

# Fraturas de pilão tibial tipo AO 43C – o que influencia o resultado funcional?

## AO type 43C tibial pilon fractures: what factors influence functional outcomes?

Vinícius Quadros Borges, Leonardo Vinícius de Matos Moraes, Gabriel Ferreira Ferraz, Kelly Cristina Stéfani

1. Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

### RESUMO

**Objetivo:** O objetivo deste estudo foi avaliar prospectivamente os casos operados de fratura do pilão tibial tipo AO 43C e avaliar quais os fatores que podem influenciar no resultado funcional no pós-operatório tardio.

**Métodos:** Os pacientes foram classificados de acordo com a Classificação da OTA/AO através de exames de raio X e tomografia computadorizada e incluídos os do tipo 43C. Foram realizadas 98 cirurgias de osteossíntese do pilão tibial e, segundo os critérios de inclusão, foram selecionados para o estudo 35 casos. O protocolo de tratamento estabelecido foi baseado na Classificação de Tscherne.

**Resultados:** Com relação às complicações imediatas de pele observamos que ela pode ser um fator prognóstico para a retirada de material de síntese tardio (média de 2 anos de pós-operatório), pois houve associação entre as complicações de pele e a retirada do material de síntese. Com relação à complicação tardia relacionada à artrose obtivemos uma elevada incidência em ambos os grupos, o que denota que a artrose pós-traumática das fraturas de pilão 43C é praticamente certa.

**Conclusão:** Não houve diferença entre os grupos ao relacionarmos escore AOFAS e grau de artrose e complicações de pele e, portanto, as complicações não foram fatores que determinaram um desfecho na fratura de pilão tibial. Apesar de o dano à cartilagem, que ocorre no momento da lesão, ser um mediador significativo do resultado clínico, existem mais fatores importantes que afetam o resultado final do tratamento. Em nosso estudo esses fatores foram: o protocolo de tratamento baseado em acometimento de partes moles, reconstrução anatômica da articulação e fixação interna rígida com movimento precoce.

**Nível de Evidência II; Estudos Terapêuticos; Prospectivo Comparativo.**

**Descritores:** Fraturas da tíbia; Fraturas intra-articulares; Fíbula; Redução aberta; Inquéritos e questionários.

### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to prospectively evaluate operated cases of AO type 43C tibial pilon fracture and assess which factors might influence functional outcomes during the late postoperative period.

**Methods:** Patients were classified according to the OTA/AO Classification using X-ray and computed tomography (CT) scans. Patients with type 43C fractures were included in this study. A total of 98 tibial pilon osteosynthesis surgeries were performed, and 35 cases were selected for this study based on the inclusion criteria. The treatment protocol established was based on the Tscherne Classification.

**Results:** We observed that immediate skin complications might be a prognostic factor for the late removal of osteosynthesis material (mean=2 years postoperation) because an association was found between skin complications and the removal of osteosynthesis material. We observed a high incidence of late arthritis complications in both groups, which indicates that the post-traumatic arthritis associated with 43C pilon fractures is practically certain.

**Conclusion:** No differences were found between the groups when correlating the American Foot and Ankle Score (AOFAS), the degree of arthritis, and skin complications; therefore, complications did not determine the outcomes of tibial pilon fracture. Although the cartilage damage that occurs at the time of injury is a significant mediator of the clinical outcome, more important factors affect the final treatment outcome. In our

Trabalho realizado no Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

**Correspondência:** Kelly Cristina Stéfani. Rua Mato Grosso, 306, São Paulo, SP, Brasil – CEP: 01239-040 – E-mail: [kstefani@institutokellystefani.com.br](mailto:kstefani@institutokellystefani.com.br)

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

**Data de Recebimento:** 23/06/2018. **Data de Aceite:** 02/08/2018. **Online em:** 30/09/2018.



study, these factors were the treatment protocol based on soft tissue involvement, the anatomical reconstruction of the joint, and rigid internal fixation with early range of motion.

**Level of Evidence II; Therapeutic Studies; Comparative Prospective.**

**Keywords:** Tibial fractures; Intra-articular fractures; Fibula; Open fracture reduction; Surveys and questionnaires.

**Como citar esse artigo:** Borges VQ, Moraes LVM, Ferraz GF, Stéfani KC. Fraturas de pilão tibial tipo AO 43C – o que influencia o resultado funcional? *Sci J Foot Ankle*. 2018;12(3):233-9.

## INTRODUÇÃO

Em 1968, Ruedi et al. publicaram um estudo detalhando o mecanismo da fratura do pilão tibial, já sugerido por Bohler<sup>(1)</sup> em 1951, no qual o tipo de fratura está relacionado com a posição do pé no momento do trauma, variando da flexão plantar, neutro e flexão dorsal<sup>(2)</sup>. Nesse mesmo artigo, Ruedi propôs um sistema de classificação das fraturas do pilão tibial baseado no grau da cominuição da superfície articular e desvio dos fragmentos, divididos em três tipos<sup>(3)</sup>. Outra classificação proposta é da AO<sup>(4,5)</sup>, em que essas fraturas pertencem ao grupo 43. As duas classificações são muito próximas. A reprodutibilidade inter observadores da classificação AO<sup>(6)</sup>, baseada em raios X, é “moderada” (Kappa, 0,41-0,60). O uso de CT<sup>(7)</sup> melhora essa reprodutibilidade.

Fraturas completas do pilão tibial são raras e seu tratamento é difícil. A fisiopatologia inclui três grupos: (A) traumas de alta energia (lesões em veículos motorizados e quedas de mais de 2 metros de altura), com graves lesões articulares e moles, (B) trauma de rotação, (acidentes de esqui e quedas de menos de 2 metros de altura), com dano articular e dos tecidos moles modesto, e (C) trauma de baixa energia em idosos<sup>(8)</sup>. Esses três grupos ocasionam problemas e complicações muito diferentes baseados nas lesões de partes moles que é descrita na classificação de Tschern<sup>(9)</sup>.

Nos pacientes com traumas de alta energia essas fraturas devem ser estabilizadas nas primeiras 6 horas do trauma, para evitar-se danos secundários, sendo indicada a fixação externa. O segundo estágio pode ser aplicado após a cicatrização das partes moles, com uso de síntese interna ou fixador externo definitivo. E nos pacientes com traumas moderados e de baixa energia, o estágio inicial é desnecessário e pode-se iniciar o tratamento no segundo estágio. Uma metanálise, avaliando as duas opções de escolha da síntese para o tratamento do segundo estágio relata que as evidências atuais demonstram que ambos os tratamentos têm uma incidência semelhante de complicações pós-operatórias<sup>(10)</sup>.

Apesar da padronização na literatura da classificação e da fisiopatologia dos traumas existem muitos fatores que influenciam o resultado do tratamento cirúrgico de fraturas de pilão, incluindo o tempo do procedimento, a técnica cirúrgica, via de acesso, além de fatores individuais dos pacientes. E na literatura, a grande maioria dos artigos são revisões de casos retrospectivos<sup>(11)</sup>.

O objetivo deste estudo foi avaliar prospectivamente os casos operados de fratura do pilão tibial tipo AO 43C e avaliar quais os fatores que podem influenciar no resultado funcional no pós-operatório tardio.

## MÉTODOS

Este trabalho obteve aprovação do Comitê de Ética com registro na Plataforma Brasil sob o nº do CAAE: 46127215.4.0000.5463.

Os pacientes incluídos no estudo foram atendidos pelo grupo de cirurgia do pé e tornozelo da nossa instituição, entre janeiro de 2007 até fevereiro de 2017. Todos foram recrutados de forma consecutiva, após a assinatura do termo de consentimento livre esclarecido e obtenção da aprovação da Plataforma Brasil.

Os pacientes foram classificados de acordo com a Classificação da OTA/AO<sup>(5)</sup>, através de exames de raio X e tomografia computadorizada. O critério de inclusão foi fratura de pilão tibial de tipo 43C. Os critérios de exclusão foram: perda do acompanhamento pós-operatório.

Os pacientes foram divididos de acordo com a intensidade do trauma em 2 grupos: trauma de moderada energia (trauma de rotação e quedas de menos de 2 metros de altura, com dano articular e dos tecidos moles modesto) e trauma de alta energia (lesões em veículos motorizados e quedas de mais de 2 metros de altura, com graves lesões articulares e moles)<sup>(8)</sup>.

A padronização da conduta cirúrgica seguindo os preceitos da classificação de Tschern<sup>(9)</sup> foi:

- grupo de alta energia com 2 cirurgias: primeira cirurgia realizada em caráter de urgência nas primeiras horas

após o trauma, com o fixador externo uniplanar em delta medial e via de acesso lateral para redução da fratura da fíbula e osteossíntese com placa e parafusos de 3,5mm, e após 2 semanas a segunda cirurgia para retirada do fixador externo com realização de via de acesso ântero medial para redução da fratura do pilão e colocação de placa anatômica de compressão e bloqueio para o terço distal da tibia de 3,5mm.

- grupo de moderada energia com 1 cirurgia: realizada em caráter eletivo nos primeiros dias após o trauma, com via de acesso lateral para osteossíntese da fíbula com placa e parafusos de 3,5mm, associada à via de acesso ântero medial para colocação da placa anatômica de compressão e bloqueio para o terço distal da tibia de 3,5mm.

Todos os pacientes foram operados pela mesma equipe cirúrgica e utilizou-se em todos os pacientes os materiais de síntese da mesma empresa.

O pós-operatório foi realizado pela mesma equipe de fisioterapia e iniciou-se no dia seguinte à cirurgia. O paciente foi mantido sem carga no membro operado, com ênfase na reabilitação para mobilidade articular do tornozelo. Após 8 semanas foi realizado um Raio X e avaliada a consolidação da fratura. Com a fratura consolidada foi iniciada a marcha com carga total no membro operado e o paciente manteve a sua reabilitação com a mesma equipe.

Os retornos pós-operatórios ambulatoriais de rotina foram de: 1 semana para verificação de amplitude de movimento articular do tornozelo e condições locais de pele; 8 semanas para verificação radiográfica da consolidação; 24 semanas para avaliação da reabilitação e retorno ao trabalho e 48 semanas para avaliação dos escores subjetivo e funcional. Após isso, os retornos foram anuais.

Os dados dos pacientes avaliados foram: gênero, idade, lateralidade, peso, altura, doenças crônicas, tabagismo, etilismo, nível de escolaridade, trabalhadores ativos ou aposentados, tempo de retorno ao trabalho.

Os dados relacionados à fratura dos pacientes avaliados foram: mecanismo de trauma da fratura, classificação da fratura, se houve ou não fratura da fíbula, complicações recentes (lesões de pele) e tardias (retirada do material de síntese que foi realizada em casos de lesões de pele) e artrose pós-traumática.

A artrose pós-traumática foi classificada pela análise dos Raio X pós-operatórios tardios e classificados de acordo com o escore radiográfico de "Kellgren-Lawrence"<sup>(12)</sup>:

- Grau 0: estrutura óssea e espaço articular preservados
- Grau 1: reação osteofitária marginal sem redução do espaço articular

- Grau 2: reação osteofitária marginal e alterações ósseas subcondrais sem redução do espaço articular
- Grau 3: reação osteofitária marginal e alterações ósseas subcondrais com redução do espaço articular
- Grau 4: alterações ósseas e anquilose

Com relação aos questionários, foram aplicados: um objetivo (funcional), o escore para retropé da Academia Americana de Pé e Tornozelo (American Foot and Ankle Score - AOFAS-BR 2008)<sup>(13)</sup> e um subjetivo, o de satisfação pessoal através da Adaptação da Escala de Johnson e cols. – 1988<sup>(14)</sup>.

A análise estatística foi realizada através do *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS, Inc., Chicago, IL) versão 23.0. A média, mediana e desvio padrão foram aplicados nas variáveis numéricas e, para as variáveis categóricas, utilizamos a estatística descritiva. Utilizou-se o teste U de Mann-Whitney<sup>(15)</sup> e o teste de Kruskal-Wallis para comparar a distribuição dos resultados numéricos entre as variáveis categóricas. Foi empregado o Teste do Qui-quadrado e o Exato de Fischer para comparar as variáveis categóricas entre os dois grupos do mecanismo do trauma. O teste de linearidade da ANOVA foi empregado para analisar se houve associação diretamente ou inversamente proporcional.

## RESULTADOS

Foram realizadas 98 cirurgias de osteossíntese do pilão tibial e, segundo os critérios de inclusão, foram selecionados para o estudo 35 casos. A idade média dos pacientes foi de 51 anos de idade e o tempo médio de seguimento pós-operatório de 5,2 anos, com desvio padrão (DP) de 2,4 anos. Os pacientes foram divididos de acordo com a intensidade do trauma em 2 grupos e as características epidemiológicas dos grupos estão na tabela 1 e 2.

Em relação à idade houve diferença entre os grupos com (média de 56,12 anos) e sem doença crônica (média de 46,44 anos),  $p=0,038$ . Em relação ao IMC, não houve diferença entre os grupos com e sem doença crônica ( $p=0,883$ ).

A classificação AO 43C apresentou sua distribuição de acordo com os grupos do estudo, conforme a figura 1. Não se encontrou associação entre a distribuição da classificação AO (C1, C2 e C3) em relação ao mecanismo do trauma ( $p=0,352$ ).

A fratura da fíbula associada à fratura do pilão tibial foi encontrada em 10 casos no grupo de alta energia (77%) e em 18 casos no grupo de moderada energia (82%), não apresentando diferença estatística na distribuição entre os grupos ( $p=0,525$ ).

As complicações pós-operatórias recentes e tardias foram distribuídas segundo a tabela 3.

**Tabela 1.** Características epidemiológicas das variáveis numéricas

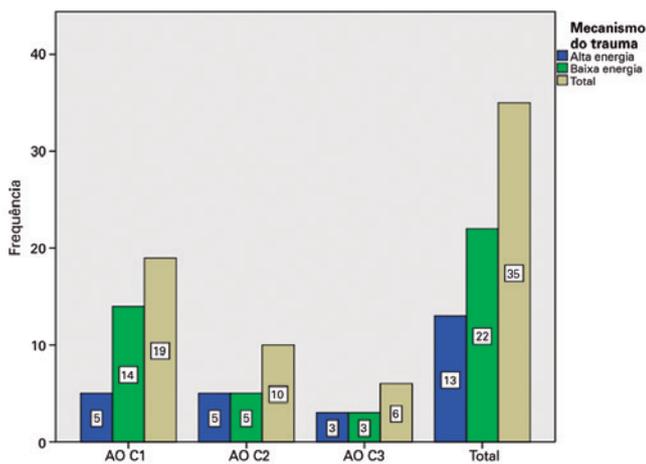
	Grupo de alta energia (n=13) média e desvio padrão (DP)	Grupo de moderada energia (n=22) média e desvio padrão (DP)	Total (n=35) média e desvio padrão (DP)	p (≤0,05)
Idade na cirurgia (anos)	47,92 (DP=14,88)	53,05 (DP=10,93)	51,14 (DP=12,58)	0,389
Peso (quilos)	81,69 (DP=16,45)	77,00 (DP=18,78)	78,74 (DP=17,85)	0,408
Altura (metros)	1,72 (DP=0,08)	1,67 (DP=0,09)	1,69 (DP=0,09)	0,079
Índice de massa corpórea (Peso/Altura x altura)	27,50 (DP=5,37)	27,42 (DP=5,22)	27,45 (DP=5,19)	0,987
Tempo de retorno ao trabalho (meses)	6,09 (DP=3,75)	5,40 (DP=2,16)	5,65 (DP=2,78)	0,951
Tempo de acompanhamento pós-operatório (anos)	4,77 (DP=2,24)	5,45 (DP=2,50)	5,20 (DP=2,39)	0,353

Fonte: SAME.

**Tabela 2.** Características epidemiológicas das variáveis categóricas

	Grupo de alta energia (n=13)	Grupo de moderada energia (n=22)	p (≤0,05)
Gênero			0,482
Feminino	5	10	
Masculino	8	12	
Lateralidade			0,625
Direito	6	10	
Esquerdo	7	12	
Antecedentes pessoais			
Doenças crônicas	3	14	<b>p&lt;0,023</b>
Tabagismo	1	2	0,694
Etilismo	0	1	0,629
Tipo de trabalho			0,709
Ativos	10	15	
Aposentados	3	7	
Escolaridade			0,178
Fundamental	1	7	
Ensino Médio	5	7	
Ensino Superior	0	2	
Pós-Graduação	7	6	

Fonte: SAME.



**Figura 1.** Gráfico de distribuição das fraturas 43C entre os grupos do estudo.

Fonte: SAME.

As retiradas de material de síntese foram realizadas com um tempo pós-operatório médio de 2 anos, sendo que houve associação entre as complicações de pele e a retirada do material de síntese (p=0,050).

A frequência da artrose pós-traumática e sua distribuição nos grupos estão apresentadas na figura 2. Os escores avaliados foram distribuídos segundo a tabela 4.

A distribuição do escore AOFAS, em relação ao escore de Johnson, demonstrou diferença entre os grupos (p=0,042), e também uma associação de linearidade a partir do teste de análise da variância (ANOVA), demonstrado na figura 3.

Não houve diferença entre os grupos quanto aos valores do Escore AOFAS em relação à presença de doenças crônicas (p=0,757), ao grau de artrose leve ou grave (p=0,054), retirada do material de síntese (p=0,149) e complicação de pele (p=0,113).

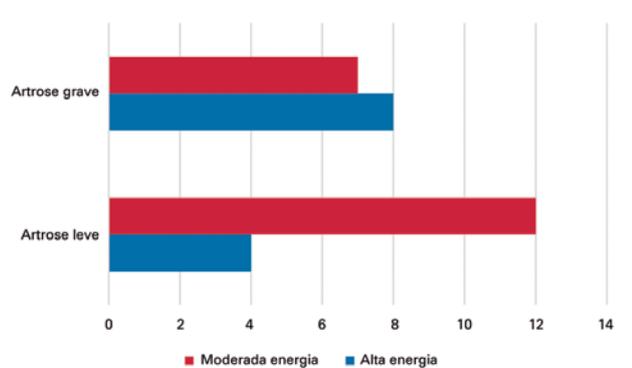
## DISCUSSÃO

Dos 35 pacientes avaliados observamos uma idade média de 51 anos de idade, e quando os dividimos em grupo de alta e moderada energia não houve prevalência de: gênero, lateralidade, idade, IMC, tipo de trabalhador (ativo ou aposentado) e escolaridade. Portanto, os grupos eram homogêneos e puderam ser comparados entre si.

**Tabela 3.** Distribuição das complicações pós-operatórias recentes e tardias

	Grupo de alta energia (n=13)	Grupo de moderada energia (n=22)	p ( $\leq 0,05$ )
Complicação de pele	6	7	0,480
Retirada do material de síntese	5	4	0,243
Artrose pós-traumática	12	19	0,522
Perda de redução	0	0	0
Não consolidação	0	0	0

Fonte: SAME.



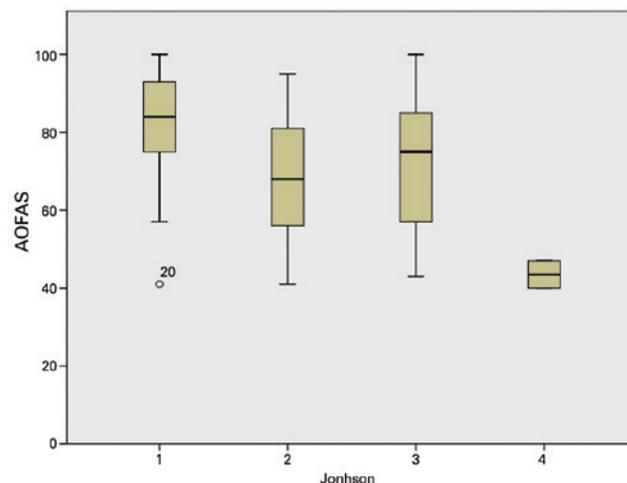
**Figura 2.** Gráfico de distribuição das fraturas 43C entre os grupos do estudo.

Fonte: SAME

**Tabela 4.** Distribuição dos escores subjetivo e funcional

	Grupo de alta energia (n=3)	Grupo de moderada energia (n=22)	p ( $\leq 0,05$ )
Satisfação pessoal (Escore de Jonhson)	1: 07	1: 10	0,128
	2: 06	2: 05	
	3: 00	3: 05	
	4: 00	4: 02	
AOFAS	Média: 67,69	Média: 78,18	0,149
	Desvio Padrão: 19,66	Desvio Padrão: 18,45	
	Mediana: 57,00	Mediana: 84,00	

Fonte: SAME.



**Figura 3.** Associação de linearidade a partir do teste de análise da variância.

Fonte: SAME

A única diferença encontrada entre os grupos estatisticamente significativa foi em relação à presença de doenças crônicas. Isso pode ser explicado pelas idades mais altas encontradas no grupo de moderada energia, que se predispõe ao aparecimento de doenças crônicas. Entretanto, a presença de doenças crônicas não interferiu no resultado funcional avaliado pelo escore AOFAS ( $p=0,757$ ) e, portanto, não foi um fator que determinou um desfecho na fratura de pilão tibial.

Algumas pistas, como: mecanismo de trauma, presença de cominuição, acometimento de partes moles (Classificação de Tscherné) e presença de fratura de fíbula servem para a compreensão da quantidade de energia absorvida no trauma<sup>(16-18)</sup>. A presença de uma fratura fibular está associada tipicamente às lesões de maior energia, entretanto se o mecanismo de lesão é conhecido por ter etiologia de alta energia, a presença da fratura contribui apenas para a direção do mecanismo, ocorrendo tipicamente carga axial em varo<sup>(17)</sup>. Busel et al. referem que a placa deve ser colocada em tal modo de resistir às forças deformantes originais utilizando-se assim placas mediais na tíbia para fraturas em varo<sup>(18)</sup>. Por outro lado, a ausência de uma fratura fibular ou falha de tensão da fíbula está associada com um padrão de lesão de carga em varo e axial e traumas de baixa energia<sup>(16)</sup>. Em nosso estudo todas as fraturas foram em varo e, portanto, foi realizada a colocação de placa medial na tíbia. Ao avaliar-se a presença ou não da fratura da fíbula e correlacionar esse dado entre os grupos de moderada e alta energia não encontramos diferença estatisticamente significativa ( $p=0,525$ ). Portanto, podemos inferir nas fraturas tipo 43C, independentemente do mecanismo de trauma,

que a quantidade de energia absorvida no trauma foi alta; se não houve fratura da fíbula pelo mecanismo do trauma pode ser que a energia tenha sido absorvida pela região metafisária da tibia, pela insuficiência na arquitetura óssea. Podendo-se assim correlacionar essas fraturas às alterações do metabolismo ósseo, como a osteoporose.

Com relação às complicações imediatas de pele observamos que ela pode ser um fator prognóstico para a retirada de material de síntese tardio (média de 2 anos de pós-operatório), pois houve associação entre as complicações de pele e a retirada do material de síntese ( $p=0,050$ ). Entretanto, essas complicações não interferiram no resultado funcional avaliado pelo escore AOFAS ( $p=0,113$ , para complicações de pele e  $p=0,149$  para retirada do material de síntese) e, portanto, não foram fatores que determinaram um desfecho na fratura de pilão tibial.

Com relação à complicação tardia relacionada à artrose obtivemos uma elevada incidência em ambos os grupos, o que denota que a artrose pós-traumática das fraturas de pilão 43C é praticamente certa. Entretanto, não houve diferença entre os grupos ao relacionarmos escore AOFAS e grau de artrose leve ou grave ( $p=0,054$ ) e, portanto, não foi um fator que determinou um desfecho na fratura de pilão tibial. O tratamento das fraturas intra-articulares, através da redução anatômica para preservar o metabolismo da cartilagem articular e o dano progressivo dos condrocitos ao longo das linhas de fratura pode, eventualmente, mitigar o risco de osteoartrite pós-traumática<sup>(19, 20)</sup>. Todavia, as fraturas de impacto de alta energia levam a um dano significativo e, possivelmente, irreversível da cartilagem articular<sup>(21)</sup>.

A distribuição do AOFAS em relação à satisfação pessoal demonstrou diferença entre os grupos ( $p=0,042$ ), ou seja, melhor função com maior satisfação pessoal. Um dado relevante é o tempo de retorno ao trabalho ou atividade de vida diária, que teve uma média de 5,14 meses e que não apresentou diferenças estatísticas entre os grupos.

Apesar de protocolos e avanços graduais na técnica associados à evolução tecnológica dos implantes, os prin-

cípios originais relativos ao manejo de fratura de pilão permanecem intactos. A base do gerenciamento ideal continua a ser a restauração do comprimento da articulação do tornozelo com fixação fibular, reconstrução da superfície articular anatômica, o enxerto ósseo, quando necessário, para contraforte da reconstrução metadiafisária. As modificações atuais incluem a importância de gerenciamento de tecidos moles, com foco particular em edema de tecido e resolução de flictenas e, além disso, estratégias de planejamento pré-operatório através do uso de TC e seleção de incisões cirúrgicas adequadamente interligadas que podem, em conjunto, facilitar um período perioperatório e pós-operatório, atingindo o resultado funcional adequado desejado<sup>(22)</sup>. Em nossa equipe o protocolo de tratamento estabelecido baseado na Classificação de Tschern<sup>(23)</sup>, com o intuito de minimizar as complicações pós-operatórias (pele, RMS e artrose pós-traumática) obteve resultados funcionais que não foram diferentes entre os grupos, assim como o tempo de retorno ao trabalho. Entendemos que uma sólida compreensão da anatomia, a natureza da fratura estabelecida por tomografia computadorizada, planejamento pré-operatório completo com desenhos e conhecimento de diferentes abordagens cirúrgicas ajudarão a garantir um resultado satisfatório mesmo nos casos mais difíceis<sup>(24, 25)</sup>.

## CONCLUSÃO

Não houve diferença entre os grupos ao relacionarmos escore AOFAS e grau de artrose e complicações de pele e, portanto, as complicações não foram fatores que determinaram um desfecho na fratura de pilão tibial. Apesar do dano à cartilagem, que ocorre no momento da lesão, ser um mediador significativo do resultado clínico, existem mais fatores importantes que afetam o resultado final do tratamento. Em nosso estudo esses fatores foram: o protocolo de tratamento baseado em acometimento de partes moles, reconstrução anatômica da articulação e fixação interna rígida com movimento precoce.

**Contribuição de autores:** Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste artigo: VQB \*(<https://orcid.org/0000-0001-7889-8090>) interpretou resultados do estudo, redação do artigo; LVMM \*(<https://orcid.org/0000-0002-2657-012X>) realizou a revisão bibliográfica e participou no processo de revisão; GFF \*(<https://orcid.org/0000-0001-8032-3077>) interpretou resultados do estudo, e participou no processo de revisão; KCS \*(<https://orcid.org/0000-0003-1534-9654>) concebeu e planejou as atividades que levaram ao estudo, participou no processo de revisão e aprovou a versão final. \*ORCID (Open Researcher and Contributor ID).

## REFERÊNCIAS

- Bohler L. Die Technik der Knochenbruchbehandlung. 13ed. Vienna: Wilhelm Maudrich; 1951.
- Ruedi T, Matter P, Allgower M. Intra-articular fractures of the distal tibial end. *Helv Chir Acta*. 1968;35(5):556-82.
- Ruedi TP, Allgower M. The operative treatment of intra-articular fractures of the lower end of the tibia. *Clin Orthop Relat Res*. 1979; (138):105-10.
- Fracture and dislocation compendium. Orthopaedic Trauma Association Committee for Coding and Classification. *J Orthop Trauma*. 1996;10 Suppl 1:v-ix, 1-154.
- Marsh JL, Slongco TF, Agel J, Broderick JS, Creevey W, DeCoster TA, et al. Fracture and dislocation classification compendium - 2007: Orthopaedic Trauma Association classification, database and outcomes committee. *J Orthop Trauma*. 2007;21(10 Suppl):S1-133.
- Swiontkowski MF, Sands AK, Agel J, Diab M, Schwappach JR, Kreder HJ. Interobserver variation in the AO/OTA fracture classification system for pilon fractures: is there a problem? *J Orthop Trauma*. 1997; 11(7):467-70.
- Ramappa M, Bajwa A, Singh A, Mackenney P, Hui A, Port A. Interobserver and intraobserver variations in tibial pilon fracture classification systems. *Foot (Edinb)*. 2010;20(2-3):61-3.
- Dujardin F, Abdulmutalib H, Tobenas AC. Total fractures of the tibial pilon. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2014;100(1 Suppl):S65-74.
- Tscherne H, Oestern HJ. A new classification of soft-tissue damage in open and closed fractures (author's transl). *Unfallheilkunde*. 1982; 85(3):111-5.
- Wang D, Xiang JP, Chen XH, Zhu QT. A Meta-Analysis for Postoperative Complications in Tibial Plafond Fracture: Open Reduction and Internal Fixation Versus Limited Internal Fixation Combined with External Fixator. *J Foot Ankle Surg*. 2015;54(4):646-51.
- Liu J, Smith CD, White E, Ebraheim NA. A systematic review of the role of surgical approaches on the outcomes of the tibia pilon fracture. *Foot Ankle Spec*. 2016;9(2):163-8.
- Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthrosis. *Ann Rheum Dis*. 1957;16(4):494-502.
- 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.
- Fornell C, Johnson MD, Anderson EW, Cha J, Everitt Bryant B. The American customer satisfaction index: nature, purpose and findings. *J Mark*. 1996;60:7-18.
- Mann HB, Whitney DR. On a Test of Whether one of Two Random Variables is Stochastically Larger than the Other. *Ann Math Statist*. 1947;18(1):50-60.
- Barei DP, Nork SE, Bellabarba C, Sangeorzan BJ. Is the absence of an ipsilateral fibular fracture predictive of increased radiographic tibial pilon fracture severity? *J Orthop Trauma*. 2006;20(1):6-10.
- Luk PC, Charlton TP, Lee J, Thordarson DB. Ipsilateral intact fibula as a predictor of tibial plafond fracture pattern and severity. *Foot Ankle Int*. 2013;34(10):1421-6.
- Busel GA, Watson JT, Israel H. Evaluation of fibular fracture type vs location of tibial fixation of pilon fractures. *Foot Ankle Int*. 2017; 38(6):650-5.
- Tochigi Y, Buckwalter JA, Martin JA, Hillis SL, Zhang P, Vaseenon T, et al. Distribution and progression of chondrocyte damage in a whole-organ model of human ankle intra-articular fracture. *J Bone Joint Surg Am*. 2011;93(6):533-9.
- Borrelli J, Jr., Torzilli PA, Grigiene R, Helfet DL. Effect of impact load on articular cartilage: development of an intra-articular fracture model. *J Orthop Trauma*. 1997;11(5):319-26.
- Wei SJ, Han F, Lan SH, Cai XH. Surgical treatment of pilon fracture based on ankle position at the time of injury/initial direction of fracture displacement: a prospective cohort study. *Int J Surg*. 2014; 12(5):418-25.
- Liporace FA, Yoon RS. Decisions and staging leading to definitive open management of pilon fractures: where have we come from and where are we now? *J Orthop Trauma*. 2012;26(8):488-98.
- Sirkin M, Sanders R, DiPasquale T, Herscovici D, Jr. A staged protocol for soft tissue management in the treatment of complex pilon fractures. *J Orthop Trauma*. 1999;13(2):78-84.
- Assal M, Ray A, Stern R. Strategies for surgical approaches in open reduction internal fixation of pilon fractures. *J Orthop Trauma*. 2015; 29(2):69-79.
- De-Las-Heras-Romero J, Lledo-Alvarez AM, Lizaur-Utrilla A, Lopez-Prats FA. Quality of life and prognostic factors after intra-articular tibial pilon fracture. *Injury*. 2017;48(6):1258-63.