**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO**

MARCELLO TEIXEIRA CASTIGLIA

**Complementação tomográfica da classificação de
Schatzker para as fraturas do planalto tibial**

**RIBEIRÃO PRETO
2017**

MARCELLO TEIXEIRA CASTIGLIA

**Complementação tomográfica da classificação de
Schatzker para as fraturas do planalto tibial**

Versão Corrigida

(A versão original encontra-se disponível, tanto na Biblioteca da Unidade que aloja o Programa, quanto na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD))

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Ortopedia,
Traumatologia e Reabilitação do Aparelho
Locomotor.

**Orientador: Prof. Dr. Mauricio Kfuri
Junior**

RIBEIRÃO PRETO

2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial desta dissertação, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Castiglia, Marcello Teixeira

Complementação tomográfica da classificação de Schatzker para as fraturas do planalto tibial. / Marcello Teixeira Castiglia; Orientador: Mauricio Kfuri Junior. - Ribeirão Preto, 2017.

97p.: 21il. 30 cm

Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Área de Concentração: Ortopedia, Traumatologia e Reabilitação do Aparelho Locomotor.

1. Fratura. 2. Planalto tibial. 3. Classificação. 4. Tratamento.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno: Marcello Teixeira Castiglia

Título: Complementação tomográfica da classificação de Schatzker para as fraturas do planalto tibial.

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Ortopedia,
Traumatologia e Reabilitação do Aparelho
Locomotor.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr.	_____	Instituição:	_____
Julgamento:	_____	Assinatura	_____

Prof. Dr.	_____	Instituição:	_____
Julgamento:	_____	Assinatura	_____

Prof. Dr.	_____	Instituição:	_____
Julgamento:	_____	Assinatura	_____

Prof. Dr.	_____	Instituição:	_____
Julgamento:	_____	Assinatura	_____

Prof. Dr.	_____	Instituição:	_____
Julgamento:	_____	Assinatura	_____

Dedicatória

Ao Pai *José Geraldo Castiglia*, à Mãe *Nice Teixeira Castiglia* e Irmã *Fernanda Castiglia de Oliveira*, sempre queridos,

Dedico, não só esta, mas todas as vitórias de minha vida.

“If I have seen further it is by standing on the shoulders of Giants.”

Isaac Newton

À Beatriz Guidolin Castiglia,

Minha amiga e companheira de todas as horas, por todas as vezes em que compreendeu minhas prioridades e pelo apoio de todos os momentos.
Te amo.

À Maria Eduarda Guidolin Castiglia e Luca Guidolin Castiglia,

Quando tudo isso começou, nem imaginava vocês. Agora que terminou, não me imagino sem. Obrigado por existirem, vocês me fazem tentar ser melhor a cada dia.

Agradecimentos

*Ao **Professor Mauricio Kfuri Junior**, pela supervisão nas atividades médicas e científicas durante o período de 2006 a 2015. Exemplo de comunicação de experiência e valores éticos. A Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto sente muito sua falta.*

Ao **Prof. Dr. José Batista Volpon**, professor com “P” maiúsculo, que me ensinou a verdadeira ortopedia e me possibilitou iniciar a atividade científica.

Ao **Prof. Dr. André Messias**, que realizou a consultoria estatística do estudo, estando sempre disponível de maneira como poucos estiveram durante esta jornada. Mais do que a ajuda científica, deu uma aula de como auxiliar alguém que você mal conhece. Muito obrigado!

Ao **Prof. Dr. Fernando Herrero**, amigo sempre disponível. Seu apoio será eternamente lembrado. Gratidão é a palavra.

Ao **Prof Dr. Rodrigo Salim**, amigo e companheiro de trabalho, que me auxiliou na revisão deste estudo. Muito obrigado pelo apoio de sempre.

Ao **Prof. Dr. Marcello Henrique Nogueira Barbosa**, pela consultoria em radiologia e parceria na produção deste estudo.

Ao **Prof. Dr. Marcelo Riberto**, que ao longo da jornada se tornou um amigo e me ajudou com a progressão da minha pós-graduação.

Aos amigos: **Vinícius Sugano, Ricardo Tavares e João Batista Manzoli Torres**, pela ajuda com as avaliações dos casos deste estudo. Tenho certeza que não foi fácil.

Ao **Dr. Rogério Carneiro Bitar**, companheiro de trabalho, que me auxiliou nas avaliações dos casos.

Aos **Drs Vincenzo Giordano, Robinson Esteves e Pedro Labronici**, que mesmo de longe foram solícitos e despenderam de seu tempo para me ajudar a completar este estudo. Muito obrigado!

Ao Funcionário **Ivan Inácio Barboza**, pelo auxílio imprescindível na elaboração da página de avaliação.

À Sra **Maria Celcília Onofre**, pela correção e ajustes na formatação da tese.

Aos Funcionários do Departamento de Biomêcanica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor, **Rita de Cássia Stella Cossalter, Maria de Fátima Feitosa de Lima e Elisângela Bernardi de Oliveira**.

E por fim, aos amigos da velha guarda: **Rafael Littieri da Silva, Leandro Henrique de Castro Pastore, Christiano Del Gaizo, Luiz Sorrenti, Marcelo Volpon Santos e Ricardo A. L. Penno**. Muito obrigado pela amizade longa e verdadeira de todos esses anos.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste estudo.

Resumo

CASTIGLIA, M. T. **Complementação tomográfica da classificação de Schatzker para as fraturas do planalto tibial**. 97f. 2017. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. 2017.

As fraturas do planalto tibial são lesões com um espectro muito variado de manifestação clínica. Diversos sistemas de classificação foram desenvolvidos para facilitar a compreensão e a tomada de decisões no tratamento dessas lesões. O presente estudo teve como objetivo primário avaliar o impacto da tomografia computadorizada na concordância inter e intraobservador da classificação de Schatzker. Além disso, procurou-se avaliar o impacto da tomografia computadorizada na tomada de decisões a respeito da via de acesso cirúrgico ao planalto tibial, utilizando para esta análise a classificação de Schatzker modificada por Kfuri. Um banco de dados com imagens de 70 pacientes, incluindo radiografias, tomografia computadorizada e reconstruções tridimensionais computadorizadas foi oferecido a um grupo de 10 observadores para análise. Como resultados, observou-se que a classificação de Schatzker apresentou coeficiente de concordância moderado, quando baseado no uso de radiografias ($k=0,58$), e substancial quando esta análise foi complementada por tomografia ($k=0,62/0,64$). A nova classificação de Schatzker modificada por Kfuri obteve nível moderado de concordância interobservador ($k=0,53$) e substancial intraobservador ($k=0,63$). A tomografia computadorizada, elemento básico da nova classificação, influenciou decisivamente os cirurgiões a mudarem a opção pela via de acesso cirúrgico, especialmente em fraturas com orientação no plano coronal. Como conclusão, verificou-se que a classificação de Schatzker modificada por Kfuri demonstrou substancial índice de concordância intraobservador e moderado índice de concordância interobservador, e devem ser úteis para a prática clínica.

Descritores: Fratura. Tíbia. Classificação. Tomografia.

Abstract

CASTIGLIA, M. T. **Tomographic complementation of the schatzker classification for tibial plateau fractures.** 97f. 2017. Thesis (Doctoral) - Ribeirão Preto Medical School, University of São Paulo. Ribeirão Preto. 2017.

Tibial plateau fractures are lesions with a varied spectrum of clinical presentation. Several classification systems have been developed to facilitate the understanding and decision making in the treatment of these injuries. The present study aimed to evaluate the impact of computerized tomography on the inter and intraobserver correlation of the Schatzker classification. In addition, we sought to evaluate the impact of the computed tomography in the decision making regarding the surgical approaches to the tibial plateau, using the Schatzker classification modified by Kfuri for this analysis. A database of 70 patient images, including radiographs, computerized tomography, and computerized three-dimensional reconstructions were offered to a group of 10 observers for analysis. As a result we observed that the Schatzker classification presents a moderate agreement when based on radiographs ($k=0,58$) and substantial when this analysis is complemented by tomography ($k=0,62/0,64$). The new Schatzker classification modified by Kfuri has a moderate level of interobserver agreement ($k=0,53$) and substantial intraobserver agreement ($k=0,63$). Computerized tomography, a basic element of the new classification, decisively influenced surgeons to change the option for surgical access, especially in fractures with orientation in the coronal plane. In conclusion, the Schatzker classification modified by Kfuri have a substantial intraobserver and moderate interobserver correlation, and should be useful for clinical practice.

Keywords: Fracture. Tibia. Classification. Tomography.

Lista de Figuras

Figura 1 -	Classificação de Hohl. (Fonte: Adaptada de Brunner et al., 2010)	22
Figure 2 -	Classificação de Schatzker. (Fonte: Adaptada de Brunner et al., 2010).....	23
Figura 3 -	Classificação AO para fraturas do planalto tibial. (Fonte: Adaptada de Brunner et al., 2010)	24
Figura 4-	Fratura do planalto tibial no plano coronal, levando à solução de continuidade da cortical posterolateral da tíbia	26
Figura 5 -	Vista axial do planalto tibial. O equador virtual é ilustrado pelo plano amarelo, cujos pontos de referência são a inserção do ligamento colateral lateral na cabeça da fíbula e as fibras mais posteriores do ligamento colateral medial, na face medial da tíbia (Fonte: Adaptada de Stannard; Schmidt, 2016).....	30
Figura 6 -	A importância de se reconhecer a localização do plano da fratura. (A) radiografia do joelho na incidência lateral revelando o plano de fratura localizado na região posterior e medial; (B) a localização do plano de fratura na região posterior e medial determina a via de acesso cirúrgico nesse quadrante do joelho com o objetivo de posicionar o implante paralelo ao plano principal da fratura	31
Figura 7 -	Diagrama ilustrando o tipo Ia de Kfuri & Schatzker. Observa-se que o plano da fratura principal está localizado no quadrante anterior e lateral do planalto tibial e emerge pela cortical anterior e lateral da metáfise tibial proximal.....	32
Figura 8 -	Caracterização do tipo Ila . O cisalhamento ocorre no plano sagital e emerge na cortical anterior e lateral. A depressão ocorre, predominantemente, no quadrante anterior e lateral	32
Figura 9 -	Caracterização do tipo Ilp . O cisalhamento ocorre no plano coronal e emerge na cortical posterior e lateral. A depressão ocorre, predominantemente, no quadrante posterior e lateral	33
Figura 10 -	Caracterização do tipo IIap . Há dois planos principais de fratura. O plano sagital determina a emergência da fratura pela cortical anterior e lateral. O plano coronal, neste caso, compromete o quadrante posterior e lateral do planalto tibial	33
Figura 11 -	Fotografia obtida a partir da tela do computador durante o processamento de imagem radiográfica utilizando <i>software</i> específico para esta finalidade	40

Figura 12 -	Fotografia da tela do computador ilustrando o processamento de imagens DICOM para a produção dos vídeos referentes aos cortes tomográficos	41
Figura 13 -	Fotografia da tela do computador ilustrando o processamento de imagens DICOM para a produção de reconstruções tridimensionais do terço proximal da tíbia.....	42
Figura 14 -	Vista axial da superfície articular do planalto tibial. A linha azul representa a divisão anatômica entre os côndilos tibiais lateral e medial e se projeta sobre o eixo das espinhas tibiais. A linha negra corresponde ao equador virtual que divide o planalto tibial em hemisfério posterior e anterior. Os quadrantes anatômicos são o anteromedial (AM), o anterolateral (AL), o posterolateral (PL) e o posteromedial (PM).....	43
Figura 15 -	Imagem ilustrando a vista medial e axial do planalto tibial em uma fratura comprometendo o quadrante posteromedial do planalto medial, classificada como IVp , de acordo com o sistema proposto por Kfuri e Schatzker	44
Figura 16 -	Fotografia da tela do computador ilustrando a página de abertura do ambiente virtual criado para a análise das imagens	46
Figura 17 -	Fotografia da tela do computador ilustrando as duas perguntas oferecidas aos examinadores e as opções de respostas durante a primeira fase da avaliação de cada caso.....	48
Figura 18 -	Fotografia da tela do computador ilustrando o conjunto de imagens disponível ao examinador, assim como as perguntas e respostas que ele deveria selecionar antes de avançar para a próxima fase da avaliação	49
Figura 19 -	Fotografia ilustrando a primeira tela do computador oferecida ao examinador durante a terceira fase da análise dos dados de cada caso	50
Figura 20 -	Fotografia da tela do computador mostrando o panorama geral da avaliação de cada sessão dos casos. Em vermelho estão os casos concluídos e em azul aqueles que o examinador ainda teria que avaliar para concluir a sessão	51
Figura 21 -	Fotografia ilustrando a tabela de dados obtidos a partir das respostas de cada examinador ao longo das diferentes fases de cada caso e sessões de avaliação	52

Lista de Tabelas

Tabela 1 -	Distribuição das respostas nas fases 1, 2 e 3 da avaliação de cada caso	55
Tabela 2 -	Frequências estimadas dos subtipos da classificação de Schatzker modificada por Kfuri nas sessões de avaliação 1 e 2	56
Tabela 3 -	Concordância interobservador para a classificação de Schatzker avaliada por radiografias, ao final da fase 1 da avaliação de cada caso	58
Tabela 4 -	Concordância intraobservador para a classificação de Schatzker avaliada por radiografias, ao final da fase 1 da avaliação de cada caso	59
Tabela 5 -	Concordância interobservador para a classificação de Schatzker avaliada por radiografias e tomografia 2D, ao final da fase 2 da avaliação de cada caso	60
Tabela 6 -	Concordância intraobservador para a classificação de Schatzker avaliada por radiografias e tomografia, ao final da fase 2 da avaliação de cada caso	60
Tabela 7 -	Concordância interobservador para a classificação de Schatzker avaliada por radiografias e tomografia 2D e 3D, após a fase 3 de avaliação de cada caso	61
Tabela 8 -	Concordância intraobservador para a classificação de Schatzker avaliada por radiografias e tomografia 2D e 3D, após a fase 3 de avaliação de cada caso	62
Tabela 9 -	Concordância interobservador para a classificação de Schatzker modificada por Kfuri.....	63
Tabela 10 -	Concordância intraobservador para a classificação de Schatzker modificada por Kfuri.....	63
Tabela 11 -	Distribuição dos valores de qui quadrado e P para o tipo I de Schatzker, cujo traço principal de fratura ocorreu no plano coronal	66
Tabela 12:	Distribuição dos valores de qui quadrado e P para o tipo II de Schatzker, cujo traço principal de fratura ocorreu no plano coronal	67
Tabela 13:	Distribuição dos valores de qui quadrado e P para o tipo III de Schatzker.....	68
Tabela 14 -	Distribuição dos valores de qui quadrado e P para o subtipo IV, cujo traço principal de fratura ocorreu no plano coronal	68

Tabela 15 -	Distribuição dos valores de qui quadrado e p para o subtipo V, cujo traço principal de fratura ocorreu no plano coronal.....	69
Tabela 16 -	Distribuição dos valores de qui quadrado e P para o subtipo VI, com presença de traço principal de fratura que ocorreu no plano coronal	70

Lista de Gráficos

Gráfico 1:	Distribuição das respostas nas fases 1, 2 e 3 da avaliação de cada caso	55
Gráfico 2:	Distribuição gráfica dos subtipos de fraturas articulares parciais, subtipos I a IV, da classificação de Schatzker Modificada Por Kfuri nas sessões de avaliação 1 e 2	57
Gráfico 3:	Distribuição gráfica dos subtipos de fraturas articulares completas, subtipos V e VI, da classificação de Schatzker Modificada Por Kfuri nas sessões de avaliação 1 e 2.....	57

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	20
2. OBJETIVOS.....	35
3. MATERIAIS E MÉTODOS	37
3.1. Modelo do estudo	38
3.2. Critérios de inclusão e exclusão	38
3.3. Seleção dos casos	39
3.4. Ensaio piloto	42
3.5. O modelo da nova classificação	43
3.6. Criação de um ambiente virtual	45
3.7. Seleção de examinadores	46
3.8. Sistemática de avaliação	47
3.9. Sistemática de agrupamento das respostas	52
3.10. Análise estatística	53
3.11. Cálculo do tamanho amostral	53
4. RESULTADOS.....	54
4.1. Distribuição das respostas por tipo de fratura.....	55
4.1.1. Classificação de Schatzker.....	55
4.1.2. Classificação de Schatzker modificada por Kfuri	56
4.2. Coeficientes de concordância.....	58
4.2.1. Concordância para a classificação de Schatzker na fase 1 da avaliação.....	58
4.2.2. Concordância para a classificação de Schatzker na fase 2	59
4.2.3. Concordância para a classificação de Schatzker na fase 3	61
4.2.4. Concordância para a classificação de Schatzker modificada por Kfuri	62
4.2.5. Comparação das concordâncias interobservador e intraobservador da classificação Schatzker e classificação de Schatzker modificada por Kfuri....	64
4.3. Tomada de decisões em relação à via de acesso cirúrgico	64
4.4. Influência da adição de métodos diagnósticos na tomada de decisões com relação à via de acesso cirúrgico nas fraturas do planalto tibial no plano coronal	66
5. DISCUSSÃO	71
5.1. Concordância quanto à classificação de Schatzker	72
5.2. Concordância quanto à classificação de Schatzker modificada por Kfuri.....	73
5.3. Seleção da via de acesso cirúrgico	75
5.4. Limitações do estudo.....	77
6. CONCLUSÕES	79
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
8. ANEXO.....	87
9. APÊNDICES	89

1- Introdução

A epífise proximal da tíbia e sua superfície articular constituem o planalto tibial. As fraturas do planalto tibial são lesões articulares que podem ter implicações devastadoras para a função do joelho (Kfuri Jr. et al., 2009).

As fraturas da superfície articular da epífise proximal da tíbia representam 1 a 2% do total de fraturas do sistema apendicular e cerca de 8% das fraturas na população idosa. A incidência geral é mais alta entre a terceira e quinta décadas de vida, mas apresenta uma distribuição bimodal. No sexo masculino, é mais frequente em pacientes jovens, vítimas de trauma de alta energia. No sexo feminino, as fraturas do planalto tibial são causadas por traumas de baixa energia em pacientes com diminuição da densidade óssea (Jacofsky; Haidukerwych, 2006).

No Brasil, o único estudo epidemiológico publicado sobre as fraturas do planalto tibial mostrou que a maioria dos pacientes é do sexo masculino, ao redor da quinta década de vida, estando o mecanismo de trauma associado com acidente de trânsito. Tal fato foi atribuído às características do nosso meio, em que a população masculina é mais exposta a serviços braçais, assim como ao uso indiscriminado de motocicletas (Albuquerque et al., 2013).

As fraturas do planalto tibial apresentam espectro muito variável de manifestação, dependendo da energia do trauma e das características do paciente. Sistemas de classificação foram propostos para facilitar o entendimento dessas lesões. Dentre as várias aplicações de um sistema para classificação de fraturas salientam-se as suas propriedades de facilitar a comunicação entre médicos, agregar valor prognóstico, orientar a tomada de decisões e permitir a documentação e comparação de dados para fins científicos (Audigé et al., 2005).

O sistema de classificação ideal deve ser confiável, reprodutível, incluir todas as formas de apresentação da fratura para aquele segmento, ser mutuamente exclusivo, lógico e útil clinicamente (Martin; Marsh 1997).

Os sistemas de classificação existentes para as fraturas do planalto tibial baseiam-se na orientação e no desvio do traço de fratura. Em 1951, Palmer agrupou essas fraturas em três tipos principais: 1) tipo cisalhamento, em que as forças axiais aplicadas sobre o planalto levam à produção de um fragmento em cunha que se desloca perifericamente; 2) depressão, em que as mesmas forças causam impacção

da superfície articular; 3) “T” ou “Y”, em que ambos os côndilos tibiais, lateral e medial, são comprometidos (Palmer, 1951).

Hohl e Luck (1956) realizaram um estudo experimental buscando reproduzir os diferentes tipos de fraturas do planalto tibial. Posteriormente, Hohl (1967) propôs um sistema de classificação que distinguia novos subgrupos de fratura do planalto tibial incluindo a associação entre cisalhamento e depressão. A Figura 1 ilustra o esquema de classificação de Hohl.

Figura 1 - Classificação de Hohl

Fonte: Brunner et al. (2010).

Em 1974, Joseph Schatzker publicou um dos sistemas de classificação mais utilizados em todo o mundo. O autor descreveu seis subtipos de fraturas. O diferencial dessa classificação é sua simplicidade e universalidade. Os três primeiros tipos de Schatzker caracterizam diferentes graus de acometimento do planalto

lateral. Os tipos IV, V e VI representam casos em que há o envolvimento do planalto medial e/ou de ambos os planaltos tibiais (Schatzker, 1974). O acometimento do planalto medial da tíbia indica um trauma de maior energia e, na maioria das vezes, um caso de fratura-luxação da articulação (Figura 2).

Figura 2 - Classificação de Schatzker

Fonte: Brunner et al. (2010).

Schatzker, McBroom e Bruce, (1979) publicaram sua experiência com o tratamento de 94 pacientes com fraturas do planalto tibial, validando os seis tipos propostos e reforçando que uma abordagem sistematizada para essas fraturas deveria ser instituída. Em 1987, o grupo AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) elaborou um sistema alfanumérico para a classificação dos ossos longos (Müller; Nazarian; Koch, 1987). A classificação AO foi publicada, posteriormente, em inglês, passando por uma série de revisões que incluíam a introdução da classificação de tecidos moles (Müller, et al., 1990). No sistema alfanumérico, desenvolvido pelo grupo AO, a tíbia recebe o número 4 e o seu

segmento proximal o número 1. Assim, fraturas da epífise proximal da tíbia são descritas como fraturas do tipo 41. As fraturas extra-articulares do segmento proximal da tíbia, fraturas metafisárias sem extensão para a superfície articular, são classificadas como tipo 41A. Se a fratura compromete parcialmente a continuidade entre a articulação e a diáfise, este tipo é denominado 41B. Finalmente, se há dissociação completa entre as superfícies articulares do planalto medial e lateral em relação à metáfise e diáfise, este tipo é denominado 41C. As fraturas do planalto tibial, na classificação AO, são as do tipo 41B e 41C. Cada um desses tipos apresenta pelo menos três subtipos, de acordo com o mecanismo do trauma e as características e a localização do traço de fratura (Figura 3).

Figura 3 - Classificação AO para fraturas do planalto tibial

Fonte: Brunner et al. (2010).

Vários estudos procuraram demonstrar o nível de reprodutibilidade inter e intraobservador dos diferentes sistemas de classificação. Maripuri et al. (2008),

comparando as classificações AO e de Schatzker concluíram que nenhum desses sistemas é ideal, mas que a classificação de Schatzker apresenta maior coeficiente de concordância para as análises intra e interobservador.

Charalambous et al. (2007) não encontraram diferenças estatísticas na análise inter e intraobservador das fraturas do planalto tibial utilizando as classificações AO e de Schatzker, porém observaram alto nível de concordância nas respostas analisadas em ambos os sistemas propostos. Brunner et al. (2010) avaliaram o impacto da adição da tomografia computadorizada na reprodutibilidade de diferentes sistemas de classificação para fraturas do planalto tibial. Os autores realizaram um estudo retrospectivo, em que quatro observadores avaliaram quarenta e cinco casos de fraturas aplicando as classificações de Schatzker, de Hohl e AO, e utilizaram o coeficiente de kappa para avaliar o nível de concordância das análises. Demonstraram que com o uso de radiografias simples o nível de concordância interobservadores era moderado e intraobservadores variava de moderado a substancial e concluíram que a adição da tomografia computadorizada melhorou o nível de concordância para substancial, tanto na análise inter como intraobservador. Markhardt, Gross e Monu (2009) analisaram o impacto da tomografia computadorizada e da ressonância magnética na classificação de Schatzker. Os autores concluíram que a inclusão de imagens de secção transversal do planalto tibial melhora a compreensão quanto ao tipo de fratura e na tomada de decisões.

Os sistemas de classificação AO, de Schatzker e de Hohl possuem como característica comum o fato de utilizarem modelos descritivos baseados na projeção da epífise proximal da tíbia e na incidência radiográfica anteroposterior, ressaltando linhas de fratura que ocorrem no plano sagital.

A disseminação dos veículos automotores, assim como a adesão a práticas esportivas “radicais”, resultou em incremento no número das fraturas de alta energia do planalto tibial, especialmente aquelas estabelecidas no plano coronal do joelho (Yao et al., 2015). As fraturas no plano coronal são melhor visualizadas em radiografias na projeção lateral ou em análises tomográficas tridimensionais do joelho. Portanto, essas fraturas não são idealmente classificadas pelos sistemas mais utilizados para as fraturas do planalto tibial, os quais se baseiam predominantemente na descrição da projeção anteroposterior (Figura 4).

Figura 4 - Fratura do planalto tibial no plano coronal, levando à solução de continuidade da cortical posterolateral da tíbia

O interesse por fraturas do planalto tibial no plano coronal começou a crescer na segunda metade da década de 1990. Carlson (1998) afirmou que fraturas do planalto tibial localizadas no plano coronal não poderiam ser tratadas pelas vias de acesso anterior ao joelho. A preocupação com fraturas no plano coronal determinou uma análise mais minuciosa dessas lesões e a proposição de novas vias cirúrgicas de abordagem (Bhattacharyya et al., 2005). Em estudo retrospectivo avaliando 170 casos de fraturas bicondilianas do planalto tibial, Barei et al. (2006) identificaram que em 74% dos casos havia um fragmento posteromedial identificado na tomografia, confirmando a importância de se considerar o plano coronal no planejamento e na tomada de decisões nas fraturas do planalto tibial.

A importância de se compreender a localização do plano de fratura foi mais uma vez confirmada em outro estudo no qual os autores revelaram que em fraturas bicondilianas da tíbia proximal, a coluna medial do planalto medial foi comprometida no plano coronal em 59% dos casos (Higgins; Kemper; Klatt, 2009).

Luo et al. (2010) propuseram uma nova sistemática de avaliação nas fraturas do planalto tibial. De acordo com esses autores, o planalto tibial teria três colunas, sendo a coluna posterior a de interesse para se compreender as fraturas que ocorrem no plano coronal. He et al. (2013), tomando como referência a sistemática proposta por Luo, propuseram uma via de abordagem especial para a coluna posterior do planalto tibial. Os autores almejam, neste estudo, descrever a abordagem de fraturas do plano coronal com especial ênfase ao envolvimento da coluna posterior da tibia. Zhu et al. (2012) avaliaram a reprodutibilidade da classificação tomográfica proposta por Luo e a consideraram altamente reprodutível, recomendando o seu uso como complemento à classificação de Schatzker. Chang et al. (2014) propuseram que o planalto tibial deveria ser dividido em quadrantes para que se pudesse fazer o tratamento de fraturas bicondilianas de alta energia, com o uso de um protocolo específico.

As fraturas do planalto tibial levam ao comprometimento da superfície articular do joelho. Charnley (1950), em seu clássico livro sobre o tratamento conservador de fraturas, afirmou que técnicas de redução indireta de fraturas se aplicam a fragmentos metafisários que apresentam inserção de tecidos moles. Para fragmentos articulares deprimidos, o único método de redução é a manipulação direta. Ainda, na década de 1950, Apley publicou sua experiência com o tratamento conservador de sessenta pacientes tratados em tração esquelética em mobilização precoce (Apley 1956).

O surgimento do Grupo AO, em 1958, foi um marco importante para o tratamento cirúrgico das fraturas (Matter, 1998). Os princípios AO para o tratamento das fraturas articulares incluem redução anatômica da superfície articular, restauração do eixo mecânico do membro inferior, fixação estável e mobilização articular precoce (Müller et al., 1991).

A tomada de decisões quanto à melhor via de acesso cirúrgico e às técnicas de redução e fixação da fratura depende de fatores como a localização do traço de fratura e a extensão do dano aos tecidos moles. Neste sentido, a classificação das fraturas do planalto tibial ainda é um tema de muita relevância, uma vez que se constitui no elemento decisivo para o planejamento pré-operatório.

A classificação de Schatzker foi desenvolvida na década de 1970, quando o uso da tomografia computadorizada não era uma realidade no cenário do atendimento das urgências ortopédicas. O fato de ser uma classificação simples e prognóstica fez com que se tornasse popular em todo o mundo; e por não contemplar com exatidão as fraturas que ocorrem no plano coronal, ela perde a especificidade e, portanto, deixa de ser útil na tomada de decisões quanto à via de acesso cirúrgico a ser utilizada no tratamento desse subgrupo de fraturas do planalto tibial (Maripuri et al., 2008).

A complementação tomográfica da classificação de Schatzker é uma ideia que acompanha o orientador do presente estudo desde 2006, quando o mesmo começou a realizar o tratamento cirúrgico de fraturas articulares do joelho por vias de acesso posteriores. Apesar de ainda não apresentada formalmente através de publicação científica, tem sido amplamente divulgada através de aulas e seminários em congressos.

O desenvolvimento de qualquer sistema de classificação, entretanto, somente é validado mediante a confirmação de vários critérios (Bland; Altman, 2002). Inicialmente, um sistema de classificação deve ser útil para aplicação clínica. A seguir, o método deve ser exato o suficiente para que reproduza a realidade de todos os padrões de fraturas que ocorrem naquela região anatômica. O método deve ser reprodutível, ou seja, diferentes indivíduos devem ser capazes de obter os mesmos resultados ao aplicarem a classificação; e o mesmo indivíduo deve ser capaz de classificar determinada lesão da mesma forma ao longo do tempo. Finalmente, a classificação tem que ser validada, ou seja, o seu uso deve implicar em resultados relevantes no planejamento terapêutico daquelas fraturas (Martin; Marsh, 1997).

Audigé, Bhandari e Kellam (2004) propuseram uma lista de critérios para a validação de sistemas de classificação de fraturas. Segundo os autores, os seguintes questionamentos devem ser adequadamente respondidos:

- O sistema de classificação foi adequadamente descrito?
- A população estudada foi definida por critérios de inclusão e exclusão claros?
- Casos selecionados foram representativos da população do estudo?

- O tamanho da amostra foi justificado?
- O grupo de avaliadores é representativo dos pretendentes ao uso da classificação?
- O número de avaliadores foi apropriado?
- Avaliadores classificaram todos os casos independentemente durante as sessões de classificação?
- Avaliadores eram cegos às informações do paciente?
- A distribuição verdadeira das categorias da classificação na amostra foi estimada?
- Métodos estatísticos usados foram adaptados aos objetivos do estudo?

Poucas classificações de fraturas são validadas antes de serem “oficialmente” promovidas e aceitas (Garbuz et al., 2002).

O desenvolvimento da extensão da classificação de Schatzker foi objeto de anos de pesquisa e cooperação entre o orientador deste estudo e Joseph Schatzker. Segundo Schatzker, o planalto tibial tem dois côndilos anatômicos, o lateral e o medial, cada qual representado por sua superfície articular. Este é o princípio básico que orienta a classificação de Schatzker, que toma como referência os traços de fraturas identificados na projeção radiográfica anteroposterior. Mauricio Kfuri propôs a Joseph Schatzker a divisão da superfície articular do planalto tibial por plano virtual, que toma como referências a inserção do ligamento colateral lateral na cabeça da fíbula e a linha de inserção posterior das fibras do ligamento colateral medial junto à crista tibial, marcos anatômicos que podem ser visualizados através de imagens tomográficas. Esse equador virtual dividiria o planalto tibial em dois hemisférios, posterior e anterior (Figura 5) (Stannard; Schmidt, 2016).

Figura 5 - Vista axial do planalto tibial. O equador virtual é ilustrado pelo plano amarelo, cujos pontos de referência são a inserção do ligamento colateral lateral na cabeça da fíbula e as fibras mais posteriores do ligamento colateral medial, na face medial da tibia

Fonte: Stannard; Schmidt (2016).

A implicação prática da determinação do equador virtual baseada em pontos de referência anatômicos é a delimitação de quatro áreas anatômicas distintas, especificamente, anterior medial, anterior lateral, posterior medial e posterior lateral. A localização do plano principal de fratura em uma dessas quatro áreas determina o melhor sítio para a realização da via de acesso cirúrgico.

A classificação de Schatzker modificada por Kfuri oferece uma guia para a tomada de decisões, uma vez que auxilia a identificar o ponto de emergência do plano de fratura na região metafisária da tibia proximal e, portanto, o sítio ideal para a aplicação de placas de suporte. De maneira simplificada, a placa deve ser posicionada em um plano paralelo ao plano principal de fratura (Figura 6).

Figura 6 - A importância de se reconhecer a localização do plano da fratura. **(A)** radiografia do joelho na incidência lateral revelando o plano de fratura localizado na região posterior e medial; **(B)** a localização do plano de fratura na região posterior e medial determina a via de acesso cirúrgico nesse quadrante do joelho com o objetivo de posicionar o implante paralelo ao plano principal da fratura

A classificação de Schatzker modificada por Kfuri mantém os seis tipos clássicos, mas insere a variável “a” para anterior e “p” para posterior. Dessa maneira, o plano de fratura principal sempre será localizado nos hemisférios anterior e posterior de cada uma das colunas lateral e medial. A Figura 7 ilustra o tipo **1a** da nova classificação.

Figura 7 - Diagrama ilustrando o tipo **Ia** de Kfuri & Schatzker. Observa-se que o plano da fratura principal está localizado no quadrante anterior e lateral do planalto tibial e emerge pela cortical anterior e lateral da metáfise tibial proximal

Como aplicação prática, as fraturas do planalto tibial lateral do tipo II, por exemplo, podem ser classificadas em **Ila**, **Ilp** e **Ila+p**, dependendo se o plano principal de fratura emerge, respectivamente, pela cortical anterior lateral, ou posterior lateral, ou se há dois planos de fratura no planalto lateral emergindo nos quadrantes anterior e posterior (Figuras 8, 9 e 10).

Figura 8 - Caracterização do tipo **Ila**. O cisalhamento ocorre no plano sagital e emerge na cortical anterior e lateral. A depressão ocorre, predominantemente, no quadrante anterior e lateral

Figura 9 - Caracterização do tipo **IIp**. O cisalhamento ocorre no plano coronal e emerge na cortical posterior e lateral. A depressão ocorre, predominantemente, no quadrante posterior e lateral

Figura 10 - Caracterização do tipo **IIa+p**. Há dois planos principais de fratura. O plano sagital determina a emergência da fratura pela cortical anterior e lateral. O plano coronal, neste caso, compromete o quadrante posterior e lateral do planalto tibial

A classificação de Kfuri e Schatzker para as fraturas do planalto tibial oferece uma guia para a tomada de decisões em relação à via de acesso. Estando o plano principal da fratura localizado no quadrante anterior e lateral, as vias de acesso anterior e lateral clássica oferecem excelente exposição do foco de fratura e a possibilidade de aplicação do implante nesta região. Estando o plano principal da fratura situado posterior ao equador virtual, vias de acesso especiais devem ser consideradas.

A abordagem ao quadrante posterior e lateral é aquela que coloca em risco o nervo fibular comum e o feixe vascular. Alguns autores preferem a abordagem lateral direta do joelho, trabalhando através de duas janelas, sendo uma anterior e outra posterior à cabeça da fíbula (Frosch et al., 2010). Lobenhoffer et al. (1997) descreveram a osteotomia da cabeça da fíbula para o acesso ao canto posterior e lateral do joelho. A osteotomia do epicôndilo lateral do fêmur também foi descrita como uma alternativa de acesso ao canto posterior e lateral do planalto tibial (Bowers; Huffman, 2008). Kfuri et al. (2017) descreveram a associação da osteotomia do epicôndilo lateral e a desinserção do corno anterior do menisco lateral para a abordagem de fraturas complexas do tipo **IIap**, em que há envolvimento dos quadrantes anterior e posterior em associação com as espinhas tibiais (Kfuri et al., 2017).

Os objetivos do tratamento na fratura do planalto tibial são o reestabelecimento da superfície articular, assim como a contenção do perímetro articular. Dessa forma, se reestabelecem a congruência e a estabilidade da articulação. A nova classificação de Schatzker modificada por Kfuri tem como objetivos reforçar o conceito do plano principal de fratura, determinando sua localização e orientando o cirurgião com relação às possíveis vias de abordagem cirúrgica para que esses objetivos sejam alcançados.

2- Objetivos

O objetivo primário deste estudo foi avaliar a reprodutibilidade da classificação de Schatzker modificada por Kfuri para as fraturas do planalto tibial.

O objetivo secundário foi avaliar o efeito da tomografia computadorizada na determinação dos planos de fratura e na tomada de decisões quanto às vias de acesso cirúrgico, bem como expor os resultados da concordância intra e interobservador da classificação de Schatzker.

3. Materiais e Métodos

3.1 Modelo do estudo

Foi realizado estudo observacional e retrospectivo, em que foram analisadas imagens radiográficas e tomográficas obtidas de pacientes com o diagnóstico de fratura do planalto tibial tratadas no Complexo Hospital das Clínicas/Unidade de Emergência da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, no período de novembro de 2009 (momento a partir do qual os exames de tomografia computadorizada passaram a ser realizados com técnica uniformizada) a abril de 2016. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, sob o número 1097/2017 (Anexo).

3.2 Critérios de inclusão e exclusão

Entre os critérios de inclusão estiveram os pacientes com:

- Idade acima dos 18 anos;
- Pacientes de ambos os sexos;
- Pacientes com fraturas do planalto tibial;
- Pacientes que tivessem imagens radiográficas nas incidências anteroposterior e lateral de boa qualidade;
- Pacientes submetidos à tomografia computadorizada em aparelho com capacidade de reconstrução isotrópica e técnica padronizada (Apêndice A).

Foram critérios de exclusão para este estudo:

- Fratura prévia no mesmo osso;
- Fratura associada do terço distal do fêmur;

3.3 Seleção dos casos

Um médico ortopedista selecionou imagens digitais de 70 pacientes submetidos ao tratamento de fratura do planalto tibial junto ao Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Este médico não teve contato com os pacientes em questão ou com o seu tratamento. Coube a ele avaliar a qualidade das radiografias e tomografias, assim como remover a identificação dos pacientes de todas as imagens. Cada paciente passou a ter um grupo de imagens composto por duas imagens radiográficas em projeções ortogonais, anteroposterior e lateral, três vídeos das imagens tomográficas nas projeções axial, sagital e coronal e nove imagens obtidas a partir da reformação tridimensional de imagens tomográficas da tíbia proximal com a subtração do fêmur. Portanto, cada caso apresentava imagens de radiografias, vídeos de tomografia computadorizada e imagens tridimensionais reformadas, obtidas a partir de tomografia.

As imagens radiográficas foram processadas pelo *software* Adobe® Photoshop® CS6, versão 13.0.3.x64 para Macintosh. Após a abertura de cada imagem, o seu tamanho era padronizado utilizando o comando “*crop*”, seguido de equalização da tonalidade por meio do comando “*auto tone*” e homogeneização da cor por meio do comando “*auto color*”. Após esses ajustes, a imagem era salva de maneira anônima na pasta de dados criada para cada caso. Esse processo foi repetido para todas as imagens nas incidências em anteroposterior e lateral do joelho de cada paciente incluído no estudo (Figura 11).

Figura 11 - Fotografia obtida a partir da tela do computador durante o processamento de imagem radiográfica utilizando *software* específico para esta finalidade

As imagens tomográficas foram obtidas junto ao servidor do Centro de Ciências da Imagem e Física Médica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Todas as imagens foram obtidas no formato DICOM, pertinentes a cada estudo tomográfico, e exportadas para um computador *Macintosh*, no qual as mesmas foram processadas pelo *software* *Osirix® for Mac v.5.7.1.32-bit, revision 20130912, Pixmeo SARL, Bernex - Switzerland*. Foram produzidos três vídeos, cada qual com duração média de 10 segundos, contendo aproximadamente 100 imagens sequenciais obtidas nas reconstruções bidimensionais das tomografias da janela óssea, respectivamente, nas projeções axial, sagital e coronal. O comando utilizado para a produção dos vídeos foi “Visualizador 3D” > “2D MPR Ortogonal”. Os vídeos foram salvos em formato “mp4” nas pastas de cada caso (Figura 12).

Figura 12 - Fotografia da tela do computador ilustrando o processamento de imagens DICOM para a produção dos vídeos referentes aos cortes tomográficos

O mesmo *software* foi utilizado para a obtenção das reconstruções tridimensionais a partir das imagens DICOM. Utilizando-se o comando “Visualizador 3D” > “3D MPR”, foram obtidas oito imagens tridimensionais da tíbia proximal, com subtração do fêmur, que permitiu uma visão sob a perspectiva de vários ângulos do planalto tibial em um raio de 360° incluindo a vista axial tridimensional da superfície articular (Figura 13).

Figura 13 - Fotografia da tela do computador ilustrando o processamento de imagens DICOM para a produção de reconstruções tridimensionais do terço proximal da tíbia

3.4 Ensaio piloto

O conjunto de imagens contendo radiografias simples em duas projeções, três vídeos referentes aos cortes axial, sagital e coronal, e oito imagens tridimensionais do terço proximal da tíbia, juntamente com um arquivo em *softwares Powerpoint™* explicando detalhadamente os princípios da classificação proposta por Schatzker e também da classificação proposta por Kfuri e Schatzker, foram oferecidos a um radiologista *sênior* com mais de vinte anos de experiência na análise de imagens do sistema musculoesquelético, que juntamente com um dos ortopedistas pesquisadores do estudo, analisou as imagens, chegando a um de nível de concordância interobservador foi de 65%.

3.5 O modelo da nova classificação

A classificação de Schatzker modificada por Kfuri (Apêndice B) fundamenta-se na existência de duas colunas anatômicas, determinadas pelos côndilos tibiais lateral e medial, e na definição dos hemisférios posterior e anterior do planalto tibial, os quais são definidos por pontos de referência anatômicos. Assim, a classificação descrita por Kfuri e Schatzker baseia-se, portanto, na localização do plano principal da fratura em relação a um dos quadrantes anatômicos denominados anterolateral, anteromedial, posterolateral e posteromedial (Figura 14).

Figura 14 - Vista axial da superfície articular do planalto tibial. A linha azul representa a divisão anatômica entre os côndilos tibiais lateral e medial e se projeta sobre o eixo das espinhas tibiais. A linha negra corresponde ao equador virtual que divide o planalto tibial em hemisfério posterior e anterior. Os quadrantes anatômicos são o anteromedial (AM), o anterolateral (AL), o posterolateral (PL) e o posteromedial (PM)

A classificação original de Schatzker tem seis tipos principais. A classificação modificada por Kfuri mantém os mesmos seis tipos, mas adiciona as variáveis “a” e “p” para caracterizar o hemisfério onde se localiza o plano principal da fratura em cada côndilo tibial. Por exemplo, uma fratura **IVp** se caracteriza por um plano de fratura que compromete o côndilo tibial medial e emerge pela cortical posterior da tibia (Figura 15).

Figura 15 - Imagem ilustrando a vista medial e axial do planalto tibial em uma fratura comprometendo o quadrante posteromedial do planalto medial, classificada como **IVp**, de acordo com o sistema proposto por Kfuri e Schatzker

O plano do equador virtual na classificação de Kfuri e Schatzker é definido lateralmente pela inserção do ligamento colateral lateral na fíbula e medialmente pela inserção mais posterior das fibras do ligamento colateral medial que, de certa forma, coincide com a crista tibial.

Para que uma fratura seja classificada como subtipo “p”, a linha de cisalhamento deve emergir pela cortical da tibia, posteriormente ao equador virtual. Os subtipos “a”, em geral, resultam de uma linha de fratura orientada no plano sagital, que emergirá pela cortical anteriormente ao equador virtual.

Nas fraturas do tipo III, como o único componente existente é o de depressão articular, os subtipos “a” e “p” se aplicam levando em consideração a localização da principal área de afundamento em relação ao equador virtual.

Fraturas complexas, com extenso envolvimento dos quadrantes anterior e posterior de uma mesma coluna podem gerar o subtipo combinado “ap”. Este subtipo indica que uma via de acesso especial deve ser necessária para contemplar a redução da fratura do planalto tibial, tanto no quadrante anterior como posterior da referida coluna. Este cenário é mais comum no planalto lateral, cuja densidade óssea é menor que a evidenciada no planalto medial.

3.6 Criação de um ambiente virtual

Um domínio de internet foi adquirido e uma página virtual foi criada com o endereço www.schatzkerestendida.com.br. O acesso a esta página foi protegido e oferecido apenas mediante nome de usuário e senha. A página foi criada nos idiomas português e inglês permitindo que fossem convidados observadores estrangeiros, se necessário. Um banco de dados no formato “php” (sigla para a linguagem de computador *Hypertext Preprocessor*) foi criado contendo, de forma anônima, cada um dos 70 casos. Os vídeos foram inseridos em canal privado e não listado do *Youtube®*, e relacionados ao endereço por meio de código de incorporação; diminuindo, assim, a necessidade de um servidor de imagens com maior capacidade de memória (Figura 16).

Figura 16 - Fotografia da tela do computador ilustrando a página de abertura do ambiente virtual criado para a análise das imagens

3.7 Seleção de examinadores

Um grupo de 10 examinadores foi convidado a participar da análise de todas as imagens referentes aos 70 casos preparados previamente. Dentre os 10 examinadores, nove são cirurgiões de trauma ortopédico com experiência prática variando de 6 a 27 anos de exercício profissional e um examinador é cirurgião de joelho, com nove anos de experiência nessa área e sem prática no tratamento de fraturas do planalto tibial. Os examinadores não obtiveram qualquer informação sobre a história do trauma ou do tratamento dos pacientes selecionados para a análise. Todos receberam um arquivo *Powerpoint*TM contendo todas as instruções e os princípios para as classificações de Schatzker e de Kfuri e Schatzker. Além disso, receberam um treinamento verbal a respeito da nova classificação para as fraturas do planalto tibial. Esse treinamento foi oferecido de forma presencial ou virtual, por videoconferência. Cada examinador recebeu um nome de usuário e senha de acesso à página eletrônica e as instruções de como utilizar essa página.

3.8 Sistemática de avaliação

Cada examinador teve acesso ao conjunto de imagens de cada um dos 70 casos em duas ocasiões diferentes, denominadas sessões de avaliação, separadas entre si por um intervalo mínimo de duas semanas. A sequência dos casos foi randomizada de tal forma que em cada sessão de avaliação os casos eram apresentados em uma ordem completamente diferente, evitando que o examinador pudesse recordar os resultados de sua análise anterior. Cada sessão de avaliação somente era considerada completa, após a análise de todos os 70 casos da amostra.

A análise de cada caso foi dividida em três fases. Na primeira, o examinador tinha acesso apenas às imagens radiográficas nas projeções anteroposterior e lateral. Diante da análise dessas imagens o examinador era convidado a responder duas questões. A primeira questão: “Como você classificaria essa fratura pela classificação de Schatzker?” Diante dessa questão o examinador tinha acesso a sete alternativas, incluindo os seis tipos de Schatzker e a alternativa “não consigo classificar”. Respondida a primeira questão, e se fosse possível classificar o caso, o examinador era questionado a respeito da via de acesso de sua preferência para tratar aquele caso específico, baseando-se somente nas imagens radiográficas oferecidas. Eram oferecidas várias opções de vias de acesso, tanto para a coluna lateral como para a coluna medial. Tratamento conservador também foi oferecido como opção. Respondida a segunda questão, o examinador era convidado a clicar em “Avançar” para ter acesso à segunda fase da avaliação do mesmo caso. A Figura 17 ilustra a tela do computador apresentada ao examinador durante a primeira fase de avaliação de cada caso.

Figura 17 - Fotografia da tela do computador ilustrando as duas perguntas oferecidas aos examinadores e as opções de respostas durante a primeira fase da avaliação de cada caso

The screenshot shows a computer interface for a medical evaluation. At the top, there are two side-by-side X-ray images of a knee joint. Below the images is a questionnaire with two questions. Question 1 asks for the Schatzker classification of a fracture, with options Tipo I through Tipo VI and 'Não consigo classificar'. Option 'Tipo V' is selected. Question 2 asks for the proposed access route, with options for lateral and medial columns, and 'Tratamento Conservador'. An 'AVANÇAR' button is at the bottom.

1. Como você classificaria essa fratura pela classificação de Schatzker?

- ☐ Tipo I
- ☐ Tipo II
- ☐ Tipo III
- ☐ Tipo IV
- ☒ Tipo V
- ☐ Tipo VI
- ☐ Não consigo classificar

2. Qual seria sua proposta de via de acesso?

Coluna Lateral:

- ☐ a) Via antero-lateral classica
- ☐ b) Via postero-lateral (Carlson, Trickey, Acesso posterior)
- ☐ c) Via lateral estendida (osteotomia da fibula, osteotomia do epicondilo lateral, osteotomia do Gerdy, Frosch)
- ☐ d) Sem abordagem lateral

Coluna Medial:

- ☐ a) Via antero-medial
- ☐ b) Via póstero-medial
- ☐ c) Via posterior
- ☐ d) Via medial estendida (combinação de antero-medial e postero-medial)
- ☐ e) Sem abordagem medial

☐ f) Tratamento Conservador

AVANÇAR

Uma vez tendo avançado para a página seguinte, o examinador não poderia mais modificar as suas respostas da primeira fase. Na segunda fase do caso, eram apresentados as imagens radiográficas e os três vídeos de imagens tomográficas nas projeções axial, sagital e coronal. Os vídeos eram interativos e permitiam o uso de funções “pausa”, “avanço” e “retrocesso”. O examinador não tinha tempo determinado para avaliar o conjunto dessas imagens. As perguntas e as opções de respostas oferecidas na segunda fase eram as mesmas das da primeira. A Figura 18 ilustra o aspecto da tela do computador à qual o examinador tinha acesso durante a segunda fase da avaliação para cada um dos casos.

Figura 18 - Fotografia da tela do computador ilustrando o conjunto de imagens disponível ao examinador, assim como as perguntas e respostas que ele deveria selecionar antes de avançar para a próxima fase da avaliação

1. Como você classificaria essa fratura pela classificação de Schatzker?

- ☐ Tipo I
- ☐ Tipo II
- ☐ Tipo III
- ☐ Tipo IV
- ☒ Tipo V
- ☐ Tipo VI
- ☐ Não consigo classificar

2. Qual seria sua proposta de via de acesso?

Coluna Lateral:

- ☐ a) Via antero-lateral classica
- ☒ b) Via postero-lateral (Carlson, Trickey, Acesso posterior)
- ☐ c) Via lateral estendida (osteotomia da fibula, osteotomia do epicondilo lateral, osteotomia do Gerdy, Frosch)
- ☐ d) Sem abordagem lateral

Coluna Medial:

- ☐ a) Via antero-medial
- ☒ b) Via póster-medial
- ☐ c) Via posterior
- ☐ d) Via medial estendida (combinação de antero-medial e postero-medial)
- ☐ e) Sem abordagem medial

☐ f) Tratamento Conservador

AVANÇAR

Na terceira fase da avaliação de cada caso, todas as imagens existentes para aquele caso eram disponibilizadas, incluindo radiografias, vídeos da tomografia e imagens tridimensionais do planalto tibial. Nesta fase, após utilizar a classificação de Schatzker, o examinador era questionado como classificaria o caso utilizando a classificação proposta por Kfuri e Schatzker, levando em consideração o comprometimento dos quadrantes anteromedial, anterolateral, posteromedial e posterolateral. A partir desta resposta, uma vez mais o examinador era questionado quanto à via de acesso cirúrgico de sua preferência. A Figura 19 ilustra a primeira

tela do computador oferecida ao examinador durante a terceira fase de sua avaliação para cada caso.

Figura 19 - Fotografia ilustrando a primeira tela do computador oferecida ao examinador durante a terceira fase da análise dos dados de cada caso

Ao término das três fases de avaliação, o caso era concluído e o examinador tinha acesso a uma nova tela, em que poderia acessar 70 botões distintos, cada qual correspondendo a um caso, sendo os casos concluídos marcados pela cor vermelha e os por concluir com a cor azul (Figura 20).

Figura 20 - Fotografia da tela do computador mostrando o panorama geral da avaliação de cada sessão dos casos. Em vermelho estão os casos concluídos e em azul aqueles que o examinador ainda teria que avaliar para concluir a sessão

Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7
Concluído	Concluído	Concluído	Concluído	Concluído	Concluído	Concluído
Concluído	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente
Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente
Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente
Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente
Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente
Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente
Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente
Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente
Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente	Pendente

Cada um dos dez examinadores avaliou todos os 70 casos em duas sessões de avaliação separadas por intervalo mínimo de duas semanas. Os casos foram distribuídos de maneira aleatória de tal forma que não mantivessem a mesma sequência de apresentação na segunda sessão de avaliação. Ao final da segunda sessão de avaliação, os resultados obtidos foram salvos em formato de tabela ExcelTM com todas as respostas dos observadores. As respostas foram agrupadas por caso (incluindo as três fases de análise), por pergunta, e por sessão (primeira versus segunda). Dessa forma, foi possível se obter um conjunto significativo de dados para a análise de correlação intra e interobservador. A Figura 21 ilustra a tabela de respostas obtidas.

Figura 21 - Fotografia ilustrando a tabela de dados obtidos a partir das respostas de cada examinador ao longo das diferentes fases de cada caso e sessões de avaliação

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	Cod. Aval.	Nome	Paciente	L1/F1/P1	L1/F1/P2	L1/F2/P1	L1/F2/P2	L1/F3/P1	L1/F3/P2	L1/F3/P3	L2/F1/P1	L2/F1/P2	L2/F2/P1	L2/F2/P2	L2/F3/P1	L2/F3/P2	L2/F3/P3				
1	20	Examinador 01	1	5	12	42	49	79	83	114	5	13	42	50	79	93	114				
2	20	Examinador 01	2	2	9	39	59	76	85	112	2	9	39	59	76	85	112				
3	20	Examinador 01	3	5	12	42	50	79	92	109	5	13	42	62	79	93	115				
4	20	Examinador 01	4	4	35	41	72	78	90	125	4	35	41	72	78	90	125				
5	20	Examinador 01	5	6	17	43	54	80	93	114	6	13	43	50	80	91	103				
6	20	Examinador 01	6	2	9	39	46	76	85	112	2	16	39	53	76	85	112				
7	20	Examinador 01	7	4	35	41	72	78	90	125	4	35	41	72	78	90	125				
8	20	Examinador 01	8	2	9	39	46	76	83	99	2	9	39	46	76	83	99				
9	20	Examinador 01	9	5	12	42	49	79	91	102	5	12	42	49	79	91	102				
10	20	Examinador 01	10	1	9	39	46	76	84	99	2	9	39	46	76	84	99				
11	20	Examinador 01	11	6	15	43	52	80	89	105	6	13	43	50	80	91	103				
12	20	Examinador 01	12	4	35	41	72	78	90	125	5	19	42	56	79	92	109				
13	20	Examinador 01	13	2	9	39	46	76	83	99	2	9	39	46	76	83	99				
14	20	Examinador 01	14	2	9	39	46	76	83	99	2	9	39	46	76	83	99				
15	20	Examinador 01	15	2	9	39	46	76	85	99	2	9	39	46	76	83	99				
16	20	Examinador 01	16	2	9	39	59	76	85	112	2	9	39	59	76	85	112				
17	20	Examinador 01	17	7		38	46	75	83	99	7	38	46	75	83	99					
18	20	Examinador 01	18	2	9	39	46	76	83	99	2	9	39	46	76	83	99				
19	20	Examinador 01	19	5	12	42	49	79	93	102	5	12	42	61	79	93	114				
20	20	Examinador 01	20	6	12	43	61	80	92	114	6	13	43	62	80	93	115				
21	20	Examinador 01	21	6	12	43	63	80	97	116	5	25	42	62	79	93	115				
22	20	Examinador 01	22	5	26	42	63	79	97	102	5	19	42	63	79	97	116				
23	20	Examinador 01	23	5	13	42	50	79	91	103	5	13	42	62	79	96	115				
24	20	Examinador 01	24	4	34	41	70	78	86	123	2	9	41	71	78	90	124				
25	20	Examinador 01	25	2	9	39	46	76	83	99	2	9	39	46	76	83	99				
26	20	Examinador 01	26	6	25	43	62	80	93	114	6	13	43	50	80	93	115				
27	20	Examinador 01	27	2	9	39	46	76	83	99	1	9	38	46	75	83	99				
28	20	Examinador 01	28	5	12	42	61	79	93	114	5	12	42	51	79	93	115				
29	20	Examinador 01	29	5	12	42	62	79	87	101	5	11	42	51	79	99	104				
30	20	Examinador 01	30	2	9	39	46	76	83	99	2	9	39	46	76	83	99				
31	20	Examinador 01	31	2	9	39	46	76	85	112	2	22	39	59	76	85	112				
32	20	Examinador 01	32	2	9	39	46	76	83	99	2	9	39	46	76	83	99				
33	20	Examinador 01	33	5	14	42	51	79	95	104	5	12	42	51	79	96	104				
34	20	Examinador 01	34	5	25	42	62	79	93	115	5	19	42	63	79	93	115				
35	20	Examinador 01	35	5	13	42	62	79	93	115	5	13	42	62	79	93	115				
36	20	Examinador 01	36	5	12	42	49	79	91	102	5	13	42	50	79	91	102				
37	20	Examinador 01	37	2	9	39	46	76	83	99	2	9	39	46	75	83	99				
38	20	Examinador 01	38	6	14	43	51	80	95	104	6	13	43	62	80	97	116				
39	20	Examinador 01	39	2	9	39	46	76	83	99	2	9	39	46	76	83	99				
40	20	Examinador 01	40	3	9	39	46	76	83	99	3	9	39	46	76	83	99				
41	20	Examinador 01	41	2	16	42	56	79	92	103	2	16	42	56	79	93	115				
42	20	Examinador 01	42	2	9	39	46	76	83	99	2	9	39	46	76	83	99				
43	20	Examinador 01	43	2	9	39	46	76	83	99	2	9	39	46	76	83	99				

3.9 Sistemática de agrupamento das respostas

Para avaliar a influência das técnicas de imagem na tomada de decisões com relação à via de acesso cirúrgico, as vias foram agrupadas como “clássicas para o lado lateral” (via anterolateral); “clássicas para o lado medial” (via ateromedial); “complexas para o lado lateral” (vias posterolaterais; vias laterais estendidas com ou sem osteotomia); “complexas para o lado medial” (via posteromedial, via posterior, via medial estendida). A intenção desse agrupamento foi diminuir as opções de resultados possíveis e ainda assim fornecer um padrão de resposta semelhante, que pudesse ser analisado e, eventualmente, mostrar as nuances de tratamento.

Com a finalidade de verificar se a adição da tomografia 2D e 3D leva à mudança de via de acesso no grupo específico de fraturas que ocorrem no plano coronal, foram separados todos os casos de fraturas do planalto tibial em dois subgrupos. O grupo “SIM”, possuía fraturas no plano coronal e o grupo “NÃO”, aquele em que as fraturas não ocorriam no plano coronal. Já no grupo dos acessos,

estes foram separados em grupos de acessos “simples” e “complexos”, sendo os acessos simples o agrupamento dos acessos clássicos, tanto para o lado medial quanto para o lado lateral; e os acessos “complexos” o agrupamento das vias de acesso complexas para o lado medial e lateral. A partir dessa separação, foi realizada a análise estatística separada pelo acréscimo de métodos diagnósticos estagiados nas fases 2 e 3.

3.10 Análise estatística

Neste estudo foram utilizadas ferramentas padronizadas de estatística descritiva como tabelas de contingência, gráficos de barra e histogramas. Para as comparações entre as frequências de respostas dos examinadores nas diferentes perguntas e fases, foi calculado o qui quadrado seguido pelo teste de *Likelihood ratio*, considerando-se um nível de significância de 1%. Já a concordância entre examinadores foi investigada e descrita com o índice de kappa por Cohen (1960), e sua classificação de concordância dividida em leve, moderada, substancial e quase perfeita (Landis; Koch, 1977). Todos os cálculos foram realizados por meio do software JMP, versão 13 (SAS-Institute).

3.11 Cálculo do tamanho amostral

Utilizamos um erro relativo de 20% com concordância de 80% e um nível de significância de 5% para o cálculo. Adicionamos ainda 15% ao tamanho da amostra por efeito de potencial exclusão do caso posteriormente. Foram considerados os 6 grupos de Schatzker para a verificação do tamanho da amostra, chegando-se a um resultado final de 25 casos necessários para a avaliação.

4. Resultados

4.1 Distribuição das respostas por tipo de fratura

4.1.1 Classificação de Schatzker

Foram obtidas 4200 respostas para a pergunta: "Como você classificaria esta fratura pela classificação de Schatzker?". Essa distribuição foi dividida por fases, a fim de se verificar a influência do exame de tomografia computadorizada bidimensional (2D) e tridimensional (3D) nas respostas dos examinadores (Tabela 1 e Gráfico 1).

Tabela 1 - Distribuição das respostas nas fases 1, 2 e 3 da avaliação de cada caso

Fase	Não consigo classificar	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Tipo V	Tipo VI
1 - Radiografia	7%	5%	32%	2%	16%	24%	15%
2 - Radiografia + 2D	2%	6%	32%	1%	15%	29%	15%
3 - Radiografia + 2D + 3D	1%	6%	32%	0%	15%	31%	15%

Gráfico 1: Distribuição das respostas nas fases 1, 2 e 3 da avaliação de cada caso

4.1.2 Classificação de Schatzker modificada por Kfuri

Foram obtidas 1400 respostas para a pergunta: "Como você classificaria esta fratura pela classificação de Schatzker Estendida?". A distribuição está apresentada na Tabela 2 e nos Gráficos 2 e 3.

Tabela 2 - Frequências estimadas dos subtipos da classificação de Schatzker modificada por Kfuri nas sessões de avaliação 1 e 2

	Sessão 1	Sessão 2
Não Consigo Classificar	2	1
Tipo Ia	4	5
Tipo I a+p	1	1
Tipo IIa	23	23
Tipo IIa+p	8	8
Tipo IIp	2	2
Tipo IIIa	0	0
Tipo IIIa+p	0	0
Tipo IIIp	0	0
Tipo IV a	4	4
Tipo IVa+p	0	0
Tipo IVp	10	11
Tipo VaM/aL	3	2
Tipo VaM/a+pL	2	2
Tipo VaM/pL	0	0
Tipo Va+pM/aL	2	2
Tipo Va+pM/a+pL	4	4
Tipo V a+pM/pL	0	0
Tipo V pM+aL	8	6
Tipo V pM/a+pL	8	10
Tipo V pM/PL	4	4
Tipo VI aM/aL	1	1
Tipo VI aM/a+pL	2	1
Tipo VI aM/a+pL	3	3
Tipo VI a+pM/a+pL	3	4
Tipo VI a+pM/pL	0	0
Tipo VI pM+aL	2	2
Tipo VI pM/a+pL	4	4
Tipo VI pM/PL	0	0

Gráfico 2: Distribuição gráfica dos subtipos de fraturas articulares parciais, subtipos I a IV, da classificação de Schatzker modificada por Kfuri nas sessões de avaliação 1 e 2

Gráfico 3: Distribuição gráfica dos subtipos de fraturas articulares completas, subtipos V e VI, da classificação de Schatzker modificada por Kfuri nas sessões de avaliação 1 e 2

Tabela 4 - Concordância intraobservador para a classificação de Schatzker avaliada por radiografias, ao final da fase 1 da avaliação de cada caso

Examinador	Concordância Intraobservador
1	0,84
2	0,72
3	0,74
4	0,75
5	0,79
6	0,73
7	0,70
8	0,73
9	0,78
10	0,81
Geral	0,76
>10 anos	0,76
<10 anos	0,76

4.2.2 Concordância para a classificação de Schatzker na fase 2

O coeficiente de kappa foi utilizado para medir a concordância inter e intraobservador para a classificação de Schatzker ao final da fase 2 da avaliação de cada caso, em que os observadores tiveram acesso apenas às radiografias e tomografia bidimensional. Para a concordância interobservador, o coeficiente variou de 0,45 a 0,79, com média geral de 0,62, que mostrou concordância substancial. Quando separados os indivíduos em grupos por experiência (examinadores 1-6), observou-se que a concordância interobservador dos examinadores com mais de 10 anos de experiência revelou valor médio de 0,60, e naqueles com menos de 10 anos (examinadores 7-10) de experiência o valor médio foi de 0,63 (Tabela 5). Quando avaliados os examinadores de maneira isolada, comparando os resultados das leituras obtidos, identificou-se concordância intraobservador variando de 0,70 a 0,88, com média de 0,75, denotando concordância substancial (Tabela 6).

Tabela 5 - Concordância interobservador para a classificação de Schatzker avaliada por radiografias e tomografia 2D, ao final da fase 2 da avaliação de cada caso

Observador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0,61	0,45	0,50	0,57	0,63	0,48	0,51	0,63	0,56
2			0,66	0,79	0,73	0,63	0,57	0,76	0,74	0,75
3				0,59	0,57	0,54	0,64	0,65	0,60	0,60
4					0,67	0,56	0,49	0,75	0,68	0,71
5						0,52	0,59	0,65	0,66	0,71
6							0,54	0,66	0,64	0,60
7								0,56	0,59	0,55
8									0,72	0,74
9										0,74
10										
Todos os observadores	0,62									
Média dos >10 anos	0,60									
Média dos <10 anos	0,63									

Tabela 6 - Concordância intraobservador para a classificação de Schatzker avaliada por radiografias e tomografia, ao final da fase 2 da avaliação de cada caso

Examinador	Concordância Intraobservador
1	0,88
2	0,80
3	0,72
4	0,74
5	0,70
6	0,68
7	0,76
8	0,70
9	0,81
10	0,74
Geral	0,75
>10 anos	0,75
<10 anos	0,75

Tabela 8 - Concordância intraobservador para a classificação de Schatzker avaliada por radiografias e tomografia 2D e 3D, após a fase 3 de avaliação de cada caso

Examinador	Concordância Intraobservador
1	0,90
2	0,83
3	0,73
4	0,76
5	0,74
6	0,74
7	0,81
8	0,74
9	0,77
10	0,76
Geral	0,78
>10 anos	0,78
<10 anos	0,77

4.2.4 Concordância para a classificação de Schatzker modificada por Kfuri

O coeficiente de kappa foi utilizado para medir a concordância interobservador para a classificação de Schatzker modificada por Kfuri. O coeficiente de kappa, variou de 0,40 a 0,62, com média geral de 0,53, demonstrando concordância moderada. Quando separados os indivíduos em grupos por experiência (examinadores 1-6), observou-se que a concordância interobservador dos observadores com mais de 10 anos de experiência apresentou valor médio de 0,54; enquanto que naqueles com menos de 10 anos (examinadores 7-10) de experiência o valor médio foi de 0,53 (Tabela 9). Quando avaliados os examinadores, de maneira isolada, comparando os resultados das leituras obtidos, verificou-se concordância intraobservador variando de 0,5215 a 0,7406, com média de 0,6361, caracterizando concordância substancial (Tabela 10).

Tabela 9 - Concordância interobservador para a classificação de Schatzker modificada por Kfuri

Observadores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0,59	0,55	0,44	0,57	0,48	0,40	0,57	0,50	0,44
2			0,53	0,48	0,60	0,53	0,44	0,62	0,56	0,52
3				0,59	0,56	0,60	0,43	0,62	0,58	0,58
4					0,48	0,51	0,42	0,59	0,56	0,48
5						0,57	0,44	0,53	0,56	0,55
6							0,50	0,55	0,59	0,55
7								0,46	0,49	0,42
8									0,59	0,55
9										0,55
10										
Todos os observadores	0,53									
Média dos >10 anos	0,54									
Média dos <10 anos	0,53									

Tabela 10 - Concordância intraobservador para a classificação de Schatzker modificada por Kfuri

Examinador	Concordância Intraobservador
1	0,72
2	0,74
3	0,59
4	0,54
5	0,62
6	0,67
7	0,52
8	0,58
9	0,68
10	0,66
Geral	0,60
> 10 anos	0,64
<10 anos	0,61

4.2.5 Comparação das concordâncias interobservador e intraobservador da classificação Schatzker e classificação de Schatzker modificada por Kfuri

Quando comparadas as médias dos coeficientes de Kappa da classificação de Schatzker utilizando-se apenas as radiografias - forma original da classificação, em que se obteve o valor de 0,58, com as da classificação de Schatzker modificada por Kfuri, em que foi obtido o valor de 0,53, observou-se que ambas se encontravam na mesma faixa de concordância proposta por Landis e Koch, que apresentou concordância moderada. Com a adição de métodos diagnósticos, a classificação de Schatzker apresentou aumento na concordância interobservador substancial (0,62 com a tomografia 2D e 0,64 com a tomografia 3D). Quando avaliada a concordância intraobservador, a classificação de Schatzker obteve o valor de 0,76 com a avaliação isolada de radiografias, 0,75 com a adição da tomografia bidimensional, e 0,78 com a adição da tomografia tridimensional, mantendo-se na faixa de concordância substancial. Já a classificação de Schatzker modificada por Kfuri, apresentou coeficiente de kappa intraobservador de 0,63, também considerada substancial.

4.3. Tomada de decisões em relação à via de acesso cirúrgico

Foram obtidas 4200 respostas à pergunta “Qual a sua proposta de via de acesso” (cálculo de 10 observadores, 70 casos, três fases e duas sessões de avaliação).

Fraturas Schatzker I

Para as fraturas do tipo I, não houve comprovação de que a adição de métodos diagnósticos, como a tomografia 2D e 3D, mudou a opinião sobre a via de acesso, pelo teste de *Likelihood ratio* ($p=0,0612$).

Fraturas Schatzker II

Para as fraturas do tipo II, houve comprovação estatística de que a adição de métodos diagnósticos, como a tomografia 2D e 3D, mudou a opinião sobre a via de acesso ($p=0,0070$).

Fraturas Schatzker III

Para as fraturas do tipo III, não houve comprovação de que a adição de métodos diagnósticos, como a tomografia 2D e 3D, mudou a opinião sobre a via de acesso ($p=0,0264$).

Fraturas Schatzker IV

Para as fraturas do tipo IV, não houve comprovação de que a adição de métodos diagnósticos, como a tomografia 2D e 3D, mudou a opinião sobre a via de acesso ($p=0,5324$).

Fraturas Schatzker V

Para as fraturas do tipo V, houve comprovação estatística de que a adição de métodos diagnósticos, como a tomografia 2D e 3D, mudou a opinião sobre a via de acesso do lado lateral ($p=<,0001$). Para o lado medial, não foi encontrada comprovação estatística de que a adição de métodos diagnósticos levou à migração da via de acesso ($p=0,01898$).

Fraturas Schatzker VI

Para as fraturas do tipo VI, houve comprovação estatística de que a adição de métodos diagnósticos, como a tomografia 2D e 3D, mudou a opinião sobre a via de acesso do lado lateral ($p=0,0082$). Para o lado medial, assim como no subtipo V, não se verificou comprovação estatística de que a adição de métodos diagnósticos levou à migração da via de acesso ($p=0,2284$).

Não houve diferença estatística quando comparadas a primeira e segunda sessões de avaliação para cada um dos examinadores.

Quando separada a influência por adição estagiada de métodos diagnósticos, observou-se que a adição da tomografia com reconstrução 2D à avaliação das radiografias, levou à migração da abordagem cirúrgica nas fraturas do tipo II ($p=0,0101$) e na via de acesso lateral do tipo V ($p=0,0022$). Quando separada a influência por adição estagiada de métodos diagnósticos, verificou-se que a adição da tomografia com reconstrução 3D à avaliação das radiografias e reconstrução 2D,

influenciou significativamente os examinadores na escolha da abordagem cirúrgica nas fraturas do tipo V ($p < ,0001$).

4.4 Influência da adição de métodos diagnósticos na tomada de decisões com relação à via de acesso cirúrgico nas fraturas do planalto tibial no plano coronal

Fratura Schatzker I

Nas fraturas do tipo I, a adição da reconstrução bidimensional, de maneira isolada (fase 2), não levou à mudança de vias de acesso “simples” para vias de acesso do grupo “complexo”. No entanto, observou-se que a adição da reconstrução tridimensional (fase 3) mostrou diferença estatística (qui quadrado = 20,5; $p = 0,0046$ - Likelihood ratio). Os achados se repetiram na segunda sessão de maneira uniforme (qui quadrado 16,4 / $p = 0,01$). Tal fato indica que a reconstrução 3D influenciou na avaliação e decisão de abordagem da fratura, uma vez que o acometimento posterior foi subestimado na reconstrução bidimensional. Na avaliação geral, quando tomadas as imagens de tomografia 2D e 3D como um todo, a avaliação tomográfica mostrou-se benéfica, de maneira estatisticamente significativa, nas duas sessões de avaliação (Tabela 11).

Tabela 11 - Distribuição dos valores de qui quadrado e P para o tipo I de Schatzker, cujo traço principal de fratura ocorreu no plano coronal

	Sessão	F1-F2	F2-F3	Geral
Qui Quadrado	1	11,3110	20,5130	23,4710
P (LR)	1	0,0792	0,0046	0,0091
Qui Quadrado	2	7,2950	16,4880	18,7400
P (LR)	2	0,1211	0,0114	0,0163

LR= Likelihood ratio; F= Fase.

Fratura Schatzker II

Nas fraturas do tipo II, a adição da reconstrução bidimensional, de maneira isolada (fase 2), levou à mudança de vias de acesso “simples” para vias de acesso do grupo “complexo” (qui quadrado = 139,5610; $p < 0,001$), mostrando a importância da tomografia com reconstrução nos planos axial, sagital e coronal no diagnóstico e planejamento dessas lesões. Observou-se que a adição da reconstrução tridimensional (fase 3) também apresentou diferença estatística (qui quadrado 218,7200; $p < 0,001$), sendo importante para a programação cirúrgica, o diagnóstico e a escolha das vias de abordagem cirúrgica. Os achados se repetiram na segunda sessão de avaliações de maneira uniforme. De maneira geral, o uso da tomografia levou à indicação de vias de acesso cirúrgico mais complexas nas fraturas do tipo II, em que o traço de fratura esteve situado no plano coronal (Tabela 12).

Tabela 12: Distribuição dos valores de qui quadrado e P para o tipo II de Schatzker, cujo traço principal de fratura ocorreu no plano coronal

	Sessão	F1-F2	F2-F3	Geral
Qui Quadrado	1	139,5610	218,7200	232,1080
P (LR)	1	<,0001	<,0001	<,0001
Qui Quadrado	2	126,0390	231,0060	240,8380
P (LR)	2	<,0001	<,0001	<,0001

LR= Likelihood ratio; F= Fase.

Fratura Schatzker III

Nas fraturas do tipo III, a adição da reconstrução bidimensional, de maneira isolada (fase 2), não levou à mudança de vias de acesso “simples” para vias de acesso do grupo “complexo” (qui quadrado= 5,88 / $p > 0,001$). Observou-se que a adição da reconstrução tridimensional também não mostrou diferença estatística (qui quadrado = 5,8840 / $p > 0,001$). O resultado se repetiu nas duas sessões realizadas (Tabela 13).

Tabela 13: Distribuição dos valores de qui quadrado e P para o tipo III de Schatzker

	Sessão	F1-F2	F2-F3	Geral
Qui Quadrado	1	5,8840	5,8840	5,8840
P (LR)	1	0,2080	0,2080	0,2080
Qui Quadrado	2	3,8310	3,8310	3,8310
P (LR)	2	0,2803	0,2803	0,2803

LR= Likelihood ratio; F= Fase.

Fratura Schatzker IV

Nas fraturas do tipo IV, a adição da reconstrução bidimensional, de maneira isolada (fase 2), levou à mudança de vias de acesso “simples” para vias de acesso do grupo “complexo” (qui quadrado = 86,1720 / $p < 0,001$), mostrando a importância da tomografia bidimensional no diagnóstico e planejamento, bem como sua capacidade de isoladamente mudar a opinião do observador sobre acessos cirúrgicos nesse tipo de fratura. Observou-se que a adição da reconstrução tridimensional também mostrou diferença estatística (qui quadrado = 97,5040 / $p < 0,001$), sendo importante para a programação cirúrgica, o diagnóstico correto e a escolha das vias de abordagem nas fraturas que apresentam traço no plano coronal. Os achados se repetiram na segunda sessão de avaliações de maneira uniforme. De maneira geral, o uso da tomografia levou à indicação de vias de acesso cirúrgico mais complexas nas fraturas do tipo IV, em que o traço de fratura esteve situado no plano coronal (Tabela 14).

Tabela 14 - Distribuição dos valores de qui quadrado e P para o subtipo IV, cujo traço principal de fratura ocorreu no plano coronal

	Sessão	F1-F2	F2-F3	Geral
Qui Quadrado	1	86,1720	97,5040	111,0680
P (LR)	1	<,0001	<,0001	<,0001
Qui Quadrado	2	64,7880	116,3530	118,2970
P (LR)	2	<,0001	<,0001	<,0001

LR= Likelihood ratio; F= Fase.

Fratura Schatzker V

Nas fraturas do tipo V, com comprometimento no plano coronal, a adição da reconstrução bidimensional, de maneira isolada (fase 2), levou à mudança de vias de acesso “simples” para vias de acesso do grupo “complexo” (qui quadrado - 24,2270 / $p=0,0021$), mostrando a importância da tomografia bidimensional no diagnóstico e planejamento pré-operatório para esse tipo de lesão. Observou-se que a adição da reconstrução tridimensional também mostrou diferença estatística (qui quadrado - 67,1360 / $p<0,001$), sendo importante para a programação cirúrgica, o diagnóstico correto e a escolha das vias de abordagem nas fraturas que apresentam traço no plano coronal. Os achados se repetiram na segunda sessão de avaliações de maneira uniforme. De maneira geral, o uso da tomografia levou à indicação de vias de acesso cirúrgico mais complexas nas fraturas do tipo IV, em que o traço de fratura esteve situado no plano coronal (Tabela 15).

Tabela 15 - Distribuição dos valores de qui quadrado e p para o subtipo V, cujo traço principal de fratura ocorreu no plano coronal

	Sessão	F1-F2	F2-F3	Geral
Qui Quadrado	1	24,2270	67,1360	77,2520
P (LR)	1	0,0021	<,0001	<,0001
Qui Quadrado	2	49,9590	66,2710	82,3200
P (LR)	2	<,0001	<,0001	<,0001

LR= Likelihood ratio; F= Fase.

Fratura Schatzker VI

Nas fraturas do tipo VI, nem a adição da reconstrução bidimensional, de maneira isolada (fase 2), nem a adição de reconstrução tridimensional, ou a avaliação da tomografia 2D e 3D em grupo, levaram à mudança de vias de acesso ($p>0,01$ em todas as análises das duas sessões de avaliação) (Tabela 16).

Tabela 16 - Distribuição dos valores de qui quadrado e P para o subtipo VI, com presença de traço principal de fratura que ocorreu no plano coronal

	Sessão	F1-F2	F2-F3	Geral
Qui Quadrado	1	8,0000	12,2540	15,8210
P (LR)	1	0,4335	0,1402	0,6692
Qui Quadrado	2	14,5550	15,4430	22,7200
P (LR)	2	0,0684	0,0511	0,3591

LR= *Likelihood ratio*; F= Fase.

5. Discussão

5.1 Concordância quanto à classificação de Schatzker

A classificação de Schatzker é, provavelmente, uma das mais utilizadas em todo o mundo para o diagnóstico e planejamento pré-operatório de fraturas do planalto tibial, apesar disso ela falha em classificar as fraturas traço no plano coronal e componente posterior (Maripuri et al., 2008). Embora vários estudos tenham demonstrado o seu grau de concordância inter e intraobservador, o presente estudo se diferencia pelo tamanho da amostra e pelo número total de observadores, permitindo a geração de um banco de dados com milhares de respostas. Quando utilizada apenas a radiografia como ferramenta para a classificação, o grau de concordância interobservador foi considerado moderado, com média de coeficiente de kappa de 0,58; enquanto que a concordância intraobservador foi considerada substancial, com média de coeficiente de kappa de 0,76. Estes resultados são comparáveis aos da literatura em geral. Outros estudos que avaliaram a concordância da classificação de Schatzker baseada em radiografias simples, encontraram resultados semelhantes aos apresentados neste estudo (Walton et al., 2003; Charalambous et al., 2007; Maripuri et al., 2008; Brunner et al., 2010).

A adição da tomografia nas reconstruções axial, sagital e coronal aumentou a média do coeficiente de concordância para 0,62. A adição da reconstrução tridimensional aumentou ainda mais o coeficiente de concordância para a média de 0,64. Portanto, a tomografia computadorizada incrementou a faixa de concordância entre os examinadores de moderada para substancial, de acordo com Landis e Koch (1977). Estes resultados corroboram também os achados de outros autores (Markhardt; Gross; Monu, 2009; Brunner et al., 2010).

Em caminho inverso ao do presente estudo, outro autor investigou o impacto da tomografia na concordância da classificação intra e interobservador de Schatzker e não mostrou incremento na sua confiança (Chan et al., 1997). A justificativa para isso pode estar no baixo número de casos avaliados (21 *versus* 70 da presente casuística), e pouca interatividade com o exame tomográfico, que naquele estudo não foi oferecido na forma digital e dinâmica, como oferecido aos examinadores deste estudo. Além disso, a qualidade do exame tomográfico na década de 90 diferete muito dos exames atuais, o que certamente gera influência nos resultados.

Mesmo assim, os autores daquele estudo orientam que, sempre que possível, os pacientes portadores de fratura do planalto tibial devem ser submetidos a exame de tomografia computadorizada, uma vez que esta pode mostrar nuances capazes de mudar a tomada de decisão no tratamento.

Rasmussen, Madsen e Bennicke (1993) e Sidor et al. (1993) sugeriram que as diferenças de experiência podem afetar a concordância interobservador quando dois avaliadores possuem diferentes níveis de experiência, porém tal informação apresenta opiniões divergentes na literatura (Brunner et al., 2010). Com a intenção de averiguar essa hipótese, os avaliadores do presente estudo foram divididos em três grupos diferentes: 10 ou mais anos de experiência com trauma ortopédico; 10 ou menos anos de trauma ortopédico e 10 ou mais anos de prática em cirurgia do joelho com conhecimento da classificação, mas sem prática em trauma ortopédico. O que se observou foi que a experiência superior a 10 anos no manejo de fraturas do planalto tibial não mostrou concordância interobservador maior; havendo, inclusive, uma diferença importante quando avaliadas as radiografias e estudos bidimensionais de tomografia: o grupo dito “menos experiente” demonstrou boa concordância interobservador, enquanto o grupo de avaliadores “mais experiente” apresentou concordância moderada. Não foi encontrada qualquer diferença na concordância intraobservador quando comparadas as experiências dos avaliadores, neste estudo.

5.2 Concordância quanto à classificação de Schatzker modificada por Kfuri

A nova classificação proposta por Kfuri e Schatzker obteve coeficiente de concordância interobservador de 0,53; considerado “moderado” e equivalente à classificação de Schatzker, avaliada apenas com radiografias. A concordância foi semelhante a outras classificações mundialmente usadas como a classificação universal (Van Leerdam et al., 2010), classificação de Garden para fraturas do colo do fêmur (Frandsen et al., 1988), classificação de Frykman para fraturas de punho (Illarramendi et al., 1998), classificação de Sanders para calcâneo (Lauder et al., 2006) e classificação de Neer para úmero proximal (Sjöden et al., 1999; Neer, 2002).

A nova classificação apresentou, ainda, nível de concordância superior a outras classificações como a classificação de Fernandez (Naqvi; Reynolds; Kitsis, 2009).

A nova classificação para fraturas do planalto tibial é mais complexa do que a anteriormente apresentada por Schatzker. Ela motiva o examinador a prestar atenção no hemisfério posterior do planalto tibial e identificar fraturas orientadas no plano coronal. De maneira geral, o novo sistema de classificação mostrou moderada concordância interobservador e substancial concordância intraobservador, o que sugere que a nova proposta é conveniente para o uso no dia a dia do cirurgião de trauma ortopédico.

Uma classificação que leva em consideração o plano coronal é a de Luo. Em estudo com uma série de 50 casos avaliados por três examinadores apenas, Zhu et al. (2013) chegaram à conclusão que o nível de concordância interobservadores era substancial, não havendo referência para o nível de concordância intraobservador.

O presente estudo repetiu o exercício, mais uma vez, para a classificação de Schatzker e para a nova classificação proposta, novamente observando que a concordância de uma classificação não é tão alta como gostaríamos de imaginar. Isso traz um questionamento no que concerne ao seu valor, em especial no contexto de pesquisa, quando comparados os resultados e tratamentos. Pode ser que a inerente complexidade das fraturas do planalto tibial faça com que as classificações dessas fraturas seja difícil, não importando o sistema aplicado, concordando com outros autores que já postularam tal hipótese (Walton et al., 2003).

Uma limitação da avaliação da concordância interobservador é que ela mede a reprodutibilidade independente da concordância, juntando tanto respostas corretas quanto incorretas, mas concordantes num mesmo grupo; gerando uma, ainda, possível boa concordância, apesar de uma avaliação repetidamente errônea por parte dos avaliadores (McHugh, 2012). Para resolver esse problema, uma comparação intra-operatória poderia ter sido utilizada como *padrão ouro*, mas essa avaliação não foi possível neste estudo, pelo seu caráter retrospectivo, sendo esta uma de suas limitações.

5.3 Seleção da via de acesso cirúrgico

Um dos aspectos importantes deste estudo foi a tentativa de correlacionar a classificação obtida com a tomada de decisões em relação à via de acesso cirúrgico. Um aspecto bastante evidente foi o impacto da tomografia para a tomada de decisões. Quando agrupados os tipos de acesso cirúrgico em simples ou complexos, ficou evidente que a tomografia dava ao observador elementos para mudar sua decisão previamente tomada quando da análise das radiografias. Isto ocorreu particularmente nas fraturas que comprometeram o planalto lateral, fossem elas do tipo II ou V. Em muitos destes casos, a existência de uma fratura no plano coronal não foi adequadamente identificada pelas radiografias, mas demonstrada pela tomografia. A existência de fratura no plano coronal no planalto lateral fez com que, de maneira significativa, o cirurgião mudasse sua via de acesso para o planalto lateral, optando por abordagens mais complexas que envolviam tanto a osteotomia da cabeça da fíbula, quanto a osteotomia do epicôndilo lateral.

A existência de uma fratura no plano coronal sensibilizou muito o valor da tomografia, fazendo com que os observadores buscassem vias de acesso que contemplassem a abordagem posterior do joelho. A mesma abordagem foi demonstrada por Luo et al. (2010), em seu estudo sobre as três colunas do planalto tibial, no qual descrevem que cada uma das três colunas deveria ser fixada por implantes.

A nova classificação proposta por Kfuri e Schatzker tem o objetivo de enfatizar a existência de fraturas no plano coronal e, dessa forma, orientar o cirurgião quanto à via de acesso a ser adotada para o tratamento.

O impacto da tomografia no incremento da concordância quanto à classificação de Schatzker e na mudança de decisões quanto à via de acesso escolhida, permite inferir que a nova classificação, baseada na análise tomográfica do planalto tibial, pode ser de utilidade na prática clínica. O valor da classificação tomográfica para a tomada de decisões no tratamento de fraturas do planalto tibial também foi demonstrado em série clínica de pacientes tratados de acordo com o conceito das três colunas do planalto tibial (Wang et al., 2016).

Fraturas dos tipos IV e VI não foram significativamente impactadas pela tomografia quando da seleção da via de acesso. Nas fraturas do tipo IV, a hipótese para este fato é a de que o cisalhamento posteromedial é facilmente identificável nas radiografias em projeção lateral. Além disso, é de conhecimento geral que a maioria das fraturas do planalto medial tem como característica o cisalhamento posteromedial (Barei et al., 2006; Higgins; Kemper; Klatt, 2009). Nas fraturas do tipo VI, a alta energia e o reconhecimento de que estas são fraturas que comprometem a superfície articular em múltiplos planos, faz com que os cirurgiões potencialmente sigam uma linha de conduta sistematizada, baseada no tratamento estagiado das fraturas, em respeito à condição do envelope de tecidos moles e tenham como objetivo muito mais do que a reconstrução articular anatômica, um alinhamento do eixo e manutenção da estabilidade do joelho. Portanto, é possível que a conduta seja inicialmente pouco afetada pela adição de tomografias, uma vez que o cirurgião, hipoteticamente adotaria uma conduta padrão nesses casos.

Por fim, os autores testaram a possibilidade de o grupo de fraturas que continham traço no plano coronal ser mais afetado pela adição de métodos diagnósticos. Todos os casos de fraturas do planalto tibial foram divididos em dois subgrupos. O grupo “SIM”, aquele que possuía fraturas no plano coronal, e o grupo “NÃO”, foi aquele em que as fraturas não ocorriam no plano coronal. Já o grupo dos acessos, foi dividido em grupo de acessos “simples” e acessos “complexos”. A partir dessa divisão, foi realizada a análise estatística separada pelo acréscimo de métodos diagnósticos estagiados nas fases 2 e 3 da avaliação de cada um dos casos. Observou-se, então, que a adição de métodos diagnósticos levou à migração das vias de acesso para acessos mais complexos e que contemplavam as porções posteriores do planalto, quando estavam presentes fraturas que incluíssem traços no plano coronal, para os subgrupos I, II, IV e V de Schatzker. Em contrapartida, casos que não apresentaram fraturas no plano coronal foram selecionados por vias de acesso que não abordavam os planos posteriores, sendo ambos os achados estatisticamente significativos.

A razão postulada para a não influência nos casos do tipo III se deve à menor energia do trauma e aos mecanismos de trauma mais simples e que acometem as porções anteriores do planalto, bem como à sua baixa incidência na população

estudada (cerca de 1-2% dos casos). Com relação à pouca influência nos casos do subtipo VI de Schatzker, vale a explanação já oferecida anteriormente: a alta energia e o reconhecimento de que estas são fraturas que comprometem a superfície articular em múltiplos planos, faz com que os cirurgiões potencialmente optem por uma linha de conduta sistematizada, baseada no tratamento estagiado das fraturas, com acessos mais abrangentes e possivelmente mais complexos.

5.4 Limitações do estudo

Este é um estudo de caráter observacional e retrospectivo. Como tal, não foi possível padronizar a coleta de dados a partir de um protocolo previamente estabelecido. Embora todos os 70 pacientes selecionados tivessem um banco completo de imagens constituído por radiografias, tomografias e reconstruções tridimensionais, há de se reconhecer que a qualidade das imagens, no que diz respeito às radiografias e reconstruções tridimensionais, não necessariamente foi homogênea.

Uma limitação da avaliação da concordância interobservador é que ela mede a reprodutibilidade independente da concordância, juntando tanto respostas corretas quanto incorretas mas concordantes num mesmo grupo, gerando uma ainda possível boa concordância, apesar de uma avaliação repetidamente errônea por parte dos avaliadores. Para resolver esse problema, uma comparação intra operatória poderia ter sido utilizada como *gold standard*, mas essa avaliação fugiu do escopo do nosso trabalho, mas pode ser uma opção em estudos semelhantes posteriores.

Outro aspecto relevante foi referente aos vídeos que embora tenham sido obtidos do mesmo conjunto de imagens DICOM para cada paciente, e com a mesma técnica de processamento, demonstraram definição e velocidade de apresentação dos quadros discretamente diferentes. Embora os vídeos pudessem ser pausados, quando colocados em modo automático exibiam pequenas distorções de qualidade. As imagens tridimensionais nem sempre apresentavam a nitidez desejável para o correto julgamento e, provavelmente, o uso do recurso de vídeo para que os

examinadores pudessem navegar de modo interativo nessas imagens pudesse ter colaborado mais com a interpretação de cada caso.

Apesar do número expressivo de casos, isto pode ser considerado também um fator limitante, pois cada avaliador teve que dispende pelo menos 4 horas em cada sessão de avaliação, tendo que responder sete perguntas, avaliar onze imagens e três vídeos por caso. Ao final de cada uma das sessões de avaliação, o avaliador havia respondido 490 perguntas, julgado 770 imagens e 210 vídeos. O processo se repetiria com intervalo mínimo de duas semanas; e é compreensível que algum prejuízo de interpretação possa ter ocorrido em virtude do grande volume de dados e o fato de que todos os examinadores são profissionais muito ocupados com carga laboral pessoal bastante importante.

Este estudo não apresentou nenhum tipo de correlação com a metodologia terapêutica adotada e, portanto, não permitiu o cruzamento de dados entre as condutas adotadas por examinadores que eram primariamente cegos à amostra, com as condutas efetivamente adotadas para o tratamento deste grupo de pacientes. O cruzamento dessas informações poderia oferecer dados interpretativos a respeito da conduta proposta e da conduta efetivamente adotada.

Sendo assim, imagina-se que a proposta de uma classificação de fraturas do planalto tibial que contemple o uso de tomografia bi e tridimensional, aliada à melhor localização das situações anteriores e posteriores de acometimento do planalto tibial, possa ser de grande valia no melhor entendimento e tratamento desta importante doença, sendo a proposta dos autores uma opção dentre as outras classificações propostas para a porção articular proximal da tíbia.

6. Conclusões

Após análise dos resultados, concluiu-se que:

1. A classificação de Schatzker modificada por Kfuri demonstrou nível de correlação interobservador moderado e intraobservador substancial;
2. A adição da tomografia computadorizada simples e da reconstrução tomográfica tridimensional a casos classificados pelos critérios de Schatzker incrementou o nível de correlação interobservador para substancial, mas não alterou a concordância intra-observador;
3. A tomografia computadorizada teve impacto na tomada de decisões com relação à via de acesso cirúrgico ao planalto tibial;
4. Houve migração estatisticamente significativa para as vias de acesso que contemplavam a parte posterior do planalto nas fraturas do que com traço no plano coronal nos subtipos I, II, IV e V de Schatzker.

Declaração de Conflito de Interesse

Os autores não receberam qualquer bolsa de estudo ou patrocínio para a realização da pesquisa ou preparo deste estudo. Declaram, ainda, que não receberam pagamento ou outros benefícios ou obtiveram qualquer acordo para fornecer benefícios a entidades comerciais. Nenhuma entidade comercial pagou, direcionou, ou concordou em pagar ou direcionar qualquer benefício para fundo de pesquisa, fundação, instituição educacional ou organizações de caridade sem fins lucrativos, das quais os autores são associados.

7. Referências Bibliográficas¹

¹ Elaboradas de acordo com as Diretrizes para Elaboração de Dissertações e Teses da USP: Documento Eletrônico e Impresso - Parte IV (Vancouver) 3ª ed. São Paulo: SIBi/USP, 2016.

Albuquerque RP, et al. Epidemiological study on tibial plateau fractures at a level I trauma center. *Acta Ortop Bras.* 2013;21(2):109-15.

Apley AG. Fractures of the lateral tibial condyle treated by skeletal traction and early mobilisation; a review of sixty cases with special reference to the long-term results. *J Bone Joint Surg Br.* 1956;38-B(3):699-708.

Audigé L, Bhandari M, Kellam J. How reliable are reliability studies of fracture classifications? A systematic review of their methodologies. *Acta Orthop Scand.* 2004;75(2):184-94.

Audigé L, et al. A concept for the validation of fracture classifications. *J Orthop Trauma.* 2005;19(6):401-6.

Barei DP, et al. Functional outcomes of severe bicondylar tibial plateau fractures treated with dual incisions and medial and lateral plates. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(8):1713-21.

Bhattacharyya T, et al. The posterior shearing tibial plateau fracture: treatment and results via a posterior approach. *J Orthop Trauma.* 2005;19(5):305-10.

Bland JM, Altman DG. Statistics Notes: Validating scales and indexes. *BMJ.* 2002;324(7337):606-7.

Bowers AL, Huffman GR. Lateral femoral epicondylar osteotomy: an extensile posterolateral knee approach. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(7):1671-77.

Brunner A, et al. Classification systems for tibial plateau fractures; Does computed tomography scanning improve their reliability? *Injury.* 2010;41(2):173-8.

Carlson DA. Bicondylar fracture of the posterior aspect of the tibial plateau. A case report and a modified operative approach. *J Bone Joint Surg Am.* 1998;80(7):1049-52.

Chan PS, et al. Impact of CT scan on treatment plan and fracture classification of tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma.* 1997;11(7):484-9.

Chang SM, et al. A surgical protocol for bicondylar four-quadrant tibial plateau fractures. *Int Orthop.* 2014;38(12):2559-64.

Charalambous CP, et al. Inter- and intra-observer variation of the Schatzker and AO/OTA classifications of tibial plateau fractures and a proposal of a new classification system. *Ann R Coll Surg Engl.* 2007;89(4):400-4.

Charnley J. The closed treatment of common fractures. Churchill Livingstone, 1950. 190pp.

Cohen J. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Meas.* 1960;20:37-46.

Frandsen PA, et al. Garden's classification of femoral neck fractures: an assessment of inter-observer variation. *J Bone Joint Surg Br.* 1988;70(4):588-90.

Frosch KH, et al. A New posterolateral approach without fibula osteotomy for the treatment of tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma.* 2010;24(8):515-20.

Garbuz DS, et al. Classification systems in orthopaedics. *J Am Acad Orthop Surg.* 2002;10(4):290-7.

He X, et al. A posterior inverted L-shaped approach for the treatment of posterior bicondylar tibial plateau fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013;133(1):23-8.

Higgins TF, Kemper D, Klatt J. Incidence and morphology of the posteromedial fragment in bicondylar tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma.* 2009;23(1):45-51.

Hohl M, Luck JV. Fractures of the tibial condyle; a clinical and experimental study. *J Bone Joint Surg Am.* 1956;38-A(5):1001-18.

Hohl M. Tibial condylar fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1967;49(7):1455-67.

Illarramendi A, et al. Evaluation of simplified Frykman and AO classifications of fractures of the distal radius. Assessment of interobserver and intraobserver agreement. *Int Orthop.* 1998;22(2):111-5.

Jacofsky DJ, Haidukerwych GJ. Tibia plateau fractures. In: Scott WN. *Insall & Scott surgery of the knee.* Philadelphia: Churchill Livingstone; 2006. p.1133-46.

Kfuri Jr M, et al. Fraturas do planalto tibial. *Rev Bras Ortop.* 2009;44(6):468-74.

Kfuri M, et al. Extended anterolateral approach for complex lateral tibial plateau fractures. *J Knee Surg.* 2017;30(3):204-11.

Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977;33(1):159-74.

Lauder AJ, et al. Interobserver and intraobserver reliability of two classification systems for intra-articular calcaneal fractures. *Foot Ankle Int.* 2006;27(4):251-5.

Lobenhoffer P, et al. Particular posteromedial and posterolateral approaches for the treatment of tibial head fractures *Unfallchirurg.* 1997;100:957-67.

Luo CF, et al. Three-column fixation for complex tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma.* 2010;24(11):683-92.

Maripuri SN, et al. The classification systems for tibial plateau fractures: how reliable are they? *Injury*. 2008;39(10):1216-21.

Markhardt BK, Gross JM, Monu JU. Schatzker classification of tibial plateau fractures: use of CT and MR imaging improves assessment. *Radiographics*. 2009;29(2):585-97.

Martin JS, Marsh JL. Current classification of fractures. Rationale and utility. *Radiol Clin North Am*. 1997;35(3):491-506.

Matter P. History of the AO and its global effect on operative fracture treatment. *Clin Orthop Relat Res*. 1998;(347):11-8.

McHugh ML. Interrater reliability, *Biochem Med (Zagreb)*. 2012;22(3):276-82.

Müller ME, Nazarian S, Koch P. Classification AO des fractures: les os longs. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 1987.

Müller ME, et al. The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones. 1st ed. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1990.

Müller M, et al. Manual of Internal Fixation. Techniques recommended by the AO-ASIF Group. Springer Science & Business Media, 1991.

Naqvi SGA, Reynolds T, Kitsis C. Interobserver reliability and intraobserver reproducibility of the fernandez classification for distal radius fractures. *J Hand Surg Eur Vol*. 2009;34(4):483-5.

Neer CS. Four-segment classification of proximal humeral fractures: purpose and reliable use. *J Shoulder Elbow Surg*. 2002;11:389-400.

Palmer I. Fractures of the upper end of the tibia. *J Bone Joint Surg Br*. 1951;33:160-6.

Rasmussen S, Madsen PV, Bennicke K. Observer variation in the Lauge-Hansen classification of ankle fractures. Precision improved by instruction. *Acta Orthop Scand*. 1993;64(6):693-4.

Schatzker J. Compression in the surgical treatment of fractures of the tibia. *Clin Orthop Relat Res*. 1974;(105):220-39

Schatzker J, McBroom R, Bruce D. The tibial plateau fracture. The Toronto experience 1968--1975. *Clin Orthop Relat Res*. 1979;(138):94-104.

Sidor ML, et al. The Neer classification system for proximal humeral fractures. An assessment of interobserver reliability and intraobserver reproducibility. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75(12):1745-50.

Sjöden GO, et al. 3D-radiographic analysis does not improve the Neer and AO classifications of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand*. 1999;70(4):325-8.

Stannard JP, Schmidt AH. *Surgical treatment of orthopedic trauma*. 2nd Ed. United States: Thieme Medical Publishers Inc, 2016.

Van Leerdam RH, et al. Agreement between initial classification and subsequent reclassification of fractures of the distal radius in a prospective cohort study. *Hand (N Y)*. 2010;5(1):68-71.

Walton NP, et al. AO or Schatzker? How reliable is classification of tibial plateau fractures? *Arch Orthop Trauma Surg*. 2003;123(8):396-8.

Wang Y, et al. Updated Three-Column Concept in surgical treatment for tibial plateau fractures - A prospective cohort study of 287 patients. *Injury*. 2016;47(7):1488-96.

Yao Y, et al. A comparison of lateral fixation versus dual plating for simple bicondylar fractures. *Knee*. 2015;22(3):225-9.

Zhu Y, et al. Computed tomography-based Three-Column Classification in tibial plateau fractures: introduction of its utility and assessment of its reproducibility. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012;73(3):731-7.

Zhu Y, et al. Inter-observer reliability assessment of the Schatzker, AO/OTA and three-column classification of tibial plateau fractures. *J Trauma Manag Outcomes*. 2013;7(1):7.

8. Anexo

COMPROVANTE DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Ribeirão Preto, 10 de fevereiro de 2017

Ofício nº 417/2017
CEP/MGV

Prezado Pesquisador,

O trabalho intitulado **“COMPLEMENTAÇÃO TOMOGRÁFICA DA CLASSIFICAÇÃO DE SCHATZKER PARA AS FRATURAS DO PLANALTO TIBIAL”**, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 443ª Reunião Ordinária realizada em 06/02/2017 e enquadrado na categoria: APROVADO, bem como a solicitação de dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, de acordo com o Processo HCRP nº 1097/2017.

Este Comitê segue integralmente a Conferência Internacional de Harmonização de Boas Práticas Clínicas (IGH-GCP), bem como a Resolução nº 466/12 CNS/MS.

Lembramos que devem ser apresentados a este CEP, o Relatório Parcial e o Relatório Final da pesquisa.

Atenciosamente.

DRª. MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA

Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimo Senhor

MARCELLO TEIXEIRA CASTIGLIA

Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor

9. Apêndices

APÊNDICE A

PROTOCOLO DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DO JOELHO DA UNIDADE DE EMERGÊNCIA DO HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Todos os exames de joelho da Unidade de Emergência do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo devem seguir este protocolo, exceto se estiver escrito explicitamente de outra forma no pedido médico.

- **Indicação:** trauma, para avaliar o alinhamento da superfície articular, o grau de deslocamento e o grau de cominuição dos fragmentos ósseos.
- **Posicionamento do paciente:** Paciente em decúbito dorsal (*supine*), com os pés voltados para o scanner (*feet first*). Joelhos estendidos e posicionados lado a lado.

- **Campo de visão (FOV):** O *FOV* deve incluir toda a patela, os côndilos femorais, a tíbia proximal até a tuberosidade anterior da tíbia e a cabeça da fíbula. Na maioria dos pacientes será possível usar o *FOV* de 16 cm. Portanto, a não ser que seja especificado no pedido médico, não há necessidade de avaliar a fratura em toda a extensão em direção as diáfises femoral e tibial. Cortes (slice) 1 mm, recon 0,5 mm, pitch 1,5, 130 kV, 50 mAs. Fazer as reconstruções multiplanares sagitais e coronais de rotina, conforme modelo abaixo, e mandar para o servidor.

APÊNDICE B

CLASSIFICAÇÃO DE SCHATZKER MODIFICADA POR KFURI

Marcos Anatômicos

Anterior/Posterior

Lado Lateral: Cabeça da fíbula

Lado Medial: Borda posterior do ligamento colateral medial (crista medial da tíbia)

Lateral/Medial

Ponto médio entre as espinhas tibiais

Tipo I

a

p

a+p

Tipo II

a

p

a+p

Tipo III

a

p

a+p

Tipo IV

a

p

a+p

Tipo V

aL

pL

aL+pL

aM

pM

aM+pM

Tipo VI

EXEMPLOS DE FRATURAS

Exemplo de fratura do planalto lateral com acometimento tipo anterolateral (“aL”)

Exemplo de fratura do planalto lateral com acometimento tipo posterolateral (“pL”)

Exemplo de fratura do planalto lateral com acometimento tipo anterolateral + Posterolateral (“aL+pL”).

Exemplo de fratura do planalto medial com acometimento tipo anteromedial (“AM”)

Exemplo de fratura do planalto medial com acometimento tipo posteromedial (“pM”)

Exemplo de fratura do planalto medial com acometimento tipo anteromedial + posteromedial (“aM+pM”)