurada das superfícies, posicionamento ideal do membro e manutenção rígida desta posição até a consolidação⁽⁵⁾.

Para fixação local dispomos de uma gama de dispositivos como fixadores, hastes, placas, parafusos e a combinação destes^(1,3). Há divergências sobre qual o melhor método, de acordo com a literatura. No entanto, estudos clínicos e biomecânicos mostram que a fixação interna rígida aumenta as taxas de consolidação em tempo reduzido, com uma menor taxa de infecção, menos desconforto ao paciente e mais rápida mobilização em comparação a outras técnicas⁽⁶⁾.

Existem no mercado atualmente placas específicas moldadas e bloqueadas para a realização da artrodese por via anterior, porém de alto custo para pacientes e operadoras de saúde. Em nossa série utilizamos placas comuns de pequenos fragmentos, sem bloqueio como instrumento de neutralização, além de parafusos canulados também comuns e, desta forma, procuramos definir a possibilidade em se realizar a técnica com um menor custo econômico também.

O presente estudo tem por objetivo avaliar os resultados clínicos e radiográficos preliminares da artrodese tibiotalar por via única anterior em uma pequena série de casos retrospectiva, por meio de avaliação pós-operatória somente.

MÉTODOS

Este trabalho obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com registro na Plataforma Brasil sob o nº do CAAE: 87121618.8.0000.5505.

Avaliamos retrospectivamente casos de pacientes portadores de artropatia degenerativa do tornozelo submetidos à artrodese tibiotársica por via anterior única em nosso serviço, durante os anos de 2014 e 2017.

Foram incluídos no estudo pacientes em fase pós-operatória tardia (após 1 ano de cirurgia), que haviam sido submetidos previamente à técnica de abordagem anterior por via única, como descrito a seguir:

Técnica cirúrgica

A via é definida na região central entre os maléolos. Após incisada a pele, utiliza-se o acesso anterior ao tornozelo ao longo da borda lateral do tendão extensor longo do hálux. Essa abordagem exige cautela para evitar lesão das estruturas neurovasculares locais (nervo fibular superficial na primeira janela e nervo fibular profundo com artéria tibial anterior na sua parte profunda) e na manutenção de um retalho de pele viável. Após dissecação cuidadosa, a articulação do tornozelo é adentrada entre o tendão do músculo extensor longo dos dedos e o tendão do músculo extensor

longo do hálux. É importante neste momento o cuidado no manuseio e afastamento dos tecidos, assim como dissecação superficial, para que se evite complicações de partes moles. Após identificação articular inicia-se o desbridamento e decorticação articular e preparo com perfurações no osso subcondral, de forma a obter osso sangrante e boa aposição e posicionamento articular. Prosseguimos com a fixação provisória com fios de Kirschner e checagem radioscópica e clínica. Em seguida iniciamos a fixação com a introdução de 02 parafusos canulados de 7.0mm rosca parcial, introduzidos de posterolateral na tibia para anteromedial no tálus e de posteromedial na tibia para centrolateral no tálus, de forma a obter estabilidade de compressão. Em seguida adicionamos uma placa anterior em formato T de rádio distal 3.5mm, com ou sem bloqueio (facilmente encontrada em caixas simples de pequenos fragmentos), realizamos a moldagem para acomodação no colo do tálus e posterior fixação com todos os parafusos da placa, de forma a evitar áreas de fragilidade na mesma (Figuras 3 e 4). Por fim realizamos a limpeza da ferida e sutura cuidadosa por planos, seguidas por colocação de curativo estéril e tala suropodálica. Nosso protocolo pós-operatório permite carga parcial protegida a partir da 4ª semana e carga total protegida a partir da consolidação óssea, com desmame progressivo da órtese conforme condição neuromuscular.

Solicitamos aos pacientes que comparecessem ao nosso serviço e, após aplicação do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), foram entrevistados e dados epidemiológicos foram coletados. Fornecemos questionário adicional de forma a obter dados como complicações da ferida, necessidade de uso de antibioticoterapia, pseudoartrose ou retardo de consolidação e revisão cirúrgica.

Foram avaliados 8 casos tratados com artrodese de tornozelo por via anterior. A média de idade dos pacientes foi de 48,5 anos (DP=9,8), 6 casos do sexo masculino e 2 casos do sexo feminino. Cinco dos pacientes foram operados por artrose pós-traumática secundária de fratura do tornozelo, um paciente por artrose pós-traumática decorrente de fratura do tálus, um paciente por artropatia degenerativa secundária a um tornozelo varo rígido e uma revisão por falha de artrodese tibiotársica pregressa. Todos os procedimentos foram unilaterais, sendo quatro no lado esquerdo e quatro no lado direito.

Aplicamos, em seguida, a escala AOFAS (*American Orthopaedic Foot and Ankle Society*) para tornozelo e retropé, validada para nosso idioma⁽⁷⁾, que avalia o resultado funcional por meio de nove itens a serem preenchidos pelos avaliador, que abrangem três categorias: Dor (40 pontos), função (50 pontos) e alinhamento (10 pontos). O escore é

pontuado com a soma dos itens, e apresentado de 0 a 100 pontos, em que o zero corresponde à maior incapacitação e o 100 à melhor condição clínica.

Por fim, avaliamos radiograficamente a consolidação óssea por meio de radiografias com carga do tornozelo em duas incidências ortogonais (AP e perfil). Definimos como consolidação a visualização de continuidade óssea em radiografia de seguimento presente em no mínimo três corticais nas incidências anteroposterior e perfil.

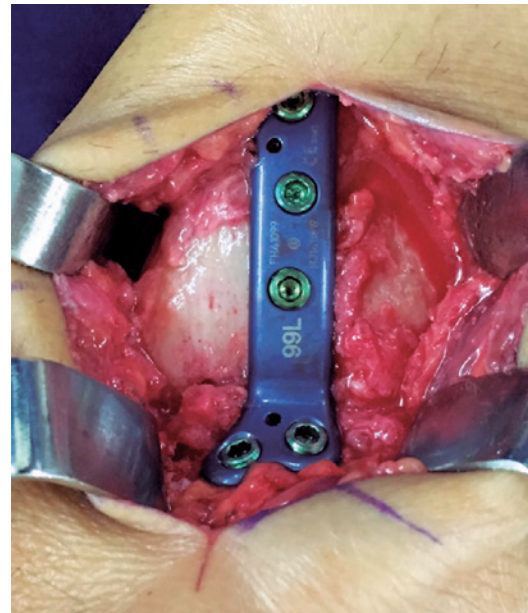


Figura 3. Posicionamento da placa anterior e parafusos após correto posicionamento articular e alinhamento do tornozelo.
Fonte: Arquivo pessoal do autor

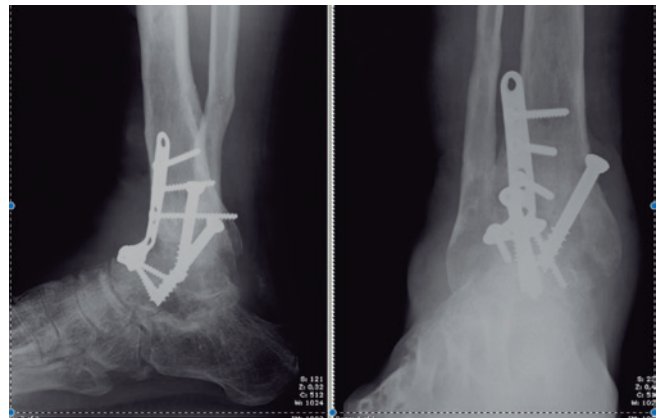


Figura 4. Imagem radioscópica em incidência anteroposterior após fusão.
Fonte: Arquivo pessoal do autor

Não dispomos de dados de questionários referentes à avaliação clínica pré-operatória para comparação.

RESULTADOS

Após aplicação do questionário AOFAS, obtivemos escores entre 38 e 92 pontos. Seis (6) pacientes obtiveram escores satisfatórios, enquanto dois (2) obtiveram escores piores, tendo perdido pontos na categoria dor. O paciente que apresentou o pior escore (58), apresentava mobilidade na artrodese (não consolidação), com perda do alinhamento e intenso déficit funcional. Os demais pacientes apresentavam-se assintomáticos (Tabela 1).

Houve evidência de consolidação radiográfica em sete casos (87,5%), e uma soltura com quebra de material em um caso (12,5%), necessitando de revisão cirúrgica na décima segunda semana de pós-operatório. A reabordagem da mesma foi realizada também por via anterior, resultando em consolidação do caso no seguimento. Encontrou-se o relato de apenas uma (12,5%) infecção superficial de ferida operatória, que foi controlada com antibioticoterapia por via oral e curativos. Não houve descrição de complicações como deiscência local, mal alinhamento, incômodo na pele por material proeminente ou infecção profunda (Figura 5).

DISCUSSÃO

O presente estudo obteve resultados satisfatórios de consolidação, semelhante aos encontrados na literatura. Gharahdaghi et al.⁽⁸⁾, em um estudo prospectivo, avaliaram 12

pacientes em um período de 2 anos, que foram submetidos à artrodese por via anterior, utilizando a combinação de placa anterior DCP e parafusos. Sua série obteve fusão articular completa em todos os indivíduos, evidenciando consolidação radiográfica com bom posicionamento em uma média de 12 semanas (variando de 8 a 15 semanas). Não houve caso de falha dos implantes⁽⁸⁾.

Resultados similares também foram apresentados por Mohamedean et al.⁽⁹⁾, em estudo prospectivo de 29 pacientes, no qual utilizou-se a via anterior e placa de compressão dinâmica com um seguimento de 36 meses. Neste trabalho os autores obtiveram 100% de consolidação em uma média de 12,2 semanas, com melhora nos escores funcionais e de qualidade de vida dos pacientes.

A via de acesso anterior, por sua natureza, facilita a acomodação de placa e parafusos em diferentes disposições, propiciando versatilidade na confecção da artrodese. Em um estudo feito entre 2005 e 2010, Slater et al.⁽¹⁰⁾ realizaram a artrodese por via anterior, com uma construção combinada por placa e parafusos, demonstrando que placas anteriores permitem que o calcâneo seja incorporado na artrodese, quando necessário. Essa técnica provê uma variedade de entrada de parafusos e uma rigidez imediata suficiente, compatível com uma alta taxa de consolidação com poucas complicações⁽¹⁰⁾.

A discussão sobre qual método de fixação é o mais estável decorre da literatura, conforme exposto por Kakarala e Rajan⁽¹¹⁾ em uma série comparativa de 22 casos. O grupo no qual se utilizou placa anterior moldada e parafusos cru-

Tabela 1. Resultados clínicos e radiográficos

Paciente	Idade	Lateralidade	Sexo	Diagnóstico inicial	AOFAS total	Dor/40	Função/50	Alinhamento/10	Tempo de seguimento (anos)	Avaliação radiográfica	Complicações
1	54	E	M	Fratura de tornozelo	92	40	42	10	4	Consolidada	
2	62	E	M	Varo rígido do tornozelo	38	20	13	5	4	Não consolidada	Quebra da placa
3	36	D	F	Fratura de tornozelo	83	40	33	10	4	Consolidada	
4	40	E	M	Fratura de tornozelo	83	40	33	10	3	Consolidada	
5	46	D	F	Fratura de tornozelo	73	30	23	10	2	Consolidada	
6	39	D	M	Fratura do tálus	92	40	42	10	2	Consolidada	Infecção superficial
7	51	E	M	Fratura de tornozelo	85	40	35	10	2	Consolidada	
8	60	D	M	Falha de artrodese tibiotársica	80	40	30	10	1	Consolidada	

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



Figura 5. Ferida operatória cicatrizada após 10 semanas de pós-operatório.

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

zados obteve consolidação total e em menor tempo em comparação à fixação apenas com parafusos. Desses últimos, dois casos evoluíram para pseudartrose e para a necessidade de revisão cirúrgica com complementação da síntese através de placa anterior⁽¹¹⁾. Rowan e Davey⁽¹²⁾ apresentaram resultados do uso de placa anterior AO em T para fixação de artrodese com taxa de consolidação de 94%. Mears et al.⁽¹³⁾ sugeriram que os resultados com a placa em T ou com uma placa anterior de dois furos, apresentando uma taxa de consolidação de 100%, são comparáveis aos resultados obtidos com a fixação por parafusos cruzados. Apesar da estabilidade, os autores utilizaram um protocolo de reforço com imobilização gessada e carga parcial somente após 6 semanas, o que poderia alterar os índices de consolidação apresentados⁽¹²⁾.

Em um estudo biomecânico, Tarki et al.⁽¹⁴⁾ demonstraram que a placa anterior complementava os parafusos multiplanares e providenciaram aumento na rigidez, em comparações à fixação com apenas parafusos⁽¹⁴⁾. Com adição de placa anterior, o aumento na rigidez da construção foi de 3.5 no plano sagital, 1.9 no plano axial, e 1.4 no plano coronal. Biomecanicamente, a placa anterior age como um dis-

positivo de banda de tensão quando resiste ao movimento de flexão plantar e dorsiflexão, assim como age como placa de neutralização quando resiste a forças de cisalhamento⁽¹⁴⁾. A presença de micro movimentos presente na síntese apenas com parafusos pode ser deletéria na evolução da fusão local. Uma vez que existe aumento da estabilidade pela síntese com placa, pode-se investir em uma construção com menor número de parafusos cruzados, o que permitiria a manutenção de uma superfície maior para a profusão da consolidação óssea.

Deparamo-nos com uma baixa ocorrência de complicações, sendo uma infecção superficial de ferida operatória controlada com ciclo de antibiótico por 14 dias e um caso de quebra do implante. Os resultados foram semelhantes a outros estudos, com índices de infecção em suas séries variando de 6 a 8%^(8,9), e que apresentaram melhora sem comprometimento final dos resultados. Dentre outros eventos adversos, descreve-se a deiscência da ferida operatória, a penetração por parafuso na articulação subtalar e a perda de correção^(12,15). Em seguimentos maiores, relata-se a fratura por estresse tibial, o mau alinhamento, o desenvolvimento de artrite secundária ou a progressão de artrite subtalar⁽¹⁵⁾.

Os resultados apresentados reforçam a ideia que a técnica por via anterior e fixação por uma combinação de placa e parafusos pode ser satisfatória e profícua na artrodese de tornozelo, mesmo em países de terceiro mundo que utilizam diferentes qualidades de implantes, de acordo com o orçamento disponível. Os princípios de compressão entre as estruturas, estabilidade local, manutenção de uma superfície ampla para formação óssea e rigidez da síntese ainda se apresentam importantes na busca da consolidação.

CONCLUSÃO

Este estudo demonstra técnica passível de realização em serviços com pouco acesso a materiais de alto custo, com utilização de placas simples não bloqueadas de 3,5mm e parafusos canulados convencionais de 7.0mm, com bons resultados funcionais e índice de consolidação pós-operatória.

O presente estudo apresenta algumas limitações, como número pequeno de casos, desenho retrospectivo de casos não homogêneos e ausência de dados comparativos pré-operatórios. O pouco tempo de seguimento dos pacientes é justificado pelo objetivo de mostrar o estudo apenas preliminar da técnica.

Contribuição de autores: Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste artigo: JDXS *(<https://orcid.org/0000-0003-4807-7990>) concebeu e planejou atividades que levaram ao estudo, redação do artigo, interpretou os resultados do estudo, participou do processo de revisão e aprovou a versão final; VFP *(<https://orcid.org/0000-0002-1005-6089>) concebeu e planejou atividades que levaram ao estudo, redação do artigo, interpretou os resultados do estudo, participou do processo de revisão e aprovou a versão final; VYM *(<https://orcid.org/0000-0002-4676-2954>) participou do processo de revisão e aprovou a versão final; RMA *(<https://orcid.org/0000-0001-9229-8008>) concebeu e planejou atividades que levaram ao estudo, interpretou os resultados do estudo, participou do processo de revisão e aprovou a versão final; NSBM *(<https://orcid.org/0000-0003-1067-727X>) concebeu e planejou atividades que levaram ao estudo, redação do artigo, interpretou os resultados do estudo, participou do processo de revisão e aprovou a versão final. *ORCID (Open Researcher and Contributor ID).

REFERÊNCIAS

- DeHeer PA, Catoire SM, Taulman J, Borer B. Ankle arthrodesis: a literature review. *Clin Podiatr Med Surg*. 2012;29(4):509-27.
- Wu WL, Su FC, Cheng YM, Huang PJ, Chou YL, Chou CK. Gait analysis after ankle arthrodesis. *Gait Posture*. 2000;11(1):54-61.
- Nihal A, Gellman RE, Embil JM, Trepman E. Ankle arthrodesis. *Foot Ankle Surg*. 2008;14(1):1-10.
- Stone JW. Arthroscopic ankle arthrodesis. *Foot Ankle Clin*. 2006;11(2):361-8.
- Ratliff AH. Compression arthrodesis of the ankle. *J Bone Joint Surg Br*. 1959;41:524-34.
- Moeckel BH, Patterson BM, Inglis AE, Sculco TP. Ankle arthrodesis. A comparison of internal and external fixation. *Clin Orthop Relat Res*. 1991;(268):78-83.
- Rodrigues RC, Masiero D, Mizusaki JM, Imoto AM, Peccin MS, Cohen M, et al. Tradução, adaptação cultural e validação do "American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) Ankle-Hindfoot Scale". *Acta Ortop Bras*. 2008; 16(2):107-11.
- Gharehdaghi M, Rahimi H, Mousavian A. Anterior ankle arthrodesis with molded plate: technique and outcomes. *Arch Bone Jt Surg*. 2014;2(3):203-9.
- Mohamedean A, Said HG, El-Sharkawi M, El-Adly W, Said GZ. Technique and short-term results of ankle arthrodesis using anterior plating. *Int Orthop*. 2010;34(6):833-7.
- Slater GL, Sayres SC, O'Malley MJ. Anterior ankle arthrodesis. *World J Orthop*. 2014;5(1):1-5.
- Kakarala G, Rajan DT. Comparative study of ankle arthrodesis using cross screw fixation versus anterior contoured plate plus cross screw fixation. *Acta Orthop Belg*. 2006;72(6):716-21.
- Rowan R, Davey KJ. Ankle arthrodesis using an anterior AOT plate. *J Bone Joint Surg Br*. 1999;81(1):113-6.
- Mears DC, Gordon RG, Kann SE, Kann JN. Ankle arthrodesis with an anterior tension plate. *Clin Orthop Relat Res*. 1991;(268):70-7.
- Tarkin IS, Mormino MA, Clare MP, Haider H, Walling AK, Sanders RW. Anterior plate supplementation increases ankle arthrodesis construct rigidity. *Foot Ankle Int*. 2007;28(2):219-23.
- Zwipp H, Rammelt S, Endres T, Heineck J. High union rates and function scores at midterm followup with ankle arthrodesis using a four screw technique. *Clin Orthop Relat Res*. 2010 Apr;468(4):958-68.