

NOÉ DE MARCHI NETO

**O impacto da tomografia computadorizada na
interpretação das fraturas do maléolo posterior do
tornozelo**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação
da Faculdade de Ciências Médicas da Santa
Casa de São Paulo, para obtenção do Título de
Doutor em Ciências da Saúde

SÃO PAULO
2026

NOÉ DE MARCHI NETO

**O impacto da tomografia computadorizada na
interpretação das fraturas do maléolo posterior do
tornozelo**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação
da Faculdade de Ciências Médicas da Santa
Casa de São Paulo, para obtenção do Título de
Doutor em Ciências da Saúde.

Área de Concentração: Ciências da Saúde

Orientador: Prof. Dr. Nilson Roberto Severino

Coorientador: Prof. Dr. Ralph Walter Christian

SÃO PAULO
2026

FICHA CATALOGRÁFICA

**Preparada pela Biblioteca Central da
Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo**

De Marchi Neto, Noé

O impacto da tomografia computadorizada na interpretação das fraturas do maléolo posterior do tornozelo./ Noé De Marchi Neto. São Paulo, 2026.

Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo – Curso de Pós-Graduação em Ciências da Saúde.

Área de Concentração: Ciências da Saúde

Orientador: Nilson Roberto Severino

Coorientador: Ralph Walter Christian

1. Radiografia 2. Tomografia 3. Fraturas do tornozelo

BC-FCMSCSP/01-26

Aos meus filhos, José Pedro e Leonardo, que desde 2013 deram novo significado à minha vida.

À minha esposa Mariana, pelo amor, companheirismo e paciência. Agradeço por ser a esposa e mãe exemplar que se tornou e por sempre compreender e apoiar-me nas dificuldades da vida pessoal e profissional.

Aos meus pais, Keila e José Antonio, pelo incentivo e apoio em todas as etapas da minha formação e por, desde a infância, ensinarem-me a importância de valores como humildade, honestidade, resiliência e fé.

*“Da minha aldeia vejo quanto da terra se pode ver
do Universo...”*

*Porque eu sou do tamanho do que vejo, não do
tamanho da minha altura.”*

Fernando Pessoa (Alberto Caeiro)

AGRADECIMENTOS

À Irmandade da Santa Casa de Misericórdia, na pessoa do DD. Provedor, Sr. Vicente Renato Paolillo, gestora do Hospital da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo.

À Fundação Arnaldo Vieira de Carvalho, na pessoa do DD. Presidente Dr. Antônio Cleidenir Tônico Ramos, órgão mantenedor da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo e do curso de Pós-Graduação por fornecer todos os recursos necessários para realização desta pesquisa.

À Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, na pessoa de seu DD. Diretor, Prof. Dr. Carlos Alberto Herrerias de Campos, instituição responsável pela minha formação médica e que me acolheu desde 2000.

Ao Departamento de Ortopedia e Traumatologia (Pavilhão “Fernandinho Simonsen”), representado pela sua DD Diretora, Profa. Dra. Maria Fernanda Silber Caffaro, pela minha formação como médico ortopedista que adquiri desde 2006 quando ingressei na residência médica e sigo trabalhando com grande entusiasmo e orgulho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa a este projeto e pelo apoio à Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo.

Ao Prof. Dr. Nilson Roberto Severino, meu orientador desde o ingresso no Mestrado em 2018, pela orientação constante e pelo apoio essencial na formulação desta tese de Doutorado.

Ao Prof. Dr. Ralph Walter Christian, meu coorientador, por todo aprendizado desde a minha residência médica, pelas sugestões e correções desta tese.

Ao Prof. Dr. Ricardo Cardenuto Ferreira, ex-chefe do Grupo de Cirurgia do Pé e Tornozelo da Santa Casa de São Paulo e notável mestre, expresso minha gratidão por todos os ensinamentos, pela generosidade em compartilhar seu conhecimento, bem como por seus conselhos e amizade ao longo de minha trajetória profissional.

Ao Dr. Pietro Felice Tomazini Nesello, médico ortopedista e ex-estagiário do Grupo de Cirurgia do Pé e Tornozelo da Santa Casa de São Paulo, por todo auxílio no desenvolvimento deste estudo, principalmente no árduo trabalho inicial de captação de dados e imagens de todos os pacientes.

Aos Colegas do Grupo de Cirurgia do Pé e Tornozelo da Santa Casa de São Paulo, Dr. Marco Túlio Costa, Dra. Jordanna Maria Pereira Bergamasco, Dr. Marcelo Marcucci Chakkour e Dra. Elisa Alves Oliveira pelo convívio e ajuda nas tarefas diárias para o crescimento do Grupo.

Aos médicos e amigos Dra. Milena Peloggia Cursino Fernandes e Dr. Marco Antônio Machado Filho, pelas constantes discussões de casos e assuntos além da Ortopedia e Traumatologia.

Aos colegas Ortopedistas que colaboraram com seu conhecimento e dedicaram seu tempo participando da avaliação de imagens deste estudo.

Aos funcionários da Pós-Graduação da Faculdade pela prontidão e informações precisas fornecidas em todas as etapas desta tese.

Aos pacientes da Santa Casa de São Paulo, cuja aprendizado diário foi essencial para minha formação médica e que me motivaram a realizar este trabalho.

A toda minha família e amigos, que sempre me incentivaram com palavras, mensagens e orações.

A todos aqueles que, anonimamente, contribuíram, direta ou indiretamente,

para que este trabalho fosse concluído.

ABREVIATURAS

MP Maléolo posterior

RX Radiografia

TC Tomografia computadorizada

TC 2D Tomografia computadorizada bidimensional

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	9
3	MÉTODO.....	10
4	RESULTADOS.....	11
4.1	Artigo 1	12
4.2	Artigo 2	22
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
7	ANEXOS.....	41

1 INTRODUÇÃO

A articulação do tornozelo desempenha papel essencial na sustentação do peso corporal e na dinâmica da marcha, sendo imprescindível a manutenção de adequada estabilidade articular para a execução eficiente dessas funções (Irwin et al., 2013).

As fraturas do tornozelo são muito frequentes nos membros inferiores e o conhecimento das lesões maleolares vem sendo estudado desde o século XVIII (Büchler et al., 2009; Evers et al., 2015).

A anatomia do tornozelo foi inicialmente descrita com dois maléolos: o medial, formado pela porção distal da tíbia, e o lateral, correspondente à extremidade distal da fíbula. Esses maléolos atuam como pilares que estabilizam o tálus na articulação tíbio-talar e, juntamente com a sindesmose tibiofibular, realizam um movimento semelhante ao de uma pinça durante a flexoextensão do tornozelo (Zwipp, 1989; Brockett, Chapman, 2016; Manganaro, Alsayouri, 2025). Richard von Volkmann, em 1875, descreveu diferentes lesões complexas do tornozelo envolvendo a extremidade distal da tíbia. Nesse trabalho, apontou as fraturas tipo avulsão do rebordo da tíbia como componente relevante para a estabilidade do tornozelo. Em razão disso, sua descrição permanece, até os dias atuais, como referência clássica das fraturas do rebordo tibial, que posteriormente foram denominadas “fragmento de Volkmann”.

No início do século XX, Étienne Destot, em 1911, foi o primeiro a utilizar o termo “terceiro maléolo” para se referir à porção posterior do rebordo tibial associada às fraturas.

Lounsbury, Metz, em 1922, descreveram, em uma série de casos, a abordagem cirúrgica nas fraturas desviadas com fragmentos grandes da borda posterior da tíbia. Inicialmente era utilizada uma ampla via de acesso medial para realizar a redução da fratura posterior. Segundo os autores a redução posterior era necessária para agregar estabilidade ao tornozelo e conseqüentemente uma melhor função da articulação.

Em 1932, Henderson cunhou o termo “fratura trimaleolar” para descrever as lesões complexas e instáveis do tornozelo que envolviam simultaneamente os maléolos lateral, medial e posterior. Nomenclatura esta que permanece amplamente utilizada na prática clínica e na literatura ortopédica até os dias atuais.

A partir dos estudos de Lounsbury, Metz, em 1922, iniciou-se um período em que diversos autores passaram a realizar osteossíntese do maléolo posterior (MP) em casos com fragmentos considerados “grandes” segundo critérios subjetivos da época. No entanto, não havia um consenso definido sobre qual seria o tamanho mínimo do fragmento posterior que justificaria a necessidade de fixação, o que gerava variações significativas nas condutas adotadas.

Nelson, Jensen, em 1940, avaliaram 87 casos de fraturas trimaleolares com seguimento de 5 anos e observaram que aquelas em que o comprometimento do MP era inferior a um terço da superfície articular apresentavam resultados satisfatórios com tratamento conservador. Dessa forma, concluíram que os casos em que o MP corresponde a um terço ou mais do tamanho da superfície articular seriam beneficiados com tratamento cirúrgico.

Alguns anos após o estudo de Nelson, Jensen (1940), McLaughlin (1959), em linha semelhante, recomendou o tratamento cirúrgico dos fragmentos do MP que envolvessem 25% ou mais da superfície articular, com o objetivo de garantir a adequada estabilização da fratura do tornozelo. Essa recomendação foi baseada em uma análise retrospectiva de casos acompanhados ao longo de 20 anos, na qual o autor observou que, em todos os pacientes tratados de forma conservadora com fragmentos maiores que 25%, ocorreu subluxação do tálus dentro da pinça tibiofibular. Esses achados reforçaram a importância da fixação em fraturas maiores do MP para evitar instabilidade articular e consequentemente desenvolver um quadro de artrose pós-traumática.

A partir das publicações de Nelson, Jensen (1940) e McLaughlin (1959), consolidou-se a ideia de que fragmentos do MP com acometimento entre 25% e 33% da superfície articular deveriam ser tratados cirurgicamente, conceito que ficou conhecido como o “dogma de Volkmann”.

Em 1950, Lauge-Hansen propôs uma classificação inovadora para as fraturas maleolares baseada no mecanismo de trauma, levando em consideração as forças rotacionais aplicadas ao tornozelo e a posição do pé no momento da lesão. Essa proposta permitiu uma compreensão mais precisa da sequência progressiva de lesões que ocorrem em cada componente da articulação, incluindo o MP. A classificação de Lauge-Hansen contribuiu significativamente para a avaliação da complexidade das fraturas do tornozelo, tornando-se um referencial importante no diagnóstico e no tratamento dessas lesões.

A literatura nas décadas seguintes foi muito farta baseando-se no parâmetro pré-estipulado do tamanho do MP aliado à classificação de Lauge-Hansen (1950), como visto nos exemplos abaixo:

McDaniel, Wilson (1977) avaliaram 51 fraturas de tornozelo com comprometimento do MP tratadas por diferentes métodos ao longo de um período de 20 anos. Foi observado que fragmentos pequenos do MP (menores que 25% da superfície articular) apresentaram bons resultados funcionais, mesmo quando não houve redução anatômica. Em contrapartida, fragmentos maiores que 25% estiveram frequentemente associados a desfechos desfavoráveis, com maior incidência de subluxação posterior do tálus e sinais radiográficos de artrose. Com base nesses achados, concluíram que o tamanho do fragmento do MP é um fator prognóstico relevante e que fragmentos maiores devem ser fixados de forma anatômica para preservar a estabilidade articular e prevenir a artrose do tornozelo.

Em 1991, Broos, Bisschop acompanharam uma série de 612 fraturas de tornozelo tratadas cirurgicamente e observaram que casos com fraturas do MP envolvendo mais de um terço da superfície articular apresentaram piores resultados clínicos. Mesmo nas situações em que houve redução cirúrgica e fixação anatômica do fragmento, os desfechos funcionais permaneceram inferiores quando comparados aos casos com fragmentos menores, tratados conservadoramente. Com base nesses achados concluíram que o tamanho do fragmento do MP representaria, por si só, um fator prognóstico negativo e relevante nas fraturas do tornozelo.

Langenhuijsen et al., em 2002, ao revisarem 57 casos de fraturas da margem posterior da tibia tratados na década de 1990, observaram que o tamanho do MP associado à incongruência articular residual, estava diretamente relacionado a um pior prognóstico clínico e funcional. Ao estratificar os casos de acordo com o tamanho do fragmento, os autores concluíram que fraturas envolvendo mais de 10% da superfície articular tibial requerem atenção especial, sendo fundamental o restabelecimento da congruência articular para melhorar os desfechos e minimizar o risco de artrose pós-traumática.

Em 2012, Xu et al. realizaram um estudo retrospectivo comparando resultados clínicos de fraturas trimaleolares com MP de diferentes tamanhos, dividindo os pacientes em dois grupos: um submetido à fixação do MP e outro tratado sem fixação. Nos casos em que o fragmento do MP acometia menos de 25% da superfície articular, não foram observadas diferenças significativas nos resultados funcionais entre os grupos. Entretanto, a fixação do MP esteve associada a menor incidência de degeneração articular e de subluxação do tálus nas radiografias de seguimento pós-operatório.

Esses exemplos representam apenas uma parcela das publicações ao longo dos anos, as quais apresentam resultados variados e evidenciam a persistente controvérsia sobre o tamanho ideal do fragmento do MP que justificaria sua redução e fixação cirúrgica, em comparação ao manejo conservador. Independentemente do tamanho, é amplamente reconhecido que a lesão do MP constitui um fator relevante para o prognóstico das fraturas do tornozelo (Jaskulka et al., 1989).

Até o início deste século, e ainda atualmente, persistem dúvidas quanto ao limite de tamanho recomendável para indicar a fixação do MP, especialmente diante das variações nas estimativas de sua dimensão obtidas nas radiografias (RX) convencionais (Hunt et al., 2024).

Desde os anos de 1980 é descrita a possibilidade das imagens radiográficas não mostrarem adequadamente o tamanho real do MP (McDaniel, Wilson, 1977; Macko et al., 1991). Ferries et al., em 1994, avaliaram a eficácia das medições do tamanho do MP nas RX e evidenciaram resultados muito baixos de reprodutibilidade interobservadores, o que sugeriria uma grande variação na interpretação dessas fraturas.

Outro aspecto a ser considerado é a dificuldade frequente em avaliar o tamanho do MP, seja pela sobreposição de estruturas ósseas nas imagens, seja pela presença de imobilizações ou fixadores externos durante a realização dos exames (Büchler et al., 2009; Evers et al., 2022). Além disso a própria rotação do tornozelo no momento de realizar a imagem em perfil também poderia influenciar na interpretação da fratura (Gonzalez et al., 2015; Meijer et al., 2015).

Diante das limitações das radiografias na avaliação do MP e de outros aspectos das fraturas maleolares, a tomografia computadorizada (TC) passou, desde o final da década de 1990, a ganhar espaço como exame complementar na investigação das fraturas do tornozelo (Ferries et al., 1994).

Haraguchi et al., em 2006, publicaram um artigo que foi um marco para interpretação tomográfica das lesões do tornozelo onde as fraturas do MP foram classificadas em três padrões anatômicos.

Bartoníček et al. (2017) e Mason et al. (2017) desenvolveram classificações específicas para as fraturas do MP baseando-se na morfologia dos traços de fratura e em suas relações anatômicas com as demais estruturas da articulação do tornozelo a partir de imagens tomográficas. Essas classificações permitiram identificar diferentes padrões anatômicos de fratura, contribuindo para a individualização das condutas terapêuticas e possibilitando a escolha de abordagens cirúrgicas mais adequadas para cada tipo de fragmento do MP (Bartoníček et al., 2017).

Nos últimos anos a TC consolidou-se como uma importante ferramenta na avaliação pré-operatória das fraturas do MP. Segundo Szymański et al. (2022), até 40% das lesões associadas às fraturas maleolares podem não ser identificadas quando avaliadas exclusivamente por radiografias convencionais. Diante disso, os autores recomendam a realização rotineira de TC para garantir uma análise mais precisa e completa da lesão.

Donohoe et al. (2017) demonstraram que o uso da TC aumentou a identificação de fraturas complexas do MP e levou à modificação do plano operatório em 44% dos casos avaliados. De forma semelhante, Bouche et al. (2022) observaram uma maior taxa de detecção das fraturas do MP com o uso da TC, além de uma reprodutibilidade significativamente superior entre observadores, tanto intra quanto interobservadores, em comparação com as radiografias convencionais.

A combinação entre RX e TC permite ao ortopedista uma avaliação mais abrangente, fornecendo informações complementares para o adequado planejamento do tratamento das fraturas do MP. Apesar de serem métodos diagnósticos distintos,

não é incomum a ocorrência de divergências relevantes entre os achados obtidos por RX e TC, especialmente no que se refere ao tamanho, morfologia e extensão do fragmento fraturado (Black et al., 2013; Altun et al., 2020).

Evers et al. (2015) avaliando uma série de casos encontraram que o RX lateral, quando comparado com a TC, tem uma tendência a superestimar o tamanho do MP. Desta forma sugerem que a decisão do cirurgião no tratamento do MP não deveria ser baseada exclusivamente na imagem do RX.

Meijer et al. (2015) e Meijer et al. (2016), em duas publicações complementares, utilizaram a reconstrução tomográfica tridimensional do tornozelo como padrão-ouro para determinação do tamanho do fragmento do maléolo posterior (MP). A partir desse parâmetro de referência, compararam as mensurações realizadas por diferentes cirurgiões na radiografia lateral e na tomografia computadorizada convencional em cortes bidimensionais (TC 2D). Os autores demonstraram que a radiografia apresenta acurácia substancialmente limitada para quantificação do MP, com apenas 22% das medidas consideradas precisas em relação ao padrão-ouro. Mesmo a TC 2D, embora superior à radiografia, mostrou tendência sistemática à superestimação do tamanho do fragmento, independentemente do subtipo morfológico da fratura. Ainda assim, os estudos evidenciaram que a simples obtenção da TC 2D — mesmo sem reconstrução tridimensional — teria potencial para modificar a indicação terapêutica em aproximadamente 23% dos casos, reforçando sua relevância na avaliação inicial do MP e na tomada de decisão cirúrgica.

Atualmente, o acesso a exames de RX e TC é amplamente difundido na prática clínica brasileira, e cada vez é mais comum a utilização conjunta desses métodos para a avaliação das fraturas do MP. Observa-se, entretanto, que há diferenças entre os achados fornecidos por cada exame. Diante desse contexto, este estudo teve como

motivação analisar as imagens de RX e TC de pacientes com fraturas do MP tratados em nossa instituição, comparando os achados de ambos os métodos com a finalidade de identificar em quais aspectos a TC fornece informações adicionais relevantes e de que forma essas informações podem influenciar diretamente o planejamento cirúrgico pré-operatório.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é analisar as fraturas do MP em pacientes com fraturas maleolares atendidos na Santa Casa de São Paulo, com ênfase na comparação entre os achados radiográficos e tomográficos. Especificamente, propõe-se a:

- a) Comparar o tamanho do fragmento do MP estimado nas radiografias (RX) com aquele mensurado na tomografia computadorizada (TC);
- b) Comparar o tamanho do fragmento do MP nas RX com a área articular acometida observada na TC;
- c) Avaliar o impacto da TC no planejamento pré-operatório das fraturas do MP e o quanto essa modalidade de imagem pode influenciar nas condutas terapêuticas adotadas.

3 MÉTODO

Os desenhos, procedimentos e metodologia adotados na execução dos trabalhos estão detalhados nos manuscritos apresentados a seguir, ambos baseados na análise de prontuários contendo imagens radiográficas e tomográficas dos pacientes.

Foram incluídos nos trabalhos pacientes tratados no Departamento de Ortopedia e Traumatologia do Pavilhão “Fernandinho Simonsen” entre 2016 e 2021. Todos os casos apresentavam fraturas maleolares do tornozelo com acometimento do MP. Foram excluídos os pacientes com documentação incompleta, fraturas do pilão tibial, fraturas do tornozelo associadas a fraturas do retropé e aqueles com esqueleto imaturo.

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Irmandade da Santa Casa de São Paulo (Anexo 1).

Especificamente no segundo artigo, os médicos avaliadores da pesquisa concordaram em participar mediante o preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 2).

4 RESULTADOS

Artigos produzidos e publicados:

Artigo 1

De Marchi Neto N, Nesello PFT, Bergamasco JM, Costa MT, Christian RW, Severino NR. Importance of computed tomography in posterior malleolar fractures: Added information to preoperative X-ray studies. World J Orthop. 2023 Dec 18;14(12):868-877.

Artigo 2

De Marchi Neto N, Nesello PFT, Bergamasco JMP, Costa MT, Christian RW, Severino NR. Influência da tomografia computadorizada no planejamento cirúrgico das fraturas do maléolo posterior. Rev Bras Ortop (Sao Paulo). 2025 Sep 8;60(3):s00451810041.

4.1 Artigo 1

Submit a Manuscript: <https://www.f6publishing.com>

World J Orthop 2023 December 18; 14(12): 868-877

DOI: 10.5312/wjo.v14.i12.868

ISSN 2218-5836 (online)

ORIGINAL ARTICLE

Observational Study

Importance of computed tomography in posterior malleolar fractures: Added information to preoperative X-ray studies

Noé De Marchi Neto, Pietro Felice Tomazini Nesello, Jordanna Maria Bergamasco, Marco Tulio Costa, Ralph Walter Christian, Nilson Roberto Severino

Specialty type: Orthopedics

Provenance and peer review:

Unsolicited article; Externally peer reviewed.

Peer-review model: Single blind

Peer-review report's scientific quality classification

Grade A (Excellent): 0

Grade B (Very good): B, B

Grade C (Good): 0

Grade D (Fair): 0

Grade E (Poor): 0

P-Reviewer: Ankrah AO, Netherlands; Khalifa AA, Egypt

Received: July 12, 2023

Peer-review started: July 12, 2023

First decision: August 31, 2023

Revised: September 18, 2023

Accepted: October 16, 2023

Article in press: October 16, 2023

Published online: December 18, 2023



Noé De Marchi Neto, Pietro Felice Tomazini Nesello, Jordanna Maria Bergamasco, Marco Tulio Costa, Ralph Walter Christian, Nilson Roberto Severino, Department of Orthopedics and Traumatology of the São Paulo Mercy Hospital (Santa Casa de São Paulo)-Fernandinho Simonsen Pavillion, Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo-Brazil, São Paulo 01221-020, Brazil

Corresponding author: Noé De Marchi Neto, MSc, Instructor, Surgeon, Department of Orthopedics and Traumatology of the São Paulo Mercy Hospital (Santa Casa de São Paulo)-Fernandinho Simonsen Pavillion, Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo-Brazil, Cesário Motta Junior Street, 61, São Paulo 01221-020, Brazil.

noedemarchincto@gmail.com

Abstract

BACKGROUND

Ankle fractures are common lesions of the lower limbs. Approximately 40% of ankle fractures affect the posterior malleolus (PM). Historically, PM osteosynthesis was recommended when PM size in X-ray images was greater than 25% of the joint. Currently, computed tomography (CT) has been gaining traction in the preoperative evaluation of ankle fractures.

AIM

To elucidate the similarity in dimensions and to correlate PM size in X-ray images with the articular surface of the affected tibial plafond in the axial view on CT (AXCT) of a PM fracture.

METHODS

Eighty-one patients (mean age: 39.4 ± 13.5 years) were evaluated (54.3% were male). Two independent examiners measured PM size in profile X-ray images (PMXR) and sagittal CT (SAGCT) slices. The correlation of the measurements between the examiners and the difference in the PM fragment sizes between the two images were compared. Next, the PM size in PMXR was compared with the surface of the tibial plafond involved in the fracture in AXCT according to the Haraguchi classification.

RESULTS

The correlation rates between the examiners were 0.93 and 0.94 for PMXR and

SAGCT, respectively ($P < 0.001$). Fragments were 2.12% larger in SAGCT than in PMXR ($P = 0.018$). In PMXR, there were 56 cases $< 25\%$ and 25 cases $\geq 25\%$. When PMXR was $< 25\%$, AXCT corresponded to 10.13% of the tibial plafond. When PMXR was $\geq 25\%$, AXCT was 24.52% ($P < 0.001$). According to the Haraguchi classification, fracture types I and II had similar PMXR measurements that were greater than those of type III. When analyzing AXCT, a significant difference was found between the three types, with $II > I > III$ ($P < 0.001$).

CONCLUSION

PM fractures show different sizes using X-ray or CT images. CT showed a larger PM in the sagittal plane and allowed the visualization of the real dimensions of the tibial plafond surface.

Key Words: Ankle fracture; Posterior malleolar fracture; Computed tomography; X-ray; Posterior malleolus fracture; Trimalleolar fracture

©The Author(s) 2023. Published by Baishideng Publishing Group Inc. All rights reserved.

Core Tip: The study showed fractures of the posterior malleolus (PM) were different sizes on X-ray and computed tomography (CT) images. It is possible to see that some PM patterns considered small on radiographs affected a significant joint area when CT scans were performed. CT scans also showed that the actual size of the PM fragment was larger than that seen on radiographs.

Citation: De Marchi Neto N, Nesello PFT, Bergamasco JM, Costa MT, Christian RW, Severino NR. Importance of computed tomography in posterior malleolar fractures: Added information to preoperative X-ray studies. *World J Orthop* 2023; 14(12): 868-877

URL: <https://www.wjgnet.com/2218-5836/full/v14/i12/868.htm>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5312/wjo.v14.i12.868>

INTRODUCTION

Ankle malleolar fractures are the most common fractures among those involving load-bearing joints[1]. Approximately 40% of ankle fractures are trimalleolar fractures[2], which affect the posterior edge of the tibia in addition to the lateral and medial malleoli, more specifically the portion known as Volkmann's triangle or posterior malleolus (PM)[3]. Fractures involving the PM cause more incongruity, joint instability, and worse results than unimalleolar or bimalleolar fractures of the ankle[4-7].

Since the article by Nelson and Jensen[7] in 1940, the internal fixation of the PM has been recommended in ankle fractures, considering a size of one-third of the fragment relative to the articular surface of the tibia in lateral X-ray images. Other authors have stipulated a value of 25% of the articular surface as the determinant for the fixation of the posterior fragment to thereby restore ankle congruity[8-10]. PM fixation is currently controversial[11-14], and variable clinical results have been obtained in the treatment of trimalleolar fractures[15]. The classic recommendation to fix PM fractures with a radiological size $\geq 25\%$ theoretically improves articular congruence and reduces the risk of post-traumatic arthritis[16,17]. On the other hand, some authors report fixing PM fractures of various sizes, including small fragments ($< 25\%$), under the justification of providing more stability to the ankle joint and better functional results[18,19].

When diagnosing a PM in lateral ankle X-ray images, its visualization is frequently impaired by overlapping bone images, plaster immobilizations, or external fixators[20]. Moreover, measuring the size of a posterior fracture can be difficult, resulting in the underestimation of the size of the PM, which leads to an inaccurate interpretation, which in turn interferes with the treatment[20-22]. Thus, computed tomography (CT) is increasingly recommended in the treatment of ankle fractures, especially when the PM is affected[14,23]. CT allows a better interpretation of all joint fragments, particularly regarding PM morphology and size, and it also aids in preoperative planning[24,25]. Different PM fracture patterns are observed in CT studies, depending on the size of the bone fragment, its anatomical location, bone impaction, and the fragment's relationship with other malleoli and the syndesmosis[15,23]. Specific PM classifications have been created, with associated recommendations for the best treatment for each type of fracture[2,26-28].

However, there is no clear relationship between the size of the PM in X-ray images and its actual size in CT slices or between the articular surface of the affected tibia and the fracture. Thus, the aim of the present study was to analyze PM size in X-ray and CT studies and to relate the size of the fragment obtained from X-ray images to the articular area of the tibial plafond.

MATERIALS AND METHODS

Over a 5-year period from 2016 to 2021, 370 patients diagnosed with an ankle fracture were treated at our hospital (a level 1 trauma center). Of these fractures, 144 involved the PM. The study included patients aged 18 years or older with an

ankle fracture or fracture-dislocation involving the PM [AO Foundation/Orthopedic Trauma Association (AO/OTA) classification 44-A3, 44-B3, and 44-C1/2]. Cases of tibial plafond fractures, cases of ankle fractures associated with other hindfoot fractures, and cases with incomplete data in the medical records, such as absence of appropriate X-ray and CT images, were excluded. A total of 81 patients met the study's inclusion criteria. The study was approved by our Institutional Ethics Committee. The fractures were categorized according to the AO/OTA classification, and the Haraguchi CT classification was used specifically for the PM[26].

The Enterprise Imaging XERO Viewer software (Agfa HealthCare, Mortsel, Belgium) version 8.1.2 was used to select and analyze X-ray images, and the RadiAnt DICOM Viewer software (Medixant, Poznań, Poland) version 2.3 was used to analyze CT images. The PM fragments were measured on lateral X-ray images (PMXR) by two independent examiners (herein named X and Y), based on the relationship between fracture size and total articular surface (Figure 1). In sagittal CT (SAGCT) slices, the image with the largest PM was selected, and the latter was measured by the two examiners (X and Y). Similarly, to PMXR, PM size in SAGCT was measured using the proportion between the size of the fracture fragment and the total length of the joint (Figure 2). A second CT image was used in the axial plane to determine the size of the affected articular area in the tibial plafond. A point 5 mm above the highest point of the tibial articular surface was marked on the sagittal plane, and the corresponding axial (AXCT) slice was selected. The total tibial and PM areas were measured using the RadiAnt DICOM Viewer 2.3 software, and the fragment size relative to the total tibial plafond area on the AXCT was calculated (Figure 3).

Fractures were categorized into two groups based on the PMXR measurement: (1) PM < 25% of the joint; and (2) PM ≥ 25% of the joint. This cutoff value was used due to the consensus in the literature. Based on these groups, PM size was compared between PMXR and SAGCT, and the mean value of the examiners' measurements was considered. A second evaluation was performed to determine the difference in PM size based on a classification of the fractures into smaller PMXR intervals, namely < 15%, 15%–19.9%, 20%–24.9%, 25%–29.9%, and ≥ 30% of the articular surface. For AXCT, the size of the affected articular surface was measured in both groups (A and B), and the size of the PM and the involvement of the articular surface were compared in the respective morphological categories using the classification proposed by Haraguchi *et al*[26].

The statistical analysis was performed using the SPSS Statistics software for Mac (IBM Corporation, Armonk, NY, United States), version 23, considering the mean of the values obtained by the examiners in PMXR and SAGCT. Data normality was tested for the quantitative variables using the Kolmogorov-Smirnov test. Interobserver reliability was assessed using the Kappa method for the qualitative variables and Pearson's correlation for the quantitative variables. For direct comparison between X-ray and CT, the paired-sample *t*-test or the Wilcoxon, Mann-Whitney, and Kruskal-Wallis tests were used, depending on data normality, type of variable, and number of groups. The significance level was $P < 0.05$, with a 95% confidence interval.

RESULTS

A total of 81 patients participated in the study, of whom 44 were male (54.3%) and 37 were female (45.6%), with a mean age of 39.4 years (± 13.5). One ankle fracture (1.2%) was type A in the AO/OTA classification, 51 (62.9%) were type B, and 29 (35.8%) were type C. It was observed that the PM presented more than one fracture line in 22 cases (27.2%), which is described in the literature as a chondral or intercalary fragment at the center of the fracture, between the metaphysis and the posterior tibial cortex[29,30] (Table 1).

The PMXR sizes measured by examiners X and Y were 21.15% and 20.46%, respectively, with a mean of 20.81% and Pearson's correlation index of 0.93 ($P < 0.001$). With regard to SAGCT, the values obtained were 23.45% and 22.39%, with a mean of 22.92% and Pearson's index of 0.94 ($P < 0.001$). This interobserver correlation was excellent both for PMXR and SAGCT (Table 2). Thus, regardless of the measured image, a good interobserver evaluation was obtained with the proposed measurement method. A significant difference was found in mean size between the images, with PM size in SAGCT being 2.12% (95% confidence interval: 0.3–3.8) greater than in X-ray images ($P = 0.018$).

When the sample was divided into two groups according to PMXR size, groups A (< 25%) and B (≥ 25%) had 56 and 25 patients, or 69.13% and 30.86% of the sample, respectively. When analyzing the AXCT of all fractures, the PM affected a mean 14.57% of the tibial plafond, but there was a difference between the groups, with 10.13% and 24.52% of the tibial plafond affected in group A (< 25%) and in group B (≥ 25%), respectively, ($P < 0.001$) (Table 3). The subdivision into the < 15.0%, 15.0%–19.9%, 20.0%–24.9%, 25.0%–29.9%, and ≥ 30.0% intervals and their respective AXCTs (Table 3) was performed to evaluate the gradual increase in the affected articular surface according to PMXR size. There were differences among all the evaluated subgroups, namely a gradual surface increase with the increase in PMXR; only the 20.0%–24.9% interval showed no statistical significance relative to the previous subgroup.

According to the Haraguchi classification, 29 fractures (35.8%) were type I, 33 (40.7%) were type II, and 19 (23.4%) were type III. In group A there were 21, 16, and 19 type I, type II, and type III fractures, respectively, whereas in group B there were 8 and 17 type I and type II fractures, respectively. The analysis of PM size in the X-ray images showed that type I and type II fractures had similar PMXR size (21.6% and 24.8%) and that both were larger than type III (small shell-shaped) fractures ($P < 0.001$).

In the overall evaluation of the articular surface, differences were found in AXCT among all Haraguchi CT categories, with PM fragments with mean values of 12.24%, 22.80%, and 3.84% of the tibial plafond surface, respectively, resulting in II > I > III ($P < 0.001$) (Table 4 and Figure 4). Differences in the articular surface of the tibial plafond (AXCT) for the Haraguchi subtypes were found in both groups, with $P < 0.001$ in group A and $P = 0.002$ in group B (Table 5 and Figure 5).

Table 1 Demographic and lesion characteristics, *n* = 81

Characteristic	Subcategory	<i>n</i> (%)
Age ^a		39.48 (± 13.59)
Sex	Male	44 (54.32)
	Female	37 (45.67)
Diagnosis	Fracture	42 (51.85)
	Fracture + dislocation	39 (48.14)
AO/OTA 44	A	1 (1.23)
	B	51 (62.96)
	C	29 (35.80)
Haraguchi	1	29 (35.80)
	2	33 (40.74)
	3	19 (23.45)
Intermediate fragment	Yes	22 (27.16)
	No	59 (72.83)

^aMean (standard deviation). AO/OTA: AO Foundation/Orthopedic Trauma Association.

Table 2 Interobserver reliability of posterior malleolus size measurements

	Examiner X	Examiner Y	Pearson's	<i>P</i> value
X-ray measurement				
Absolute size of the tibia	5.28 (± 0.83)	5.09 (± 0.82)	0.88	< 0.001
Absolute size of the PM	1.43 (± 0.75)	1.32 (± 0.69)	0.92	< 0.001
MP size (PMXR) ^a	21.15 (± 10.20)	20.46 (± 9.66)	0.93	< 0.001
Mean PM size ^a	20.81 (± 9.70)		-	-
CT measurement				
Absolute size of the tibia	3.23 (± 0.65)	3.13 (± 0.62)	0.95	< 0.001
Absolute size of the PM	0.97 (± 0.38)	0.88 (± 0.37)	0.89	< 0.001
PM size (SAGCT)	23.45 (± 9.31)	22.39 (± 9.96)	0.94	< 0.001
Mean PM size	22.92 (± 9.60)			
Interobserver agreement				
PM < 25% in X-ray images	56	58	0.88	< 0.001
PM ≥ 25% in X-ray images ^b	25	23		
PM < 25% in CT ^b	51	56	0.76	< 0.001
PM ≥ 25% in CT ^b	30	25		

^aPercentage.

^bCases (absolute frequency). CT: Computed tomography; PM: Posterior malleolus; PMXR: Profile X-ray images of the posterior malleolus; SAGCT: Sagittal computed tomography images of the posterior malleolus.

DISCUSSION

Historically, X-ray has been the most widely used imaging technique in the diagnosis of malleolar fractures and consequently of PM fractures. The indication for PM fixation is mostly associated with its size relative to the joint, although no consensus has emerged to date on the smallest articular fragment size that requires surgery[8,30,31].

Table 3 Analysis of the articular surface of the ankle affected by the posterior malleolar fracture in axial computed tomography slices

Grouping according to PMXR < 25% and ≥ 25% (cases)	All cases	Group A, < 25%	Group B, ≥ 25%	P value	
	14.57% (81) (± 9.84)	10.13% (56) (± 6.71)	24.32% (25) (± 8.40)	< 0.001	
Subdivision of PMXR, %	< 14.9	15.0-19.9	20.0-24.9	25.0-29.9	≥ 30.0
Affected articular surface % (cases)	7.65 (26) (± 6.92)	11.03 ^a (18) (± 5.57)	14.31 (11) (± 6.34)	20.79 ^a (14) (± 4.19)	27.87 ^a (12) (± 10.78)

^aStatistically significant ($P < 0.05$) when compared to the previous group. PMXR: Profile X-ray images of the posterior malleolus.

Table 4 Relationship between the size of the posterior malleolus and the affected articular surface according to the Haraguchi classification

Classification	Haraguchi			P value
	I	II	III	
Cases (%)	29 (35.8)	33 (40.7)	19 (23.4)	N/A
X-ray				
PM size % (PMXR)	21.66 ^a (± 9.91)	24.84 ^a (± 9.03)	12.45 (± 4.17)	< 0.001
CT				
Articular surface of the tibial plafond % (AXCT)	12.24 (± 5.47)	22.80 (± 8.28)	3.84 (± 2.78)	< 0.001

^aThere was a statistically significant difference only when compared to Haraguchi III. There was no significant difference between Haraguchi I and II; there was a statistically significant difference when all categories were compared. The $P < 0.001$ value was found when comparing the three groups and indicates a significant statistical difference. AXCT: Axial computed tomography slice of the posterior malleolus; CT: Computed tomography; N/A: Not applicable; PM: Posterior malleolus; PMXR: Profile X-ray images of the posterior malleolus.

Table 5 Articular surface of the posterior malleolus in axial computed tomography slices according to the Haraguchi classification

Haraguchi (n)	Size of the posterior malleolus, by X-ray	
	< 25%, n = 56	≥ 25%, n = 25
I (29)	10.84% (± 3.74) ^a	15.29% (± 7.62) ^b
II (33)	17.99% (± 5.79) ^a	27.33% (± 7.81) ^b
III (19)	3.84% (± 2.78) ^a	-

^a $P < 0.001$.

^b $P = 0.002$.

The fact that there are different forms of measuring PM size should be considered. In addition, factors, such as image quality, immobilizations, and fixations, can interfere with PM measurement[20]. Several X-ray parameters have been studied to interpret ankle fractures, and PM size has good interexaminer reproducibility[21]. There is controversy regarding the best way of measuring PM size in lateral X-ray images; moreover, interobserver agreement shows variable results[22]. Currently, many authors consider CT essential for an adequate understanding of PM fractures due to the limitations of X-ray images and because CT aids in surgical planning by providing information on PM size and morphology and on its relationship with other malleoli and with the syndesmosis[20-22,32,33].

In the present study, considering only the X-ray images, the interobserver correlation for PM size was 0.93 ($P < 0.001$), which is excellent and higher than that obtained by Meijer *et al*[22] in an analysis with a larger number of examiners. This result suggests that good quality preoperative X-rays are fundamental for the adequate interpretation of the PM findings. A correlation of 0.94 ($P < 0.001$) was also achieved in the measurement performed in sagittal CT, which showed that an accurate measurement of the PM can be achieved using a simple method, regardless of the complementary exam that is used.



DOI: 10.5312/wjo.v14.i12.868 Copyright ©The Author(s) 2023.

Figure 1 Measurement of the size of a posterior malleolus fracture fragment in a profile X-ray image. The proportion between the fracture and the total articular surface, i.e. the $a/(a + b)$ ratio, was evaluated.

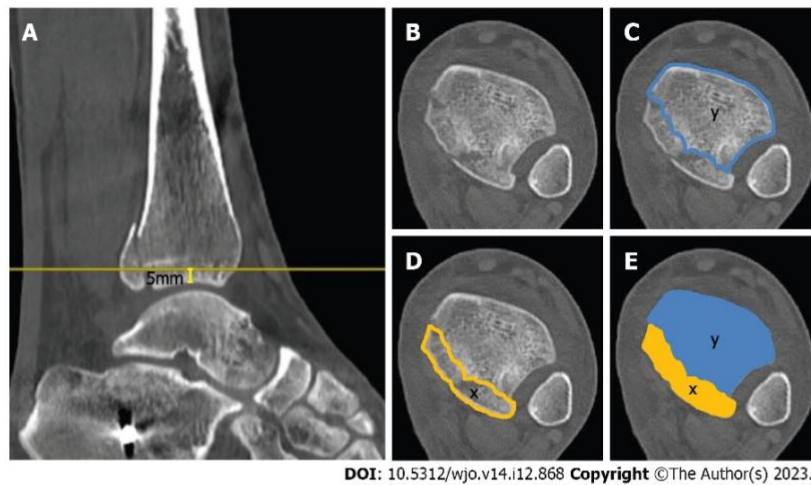


DOI: 10.5312/wjo.v14.i12.868 Copyright ©The Author(s) 2023.

Figure 2 Measurement of a posterior malleolus fracture fragment in a sagittal tomography slice R. Similarly to what was completed for X-ray images, the proportion between the fracture and the total articular surface, i.e. the $a/(a + b)$ ratio, was evaluated.

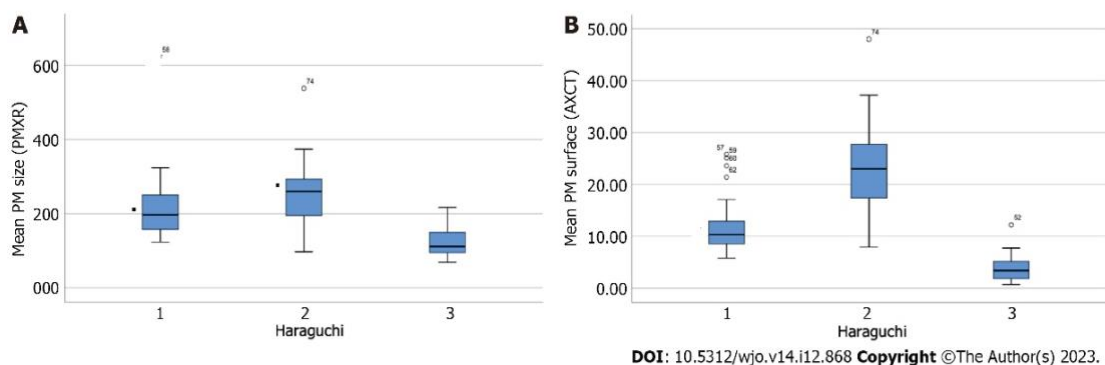
Most patients (56; 69.1%) had $PM < 25\%$ in PMXR. Therefore, if only the PM size was considered, the choice would be not to fix that fragment[13,16,34]. Stringfellow *et al*[35] compared X-ray and CT images and found that CT slices showed a larger PM than X-ray images in 92% of the cases. This result is similar to that obtained in the present study, in which the mean PM was found to be 2.12% larger ($P = 0.018$) in CT images. Thus, considering only the 25% cutoff value in PMXR as an indication for PM fixation, patients with fractures considered to be borderline, with PMXR values close to 25%, would probably fail to have the posterior fragment treated adequately if the diagnosis were based solely on X-ray images. For this reason, in recent decades, several authors started recommending the fixation of fragments $< 25\%$ because they feared that X-ray images could underestimate PM size when compared to CT[10,21].

Another concern is that X-ray images may not be adequate for the visualization of small osteochondral fragments and articular surface impaction[23,29,30,36]. The present case series supports this concern, as an osteochondral or intermediate fragment was found in 27.1% of CT images. Similarly, Böhler *et al*[21] reported that 23% of osteochondral



DOI: 10.5312/wjo.v14.i12.868 Copyright ©The Author(s) 2023.

Figure 3 Axial computed tomography scan posterior malleolus measure. A: The sagittal plane; B: The corresponding axial slice was selected 5 mm above the highest point of the tibial articular surface; C: In the axial image, the tibial articular surface; D: The area corresponding to the posterior malleolus fracture was measured; E: Thus, the $x/(x+y)$ ratio was used to obtain the percentage of the tibial plafond surface (axial view) involved in the posterior malleolus.



DOI: 10.5312/wjo.v14.i12.868 Copyright ©The Author(s) 2023.

Figure 4 Comparative size of posterior malleolus on X-rays and axial computed tomography scan according to the Haraguchi classification. A: The percent size of the posterior malleolus measured in profile X-ray images according to Haraguchi classification; B: The percent size of the posterior malleolus measured in axial tomography images according to the Haraguchi classification. A statistically significant difference was found only when compared to Haraguchi 3. No difference was found between Haraguchi 1 and 2 ($P < 0.001$). PMXR: Posterior malleolus size in profile X-ray images; AXCT: Axial computed tomography slice of the posterior malleolus.

fractures were not identified in X-ray images but were present in sagittal CT slices, thus suggesting that X-ray images have low sensitivity for diagnosing intermediate PM fragments, which could be a further hindrance for articular reduction[21,23,30].

By correlating X-ray images with axial CT slices, it is possible to determine the size of the articular surface affected by the PM fragment. In an initial evaluation considering groups $< 25\%$ and $\geq 25\%$, a significant difference in the percentage of affected articular surface was found: 10.13% vs 24.52% ($P < 0.001$). Previous studies have proposed random predetermined PM size intervals to evaluate the clinical results, articular congruity, and post-traumatic arthritis[35]. Similarly, by determining smaller PM intervals for X-ray images ($< 15.0\%$, $15.0\%-19.9\%$, $20.0\%-24.9\%$, $25.0\%-29.9\%$, and $\geq 30.0\%$), it was possible to evaluate the gradual increase in the percentage of affected articular surface in each interval relative to the previous interval. It should be noted that fragments in intervals $15.0\%-19.9\%$ and $20.0\%-24.9\%$ may have a similar articular surface. These results indicate that fragments considered small in X-ray images represent a relatively larger articular surface.

When the fractures were grouped according to their CT classification, type I and type II fractures had a similar size in X-ray images and could only be differentiated from type III (small shell) fractures; however, axial CT showed the difference between the articular surfaces of each CT type, as shown by the descriptive study of Haraguchi *et al*[26]. All the different CT types of fractures also showed differences in the size of the axial surface between groups A and B. We emphasize that the articular surfaces of the tibial plafond in type II fractures in group A and type I fractures in group B were of similar size (Figure 5). This means that although type II fragments in group A were deemed small in X-ray

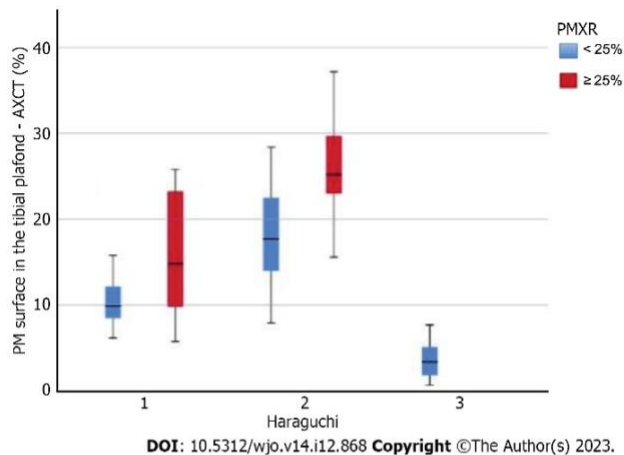


Figure 5 The distribution of the percent area of the tibial plafond of the posterior malleolus fracture according to the various Haraguchi classification types. Blue: Group A; Red: Group B; PMXR: Posterior malleolus size in profile X-ray images; AXCT: Axial computed tomography slice of the posterior malleolus; PM: Posterior malleolus.

images (< 25%), the articular involvement was similar to that of a large fragment, such as one from group B. This information can only be obtained from the CT evaluation. Thus, the exclusive use of X-ray images for preoperative planning is associated with the risk of PMs with a larger area than expected being treated inadequately, which can interfere with the patient's postoperative results.

The present study achieved a relevant sample, considering other studies on the same subject[26-28], and the study variables showed excellent correlation and interobserver agreement according to Landis and Koch[37], who demonstrated the applicability of the measuring method. However, the present study also had some limitations. The distribution of PM fractures among the three CT categories was satisfactory. However, there was a significant sample loss, and the distribution was based solely on 2D CT images, when some studies also used 3D images to evaluate PM[22, 33]. Finally, the present findings add new information to the topic of articular involvement in PM fractures, which will hopefully aid the analysis of the clinical results of patients with PM fractures in future studies.

CONCLUSION

The size of PM fractures varies when evaluated by X-ray and CT. CT studies show a larger PM in the sagittal plane compared to PMXR images, and they also allow the identification of the presence of intermediate or chondral fracture fragments. Preoperative CT makes it possible to determine the real size of the articular surface of the tibial plafond, which can be underestimated if only X-ray is used.

ARTICLE HIGHLIGHTS

Research background

For many decades when a posterior malleolus (PM) fracture was diagnosed, the size of the fragment on radiographs was always taken into consideration at the time of treatment. Therefore, fixation of the PM was recommended when greater than 25% of the tibial joint surface was involved.

Research motivation

This study aimed to see the real size of the PM fragment in ankle fractures and determine whether an X-ray image would be sufficient to show the real size of the fracture. It is also unknown if there is any correlation between PM size on X-rays and computed tomography (CT) scans.

Research objectives

To compare the PM size of the X-rays with the sagittal CT scans to see if they are similar and to evaluate the PM size compared with the axial CT scan and the articular surface of the tibial plafond involved in the ankle fracture.

Research methods

Two foot and ankle specialists compared measurements of PM size on radiographs with CT scans. The PM size on the

De Marchi Neto N *et al.* CT importance in posterior malleolus fractures

sagittal images and the joint surface area of the tibial plafond on the axial images were compared.

Research results

We found that PM fragments were 2.12% larger in sagittal CT than in X-rays. When analyzing axial CT scans, a significant difference was found between the three types of Haraguchi fractures.

Research conclusions

PM fractures showed different sizes using X-ray or CT images. CT showed a larger PM in the sagittal plane and allowed the visualization of the real dimensions of the tibial plafond surface.

Research perspectives

This study showed that CT is better to understand the size of the PM. Even small PM fractures on X-rays can affect a large portion of the articular surface. It would be recommended not to underestimate small PM fractures and always perform preoperative CT evaluation.

FOOTNOTES

Author contributions: De Marchi Neto N, Christian RW and Severino NR contributed to conceptualization; De Marchi Neto N and Nesello PFT contributed to methodology; De Marchi Neto N and Nesello PFT contributed to formal analysis and investigation; De Marchi Neto N and Nesello PFT contributed original draft preparation and figures; Bergamasco JMP and Costa MT contributed reviewing and editing; Christian RW and Severino NR contributed to supervision.

Institutional review board statement: Institutional review board statement: This study protocol was reviewed and approved by the Bioethics Committee of the authors' institution (5.117.984).

Informed consent statement: All study participants, or their legal guardian, provided informed written consent prior to study enrollment.

Conflict-of-interest statement: All the authors declare that they have no competing interests.

Data sharing statement: No additional data are available.

STROBE statement: The authors have read the STROBE Statement—checklist of items, and the manuscript was prepared and revised according to the STROBE Statement—checklist of items.

Open-Access: This article is an open-access article that was selected by an in-house editor and fully peer-reviewed by external reviewers. It is distributed in accordance with the Creative Commons Attribution NonCommercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Country/Territory of origin: Brazil

ORCID number: Noé De Marchi Neto 0000-0001-7696-2220; Pietro Felice Tomazini Nesello 0000-0002-2564-3892; Jordanna Maria Bergamasco 0000-0002-5280-1673; Marco Tulio Costa 0000-0001-9411-9376; Ralph Walter Christian 0000-0003-2851-9747; Nilson Roberto Severino 0000-0002-1730-0216.

S-Editor: Liu JH

L-Editor: Filipodia

P-Editor: Zhang XD

REFERENCES

- 1 Palmanovich E, Brin YS, Laver L, Kish B, Nyska M, Hetsroni I. The effect of minimally displaced posterior malleolar fractures on decision making in minimally displaced lateral malleolus fractures. *Int Orthop* 2014; **38**: 1051-1056 [PMID: 24346511 DOI: 10.1007/s00264-013-2224-7]
- 2 Klammer G, Kadakia AR, Joos DA, Seybold JD, Espinosa N. Posterior pilon fractures: a retrospective case series and proposed classification system. *Foot Ankle Int* 2013; **34**: 189-199 [PMID: 23413057 DOI: 10.1177/1071100712469334]
- 3 Volkmann R. Report on the disease cases treated at the halle surgical clinic in the year of 1873. *Beitr Chir* 1875; 104-109. In German
- 4 Jaskulka RA, Ittner G, Schedl R. Fractures of the posterior tibial margin: their role in the prognosis of malleolar fractures. *J Trauma* 1989; **29**: 1565-1570 [PMID: 2585569 DOI: 10.1097/00005373-198911000-00018]
- 5 Irwin TA, Lien J, Kadakia AR. Posterior malleolus fracture. *J Am Acad Orthop Surg* 2013; **21**: 32-40 [PMID: 23281469 DOI: 10.5435/JAAOS-21-01-32]
- 6 Danford NC, Hellwinkel JE, Nock MJ, Boddapati V, Greisberg JK, Trofa DP. Fractures of the posterior malleolus: a systematic review and analysis of patient-reported outcome scale selection. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2023; **33**: 1125-1131 [PMID: 35430691 DOI: 10.1007/s00131-023-05000-0]

- 10.1007/s00590-022-03261-8]
- 7 Nelson M, Jensen N. The treatment of trimalleolar fractures of the ankle. *Surg Gynecol Obstet* 1940; **71**: 509-514
- 8 Heim D, Niederhauser K, Simbrey N. The Volkmann dogma: a retrospective, long-term, single-center study. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2010; **36**: 515-519 [PMID: 26816305 DOI: 10.1007/s00068-010-0061-6]
- 9 Evers J, Barz I., Wähnert D, Grüneweller N, Raschke MJ, Ochman S. Size matters: The influence of the posterior fragment on patient outcomes in trimalleolar ankle fractures. *Injury* 2015; **46** Suppl 4: S109-S113 [PMID: 26542855 DOI: 10.1016/S0020-1383(15)30028-0]
- 10 Langenhuijsen JF, Heetveld MJ, Ultee JM, Steller FP, Butzelaar RM. Results of ankle fractures with involvement of the posterior tibial margin. *J Trauma* 2002; **53**: 55-60 [PMID: 12131390 DOI: 10.1097/00005373-200207000-00012]
- 11 Bartonček J, Rammelt S, Tuček M. Posterior Malleolar Fractures: Changing Concepts and Recent Developments. *Foot Ankle Clin* 2017; **22**: 125-145 [PMID: 28167058 DOI: 10.1016/j.fcl.2016.09.009]
- 12 Carr D, Vannabouathong C, Petrisor BA, Parekh SG, Bhandari M. Posterior-Based Approaches to Open Reduction Internal Fixation of Bimalleolar and Trimalleolar Fractures: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Foot Ankle Surg* 2020; **59**: 373-378 [PMID: 32131005 DOI: 10.1053/j.jfas.2019.09.004]
- 13 De Vries JS, Wiggman AJ, Siersevelt IN, Schaap GR. Long-term results of ankle fractures with a posterior malleolar fragment. *J Foot Ankle Surg* 2005; **44**: 211-217 [PMID: 15940600 DOI: 10.1053/j.jfas.2005.02.002]
- 14 Bergman C, Morin M, Lawson K. Anatomy, Classification, and Management of Ankle Fractures Involving the Posterior Malleolar Fragment: A Literature Review. *Foot Ankle Orthop* 2019; **4**: 2473011419887724 [PMID: 35097350 DOI: 10.1177/2473011419887724]
- 15 Neumann AP, Rammelt S. Ankle fractures involving the posterior malleolus: patient characteristics and 7-year results in 100 cases. *Arch Orthop Trauma Surg* 2022; **142**: 1823-1834 [PMID: 35835195 DOI: 10.1007/s00402-021-03875-3]
- 16 McDaniel WJ, Wilson FC. Trimalleolar fractures of the ankle. An end result study. *Clin Orthop Relat Res* 1977; **37**: 45 [DOI: 10.1097/00003086-197701000-00006]
- 17 Verhage SM, Krijnen P, Schipper IB, Hoogendoorn JM. Persistent postoperative step-off of the posterior malleolus leads to higher incidence of post-traumatic osteoarthritis in trimalleolar fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2019; **139**: 323-329 [PMID: 30430238 DOI: 10.1007/s00402-018-3056-0]
- 18 Mason LW, Marlow WJ, Widnall J, Molloy AP. Pathoanatomy and Associated Injuries of Posterior Malleolus Fracture of the Ankle. *Foot Ankle Int* 2017; **38**: 1229-1235 [PMID: 28758439 DOI: 10.1177/1071100717719533]
- 19 Evers J, Fischer M, Raschke M, Riesenbeck O, Milstrey A, Gehweiler D, Gueorguiev B, Ochman S. Leave it or fix it? How fixation of a small posterior malleolar fragment neutralizes rotational forces in trimalleolar fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2022; **142**: 1031-1037 [PMID: 33507380 DOI: 10.1007/s00402-021-03772-9]
- 20 Ferries JS, DeCoster TA, Firoozbakhsh KK, Garcia JF, Miller RA. Plain radiographic interpretation in trimalleolar ankle fractures poorly assesses posterior fragment size. *J Orthop Trauma* 1994; **8**: 328-331 [PMID: 7965295 DOI: 10.1097/00005131-199408000-00009]
- 21 Büchler L, Tannast M, Bonel HM, Weber M. Reliability of radiologic assessment of the fracture anatomy at the posterior tibial plafond in malleolar fractures. *J Orthop Trauma* 2009; **23**: 208-212 [PMID: 19516096 DOI: 10.1097/BOT.0b013e31819b0b23]
- 22 Meijer DT, Doornberg JN, Siersevelt IN, Mallee WH, van Dijk CN, Kerkhofs GM, Stulken SA; Ankle Platform Study Collaborative – Science of Variation Group; Ankle Platform Study Collaborative - Science of Variation Group. Guesstimation of posterior malleolar fractures on lateral plain radiographs. *Injury* 2015; **46**: 2024-2029 [PMID: 26253385 DOI: 10.1016/j.injury.2015.07.019]
- 23 Seo J, Yang KH, Shim DW, Cho H, Park YC. Marginal impaction associated with posterior malleolar fracture in rotational ankle injury. *Injury* 2022; **53**: 756-761 [PMID: 34924191 DOI: 10.1016/j.injury.2021.12.013]
- 24 Kumar A, Mishra P, Tandon A, Arora R, Chadha M. Effect of CT on Management Plan in Malleolar Ankle Fractures. *Foot Ankle Int* 2018; **39**: 59-66 [PMID: 29232164 DOI: 10.1177/1071100717732746]
- 25 Bouche PA, Gaujac N, Corsia S, Leclerc P, Anract P, Auberger G. Ankle CT scan allows better management of posterior malleolus fractures than X-rays. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2022; **32**: 1301-1309 [PMID: 34468840 DOI: 10.1007/s00590-021-03104-y]
- 26 Haraguchi N, Haruyama H, Toga H, Kato F. Pathoanatomy of posterior malleolar fractures of the ankle. *J Bone Joint Surg Am* 2006; **88**: 1085-1092 [PMID: 16651584 DOI: 10.2106/JBJS.E.00856]
- 27 Bartonček J, Rammelt S, Kostlivý K, Vanček V, Klika D, Trešl I. Anatomy and classification of the posterior tibial fragment in ankle fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2015; **135**: 505-516 [PMID: 25708027 DOI: 10.1007/s00402-015-2171-4]
- 28 Mason LW, Kaye A, Widnall J, Redfern J, Molloy A. Posterior Malleolar Ankle Fractures: An Effort at Improving Outcomes. *JB JS Open Access* 2019; **4**: e0058 [PMID: 31334465 DOI: 10.2106/JBJS.OA.18.00058]
- 29 Sultan F, Zheng X, Pan Z, Zheng Q, Li H, Wang J. Characteristics of intercalary fragment in posterior malleolus fractures. *Foot Ankle Surg* 2020; **26**: 289-294 [PMID: 31027877 DOI: 10.1016/j.fas.2019.03.011]
- 30 Bartonček J, Rammelt S, Tuček M, Naňka O. Posterior malleolar fractures of the ankle. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2015; **41**: 587-600 [PMID: 26253884 DOI: 10.1007/s00068-015-0560-6]
- 31 White TO. In defence of the posterior malleolus. *Bone Joint J* 2018; **100-B**: 566-569 [PMID: 29701100 DOI: 10.1302/0301-620X.100B5.BJJ-2017-1440.R1]
- 32 Donohoe S, Alluri RK, Hill JR, Fleming M, Tan F, Marecek G. Impact of Computed Tomography on Operative Planning for Ankle Fractures Involving the Posterior Malleolus. *Foot Ankle Int* 2017; **38**: 1337-1342 [PMID: 28954524 DOI: 10.1177/1071100717731568]
- 33 Zhang K, Jia X, Qiang M, Chen S, Wang S, Wang D, Chen Y. Quantitative Evaluation of Articular Involvement of Posterior Malleolus Associated with Operative Indication: A Comparative Study of Six Methods Based on Radiography and CT. *Biomed Res Int* 2020; **2020**: 6745626 [PMID: 31998795 DOI: 10.1155/2020/6745626]
- 34 Tejwani NC, Pakh B, Egol KA. Effect of posterior malleolus fracture on outcome after unstable ankle fracture. *J Trauma* 2010; **69**: 666-669 [PMID: 20838137 DOI: 10.1097/TA.0b013e3181e4f81e]
- 35 Stringfellow TD, Walters ST, Nash W, Ahluwalia R; Posterior Malleolus Study Group. Management of posterior malleolus fractures: A multicentre cohort study in the United Kingdom. *Foot Ankle Surg* 2021; **27**: 629-635 [PMID: 32878722 DOI: 10.1016/j.fas.2020.08.003]
- 36 Alluri RK, Hill JR, Donohoe S, Fleming M, Tan F, Marecek G. Radiographic Detection of Marginal Impaction in Supination-Adduction Ankle Fractures. *Foot Ankle Int* 2017; **38**: 1005-1010 [PMID: 28617051 DOI: 10.1177/1071100717709565]
- 37 Landis JR, Koch GG. An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics* 1977; **33**: 363-374 [PMID: 884196 DOI: 10.2307/2529786]

4.2 Artigo 2

Article published online: 2025-09-08



Artigo Original 1

Influência da tomografia computadorizada no planejamento cirúrgico das fraturas do maléolo posterior

Computed Tomography's Impact on the Surgical Planning for Posterior Malleolar Fractures

Noé De Marchi Neto¹ Pietro Felice Tomazini Nesello¹ Jordanna Maria Pereira Bergamasco¹
Marco Túlio Costa¹ Ralph Walter Christian¹ Nilson Roberto Severino¹

¹ Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Santa Casa de São Paulo – Pavilhão Fernandinho Simonsen, Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Endereço para correspondência Noé De Marchi Neto, R. Marquês de Itu, 558 - Vila Buarque, São Paulo, SP, Brasil
(e-mail: noedemarchineto@gmail.com).

Rev Bras Ortop 2025;60(3):s00451810041.

Resumo

Objetivo Este estudo teve como objetivo avaliar a influência da tomografia computadorizada (TC) no planejamento pré-operatório das fraturas do maléolo posterior (MP) do tornozelo, comparando suas informações com as de radiografias convencionais (RX) e o seu impacto no tratamento cirúrgico.

Métodos A pesquisa incluiu 81 pacientes com fraturas do MP, cujas imagens de RX e TC foram analisadas por 33 cirurgiões ortopédicos especializados. O estudo foi dividido em duas etapas, com avaliação de RX na primeira e de RX e TC na segunda. Em ambas as etapas, perguntou-se o tamanho do MP, a estabilidade da fratura, a conduta pré-operatória e as possíveis modificações após avaliar a TC.

Resultados Os resultados mostraram que, ao considerar apenas o RX, 83,5% dos avaliadores decidiram pela fixação do MP. No entanto, ao adicionar a TC, essa decisão foi modificada em 49,1% dos casos, influenciando a via de acesso cirúrgico e o tipo de osteossíntese. Em 34,7% dos casos, a TC revelou um fragmento maior do MP em comparação ao RX, demonstrando sua superioridade na avaliação do tamanho e morfologia da fratura.

Conclusão A TC deve ser incluída de forma rotineira no planejamento cirúrgico das fraturas do tornozelo com comprometimento do maléolo posterior, pois permite uma avaliação mais precisa do traço de fratura e pode mudar a decisão terapêutica baseada somente na RX.

Palavras-chave

- cirurgias
- fraturas do tornozelo
- radiografia
- tomografia computadorizada por raios x

Trabalho desenvolvido no Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Santa Casa de São Paulo – Pavilhão “Fernandinho Simonsen,” Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, Brasil.

recebido
13 de novembro de 2024
aceito
26 de maio de 2025

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0045-1810041>.
ISSN 0102-3616.

© 2025. The Author(s).

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua Rego Freitas, 175, loja 1, República, São Paulo, SP, CEP 01220-010, Brazil

Abstract

Keywords

- ankle fractures
- radiography
- surgeons
- tomography, x-ray computed

Objective The present study aimed to evaluate the influence of computed tomography (CT) on the preoperative planning of posterior malleolus (PM) fractures of the ankle, comparing its information with that of conventional radiographs and assessing its impact on surgical treatment.

Methods The study included 81 patients with PM fractures, whose radiological and CT images were analyzed by 33 specialized orthopedic surgeons. The study had two stages, with a radiological assessment on the first, and the second having radiological and CT evaluation. In both stages, we asked surgeons about the PM size, fracture stability, preoperative management, and potential modifications after CT analysis.

Results Considering only radiographs, 83.5% of the evaluators selected PM fixation. However, CT addition modified this choice in 49.1% of the cases, influencing the surgical access route and the type of osteosynthesis. In 34.7% of cases, CT revealed a larger PM fragment than radiographs, demonstrating that it is superior in evaluating fracture size and morphology.

Conclusion The surgical planning of ankle fractures with PM involvement should routinely include CT scans for a more precise fracture line assessment and a potential change in the therapeutic decision based on simple radiography alone.

Introdução

As fraturas do tornozelo são frequentes na prática dos ortopedistas. Aproximadamente 40% das maleolares acometem o maléolo posterior (MP). Esse tipo de fratura está associado a maior instabilidade e incongruência articular, maior complexidade na redução articular e maior risco de desenvolver osteoartrose a longo prazo.^{1,2}

Durante muitos anos, o tratamento das fraturas do maléolo posterior (MP) foi baseado no tamanho da fratura em relação à articulação tibiotalar, avaliado nas radiografias (RX) pré-operatórias.³ No entanto, desde o final do século XX, a avaliação RX do MP tem sido criticada, pois muitas vezes não esclarece adequadamente a complexidade da fratura ou subestima a dimensão do fragmento posterior.^{2,4-6} A partir dos anos 2000, a tomografia computadorizada (TC) passou a ser uma ferramenta valiosa na avaliação das fraturas do MP, permitindo uma interpretação mais precisa dos padrões de fraturas e auxiliando na programação pré-operatória onde novas classificações foram criadas exclusivamente para o fragmento posterior.⁷⁻⁹

A TC pré-operatória mostra um tamanho maior do MP quando comparado com o RX¹⁰ e traz mais informações quanto aos traços de fratura, afundamento articular, fragmentos interpostos; além de mostrar a relação do próprio MP com os outros maléolos e a sindesmose. Atualmente, a TC em conjunto com RX é cada vez mais recomendada no planejamento cirúrgico das fraturas articulares do tornozelo.^{5,11,12}

O objetivo desse estudo é avaliar o impacto da TC na avaliação pré-operatória da fratura do tornozelo e o que as informações obtidas com a TC influenciariam na interpretação do MP e na conduta tomada pelo cirurgião ortopédico.

Materiais e Métodos

Em um período de 5 anos, entre 2016 e 2021, 144 pacientes com diagnóstico de fratura do tornozelo envolvendo MP foram tratados no Centro de Trauma Nível 1 do nosso hospital. Foram selecionados para o estudo casos de fraturas ou fraturas-luxação do tornozelo que acometiam o MP de pacientes acima de 18 anos e com documentação adequada de RX e TC. Casos com fraturas do pilão tibial, fraturas de tornozelo associadas à outras fraturas do retropé e pacientes com esqueleto imaturo foram excluídos. Esse estudo foi cadastrado e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa sob o CAAE número 52916921.1.0000.5479.

O estudo incluiu 81, que foram pré-avaliados por dois ortopedistas da nossa instituição. Ambos são especialistas em cirurgia de pé e tornozelo que, de forma independente, aferiram as dimensões do MP nos exames de imagem (► **Figura 1**) e classificaram as fraturas segundo Haraguchi.⁷ A média do tamanho percentual do fragmento do MP em relação a superfície articular total foi definida como valor padrão dos casos bem como a classificação tomográfica para a montagem do estudo.

Com base nos valores padrão, foram selecionados casos para formar conjuntos de 10 fraturas do maléolo posterior com diferentes tamanhos conforme evidenciado nas radiografias. Os intervalos considerados foram < 15,0%; 15,0 a 19,9%; 20,0 a 24,9%; 25,0 a 29,9% e > 30,0% da superfície articular total, além de abranger diferentes tipos tomográficos de fraturas do MP.

O estudo foi feito em duas etapas sendo que a ordem dos casos apresentados para os avaliadores foi sorteada previamente para cada etapa (► **Tabela 1**).



Fig. 1 Medida do tamanho do fragmento de fratura do maléolo posterior na radiografia em perfil. Aferiu-se a proporção entre a fratura e a totalidade da superfície articular, sendo a relação (a)/(a + b).

Na primeira etapa (E1), os casos foram organizados em ordem alfabética de A a J, utilizando radiografias do tornozelo nas incidências anteroposterior e lateral, com ênfase na fratura MP. Na segunda etapa (E2), os mesmos casos foram reorganizados de Q a Z, apresentando as mesmas

radiografias da E1, agora complementadas por imagens tomográficas em cortes sagitais e axiais, que detalhavam a fratura (► **Figura 2**).

Foram convidados 40 médicos ortopedistas de diferentes hospitais para participar como avaliadores. Todos os que aceitaram preencheram um termo de consentimento, previamente aprovado pelo Comitê de Ética Médica da instituição. Para participar, era necessário que cada avaliador fosse especialista com formação em cirurgia de pé e tornozelo, vinculado a um Serviço de Ensino de Residência Médica em Ortopedia e Traumatologia ou a um Centro Formador de Especialistas em Cirurgia de Pé e Tornozelo credenciado pelas respectivas Sociedades.

Cada avaliador recebeu, por e-mail, um conjunto de 10 casos e respondeu individualmente às duas etapas da pesquisa, com um intervalo de 2 meses entre elas. Para cada caso, eram fornecidas informações sobre idade, sexo e mecanismo de trauma (entorse do tornozelo, queda de altura, acidente de trânsito, trauma durante prática esportiva). Além disso, cada conjunto incluía um questionário padronizado. Na E1, as perguntas abordavam exclusivamente as imagens radiográficas, enquanto na E2, as questões eram direcionadas tanto para o RX quanto para a TC (► **Anexo 1–Questionário**).

Em ambas as etapas, as perguntas relacionadas às radiografias abordavam aspectos como a estabilidade da fratura, interpretação do tamanho do MP, indicação de fixação e o tipo de fixação recomendada. Já as questões sobre TC incluíam comparações do tamanho do MP em relação ao RX, classificação tomográfica, possíveis alterações na conduta, indicação de fixação e o tipo de síntese a ser utilizada.

Após a conclusão das duas etapas, foram comparadas as respostas das radiografias de E1 e E2 com o objetivo de

Tabela 1 Importância do MP na estabilidade da fratura do tornozelo de acordo com seu tamanho na radiografia

Casos	Estabilidade	Média	DP	IC 95% inferior	IC 95% superior	Valor de p
< 15%						
	Não	79,4%	30,4%	68,6%	90,2%	< 0,01 *
	Sim	20,6%	30,4%	9,8%	31,4%	
15–19,9%						
	Não	45,6%	39,6%	31,5%	59,6%	< 0,01 ***
	Sim	54,4%	39,6%	40,4%	68,5%	
20–24,9%						
	Não	44,1%	29,6%	33,6%	54,6%	< 0,01 ****
	Sim	55,9%	29,6%	45,4%	66,4%	
25–29,9%						
	Não	11,8%	30,3%	1,0%	22,5%	< 0,01 ****
	Sim	88,2%	30,3%	77,5%	99,0%	
> 30%						
	Não	14,7%	35,9%	2,0%	27,5%	NA
	Sim	85,3%	35,9%	72,5%	98,0%	

Abreviações: DP, desvio padrão; IC, intervalo de confiança; MP, maléolo posterior.
Notas: * Comprado a todas as outras categorias de MP. ** Comparado às categorias 25–29,9% e ≥ 30%. *** Comparado a > 30%.



Fig. 2 Exemplo de caso enviado para cada avaliador. A 1ª etapa (A) exclusivamente com RX e (B) contendo RX, TC em corte sagital com o maior fragmento do MP e TC corte axial 5 mm acima da superfície articular. **Abreviaturas:** MP, maléolo posterior; RX, radiografia; TC, tomografia computadorizada.

avaliar a concordância intra- e interobservador em dois momentos distintos. As respostas referentes à TC foram analisadas para verificar a precisão da classificação tomográfica pelos avaliadores, além de serem comparadas com as respostas dadas para as questões radiográficas. Por fim, foi avaliado quanto a TC influenciou na interpretação da fratura e na definição da conduta pré-operatória.

Análise Estatística

A análise dos dados foi realizada utilizando o software Statistical Package Social Sciences (SPSS, IBM Corp.) versão 25 para MAC. Os dados categóricos foram descritos por suas frequências absolutas e relativas. A concordância intra- e interavaliadores foi avaliada pelos testes Kappa e McNemar.

Os dados contínuos ou numéricos foram descritos pela média e desvio padrão (DP), e, quando apropriado, pela mediana e pelos percentis 25 e 75. A normalidade dos dados contínuos foi testada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Para a comparação entre as proporções das mudanças de conduta, foram empregados testes não paramétricos: o de Mann-Whitney para amostras independentes e o de Friedman para múltiplas comparações.

Em todas as análises estatísticas, foi considerado um nível de significância de $p < 0,05$.

Resultados

O estudo contou com a participação de 33 avaliadores com uma média de idade de 45 ± 8 anos. O grupo tinha uma média

de 15 ± 7 anos de experiência em cirurgia de pé e tornozelo e tratavam, em média, 65 (39–86) casos/ano de fraturas de tornozelo.

Tamanho do Maléolo Posterior

Na análise das radiografias, em média, $59,7 \pm 15,3\%$ dos avaliadores estimaram o tamanho do MP de forma semelhante aos valores dos subgrupos padrão, com índices de concordância de 0,16 e 0,15, respectivamente, nas duas etapas. Nas etapas E1 e E2, $78,8 \pm 19,9\%$ dos avaliadores consideraram o tamanho do MP relevante para a estabilidade das fraturas, e sua importância aumentou proporcionalmente ao tamanho do fragmento, com um índice de concordância de 0,21 ($p < 0,01$), como pode ser visto na **Tabela 1**.

Considerando exclusivamente a tomografia, a concordância dos avaliadores referente à classificação de Haraguchi⁷ foi de $66,1 \pm 4,82\%$. Além disso, em $60,9 \pm 15,8\%$ dos casos os avaliadores assinalaram um tamanho do MP na TC semelhante ao que haviam medido no RX.

Quando o tamanho do MP foi comparado simultaneamente nas RX e na TC, 54,1% dos avaliadores consideraram os tamanhos semelhantes em ambas as modalidades. Em 34,7% dos casos, o MP foi interpretado como maior na TC em relação ao RX, enquanto em 11,2% o MP parecia menor na TC. A **Tabela 2** e a **Figura 3** ilustram as diferenças nos tamanhos do MP entre os subgrupos. Observa-se que, à medida que o tamanho aumenta, maior é a divergência na interpretação entre as imagens de RX e TC.

Tabela 2 Comparação do tamanho do MP na TC com o previamente aferido no RX na totalidade dos casos e em cada intervalo

Tamanho MP no RX	Igual		Maior		Menor		Valor de p
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
Total	54,1%	16%	34,7%	16%	11,2%	11%	N/D
< 15%	75,0%	30,8%	17,6%	29,9%	7,4%	18,0%	< 0,05*
15–19,9%	57,4%	35,1%	32,4%	32,3%	10,3%	23,9%	< 0,05**
20–24,9%	51,0%	33,1%	36,3%	30,0%	12,7%	16,4%	> 0,05***
25–29,9%	48,5%	33,7%	35,3%	33,8%	16,2%	29,4%	N/D
> 30%	29,4%	46,2%	61,8%	49,3%	8,8%	28,8%	< 0,05*

Abreviações: DP, desvio padrão; MP, maléolo posterior; N/D, não disponível; RX, radiografia; TC, tomografia computadorizada.
Notas: * Comparado a todas as categorias de MP. ** Comparado às categorias 20–24,9% de MP e 25–29,9%. *** Comparado a categoria 25–29,9% de MP.

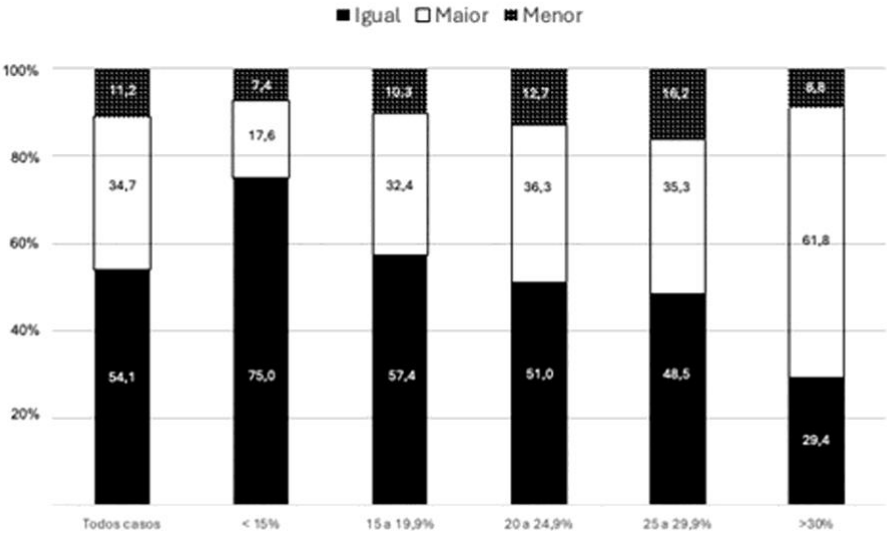


Fig. 3 Interpretação dos avaliadores ao comparar o tamanho do maléolo posterior nas radiografias com a tomografia.

Tratamento do Maléolo Posterior

Os avaliadores concordaram em 83,5 ± 11% em relação a conduta de fixar (ou não) o MP nas 2 etapas avaliando apenas as radiografias, com concordância de 0,36 e 0,34, respectivamente.

Na análise simultânea dos RX e TC, em 49,1% dos casos, não haveria mudança na conduta dos avaliadores. Nos

demais casos, a TC influenciou a decisão clínica, modificando a via de acesso em 29,7%, o tipo de osteossíntese em 25,6%, a indicação para fixação do MP em 20,9% e a posição de decúbito do paciente em 17,6%. A ►Tabela 3 apresenta as modificações de conduta sugeridas em cada subgrupo, e a ►Figura 4 ilustra essas mudanças. Nos casos com fraturas envolvendo menos de 25% do MP, a alteração mais frequente foi a indicação de fixação. Já nas fraturas com fragmentos

Tabela 3 Alterações de conduta dos avaliadores nos diferentes intervalos de tamanho do MP após analisar a TC em conjunto com o RX

Tamanho MP	Nada	Fixar o MP	Posicionamento do paciente	Via de acesso	Tipo de osteossíntese	Outro
< 15%	67,6%	22,1%	7,4%	13,2%	10,3%	2,9%
15–19,9%	41,2%	30,9%	17,6%	29,4%	25,0%	7,4%
20–24,9%	47,0%	21,5%	19,6%	29,4%	31,3%	1,9%
25–29,9%	47,0%	10,3%	20,5%	36,7%	29,4%	1,4%
> 30%	38,2%	17,6%	26,5%	50,0%	32,4%	2,9%

Abreviação: MP, maléolo posterior; RX, radiografia; TC, tomografia computadorizada.

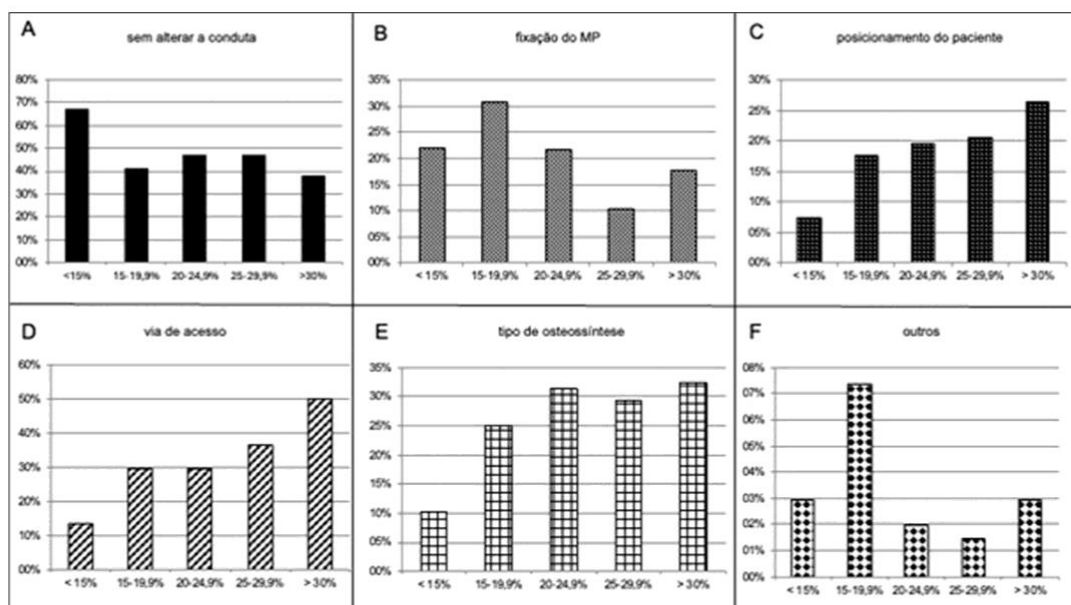


Fig. 4 Alterações de conduta dos avaliadores após avaliar RX e TC em conjunto. (A) Sem mudança na conduta, (B) fixação do MP após ver a TC, (C) posicionamento do paciente no ato cirúrgico, (D) via de acesso cirúrgico, (E) tipo de osteossíntese escolhida para fixação, (F) outras modificações. Abreviações: MP, maléolo posterior; RX, radiografia; TC, tomografia computadorizada.

maiores que 25%, houve um aumento progressivo nas mudanças de conduta relacionadas à via de acesso, posicionamento e escolha da osteossíntese.

Discussão

A TC é amplamente utilizada no planejamento pré-operatório das fraturas do MP devido a três principais fatores. Primeiro, ela permite visualizar com precisão o tamanho real do fragmento posterior.¹⁰ Segundo, fraturas que se estendem além da porção posterolateral da tíbia, fraturas multifragmentadas ou com fragmentos interpostos não podem ser adequadamente avaliadas apenas por radiografias.^{13,14} Por fim, a TC auxilia o cirurgião na escolha da via de acesso, posicionamento do paciente e seleção dos implantes de fixação.^{12,15} Atualmente, muitos autores recomendam seu uso rotineiro no pré-operatório em fraturas de tornozelo.^{5,16}

Neste estudo, a análise das imagens radiográficas revelou uma variação significativa na precisão dos avaliadores ao medir o tamanho do MP, com uma média de $59,7 \pm 15,3\%$ em relação aos valores padrão. Embora essa média seja considerada satisfatória, a concordância foi baixa, com índices de 0,16 e 0,15 nas duas etapas. Esses resultados estão alinhados com outras publicações que também relatam baixa concordância entre avaliadores na análise de parâmetros radiográficos para fraturas do MP.¹⁷

A relevância do MP para a estabilidade das fraturas foi enfatizada pela maioria ($78,8 \pm 19,9\%$) dos avaliadores nas etapas E1 e E2. Esse reconhecimento aumenta conforme o tamanho do MP cresce, o que é esperado, já que fragmentos maiores que 25% são tradicionalmente indicados para

fixação. No entanto, fragmentos menores que 25% também estão sendo cada vez mais fixados, visando melhorar a estabilidade articular. Embora o estudo tenha destacado a importância do tamanho do MP, a literatura recente enfatiza que sua morfologia e redução correta são fatores cruciais para o planejamento do tratamento.¹⁸⁻²⁰

Nas imagens de TC, os avaliadores apresentaram uma taxa média de acerto de $66,1 \pm 4,82\%$ ao utilizar a classificação de Haraguchi.⁷ De modo geral, estudos comparativos das principais classificações tomográficas mostram resultados semelhantes aos desta série.²¹⁻²³ A classificação de Haraguchi foi escolhida para o presente estudo por ser a primeira descrita e amplamente utilizada até hoje, frequentemente em conjunto com a classificação de Bartonicek.^{8,21,22}

Quando o tamanho do MP foi comparado entre radiografias e TC, observou-se concordância em 54,1% dos casos. Entretanto, em 34,7%, o tamanho foi maior na TC. Essa diferença aumentou à medida que o tamanho do MP crescia, reforçando a hipótese de que a TC proporciona uma análise tridimensional mais precisa das fraturas, especialmente nas mais complexas.^{5,13-15} A crescente divergência entre as medições de RX e TC à medida que o MP aumenta sugere que a TC deve ser recomendada, mesmo para fragmentos maiores, com possíveis implicações diretas na escolha do tratamento.¹¹

Na avaliação do tratamento da fratura posterior, os avaliadores mostraram alta concordância na decisão de fixar ou não o MP com base apenas nas radiografias (83,5%, com índice de concordância de 0,36). Entretanto, a introdução da TC modificou a conduta em 49,1% dos casos, influenciando a escolha da via de acesso (29,7%), o tipo de osteossíntese (25,6%) e a indicação de fixação do MP (20,9%). Esses

resultados reforçam a relevância da TC na avaliação pré-operatória e no planejamento do tratamento. Gibson et al. demonstraram que ela altera significativamente os planos cirúrgicos em fraturas trimaleolares, com mudanças na técnica operatória em 25,1% dos casos, e uma tendência em 16,3% para optar pela fixação após a análise da TC.²⁴

No tratamento das fraturas do MP com tamanho inferior a 25%, a principal mudança foi o aumento na indicação de fixação, sugerindo que o RX pode subestimar a importância do MP na estabilidade da fratura, e que a TC poderia oferecer uma avaliação mais detalhada, revelando o tamanho real da lesão e eventuais desvios articulares.^{5,12,15} Em fraturas com fragmentos maiores que 25%, o tamanho por si só geralmente justifica a fixação, mas a análise pela TC resultou em mudanças significativas na abordagem, incluindo o posicionamento do paciente, a via de acesso cirúrgico e o tipo de osteossíntese. Esses ajustes permitiram uma interpretação mais precisa do fragmento do MP pelos avaliadores.²⁵

Este estudo é pioneiro na literatura nacional e se baseia em uma longa série de casos avaliados por 33 médicos experientes na área. No entanto, apresenta algumas limitações. Por se tratar de um estudo retrospectivo focado exclusivamente no fragmento do MP, não foram incluídos dados clínicos ou de exame físico dos pacientes. Além disso, como o objetivo foi investigar apenas a interpretação pré-operatória do MP, o estudo não aborda o tratamento de cada caso nem os resultados funcionais a longo prazo, o que limita a análise de desfechos clínicos e terapêuticos.

Conclusão

O estudo reforça a importância da TC no planejamento pré-operatório das fraturas do MP. Essa técnica de imagem possibilita uma análise mais precisa especialmente em fraturas complexas e multifragmentadas, sendo fundamental na decisão de fixação para fragmentos menores que 25%.

Além disso, o uso da TC permite, mesmo nas fraturas maiores que 25%, ajustes significativos no posicionamento do paciente, escolha da via de acesso e tipo de osteossíntese, mostrando seu impacto direto no planejamento cirúrgico.

Contribuições dos Autores

Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste artigo: NDMN: conceptualização, validação, coleta e análise formal de dados, metodologia, e rascunho e escrita do artigo. PFTN: validação, coleta e análise formal de dados, metodologia, rascunho e escrita do artigo, e edição e formatação de tabelas e figuras. JMPB: escrita, revisão da escrita e edição e formatação de tabelas e figuras. MTC: revisão da escrita e edição. RWC: conceptualização, metodologia, e revisão final. NRS: conceptualização, metodologia, e revisão final.

Suporte Financeiro

Os autores declaram que não receberam suporte financeiro de agências dos setores público, privado ou sem fins lucrativos para a realização deste estudo.

Conflito de Interesses

Os autores não têm conflito de interesses a declarar.

Referências

- 1 Bartoníček J, Rammelt S, Tuček M. Posterior malleolar fractures: Changing concepts and recent developments. *Foot Ankle Clin* 2017;22(01):125–145. Doi: 10.1016/j.fcl.2016.09.009
- 2 Drijfhout van Hooff CC, Verhage SM, Hoogendoorn JM. Influence of fragment size and postoperative joint congruency on long-term outcome of posterior malleolar fractures. *Foot Ankle Int* 2015;36(06):673–678. Doi: 10.1177/1071100715570895
- 3 Nelson M, Jensen N. The treatment of trimalleolar fractures of the ankle. *Surg Gynecol Obstet* 1940;71(04):509–514
- 4 Magid D, Michelson JD, Ney DR, Fishman EK. Adult ankle fractures: comparison of plain films and interactive two- and three-dimensional CT scans. *AJR Am J Roentgenol* 1990;154(05):1017–1023. Doi: 10.2214/ajr.154.5.2108536
- 5 Szymański T, Zdanowicz U. Comparison of routine computed tomography and plain X-ray imaging for malleolar fractures-How much do we miss? *Foot Ankle Surg* 2022;28(02):263–268. Doi: 10.1016/j.fas.2021.03.025
- 6 Ferries JS, DeCoster TA, Firoozbakhsh KK, Garcia JE, Miller RA. Plain radiographic interpretation in trimalleolar ankle fractures poorly assesses posterior fragment size. *J Orthop Trauma* 1994;8(04):328–331. Doi: 10.1097/00005131-199408000-00009
- 7 Haraguchi N, Haruyama H, Toga H, Kato F. Pathoanatomy of posterior malleolar fractures of the ankle. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(05):1085–1092. Doi: 10.2106/JBJS.E.00856
- 8 Bartoníček J, Rammelt S, Kostlivý K, Vaněček V, Klika D, Trešl I. Anatomy and classification of the posterior tibial fragment in ankle fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2015;135(04):505–516. Doi: 10.1007/s00402-015-2171-4
- 9 Kocan J, Joseph E, Mercado P, Haider MN, Pavlesen S, Rohrbacher B. Computed tomography scans and fixation rates for trimalleolar ankle fractures over 10 years at a level 1 trauma center. *Foot Ankle Orthop* 2024;9(01):24730114231216984. Doi: 10.1177/24730114231216984
- 10 De Marchi Neto N, Nesello PFT, Bergamasco JM, Costa MT, Christian RW, Severino NR. Importance of computed tomography in posterior malleolar fractures: Added information to preoperative X-ray studies. *World J Orthop* 2023;14(12):868–877. Doi: 10.5312/wjo.v14.i12.868
- 11 Meijer DT, Keizer RJdM, Doornberg JN, et al. Ankle Platform Study Collaborative—Science of Variation Group. Diagnostic accuracy of 2-dimensional computed tomography for articular involvement and fracture pattern of posterior malleolar fractures. *Foot Ankle Int* 2016;37(01):75–82. Doi: 10.1177/1071100715603999
- 12 Donohoe S, Alluri RK, Hill JR, Fleming M, Tan E, Marecek G. Impact of computed tomography on operative planning for ankle fractures involving the posterior malleolus. *Foot Ankle Int* 2017;38(12):1337–1342. Doi: 10.1177/10711007177315681
- 13 Sheikh HQ, Mills EJ, McGregor-Riley JC, Chadwick C, Davies MB. The effect of computerised tomography on operative planning in posterior malleolus ankle fractures. *Foot Ankle Surg* 2020;26(06):676–680. Doi: 10.1016/j.fas.2019.08.007
- 14 Meijer DT, Doornberg JN, Sierevelt IN, et al. Ankle Platform Study Collaborative – Science of Variation Group. Guesstimation of posterior malleolar fractures on lateral plain radiographs. *Injury* 2015;46(10):2024–2029. Doi: 10.1016/j.injury.2015.07.019
- 15 Black EM, Antoci V, Lee JT, et al. Role of preoperative computed tomography scans in operative planning for malleolar ankle fractures. *Foot Ankle Int* 2013;34(05):697–704. Doi: 10.1177/1071100713475355
- 16 Rammelt S, Bartoníček J. Posterior Malleolar Fractures: A Critical Analysis Review. *JBJS Rev* 2020;8(08):00207. Doi: 10.2106/JBJS.RVW.19.00207

- 17 Büchler L, Tannast M, Bonel HM, Weber M. Reliability of radiologic assessment of the fracture anatomy at the posterior tibial plafond in malleolar fractures. *J Orthop Trauma* 2009;23(03):208–212. Doi: 10.1097/BOT.0b013e31819b0b23
- 18 Verhage SM, Hoogendoorn JM, Krijnen P, Schipper IB. When and how to operate the posterior malleolus fragment in trimalleolar fractures: a systematic literature review. *Arch Orthop Trauma Surg* 2018;138(09):1213–1222. Doi: 10.1007/s00402-018-2949-2
- 19 Blom RP, Meijer DT, Keizer RDM, et al. Posterior malleolar fracture morphology determines outcome in rotational type ankle fractures. *Injury* 2019;50(07):1392–1397. Doi: 10.1016/j.injury.2019.06.003
- 20 Karaismailoglu B, Yıldırım O, Aslan L, et al. Middle-sized posterior malleolus fractures: Fixed versus non-fixed – A prospective randomized study. *Foot Ankle Surg* 2023;29(04):329–333. Doi: 10.1016/j.fas.2023.04.005
- 21 Pflüger P, Harder F, Müller K, Biberthaler P, Crönlein M. Evaluation of ankle fracture classification systems in 193 trimalleolar ankle fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2022;48(05):4181–4188. Doi: 10.1007/s00068-022-01959-2
- 22 Terstegen J, Weel H, Frosch KH, Rolvien T, Schlickewei C, Mueller E. Classifications of posterior malleolar fractures: a systematic literature review. *Arch Orthop Trauma Surg* 2023;143(07):4181–4220. Doi: 10.1007/s00402-022-04643-7
- 23 Morales S, Massri-Pugin J, Mery P, Palma J, Filippi J, Villa A. Posterior malleolar fracture assessment: An independent interobserver and intraobserver validation of three computed tomography-based classifications. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev* 2023;7(01):e22. Doi: 10.5435/JAASGlobal-D-22-00258
- 24 Gibson PD, Bercik MJ, Ippolito JA, et al. The role of computed tomography in surgical planning for trimalleolar fracture. A Survey of OTA Members. *J Orthop Trauma* 2017;31(04):e116–e120. Doi: 10.1097/BOT.0000000000000763
- 25 Mansur NSB, Neves CMSCC, Celestino FS, et al. Computed tomography changes diagnosis, management and surgical planning of ankle fractures. *Musculoskelet Surg* 2024;108(02):183–194. Doi: 10.1007/s12306-024-00814-4

Anexo 1–Questionário

ETAPA 1 (E1)

- 1- Você considera o tamanho do maléolo posterior (MP) importante para estabilidade/instabilidade dessa fratura de tornozelo ?
☐ Sim ☐ Não
- 2- Qual o tamanho do MP em relação a articulação tibiotársica ?
☐ < 15% ☐ 15% – 19,9% ☐ 20% – 24,9% ☐ 25% - 29,9% ☐ > 30%
- 3- Você fixaria o MP deste caso baseado nas imagens radiográficas?
☐ Sim ☐ Não
- 4- Considerando a sua indicação de fixar o MP, qual acesso cirúrgico utilizaria para abordá-lo?
☐ Percutânea ☐ Lateral ☐ Pósterio-lateral ☐ Medial ☐ Pósterio-medial ☐ Outra ☐ Não fixar
- 5- Você fixaria o MP com?
☐ Fios K ☐ parafusos corticais ☐ parafusos canulados ☐ placa e parafusos ☐ Outros
- 6- Na sua interpretação, as radiografias são suficientes para programar o tratamento dessa fratura ou é necessário algum exame adicional no pré-operatório ? Qual?
☐ Somente radiografias ☐ TC ☐ RM ☐ TC e RM ☐ Outros

ETAPA 2 (E2)

- 1- Você considera o tamanho do maléolo posterior (MP) importante para a estabilidade/instabilidade dessa fratura de tornozelo?
☐ Sim ☐ Não
 - 2- Qual o tamanho do MP em relação à articulação tibiotársica?
☐ < 15% ☐ 15–19,9% ☐ 20–24,9% ☐ 25–29,9% ☐ > 30%
 - 3- Você fixaria o MP baseado nas imagens radiográficas?
☐ Sim ☐ Não
 - 4- Se fosse fixar, qual via de acesso usaria? *(Não responda se não indicar fixar.)*
☐ Percutânea ☐ Pósterio-medial ☐ Pósterio-lateral ☐ Lateral ☐ Medial
 - 5- Se fosse fixar, como faria a osteossíntese? *(Não responda se não indicar fixar.)*
☐ Fio K ☐ Parafuso cortical ☐ Parafuso canulado ☐ Placa e parafusos ☐ Outro
 - 6- O que você considera mais importante nessa fratura do MP ?
☐ Tamanho ☐ desvio ☐ Instabilidade da sindeose ☐ Congruência Articular ☐ Outro
 - 7- Qual a classificação tomográfica (Haraguchi) dessa fratura?
☐ Tipo I ☐ Tipo II ☐ Tipo III
 - 8- Qual o tamanho do MP em relação a articulação tibiotársica considerando as radiografias e a tomografia ?
☐ < 15% ☐ 15–19,9% ☐ 20–24,9% ☐ 25–29,9% ☐ > 30%
 - 9- Na sua interpretação, ao avaliar as radiografias somadas à TC o tamanho do MP é:
☐ Igual ao da radiografia ☐ Maior ☐ Menor
 - 10- Ao avaliar a TC você mudaria sua conduta em relação ao MP nessa fratura?
☐ Sim ☐ Não
 - 11- O que a TC faria você mudar no momento da cirurgia em relação ao MP ?
☐ Nada ☐ Indicar Fixar o MP
☐ Posicionamento do paciente ☐ vias de acesso ☐ Tipo de osteossíntese ☐ Outro
- Legenda:
 MP – maléolo posterior
 TC – tomografia computadorizada
 RM – ressonância magnética

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ponto de partida desta pesquisa surgiu da observação cotidiana no contato com médicos ortopedistas e residentes em formação, na qual mostrou uma ampla divergência de opiniões quanto à avaliação das fraturas maleolares do tornozelo e, em especial, do maléolo posterior, sobretudo sobre quais parâmetros deveriam ser priorizados na análise dos exames complementares. Mesmo diante de radiografias e tomografias de boa qualidade, eram frequentes as interpretações divergentes quanto às dimensões do fragmento do MP e às formas de mensuração do seu tamanho, revelando uma lacuna relevante na padronização diagnóstica e na definição de conduta.

A relevância do MP nas fraturas do tornozelo foi sendo gradualmente reconhecida ao longo das décadas. Inicialmente, mesmo com a introdução das imagens radiográficas, o MP muitas vezes foi deixado em segundo plano e o foco estava voltado para as fraturas e desvios dos maléolos lateral e medial. Os primeiros estudos que vislumbraram a importância do MP destacaram sua função na estabilidade articular ao identificarem fraturas do tornozelo envolvendo esse fragmento que estavam associadas à subluxação do tálus dentro da pinça tibiofibular (Lounsberry, Metz, 1922; Nelson, Jensen, 1940).

Na primeira metade do século XX, alguns autores buscaram estabelecer critérios relacionados ao tamanho do MP como parâmetro para indicar a necessidade de abordagem cirúrgica, geralmente associada à fixação dos demais maléolos (Nelson, Jensen, 1940; McLaughlin, 1959).

As imagens radiográficas por décadas foram utilizadas em larga escala e consideradas suficientes para avaliar as fraturas maleolares dos tornozelos e consequentemente o tamanho do MP (Vangsness et al., 1994).

Com o avanço dos estudos biomecânicos e a incorporação da tomografia computadorizada na avaliação das fraturas maleolares, a tradicional ênfase no tamanho do fragmento do MP como principal critério para indicação cirúrgica passou a ser questionada (Hunt et al., 2024). Evidências mais recentes demonstram que, além do tamanho do fragmento, outros fatores anatômicos e morfológicos exercem papel fundamental na definição do tratamento do MP, como a presença de degrau articular, fragmentos interpostos, cominuição óssea, afundamento da superfície articular e, sobretudo, a relação do fragmento com os demais maléolos e com a sindesmose tibiofibular (Bartoníček et al., 2017; Verhage, et al., 2019; Szymański et al., 2022; Xie et al., 2023).

Ao considerar o tamanho do fragmento como parâmetro relevante na definição do tratamento das fraturas do MP, os resultados desta pesquisa, apresentados nos dois artigos, evidenciam de forma clara a discrepância entre as interpretações obtidas por meio da RX e da TC.

A primeira observação relevante refere-se à reprodutibilidade da mensuração do fragmento do MP. No Artigo 1 (De Marchi Neto et al., 2023), as medidas realizadas de forma independente por dois ortopedistas especialistas da instituição onde o estudo foi conduzido apresentaram índices elevados de concordância interobservador, indicando boa padronização local. Em contraste, no Artigo 2 (De Marchi Neto et al., 2025), as avaliações feitas por profissionais de diferentes serviços de Ortopedia e Traumatologia demonstraram níveis de concordância intraobservador e interobservador inferiores aos encontrados em estudos semelhantes da literatura, como os de Ferries et al. (1994), Büchler et al. (2009) e Meijer et al. (2016). A baixa concordância entre observadores evidencia que a interpretação dessas fraturas continua sendo um desafio em estudos multicêntricos, mesmo entre profissionais experientes no manejo dessa lesão frequentemente observada na prática clínica diária (Ferries et al., 1994; Büchler et al., 2009; Meijer et al., 2016; Sarter et al., 2024).

Esta baixa concordância no Artigo 2 (De Marchi Neto et al., 2025) possivelmente pode ter impactado a avaliação do tamanho do fragmento do MP ao comparar as imagens de RX e TC. Tanto que houve uma dissociação progressiva entre os valores obtidos nos dois exames à medida que o tamanho do fragmento aumentava, sugerindo que a imprecisão na interpretação radiográfica se acentua em fragmentos maiores, o que interferiria na estimativa do comprometimento articular.

Ao classificar as fraturas conforme os critérios de Haraguchi et al. (2006), os avaliadores do Artigo 2 (De Marchi Neto et al., 2025) alcançaram uma taxa de acerto de 66%, valor considerado de concordância moderada. Este desempenho é semelhante ao observado com outras classificações utilizadas para fraturas do MP que também apresentam reprodutibilidade limitada. No entanto, a literatura sugere que a classificação proposta por Bartoníček et al. (2017) oferece maior aplicabilidade clínica em relação às outras (Terstegen et al., 2023).

Apesar das limitações conhecidas, a escolha pela classificação de Haraguchi et al. (2006) neste estudo deve-se ao fato de ser a classificação pioneira voltada especificamente para fraturas do MP além de basear-se na análise de cortes axiais da TC, sem a necessidade de reconstruções em 3D. De forma semelhante, nossa amostra continha exames tomográficos com documentação completa em cortes planos, mas com ausência significativa de imagens em 3D. A adoção de uma classificação que dispensasse a reconstrução tridimensional foi, portanto, essencial para garantir a inclusão e análise de um número representativo de casos no estudo.

No Artigo 1 (De Marchi Neto et al., 2023), encontrou-se uma diferença significativa nas mensurações do fragmento do MP quando comparadas RX e TC sagital, sendo esta última responsável por estimativas consistentemente maiores. De forma complementar, no Artigo 2 (De Marchi Neto et al., 2025), quando os avaliadores

foram questionados sobre o tamanho do MP, em 34% dos casos a percepção foi de que o fragmento era maior ao ser analisado pela TC, evidenciando uma tendência sistemática de subestimar o tamanho do MP nas radiografias.

É importante destacar que a acurácia dessas mensurações pode ser influenciada por fatores técnicos, como a qualidade da imagem e, especialmente, a espessura dos cortes tomográficos, os quais podem interferir diretamente na definição dos limites do fragmento e, conseqüentemente, na avaliação do seu real tamanho.

Um dos pontos centrais da avaliação tomográfica foi a comparação entre RX e TC axial das fraturas tipo I e II de Haraguchi. Observou-se que, embora os fragmentos apresentassem dimensões semelhantes na RX, a área articular comprometida variava significativamente entre os dois padrões, especialmente nas fraturas tipo II, que envolvem uma maior extensão da superfície tibial. Essa diferença morfológica também foi destacada por Haraguchi et al. (2006) em sua publicação original, ressaltando que a análise axial é fundamental para compreender a real magnitude da lesão articular em cada subtipo de fratura.

O estudo original de Haraguchi et al. (2006) avaliou os três padrões morfológicos de fratura do MP destacando a diferença na área de comprometimento articular entre os tipos I e II. O Artigo 1 (De Marchi Neto et al., 2023) contribui de forma relevante ao associar essas classificações à mensuração do fragmento pela RX considerando o tradicional ponto de corte de 25% (dogma de Volkmann). A partir dessa abordagem, foi possível demonstrar que fragmentos classificados como $< 25\%$ na RX, quando associados ao padrão tipo II (com extensão pósteromedial), podem comprometer uma área articular igual ou até maior do que fragmentos $> 25\%$ do tipo I, evidenciando que o tamanho linear na RX pode subestimar a real gravidade da lesão.

Após constatar variações nas mensurações do MP entre os diferentes métodos de imagem, seria plausível supor que a disponibilização da TC poderia influenciar significativamente nas condutas adotadas pelos avaliadores do Artigo 2 (De Marchi Neto et al., 2025). Desta forma, ao terem acesso a TC pré-operatória, os avaliadores optaram por modificar a conduta inicial em 49% dos casos, resultado semelhante ao encontrado por Donohoe et al. (2017) ao analisar o planejamento operatório de fraturas do MP.

Ao segmentar a análise entre fragmentos pequenos ($< 25\%$) e grandes ($> 25\%$), observou-se que as mudanças de conduta variaram de forma distinta entre os grupos, sugerindo que o impacto da TC na decisão terapêutica estaria diretamente relacionado ao tamanho do fragmento do MP.

Quando o fragmento do MP era considerado pequeno, a principal mudança de conduta observada foi a indicação de fixação — mesmo em casos que, baseados apenas no tamanho estimado pela RX, seriam inicialmente tratados de forma conservadora. Isso se deve ao fato de que a TC permitiria uma avaliação mais precisa da área articular comprometida, especialmente nas fraturas tipo II de Haraguchi, em que o fragmento pode abranger uma superfície maior do que a estimada na RX.

Nos casos em que o fragmento do MP ultrapassa 25%, de acordo com o “dogma de Volkmann”, já haveria indicação clássica de redução e fixação. Entretanto, os resultados mostraram mudanças significativas também em aspectos como posicionamento do paciente, escolha da via de acesso e tipo de fixação empregado. Essas variações podem ser atribuídas aos diferentes padrões morfológicos do MP e ao fato de que, atualmente, o cirurgião ortopédico leva em consideração múltiplos fatores além do tamanho do fragmento, incluindo estabilidade da sindesmose, impacto articular e presença de fragmentos osteocondrais.

Mansur et al. (2024) publicaram um estudo que mostrava a influência que ocorria após sete avaliadores terem acesso a TC das fraturas de tornozelo. De modo geral houve maior diagnóstico de lesões “ocultas”, lesões do ligamento deltoide, sindesmose e MP; bem como mudança em condutas relacionadas ao decúbito do paciente, incisão cirúrgica e posicionamento dos implantes de maneira semelhante ao que encontramos no Artigo 2 (De Marchi Neto et al., 2025).

Esta é a primeira pesquisa, em âmbito nacional, dedicada exclusivamente a interpretação do MP nos exames de imagem e que compara as decisões de cirurgiões de diferentes centros ortopédicos ao avaliarem inicialmente apenas a RX pré-operatórias e, em um segundo momento, as RX associadas à TC.

Ambos os artigos (De Marchi Neto et al., 2023; De Marchi Neto et al., 2025), que sintetizam o esforço voltado à caracterização e avaliação do MP por métodos de imagem, apresentam como principais pontos fortes uma amostra numericamente relevante, a participação de avaliadores especialistas de diferentes instituições e uma análise estratificada por subgrupos de tamanho e padrões morfológicos, permitindo maior precisão na interpretação dos achados.

Também é importante salientar as limitações e os pontos passíveis de crítica, como o delineamento retrospectivo e o uso de amostra de conveniência, a ausência de correlação entre as condutas adotadas para o MP e seus desfechos clínicos e resultados funcionais, além da seleção exclusiva de avaliadores especialistas em cirurgia do pé e tornozelo, o que pode ter introduzido viés na interpretação das imagens e, conseqüentemente, nos resultados obtidos.

Na nossa perspectiva, a tendência no estudo das fraturas do MP é a integração sistemática da TC no planejamento cirúrgico, inclusive nos casos em que a RX sugira fragmentos pequenos. Observa-se um crescente refinamento dos critérios para

indicação de tratamento do MP, ultrapassando o limite tradicional de 25% da superfície articular e incorporando parâmetros adicionais, tais como a morfologia da fratura, a instabilidade da sindesmose, o impacto articular e a presença de fragmentos osteocondrais. Nesse contexto, torna-se imprescindível a padronização dos procedimentos para a realização dos exames de imagem, bem como a adoção de métodos mensuráveis e reproduzíveis nos exames complementares, acompanhada da elaboração de protocolos específicos para a avaliação pré-operatória.

Em resposta aos questionamentos centrais desta pesquisa, os resultados demonstram que a RX apresenta limitações significativas tanto na mensuração do fragmento do MP quanto na estimativa do real comprometimento articular. A TC, por sua vez, além de fornecer medidas mais precisas, permite caracterizar detalhadamente a morfologia da fratura e identificar fatores adicionais que influenciam diretamente a decisão terapêutica. Sua utilização no planejamento cirúrgico mostrou-se capaz de modificar condutas previamente definidas com base apenas no RX, reforçando a necessidade de incorporar critérios objetivos obtidos pela TC aos protocolos pré-operatórios das fraturas do maléolo posterior.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altun G, Reis HÇ, Bayram B, Saka G. Comparison of two plain radiographic and 3D-based measurement methods for posterior malleolar fragment size in trimalleol ankle fractures. *Arch Clin Exp Med* 2020;5(1):11-5.
- Bartoníček J, Rammelt S, Tuček M. Posterior Malleolar Fractures: Changing Concepts and Recent Developments. *Foot Ankle Clin*. 2017 Mar;22(1):125-45.
- Black EM, Antoci V, Lee JT, Weaver MJ, Johnson AH, Susarla SM, Kwon JY. Role of preoperative computed tomography scans in operative planning for malleolar ankle fractures. *Foot Ankle Int*. 2013 May;34(5):697-704.
- Bouche PA, Gaujac N, Corsia S, Leclerc P, Anract P, Auburger G. Ankle CT scan allows better management of posterior malleolus fractures than X-rays. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2022 Oct;32(7):1301-1309.
- Brockett CL, Chapman GJ. Biomechanics of the ankle. *Orthop Trauma*. 2016 Jun;30(3):232-238.
- Broos PL, Bisschop AP. Operative treatment of ankle fractures in adults: correlation between types of fracture and final results. *Injury*. 1991 Sep;22(5):403-6.
- Büchler L, Tannast M, Bonel HM, Weber M. Reliability of radiologic assessment of the fracture anatomy at the posterior tibial plafond in malleolar fractures. *J Orthop Trauma*. 2009 Mar;23(3):208-12.
- De Marchi Neto N, Nesello PFT, Bergamasco JM, Costa MT, Christian RW, Severino NR. Importance of computed tomography in posterior malleolar fractures: Added information to preoperative X-ray studies. *World J Orthop*. 2023 Dec 18;14(12):868-877. doi: 10.5312/wjo.v14.i12.868.
- De Marchi Neto N, Nesello PFT, Bergamasco JMP, Costa MT, Christian RW, Severino NR. Influência da tomografia computadorizada no planejamento cirúrgico das fraturas do maléolo posterior. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. 2025 Sep 8;60(3):s00451810041.
- Destot E. Traumatismes du pied et rayons X: malleoles, astragale, calcaneum, avant-pied. Paris: Masson; 1911.
- Donohoe S, Alluri RK, Hill JR, Fleming M, Tan E, Marecek G. Impact of Computed Tomography on Operative Planning for Ankle Fractures Involving the Posterior Malleolus. *Foot Ankle Int*. 2017 Dec;38(12):1337-42.
- Evers J, Barz L, Wähnert D, Grüneweller N, Raschke MJ, Ochman S. Size matters: The influence of the posterior fragment on patient outcomes in trimalleolar ankle fractures. *Injury*. 2015 Oct;46 Suppl 4:S109-13.
- Evers J, Fischer M, Raschke M, Riesenbeck O, Milstrey A, Gehweiler D, Gueorguiev B, Ochman S. Leave it or fix it? How fixation of a small posterior malleolar fragment neutralizes rotational forces in trimalleolar fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2022 Jun;142(6):1031-7.

Ferries JS, DeCoster TA, Firoozbakhsh KK, Garcia JF, Miller RA. Plain radiographic interpretation in trimalleolar ankle fractures poorly assesses posterior fragment size. *J Orthop Trauma*. 1994 Aug;8(4):328-31.

Gonzalez O, Fleming JJ, Meyr AJ. Radiographic assessment of posterior malleolar ankle fractures. *J Foot Ankle Surg*. 2015 May-Jun;54(3):365-9.

Haraguchi N, Haruyama H, Toga H, Kato F. Pathoanatomy of posterior malleolar fractures of the ankle. *J Bone Joint Surg Am*. 2006 May;88(5):1085-92.

Henderson MS. Trimalleolar fractures of the ankle. *Surg Clin N Am*. 1932;12:867-72.

Hunt AA, Maschhoff C, Van Rysselberghe N, Gonzalez CA, Goodnough H, Gardner M, Bishop JA. Historic indications for fixation of posterior malleolus fractures- where did they come from and where are we now? *Injury*. 2024 Jun;55(6):111537.

Irwin TA, Lien J, Kadakia AR. Posterior malleolus fracture. *J Am Acad Orthop Surg*. 2013 Jan;21(1):32-40.

Jaskulka RA, Ittner G, Schedl R. Fractures of the posterior tibial margin: their role in the prognosis of malleolar fractures. *J Trauma*. 1989 Nov;29(11):1565-70.

Langenhuijsen JF, Heetveld MJ, Ultee JM, Steller EP, Butzelaar RM. Results of ankle fractures with involvement of the posterior tibial margin. *J Trauma*. 2002 Jul;53(1):55-60.

Lauge-Hansen N. Fractures of the ankle. II. Combined experimental-surgical and experimental-roentgenologic investigations. *Arch Surg (1920)*. 1950 May;60(5):957-85.

Lounsbery LR, Metz CW. Lipping fracture of lower articular end of tibia. *Archives of Surgery*. 1922;5:678-90.

Macko VW, Matthews LS, Zwirkoski P, Goldstein SA. The joint-contact area of the ankle. The contribution of the posterior malleolus. *J Bone Joint Surg Am*. 1991 Mar;73(3):347-51.

Manganaro D, Alsayouri K. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Ankle Joint. 2023 May 23. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan—.

Mansur NSB, Neves CMSCC, Celestino FS, Gonçalves JPP, Pereira VF, Silva PDV, Matsunaga FT, Nery CAS, Astur DC. Computed tomography changes diagnosis, management and surgical planning of ankle fractures. *Musculoskelet Surg*. 2024 Jun;108(2):183-94.

Mason LW, Marlow WJ, Widnall J, Molloy AP. Pathoanatomy and Associated Injuries of Posterior Malleolus Fracture of the Ankle. *Foot Ankle Int*. 2017 Nov;38(11):1229-35.

Mc Laughlin HL. *Trauma*. Philadelphia: WB Sanders; 1959.

McDaniel WJ, Wilson FC. Trimalleolar fractures of the ankle. An end result study. Clin Orthop Relat Res. 1977 Jan-Feb;(122):37-45.

Meijer DT, de Muinck Keizer RJ, Doornberg JN, Sierevelt IN, Stufkens SA, Kerkhoffs GM, van Dijk CN; Ankle Platform Study Collaborative—Science of Variation Group. Diagnostic Accuracy of 2-Dimensional Computed Tomography for Articular Involvement and Fracture Pattern of Posterior Malleolar Fractures. Foot Ankle Int. 2016 Jan;37(1):75-82.

Meijer DT, Doornberg JN, Sierevelt IN, Mallee WH, van Dijk CN, Kerkhoffs GM, Stufkens SA; Ankle Platform Study Collaborative – Science of Variation Group; Ankle Platform Study Collaborative - Science of Variation Group. Guesstimation of posterior malleolar fractures on lateral plain radiographs. Injury. 2015 Oct;46(10):2024-9.

Nelson MC, Jensen NK. The treatment of trimalleolar fractures of the ankle. Surg Gynec Obstet. 1940;71:509-14.

Sarter M, Krane F, Leschinger T, Hackl M, Müller LP, Harbrecht A. In Which Cases Do We Operate? Posterior Malleolar Fractures-Intraobserver and Interobserver Reliability of the Bartoníček/Rammelt Classification and Corresponding Surgery Rates. Foot Ankle Spec. 2024 Dec;17(6):613-20.

Szymański T, Zdanowicz U. Comparison of routine computed tomography and plain X-ray imaging for malleolar fractures-How much do we miss? Foot Ankle Surg. 2022 Feb;28(2):263-268.

Terstegen J, Weel H, Frosch KH, Rolvien T, Schlickewei C, Mueller E. Classifications of posterior malleolar fractures: a systematic literature review. Arch Orthop Trauma Surg. 2023 Jul;143(7):4181-20.

Vangsness CT Jr, Carter V, Hunt T, Kerr R, Newton E. Radiographic diagnosis of ankle fractures: are three views necessary? Foot Ankle Int. 1994 Apr;15(4):172-4.

Verhage SM, Krijnen P, Schipper IB, Hoogendoorn JM. Persistent postoperative step-off of the posterior malleolus leads to higher incidence of post-traumatic osteoarthritis in trimalleolar fractures. Arch Orthop Trauma Surg. 2019 Mar;139(3):323-329.

Volkman R. Beiträge zur Chirurgie anschliessend an einen Bericht über die Thätigkeit der chirurgischen: Univer- sitätsklinik zu Halle im Jahre 1873. Leipzig: Breitkopf und Här- tel; 1875. p. 104-9.

Xie W, Lu H, Zhan S, Liu Y, Xu H, Fu Z, Zhang D, Jiang B. Outcomes of posterior malleolar fractures with intra-articular impacted fragment. Arch Orthop Trauma Surg. 2023 Jan;143(1):141-7.

Xu HL, Li X, Zhang DY, Fu ZG, Wang TB, Zhang PX, Jiang BG, Shen HL, Wang G, Wang GL, Wu XB. A retrospective study of posterior malleolus fractures. Int Orthop. 2012 Sep;36(9):1929-36.

Zwipp H. Biomechanik der Sprunggelenke. Unfallchirurg. 1989 Mar;92(3):98-102.

7 ANEXOS

Anexo 1 - Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: IMPACTO DA TOMOGRAFIA NA INTERPRETAÇÃO DAS FRATURAS DO MALÉOLO POSTERIOR DO TORNOZELO

Pesquisador: Noé De Marchi Neto

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 52916921.1.0000.5479

Instituição Proponente: IRMANDADE DA SANTA CASA DE MISERICORDIA DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

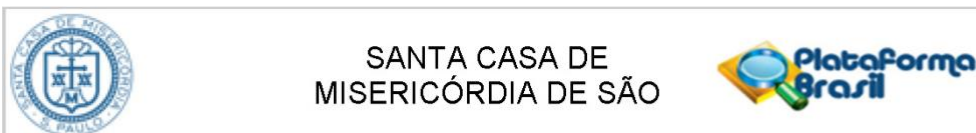
Número do Parecer: 5.117.984

Apresentação do Projeto:

As fraturas maleolares do tornozelo envolvem até em 40% fraturas do maléolo posterior. Desde estudos da primeira metade do século XX autores recomendam que quando houver o envolvimento de 25% da superfície articular do tornozelo, estas fraturas sejam reduzidas e fixadas durante o ato operatório. Até os dias atuais este critério referente ao tamanho do fragmento posterior é levado em conta no tratamento cirúrgico das fraturas do

tornozelo. Atualmente também tem sido considerado que o maléolo posterior é importante na estabilidade ligamentar e da sindesmose do tornozelo, portanto algumas novas publicações sugerem que fragmentos menores que 25% também sejam fixados. Para tanto cada vez mais a tomografia tem sido utilizada na interpretação e programação cirúrgica pre-operatória destes fragmentos. Este estudo tem como finalidade comparar as fraturas do maléolo posterior das radiografias em perfil com as imagens tomográficas no corte sagital, assim conferindo a assertividade do tamanho real o destes fragmentos bom como analisar nos cortes sagitais da articulação o tamanho da área de carga envolvida com as fraturas posteriores. Nossa hipótese é de que com o auxílio da tomografia podemos ter fragmentos de grande importância para a articulação que são subestimados pelo tamanho aferido nas radiografias em perfil.

Endereço: Rua Marques de Itu, 381
Bairro: VILA BUARQUE **CEP:** 01.223-001
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2176-1817 **Fax:** (11)2176-7688 **E-mail:** cepsc@santacasasp.org.br



Continuação do Parecer: 5.117.984

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar a importância da tomografia pré-operatória em conjunto com as radiografias para interpretar o fragmento articular do maléolo posterior

Objetivo Secundário:

Aferir e comparar o tamanho do fragmento do maléolo posterior na tomografia e radiografias. E aferir o tamanho da área de carga que corresponde ao fragmento posterior nos cortes axiais da tomografia

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

mínimos.

não há nada que possa colocar em risco a saúde e/ou segurança do paciente além de não afetar o tratamento do mesmo. eventualmente o paciente pode ser identificado pelo exame. caso isto aconteça será imediatamente excluído da pesquisa

Benefícios:

Poderemos assim provavelmente ver como a tomografia influencia na decisão do tratamento destas fraturas, sendo um exame que cada vez mais é indicado para o planejamento pré-operatório

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa de interesse científico

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Solicita dispensa de TCLE por utilizar dados secundários, com visualização de radiografias e tomografias para verificar se há necessidade de modificar em futuros pacientes o procedimento cirúrgico. Os pesquisadores não vão ter contato com os pacientes e como essa fratura é aguda fica difícil sua busca

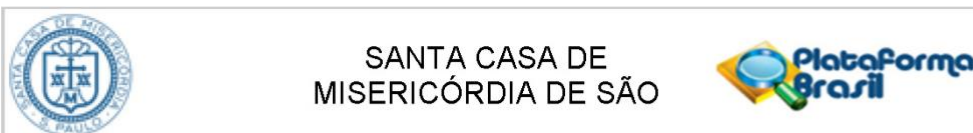
Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço: Rua Marques de Itu, 381	
Bairro: VILA BUARQUE	CEP: 01.223-001
UF: SP	Município: SAO PAULO
Telefone: (11)2176-1817	Fax: (11)2176-7688
	E-mail: cepsc@santacasasp.org.br



Continuação do Parecer: 5.117.984

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Of_ACPC_03182021.pdf	29/10/2021 08:55:13	HAMANDA SILVA OLIVEIRA	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1773695.pdf	27/10/2021 08:53:51		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo.pdf	27/10/2021 08:52:43	Noé De Marchi Neto	Aceito
Declaração de concordância	compromisso.pdf	27/10/2021 08:50:12	Noé De Marchi Neto	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	26/10/2021 19:29:09	Noé De Marchi Neto	Aceito
Solicitação Assinada pelo Pesquisador Responsável	formulario.pdf	26/10/2021 19:26:44	Noé De Marchi Neto	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.docx	18/10/2021 09:07:56	Noé De Marchi Neto	Aceito
Solicitação registrada pelo CEP	Dot.pdf	18/10/2021 09:05:20	Noé De Marchi Neto	Aceito
Folha de Rosto	Plataforma.pdf	18/10/2021 09:00:38	Noé De Marchi Neto	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Avaliação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 22 de Novembro de 2021

Assinado por:
Rosane Lowenthal
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Marques de Itu, 381
Bairro: VILA BUARQUE **CEP:** 01.223-001
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2176-1817 **Fax:** (11)2176-7688 **E-mail:** cepsc@santacasasp.org.br

Anexo 2 - Termo de consentimento e assentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

IDENTIFICACAO PARTICIPANTE DA PESQUISA:

NOME COMPLETO _____
 DOCUMENTO (CPF) _____
 NUMERO CONSELHO (CRM) _____
 ENDEREÇO _____
 TELEFONE CONTATO _____
 EMAIL _____

1. Você está sendo convidado para participar da pesquisa **"IMPACTO DA TOMOGRAFIA NA INTERPRETAÇÃO DAS FRATURAS DO MALÉOLO POSTERIOR DO TORNOZELO"**.
2. Os objetivos deste estudo são dimensionar a área de carga envolvida nos fragmentos dos maléolos posteriores do tornozelo e analisar a importância do exame tomográfico na conduta clínica destas fraturas.
3. Em qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento.
4. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.
5. Sua participação nesta pesquisa consistirá em analisar, de forma independente e sigilosa, radiografias e tomografias de fraturas de tornozelo de pacientes tratados na nossa instituição.
6. Os riscos relacionados com sua participação são mínimos. Os pacientes serão sorteados e todos os exames apresentados para análise não trarão informações possíveis de identificar os indivíduos.
7. Caso encontre qualquer imagem que seja possível identificar algum dos pacientes estudados, informarei o pesquisador responsável e o paciente será excluído do estudo.
8. Os benefícios relacionados com a sua participação são normatizar o emprego da tomografia de rotina para as fraturas maleolares do tornozelo com envolvimento do maléolo posterior.
9. As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação.
10. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação.
11. Você, na posição de avaliador, compromete-se em manter sigilo e a não utilizar nenhuma das imagens empregadas neste estudo.
12. Qualquer dúvida referente a pesquisa entrarei em contato exclusivamente com o pesquisador responsável (NOÉ DE MARCHI NETO), não comentando sobre a mesma com outros colegas médicos.
13. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o Projeto de Pesquisa de sua participação, agora ou a qualquer momento.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

O coordenador da pesquisa, **DR. NOÉ DE MARCHI NETO** me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS DA SANTA CASA DE SÃO PAULO que funciona na Rua Dr. Cesário Mota Junior, 61, Vila Buarque, São Paulo, SP; CEP 01221-020. Telefone (11) 3367-7700. Email: noedemarchineto@gmail.com

DADOS DO AVALIADOR CONVIDADO

São Paulo, ____ de ____ de 2022

 Nome

 Assinatura