



**BAHIANA**  
ESCOLA DE MEDICINA E SAÚDE PÚBLICA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS EM SAÚDE**

**RAFAEL VALADARES OLIVEIRA**

**ANÁLISE COMPARATIVA DA ACURÁCIA DAS CLASSIFICAÇÕES DE GUSTILO  
E TSCHERNE COMO PREDITORAS DE INFECÇÃO EM FRATURAS EXPOSTAS.**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Salvador

2014

**Rafael Valadares Oliveira**

**Análise comparativa da acurácia das classificações de Gustilo e Tscherne  
como preditoras de infecção em fraturas expostas.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Tecnologias em Saúde da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Tecnologias em Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Almeida Matos

Salvador

2014

Ficha Catalográfica elaborada pela  
Biblioteca Cabula da EBMSP

O48 Oliveira, Rafael Valadares

Análise comparativa da acurácia das classificações de Gustilo e Tschernie como preditoras de infecção em fraturas expostas. / Rafael Valadares Oliveira – Salvador: Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. 2014.

39f. .

Dissertação (Mestrado) – Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Requisito para obtenção do título de Mestre em Tecnologias em saúde, 2014.

Orientação: Prof Dr Marcos Antônio Almeida Matos

1.Fratura exposta 2.Gustilo e Tschernie. I. Matos, Marcos Antônio Almeida. II. Escola Bahiana de Medicina e Saúde. III. Título.

CDU: 616-001.49

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: OLIVEIRA, Rafael Valadares

Título: Análise comparativa da acurácia das classificações de Gustilo e Tscherne como preditoras de infecção em fraturas expostas.

Dissertação apresentada à Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública para obtenção do título de Mestre em Tecnologias em Saúde.

Aprovado em 20 de janeiro de 2015

### Banca Examinadora

Prof. Dr. Jorge Eduardo de Schoucair Jambeiro

Doutor em Medicina e Saúde Humana pela Escola Baiana de Medicina e Saúde Pública, EBMSP – 2007.

Professor Adjunto da Escola Baiana de Medicina e Saúde Pública, EBMSP – 1980.

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Miralba Freire de Carvalho Ribeiro da Silva

Doutora em Medicina e Saúde pela Universidade Federal da Bahia, UFBA – 2005. Preceptoria de Residência Médica da Escola Estadual de Saúde Pública, EESP – 2013.

Prof. Dr. Gildásio de Cerqueira Daltro

Doutor em Cirurgia pela Universidade Federal da Bahia, UFBA – 1999.

Coordenador do Projeto de Implantação do Instituto do Aparelho Locomotor, no Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia, UFBA / ICS - 2008

## DEDICATÓRIA

A todos os indivíduos vítimas de fratura exposta que contribuíram para a realização deste estudo.

A todas as pessoas que sofreram curso de trauma ortopédico, e àqueles que, de algum modo, possam ser beneficiados com a aplicabilidade prática deste trabalho.

Aos professores, colegas e amigos do Serviço de Ortopedia do Hospital Santa Izabel – Santa Casa de Misericórdia da Bahia – que foram fundamentais na minha formação profissional.

A Gabriela, pelo companheirismo em todos os momentos, bons e não tão bons.

Aos meus irmãos, Eduardo e Luciana, pela inspiração e estímulo.

Aos meus pais, Maria das Graças e Jaime, por minha existência, por serem minha referência, e pela minha formação.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos colegas do curso de Mestrado em Tecnologias em Saúde da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública que contribuíram, durante o curso, para a realização deste trabalho.

Aos professores do mesmo curso que contribuíram não só para a construção deste estudo, mas também para a ampliação dos conhecimentos acadêmicos deste aluno.

Agradecimento especial ao Professor Marcos Almeida Matos, meu orientador deste curso de mestrado, bem como da residência médica da qual me orgulho de ter feito parte como residente e preceptor.

## RESUMO

Fraturas expostas podem ser lesões graves, com morbidade elevada e de alto impacto socioeconômico. É essencial que o tratamento dessa afecção seja baseado em um sistema de classificação válido e reprodutível. O objetivo do presente estudo é analisar comparativamente as acurácias dos dois sistemas para classificação de fraturas expostas mais utilizados na prática médica atual, Gustilo e Tscherne, como preditoras de infecção nas fraturas expostas. Foi realizado um estudo observacional retrospectivo com 121 indivíduos acometidos por fratura exposta do esqueleto apendicular atendidos em uma unidade de emergência hospitalar nos anos de 2009 e 2010. As fraturas expostas foram classificadas, segundo os dois sistemas, durante o atendimento inicial, e as classificações eram posteriormente confirmadas ou retificadas em acordo com no mínimo dois ortopedistas durante o internamento hospitalar. Foram calculados sensibilidade, especificidade, valores preditivos positivos e negativos e acurácia, segundo cada classificação adotada. Os resultados do presente estudo demonstraram que ambas as classificações de Gustilo e Tscherne apresentam associação com o desfecho clínico infecção em fraturas expostas. A classificação de Gustilo obteve sensibilidade de 76,7%, especificidade de 53,8% e acurácia de 59,5%. A Classificação de Tscherne obteve sensibilidade de 56,7%, especificidade de 82,4% e acurácia de 76,1%, indicando que o esquema proposto por Tscherne se mostrou mais acurado e superior ao esquema de Gustilo para avaliação do desfecho infecção em fraturas expostas.

Palavras-chave: Fratura exposta. Classificação. Acurácia. Gustilo. Tscherne.

## ABSTRACT

Open fractures can be serious injury, with high morbidity and socioeconomic impact. The treatment of this condition must be essentially based on a valid and reproducible classification system. The aim of this study is to analyze the accuracies of the two classification systems for open fractures most commonly used in current medical practice, Gustilo and Tscherne, as predictors of infection. A retrospective observational study was performed, including 121 patients suffering from open fracture of the appendicular skeleton treated at an emergency hospital unit in 2009 and 2010. The fractures were classified according to Gustilo and Tscherne systems, during the initial treatment, and ratings were subsequently confirmed or rectified in accordance with at least two orthopedists during hospitalization. Sensitivity, specificity, positive and negative predictive values, and accuracy were calculated according to each classification adopted. The results of this study demonstrated that both classifications of Gustilo and Tscherne are associated with clinical outcome of infection in open fractures. The Gustilo classification achieved sensitivity of 76.7%, specificity of 53.8% and accuracy of 59.5%. Tscherne's classification had a sensitivity of 56.7%, specificity 82.4% and accuracy of 76.1%, indicating that the proposed scheme by Tscherne was more accurate and superior to Gustilo's system for assessing the outcome infection in open fractures.

Keywords: Open fracture. Classification. Accuracy. Gustilo. Tscherne.



## LISTA DE QUADROS E TABELAS

QUADRO 1. Classificação de Gustilo et al.....	20
QUADRO 2. Classificação de fraturas expostas segundo Tscherne et al.....	21
QUADRO 3. Classificação AO das lesões de partes moles associadas a fraturas.....	22
QUADRO 4. Sistema de classificação OTA.....	23
TABELA 1. Percentual de desfechos (infecção) de acordo com as classificações de Gustilo e Tscherne.....	29
TABELA 2: Classificação de Gustilo e Tscherne de acordo com a capacidade de prever infecção.....	30
TABELA 3: Parâmetros de acurácia das classificações de Gustilo e Tscherne.....	30

## LISTA DE ABREVIATURAS

AO: *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*

OTA: *Orthopaedic Trauma Association*

VPN: valor predictivo negativo

VPP: valor predictivo positivo

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Breve histórico.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Infecção em fraturas expostas.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Classificação em fraturas expostas.....</b>	<b>18</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Uma fratura óssea é definida como exposta quando ocorre comunicação do seu foco com o meio externo contaminado, ou com cavidades contaminadas, como, por exemplo, o tubo digestivo ou vias aéreas.

Estudos epidemiológicos mostram que fraturas expostas de ossos longos ocorrem com uma incidência de 11,5 por 100 mil pessoas por ano<sup>1,2</sup>. Estima-se que nos Estados Unidos da América as fraturas expostas representam um custo anual de cerca de 230 milhões de dólares, sugerindo que se trata de lesões de alto impacto socioeconômico<sup>3</sup>. Na literatura pesquisada não foram encontrados dados referentes ao impacto das fraturas expostas na economia brasileira, entretanto, autores nacionais observaram que o acidente de trânsito foi a principal causa de ocorrência deste tipo de lesão<sup>4</sup>. Segundo o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus), acidentes de trânsito no Brasil ocupam o sexto lugar em internações hospitalares e o segundo lugar na mortalidade geral, gerando um custo de cerca de R\$ 5 bilhões por ano<sup>5</sup>.

Entre os casos de fratura exposta, a tíbia é osso mais frequentemente acometido<sup>1, 4, 6, 7, 8</sup>. Segundo Müller et al<sup>4</sup>, a tíbia é acometida em 36% dos casos de fraturas expostas, seguida pelo fêmur, metacarpos e ulna, cada destes em 10,1%. Estudo realizado por Court-Brown e Brewster<sup>1</sup> também mostrou maior incidência de fraturas expostas em tíbia, com 21,6%, seguida pelo fêmur, com 12,1%.

A importância de um sistema de classificação para fraturas expostas está relacionada à pesquisa e aplicabilidade clínica. Uma classificação possibilita um meio de comunicação padronizado, com objetivo de combinar as lesões similares, agrupando-as em diferentes padrões, a fim de estratificar a gravidade das mesmas. Para ter base científica e justificar a ampla utilização, os sistemas de classificação de fraturas expostas devem ser confiáveis, reprodutíveis, clinicamente relevantes e válidos. Classificar efetivamente fraturas expostas representa um desafio, porque há muitos tecidos diferentes envolvidos na lesão, cada qual contribuindo de modo importante na estratificação de cada critério, o que determina o tratamento a ser instituído.

Classificar sistematicamente as fraturas expostas é um passo importante na orientação do tratamento, previsão do risco de complicações e do prognóstico. Fraturas expostas menos graves podem ter uma taxa de infecção muito baixa, ao passo que fraturas expostas mais graves possuem altas taxas de infecção e outras complicações<sup>9</sup>.

O sistema de classificação de fraturas expostas mais utilizado na prática clínica é o proposto por Gustilo e Anderson<sup>10</sup>, com sua modificação subsequente por Gustilo et al<sup>11</sup>. Esse sistema é baseado no tamanho da lesão da pele, grau de contaminação, capacidade de cobertura óssea e lesão vascular do membro, e foi inicialmente proposto para classificar as fraturas expostas da tíbia, sendo que atualmente é utilizado para classificar fraturas expostas de extremidades em geral. A classificação de Tscherne<sup>12</sup> foi proposta para fraturas fechadas e expostas, e leva em consideração a lesão de partes moles adjacentes, independente do tamanho da lesão de pele. Foram propostos também sistemas de classificação mais detalhados, como o do grupo AO (*Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*)<sup>13</sup> e OTA (*Orthopaedic Trauma Association*)<sup>14</sup>, que não são amplamente utilizados na prática ortopédica.

Embora a classificação de Gustilo seja a mais utilizada, sua validade e reprodutibilidade têm sido questionadas na literatura<sup>15, 16, 17, 18</sup>, sendo necessário confrontar esse sistema de classificação com outros existentes, no intuito de referendar ou não sua validade.

O objetivo geral do presente estudo é realizar uma análise comparativa entre a acurácia das classificações de Gustilo e Tscherne como preditoras de infecção nas fraturas expostas.

O presente trabalho tem como objetivos específicos: avaliar sensibilidade e especificidade dos sistemas de classificação de Gustilo e Tscherne; discutir se a utilização dos sistemas vigentes para classificar fraturas expostas é válida e se aplica à prática médica atual.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Breve histórico

Desde a antiguidade, as fraturas expostas têm sido abordadas na prática médica, e, por esse tipo de lesão ser mais prevalente em situações de guerra naquela época, os avanços no tratamento para lesões musculoesqueléticas em militares também foram amplamente utilizados na prática civil<sup>19</sup>.

Hipócrates (470-370 a.c.) considerava que o campo de batalha era o ambiente de treinamento mais apropriado para os cirurgiões. Sua maior contribuição neste aspecto foi reconhecer que o cirurgião pode apenas facilitar a cura, mas não a impor. Ele considerava desejável certas consequências da lesão, tais como o edema, e era desfavorável à colocação de curativos oclusivos antes de o edema ocorrer. Hipócrates se opunha a intervenção nos ferimentos traumáticos, a não ser para auxiliar na saída do pus, enquanto a ferida demonstrasse melhora espontânea durante a cura. Galeno (129-199 d.C.) considerava a presença do pus essencial para o processo de cura. Indicava manipulação do ferimento com o intuito de aumentar a purulência<sup>20</sup>.

Brunschwig e Botello, entre os séculos XV e XVI, preconizavam a remoção de tecido desvitalizado das feridas que não melhorassem no decorrer do tempo. O cirurgião militar francês Pierre-Joseph Desault, no século XVIII, recomendava exploração profunda do ferimento, com remoção de tecido morto e drenagem da secreção presente. Esse cirurgião foi quem pela primeira vez utilizou o termo “desbridamento”<sup>21</sup>.

Até meados do século XIX, fratura exposta era quase sinônimo de sepse e morte, requerendo amputação imediata como tratamento definitivo<sup>22</sup>. Avanços na terapia com antibióticos, estabilização da fratura e manejo da ferida traumática diminuíram significativamente a mortalidade por fraturas expostas. Entretanto, a incidência destas lesões tem aumentado<sup>22, 23</sup>. Trueta<sup>24</sup>, durante a guerra civil espanhola, realizou o tratamento de fraturas expostas combinando o desbridamento com curativo oclusivo que também estabilizava a fratura (tala gessada). Esse autor relatou seis mortes entre 1.073 pacientes tratados dessa forma.

A segunda guerra mundial foi deflagrada logo após o surgimento das sulfas. Na ocasião, sulfas eram aplicadas diretamente nos ferimentos. Os antibióticos para terapia estavam disponíveis nas guerras da Coreia (1950-1953) e do Vietnã (1955-1975), e a abordagem preconizada nos casos de fratura exposta era a antibioticoterapia, o desbridamento mais rápido possível, associado a fechamento tardio da ferida traumática. Essa abordagem permanece como a atual para os ferimentos de guerra, bem como nas situações de fraturas expostas em geral<sup>20</sup>.

A abordagem das fraturas expostas atualmente consiste em: manejo das vias aéreas e ressuscitação de emergência, aplicar curativo estéril, imobilizar a extremidade envolvida, antibiótico por via intravenosa precocemente, realizar desbridamento e irrigação do ferimento com urgência, repetir desbridamentos conforme necessário, e fechamento tardio da ferida<sup>20</sup>.

## 2.2 Infecção em fraturas expostas

Fraturas expostas, em geral, estão associadas a trauma de alta energia, que desvitaliza o osso e tecidos moles adjacentes, criando ambiente mais suscetível a infecção<sup>24</sup>, limita as opções para estabilização<sup>26, 27</sup> e interrompe as condições gerais necessárias para a consolidação óssea<sup>28</sup>.

O prognóstico da fratura exposta é determinado primariamente pela quantidade de tecido mole desvitalizado e o nível e tipo de contaminação bacteriana. A interação desses dois fatores, independente do padrão da fratura isoladamente, é o principal determinante do resultado final<sup>29, 30, 31</sup>.

Avanços nas técnicas de fixação óssea, reconstrução vascular e substituição de tecidos moles tornam possível o salvamento do membro que sofrem lesões que, há cerca de três décadas, apenas se resolviam com amputação. Apesar das inovações no tratamento de trauma grave do membro inferior, manejo adequado dessas lesões continua sendo um desafio. Fraturas expostas têm risco aumentado de desenvolver graves complicações<sup>32</sup>.

Infecção e sepse são as maiores complicações associadas às fraturas expostas<sup>20</sup>. Um estudo relatou taxa de contaminação em torno de 65%<sup>6</sup>. Taxas de infecção podem variar de 0 a 2% nas fraturas do tipo I de Gustilo até 10 a 50% nas lesões do tipo III<sup>33</sup>. A prevalência de infecção após fixação interna de fraturas é de aproximadamente 5%, mas podem ultrapassar 30% em casos de fraturas expostas<sup>34</sup>. Infecção aguda predispõe o paciente a sepse aguda e osteomielite crônica. Sepse resultante de uma fratura exposta infectada é tratada com irrigação abundante e desbridamento ou possivelmente amputação, nos casos em que a reconstrução é inviável ou houver infecção maciça e intratável do membro acometido.

Alguns autores avaliaram a associação entre o tempo entre a lesão e o desbridamento cirúrgico, com a taxa de complicações, tais como infecção e retardo de consolidação<sup>35, 36, 37, 38</sup>. Todos esses autores consideram que fraturas expostas se tratam de urgência cirúrgica, mas nenhum estudo conseguiu demonstrar relação direta entre o tempo do desbridamento inicial e as taxas de infecção, independente



da classificação da lesão. Entretanto, há forte correlação entre atraso na administração de antibiótico e maior incidência de infecção<sup>39</sup>.

Osteomielite crônica, que pode ocorrer em 5% dos casos de fratura exposta, é tratada com repetidos desbridamentos do sítio de infecção. Sequela de osteomielite inclui alteração da estabilidade estrutural do osso, afetando a sua função<sup>40</sup>. Frequentemente, implantes colocados previamente precisam ser retirados, porque a superfície metálica constitui sítio de contaminação permanente<sup>41</sup>. Quando a osteomielite crônica requer remoção do implante e a fratura não consolidou, trata-se de pseudoartrose infectada, onde a fixação externa pode ser utilizada enquanto é tratada a infecção. Em casos extremos, de infecções intratáveis, associada a morbidade significativa e perda de função do membro, a amputação pode ser levada em consideração como tratamento definitivo<sup>42</sup>.

Na ausência de infecção, a perda de função do membro ocasionalmente resulta de retardo de consolidação ou pseudoartrose, sendo que sua incidência varia de acordo com o local da fratura. Em relação à tíbia, osso mais acometido, pode haver uma taxa de pseudoartrose de até 48%, dependendo da gravidade da lesão e do tratamento instituído<sup>43</sup>. Mesmo quando não há infecção ou pseudoartrose, pode haver perda significativa da função do membro acometido, devido a lesão muscular extensa ou nervosa, comprometendo a mobilidade e a sensibilidade<sup>44</sup>.

### 2.3 Classificação em fraturas expostas

A classificação das fraturas expostas é importante porque permite comparação dos resultados entre cirurgiões e entre publicações científicas. Os sistemas de classificação das fraturas expostas permite que o cirurgião tenha base para o prognóstico e permite direcionar o tratamento<sup>45, 46</sup>. A maioria dos autores utiliza a classificação de Gustilo e Anderson<sup>10</sup> e a modificação subsequente de Gustilo et al<sup>11</sup>.

Há ampla variabilidade na interpretação e utilização da classificação de Gustilo e Anderson, e, em geral, há muita ênfase no tamanho do ferimento. Os fatores críticos nessa classificação são: o grau de lesão de partes moles e o grau de contaminação. Por exemplo, uma lesão grave por esmagamento na perna necessitando de amputação pode estar associada apenas a um ferimento pequeno na pele. O tamanho da lesão da pele não é um bom indicador para classificar a fratura exposta. Uma ferida muito grande na pele causada por um objeto afiado, como uma lâmina, pode levar a um mínimo comprometimento das partes moles, e, por isso, estar associado a um bom prognóstico<sup>10, 11</sup>.

A configuração da fratura, ou seja, a quantidade de desvio entre os fragmentos e grau de cominuição, frequentemente está associada ao grau de energia absorvida pelo membro traumatizado no momento da lesão. A configuração da fratura auxilia na classificação, mas é secundária, quando é considerado o acometimento das partes moles.

Segundo Gustilo e Anderson, uma fratura do tipo I é causada por um trauma de baixa energia, apresentando ferimento menor do que um centímetro. Geralmente a lesão é causada por penetração óssea através da pele de dentro para fora, ao invés de um trauma perfurante externo. A não ser que a lesão ocorra em um ambiente altamente contaminado, o nível de contaminação bacteriana nas fraturas do tipo I, em geral, é baixo. Este tipo de lesão implica em dano muscular mínimo, ou mesmo, inexistente. Entretanto, um ferimento do tipo I de Gustilo e Anderson não deve ser avaliado unicamente pelo tamanho da lesão na pele, porque pode estar associado a alto grau de contaminação, como, por exemplo, se ocorrer em ambiente rural e/ou associado a um trauma de alta energia. Esses fatores devem ser levados em consideração no momento em que se estiver classificando a fratura exposta.

Uma fratura exposta do tipo II segundo Gustilo e Anderson apresenta ferimento maior do que um centímetro de extensão e está associada a dano moderado de partes moles adjacentes, secundário a um trauma de maior energia. Essas lesões geralmente ocorrem por mecanismo de trauma de fora para dentro. Está associada a maior grau de dano ou mesmo necrose muscular, no entanto geralmente requerem pouco desbridamento e na maioria das vezes esse dano é restrito apenas a um compartimento muscular. O grau de desperiostização traumática é mínimo e o fechamento da ferida sem utilização de enxertos ou retalhos geralmente é possível.

Lesões do tipo III segundo Gustilo e Anderson resultam de trauma de alta energia, de fora para dentro, com ferimento geralmente maior do que dez centímetros de extensão, com extensa desvitalização muscular. A fratura pode se apresentar com grande desvio entre os fragmentos e/ou cominuição, sendo que isto não é um fator essencial da classificação. Contaminação excessiva do ferimento também aumenta a probabilidade de infecção e complicações subsequentes. A fratura exposta será classificada como do tipo III se houver relação com: projétil de arma de fogo de alta energia, fratura segmentar desviada (denota alta energia de trauma), fratura com perda óssea segmentar, fratura associada a lesão vascular que requeira reparo, ferimento ocorrido em ambiente altamente contaminado, fratura causada por colisão com veículo de alta velocidade ou associação com síndrome compartimental do membro fraturado. A energia do trauma que causou a lesão e o grau de desvitalização das partes moles adjacentes à fratura devem ser levadas em conta no momento em que a classificação for determinada. As lesões do tipo III de Gustilo e Anderson foram posteriormente subdivididas por Gustilo et al da seguinte forma<sup>10</sup>:

Tipo III A: lesão onde há limitada desperiostização e desvitalização das partes moles, e não há deficiência para a cobertura óssea. O envelope de partes moles ao redor da fratura no geral está bem preservado. Pode haver perda de substância de pele, mas há adequada cobertura muscular e de tecidos moles sobre o osso, tendões e feixes neurovasculares.

Tipo III B: ocorre extensa desperiostização e perda de substância de partes moles ao redor da fratura. A desvitalização resultante geralmente requer

procedimentos para auxiliar cobertura óssea, desde retalhos locais ou transferências de tecidos livres, ou ainda curativos adjuvantes por tempo prolongado.

Tipo III C: são fraturas expostas em que há associada lesão vascular que necessite de reparo. São os casos onde o reparo vascular é imprescindível para garantir a viabilidade do membro acometido pela fratura exposta.

QUADRO 1. Classificação de Gustilo et al<sup>11</sup>

TIPO	DESCRIÇÃO
I	Fratura exposta limpa; exposição com lesão < 1cm.
II	Fratura exposta apresentando exposição com lesão entre 1 e 10 cm de extensão, sem dano excessivo das partes moles, sem retalhos ou avulsões de partes moles.
IIIA	Exposição com lesão > 10 cm. Dano extenso das partes moles, lacerações, fraturas segmentares, ferimentos por arma de fogo, com cobertura óssea adequada.
IIIB	Lesão com cobertura inadequada de partes moles ao osso após o desbridamento.
IIIC	Fratura exposta associada a lesão vascular importante que precise de reparo.

Tscherne et al<sup>12</sup> descreveram um sistema de classificação para fraturas, expostas ou fechadas, associadas a lesão de partes moles. Destacavam no estudo que, independentemente da exposição, certas fraturas fechadas se comportavam como expostas, devido ao comprometimento do envelope de partes moles que as separam do meio externo. As fraturas foram divididas em quatro tipos (sendo em graus 0 a 3 para fechadas e graus 1 a 4 para expostas). O sistema de Tscherne para fraturas expostas é o mais utilizado na Europa<sup>47</sup>. Esta classificação considera cada aspecto das partes moles e valoriza a lesão destas, mesmo nas fraturas fechadas. Não foram encontradas, na literatura pesquisada, referências sobre trabalhos avaliando a reprodutibilidade inter-observador da classificação de Tscherne.

QUADRO 2. Classificação de fraturas expostas segundo Tscherne et al, 1983<sup>12</sup>

TIPO	DESCRIÇÃO
I	Laceração cutânea por fragmento ósseo perfurante de dentro para fora; nenhuma ou pouca contusão da pele; fratura geralmente de configuração simples.
II	Qualquer tipo de laceração cutânea com contusão simultânea circunscrita, ou contusão de partes moles e moderada contaminação; qualquer tipo de configuração de fratura.
III	Grave dano às partes moles, frequentemente com lesão neurovascular simultânea; fraturas associadas a isquemia e grave cominuição; acidentes em ambientes rurais e contaminados com material orgânico; síndrome de compartimento associada.
IV	Amputação traumática parcial ou total, necessitando reparo vascular para manter a viabilidade do membro acometido.

Müller et al<sup>13</sup> propuseram um sistema de classificação mais detalhado, conhecido como Classificação do Grupo AO, levando em consideração a lesão de partes moles e óssea. A lesão óssea foi dividida em uma classificação alfanumérica, que é a mesma utilizada para as fraturas fechadas. Com relação às lesões das partes moles, são considerados três aspectos: lesão da pele, lesão neurovascular e lesão de músculos e tendões. Esse sistema também inclui as fraturas com lesões de pele que não causam exposição óssea inicialmente, mas, como relatado por Tscherne et al<sup>11</sup>, se comportam como expostas. Esse sistema de classificação é detalhado, entretanto, é de mais difícil aplicabilidade na prática clínica<sup>47</sup>.

QUADRO 3. Classificação AO das lesões de partes moles associadas a fraturas<sup>48</sup>

I. Lesão cutânea ( <i>Integument – pele</i> )	
IC – Pele fechada ( <i>Integument closed</i> )	
IC1	Nenhuma lesão cutânea
IC2	Contusão, mas não laceração
IC3	Desenluvamento circunscrito
IC4	Desenluvamento extenso
IC5	Necrose por contusão
IO – Pele aberta ( <i>Integument open</i> )	
IO1	Pele perfurada de dentro para fora
IO2	Pele perfurada de fora para dentro < 5cm, bordas contundidas
IO3	Ferida > 5cm, contusão maior, bordas desvitalizadas
IO4	Contusão e abrasão em toda a espessura da pele, desenluvamento extenso aberto, perda de pele
II. MT – Lesão musculotendinosa	
MT1	Nenhuma lesão
MT2	Lesão muscular circunscrita, um compartimento apenas
MT3	Lesão muscular considerável, dois compartimentos
MT4	Defeito muscular, laceração de tendão, extensa contusão muscular
MT5	Síndrome de compartimento, síndrome de esmagamento, com ampla zona de lesão
III. NV – Lesão neurovascular	
NV1	Nenhuma lesão
NV2	Lesão nervosa isolada
NV3	Lesão vascular localizada
NV4	Extensa lesão vascular segmentar
NV5	Lesão combinada neurovascular, amputação subtotal ou total

Evans et al<sup>14</sup> em 2010 propuseram um novo sistema de classificação para fraturas expostas conhecido como sistema OTA (*Orthopaedic Trauma Association*), visando contornar supostas deficiências da classificação de Gustilo e Anderson. Segundo os autores, a classificação de Gustilo e Anderson apresenta algumas inadequações. Apesar de ser o sistema mais utilizado na prática, a classificação de Gustilo e Anderson foi inicialmente baseada apenas em fraturas expostas da tíbia, e sua confiabilidade e reprodutibilidade têm sido questionadas na literatura<sup>15, 16, 18</sup>. Ainda segundo Evans et al, um importante subtipo da classificação de Gustilo e Anderson, o III B, é definido pela maneira de como a lesão e perda de partes moles será tratada. Isso representaria um problema, uma vez que tal classificação data de 1976, e a indicação e técnicas de procedimentos para cobertura óssea mudaram significativamente nos últimos 30 anos. Agel et al em 2013<sup>9</sup> relataram, em um estudo multicêntrico, que o sistema de classificação OTA apresentou confiabilidade inter-observador de moderada a excelente (86%, variando entre 52% a 100% em cada categoria individual). A classificação OTA tem seu score determinado pela somatória de pontos de cada um dos cinco critérios descritos no quadro 4.

QUADRO 4. Sistema de classificação OTA<sup>14</sup>

CRITÉRIO	DESCRIÇÃO
<b>PELE</b>	
1	Laceração com bordas aproximáveis
2	Laceração com bordas não aproximáveis
3	Laceração associada a deslucamento extenso
<b>MÚSCULO</b>	
1	Ausência de necrose muscular visível; alguma lesão muscular com função preservada.
2	Perda de substância, mas com função muscular preservada. Alguma necrose localizada na área da lesão requerendo desbridamento. Unidade músculo-tendão intacta.
3	Perda de função muscular, necrose extensa, completa disjunção da unidade músculo-tendão, defeito muscular não aproximável.
<b>ARTERIAL</b>	
1	Sem ruptura vascular importante
2	Lesão vascular sem isquemia distal
3	Lesão vascular com isquemia distal
<b>CONTAMINAÇÃO</b>	
1	Contaminação mínima ou ausente
2	Contaminação superficial
3	Contaminação profunda ou de alto risco (ambiente rural, fecal, etc.)
<b>PERDA ÓSSEA</b>	
1	Nenhuma
2	Alguma perda óssea, mas com contato adequado entre os principais fragmentos
3	Perda óssea segmentar

Brumback e Jones publicaram um estudo sobre a concordância inter-observador na classificação de fraturas expostas da tíbia<sup>15</sup>. 245 cirurgiões ortopédicos de diferentes níveis de experiência avaliaram anamneses, radiografias e vídeos demonstrando exame físico e desbridamento cirúrgico. Os participantes classificaram cada caso de acordo com o sistema de Gustilo. A concordância global da classificação no referido estudo foi de 60%.

Estudo observacional foi publicado em 2002<sup>16</sup> com o objetivo de avaliar a acurácia da classificação de Gustilo para fratura exposta da tíbia em crianças. Classificação dos ferimentos pré e pós desbridamento (utilizando os parâmetros da classificação de Gustilo) em 27 crianças com uma média de idade de dez anos (3 a 15) que apresentaram fratura exposta da tíbia foram comparadas. O autor concluiu que a classificação de Gustilo não é específica e não reflete a extensão do dano no osso e partes moles adjacentes. Fatores como o grau de dano tecidual nas partes moles e arrancamento periosteal que são constatados após o desbridamento cirúrgico da ferida, além da energia do trauma, são muito mais importantes do que o tamanho do ferimento.

Em um estudo realizado para avaliar acurácia da estimativa do tamanho do ferimento<sup>17</sup>, os autores hipotetizaram que a mensuração do tamanho do ferimento e a subsequente documentação e comunicação são frequentemente não acuradas, com alta variabilidade inter-observador. Um total de 7 imagens de ferimentos relacionados a trauma foi avaliado por 50 médicos de variados graus de experiência dentre várias especialidades. Houve alta variabilidade inter-observador e falta de acurácia na estimativa do tamanho do ferimento. Essa falta de acurácia foi afetada pelo gênero. Médicos masculinos apresentaram maior tendência a superestimar, enquanto os femininos tenderam mais a subestimar as dimensões das feridas. Os autores concluíram que a estimativa do tamanho da ferida é requisito comum na prática clínica, e interpretação não acurada desse tamanho pode influenciar a abordagem cirúrgica. Avaliação utilizando a estimativa do tamanho do ferimento traumático não foi acurada, com alta variabilidade inter-observador. Avaliação de ferimentos traumáticos que requeiram abordagem cirúrgica deve ser acuradamente medida, possivelmente utilizando fotografia e mensuração com régua.

Um estudo foi feito com o intuito de avaliar a reprodutibilidade inter-observador da classificação de Gustilo e Anderson para fraturas expostas<sup>18</sup>. Dez pacientes com fratura exposta tiveram fotografias tiradas das suas feridas antes e após o tratamento cirúrgico. Essas fotografias foram apresentadas para um grupo de cirurgiões ortopédicos. Após uma explanação sobre o sistema de classificação de Gustilo e Anderson, e da anamnese e exame físico de cada paciente, os médicos foram solicitados para que classificassem cada fratura exposta. Concordância entre os examinadores foi determinada pelo cálculo do Kappa. A análise do Kappa demonstrou apenas concordância moderada entre os observadores que classificaram as referidas fraturas no estudo, utilizando o sistema de classificação de Gustilo e Anderson. Os autores concluíram que, apesar de útil, esta classificação possui limitações. Por isso, recomendações de tratamento baseadas nesse sistema devem ser interpretadas com cautela.

Dentre os sistemas de classificação mais utilizados na prática, há dúvidas sobre qual o mais simples, reprodutível, adequado à prática médica moderna e mais acurado como preditor de infecção e outras complicações em fraturas expostas.



### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **Casuística**

Foi realizado estudo observacional retrospectivo com base em dados de prontuários no Serviço de Ortopedia do Hospital Geral Roberto Santos (HGRS). A população alvo foi representada pelos pacientes internados no Serviço, vitimados por fraturas expostas do esqueleto apendicular.

Foram incluídos no estudo todos os pacientes que derem entrada via pronto atendimento adulto do HGRS com diagnóstico de fratura exposta que foram tratados conforme protocolo padronizado estabelecido no Serviço. Foram excluídos: fraturas expostas tratadas inicialmente em outras unidades hospitalares; fraturas expostas do esqueleto axial (face, crânio, tórax, coluna vertebral); pacientes que não permanecerem na unidade hospitalar por, no mínimo, oito dias após o procedimento cirúrgico inicial, seja por óbito, alta ou por transferência. Pacientes vítimas de politraumatismo também foram excluídos.

O tamanho amostral calculado foi de 94 pacientes. Este valor foi baseado na prevalência 28% de infecção em fraturas exposta da tíbia, utilizando-se valor de alfa de 0,05 e erro amostral de 0,1. O tamanho amostral obtido de 78 indivíduos foi acrescido em 20% para compensar eventuais perdas, somando o total estimado de 94 pacientes. No presente trabalho, a amostra foi maior do que a estimada necessária, pois se contou com 121 indivíduos, conferindo maior poder estatístico ao estudo. Não houve perda de casos no presente estudo.

#### **Procedimento**

Todos os pacientes foram abordados de acordo com o protocolo cirúrgico já estabelecido no Serviço de Ortopedia do HGRS. Este protocolo inclui avaliação inicial do paciente com tratamento operatório o mais imediato possível para realização de desbridamento minucioso e lavagem exaustiva com um mínimo de dez litros de solução fisiológica. No desbridamento, resseca-se de forma criteriosa todo tecido que se apresente desvitalizado, inclusive pele, músculo e osso. A fratura é estabilizada a critério clínico do ortopedista plantonista, dando-se preferência à fixação interna para fraturas Gustilo I, II e fixação externa para as demais fraturas ou para aquelas com demora maior que 12 horas no tratamento inicial. Após esta

conduta imediata, o paciente é encaminhado para continuidade do tratamento na enfermaria e faz uso de antibioticoterapia venosa por um mínimo de oito dias, a contar do atendimento inicial.

O estudo observacional retrospectivo incluiu a avaliação de todos os pacientes incluídos no estudo internados na enfermaria nos anos de 2009 e 2010. No Serviço de Ortopedia todos os pacientes encaminhados do centro cirúrgico são avaliados clinicamente e por ficha padronizada contendo dados clínicos e sócio-demográficos. Esta avaliação padronizada é complementada e revisada durante a evolução do paciente na enfermaria até sua alta hospitalar. Para finalidade do estudo, os prontuários e suas respectivas fichas padronizadas foram analisadas e as principais variáveis consideradas foram: tempo entre lesão e procedimento cirúrgico; tipo, local e características do trauma; gravidade da fratura exposta, classificada pelos critérios de Gustilo<sup>11</sup>; gravidade do acometimento de partes moles, classificada pelos critérios de Tscherne<sup>12</sup>, tipo de estabilização da fratura (externa, interna); fechamento da ferida (primário ou se mantida aberta).

A variável de desfecho foi a presença ou ausência de infecção precoce, superficial ou profunda, durante o período de internamento do paciente. No HGRS, não são realizadas culturas rotineiras da ferida de fraturas expostas para diagnóstico de infecção pelo fato de todos estes tipos de trauma possuírem algum grau de contaminação que necessariamente não evolui para infecção aguda<sup>48</sup>; este fato poderia superestimar os casos. As culturas, portanto, somente são realizados nos casos em que há suspeita clínica de infecção.

Infecção precoce foi considerada segundo Willeneger e Roth<sup>49</sup>, que classificaram as infecções pós-traumáticas em precoces como sendo aquelas que se manifestam até duas semanas após o trauma inicial, e como tardias aquelas que se manifestam após este período. Segundo estes critérios, foram consideradas infectadas as lesões que apresentavam características inflamatórias com presença de tecido necrótico com secreção purulenta (superficial ou profunda), associada ou não com febre, leucocitose e aumento da velocidade de hemossedimentação<sup>50</sup>.

Como rotina do Serviço de Ortopedia do HGRS, todos os pacientes em tratamento para fraturas expostas que evoluem sem infecção recebem alta após uma semana de internamento, sendo que quando há manifestação de sinais de

infecção, os indivíduos são mantidos para tratamento por tempo indefinido. Por este motivo, a última reavaliação dos pacientes que tiverem alta antes de 16 dias foi realizada no ambulatório após uma semana da alta hospitalar, conforme protocolo rotineiro do Serviço.

A parte analítica do estudo consistiu em classificar os pacientes atendidos de acordo com os escores de Gustilo e Tscherne. Ambas as classificações eram realizadas pelos ortopedistas plantonistas que conduziram o atendimento inicial e o primeiro procedimento cirúrgico do paciente. A informação constava de prontuário e na ficha padronizada anexa ao prontuário. Após visita de enfermagem acompanhada pelo Chefe de Serviço, as classificações eram confirmadas ou retificadas em acordo com no mínimo dois ortopedistas da enfermagem.

Após classificados, os pacientes foram novamente analisados segundo a variável de desfecho, a saber, presença ou não de infecção. No grupo 1 ficaram os pacientes que evoluíram sem infecção e no grupo 2 foram colocados pacientes que apresentaram infecção.

### **Análise estatística**

Os dados globais foram apresentados em tabelas de distribuição por frequência para variáveis discretas ou apresentados em média e desvio padrão para variáveis contínuas. O cruzamento entre as classificações de Gustilo e Tscherne para cada paciente com o desfecho infecção permitiu inferir a capacidade que cada classificação tem de prever o desfecho. Foram calculados sensibilidade, especificidade, valores preditivos positivos e negativos, acurácia e valor de kappa segundo a classificação adotada. A diferença estatística entre os grupos foi verificada pelos testes do qui-quadrado ou Fisher para dados discretos ou teste t para dados contínuos, sempre se adotando 5% como nível de significância.

**Aspecto ético**

O estudo não interferiu na conduta padronizada adotada no Serviço de Ortopedia do HGRS, por se tratar de estudo observacional. Os pacientes ou seus responsáveis foram abordados pelos pesquisadores e foram informados dos objetivos da pesquisa bem como de seus possíveis riscos e benefícios. Após tomarem consciência do estudo os pacientes foram convidados a participar e, caso aceitassem, assinavam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) antes de ingressar na pesquisa. O protocolo da pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, sob o número de protocolo 121/2009.

## 4 RESULTADOS

No total, a amostra do estudo somou 121 pacientes com fraturas expostas. Sete pacientes sofreram fraturas no membro inferior, sendo 37 na perna, 27 no pé, 6 no fêmur, 4 no tornozelo e 4 na patela. As fraturas do membro superior totalizaram 43 casos, sendo 25 no antebraço, 16 no úmero e 2 na clavícula.

Foram avaliados 311 prontuários, dentre os quais 98 correspondiam a fraturas fechadas e 213 representava o total de fraturas expostas. Após a aplicação dos critérios de exclusão, foram rejeitados 92 prontuários (17,93).

Os resultados percentuais do desfecho de infecção na amostra estudada, em cada categoria das classificações de Gustilo e Tscherne, podem ser visualizados na tabela 1.

TABELA 1. Percentual de desfechos (infecção) de acordo com as classificações de Gustilo e Tscherne.

Classificação	Número total	Desfecho (%)	p
<b>Gustilo</b>	121	-	0,021
I	11	1 (9,1%)	
II	45	6 (13,3%)	
IIIA	27	7 (25,9%)	
IIIB	32	13 (40,6%)	
IIIC	6	3 (50%)	
<b>Tscherne</b>	121	-	<0.001
I	37	5 (13,5%)	
II	51	8 (15,7%)	
III	30	15 (50%)	
IV	3	2 (66,7%)	

Os valores referentes à capacidade de cada classificação prever infecção estão dispostos na tabela 2.

TABELA 2: Classificação de Gustilo e Tscherne de acordo com a capacidade de prever infecção.

Classificação	Total	Com infecção (%)	Sem infecção (%)	p
Gustilo I e II	56	7 (12,50)	49 (87,50)	0,004
Gustilo III	65	23 (35,38)	42 (64,62)	
Tscherne I e II	88	13 (14,77)	75 (85,23)	<0,001
Tscherne III e IV	33	17 (51,51)	16 (48,49)	

Os parâmetros de acurácia obtidos em cada classificação estão dispostos na tabela 3.

TABELA 3: Parâmetros de acurácia das classificações de Gustilo e Tscherne.

Parâmetro	Gustilo	Tscherne	p
	Valor (IC 95%)	Valor (IC 95%)	
Sensibilidade	76,7% (57,7 – 90,1)	56,7% (37,4 – 74,6)	0,003
Especificidade	53,8% (43,1 – 64,4)	82,4% (73,1 – 89,6)	<0,001
VPP	35,4% (23,9 – 48,2)	51,5% (33,5 – 69,2)	
VPN	87,5% (75,9 – 94,8)	85,2% (76,1 – 91,9)	
Acurácia	59,5% (47,7 – 70,7)	76,1% (64,8 – 91,9)	0,015
Kappa	24,1% (12,4 – 35,7)	37,8% (18,1 – 57,5)	0,033

VPP: valor preditivo positivo. VPN: valor preditivo negativo

## 5 DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo demonstraram que ambas as classificações de Gustilo e Tscherne apresentam associação com o desfecho clínico infecção em fraturas expostas. A classificação de Gustilo obteve sensibilidade de 76,7%, especificidade de 53,8% e acurácia de 59,5%. A Classificação de Tscherne obteve sensibilidade de 56,7%, especificidade de 82,4% e acurácia de 76,1%. Estes dados permitem estabelecer que o esquema proposto por Tscherne se mostrou mais acurado e superior ao esquema de Gustilo para avaliação do desfecho infecção em fraturas expostas.

Na prática clínica o ortopedista necessita estabelecer protocolos diferentes (mais agressivo) para fraturas com maior chance de infecção no que diz respeito a limpeza cirúrgica e desbridamento, fechamento da ferida, antibioticoterapia e fixação da fratura. Os resultados do presente estudo permitem afirmar que quando se espera que uma fratura exposta evolua para infecção utilizando o esquema de Tscherne, realmente ocorrerá infecção em aproximadamente 57% das vezes (versus quase 77% no esquema de Gustilo); entretanto, quando se define que não haverá infecção por Tscherne, significa que aproximadamente 82% dos pacientes realmente evoluirão sem infecção (versus cerca de 54% com a classificação de Gustilo).

Os dados apontam que quando utilizando o sistema de Tscherne, o ortopedista superestimaré prováveis infecções (tratando agressivamente mais pacientes que necessário), contudo tratará menos agressivamente quase todos os pacientes que evoluirão sem infecção. Na classificação de Gustilo há pouca superestimação, porém muitos pacientes (quase metade) daqueles que evoluirão com infecção serão tratados menos agressivamente e, portanto, de forma inadequada.

Apesar de o sistema de Tscherne ter apresentado acurácia superior ao de Gustilo, este último se mostrou mais linear quanto à prevalência do desfecho infecção, quando considerado cada subtipo isoladamente. A classificação de Tscherne apresentou prevalência de infecção muito semelhante quando comparados os tipos I e II (13,5% e 15,7% respectivamente) e os tipos III e IV (50% e 66,7% respectivamente), enquanto a de Gustilo obteve desfecho de infecção com percentual crescente em intervalos mais regulares em cada categoria, como

demonstrado na tabela 1. Isso pode ter sido ocasionado pelo baixo número de indivíduos classificados como tipos IIIC de Gustilo e IV de Tscherne (6 e 3, respectivamente). Por outro lado, quando dividida a classificação de Tscherne em apenas dois grupos (I/II e III/IV), se obteve desfecho de infecção em 14,77% no primeiro grupo e 51,51% no segundo ( $p < 0,001$ ). Distribuindo-se os tipos da classificação de Gustilo em dois grupos (I/II e IIIA/B/C), se obteve desfecho de infecção em 12,5% no primeiro grupo e 35,38% no segundo ( $p = 0,004$ ). Desse modo, o sistema de Tscherne parece ser mais eficiente quando casos mais leves são comparados aos mais graves.

Fraturas expostas são lesões graves com morbidade elevada, alto impacto socioeconômico e com marcante sofrimento humano. É essencial, portanto, que o tratamento desta afecção seja baseado em um sistema de classificação válido e reprodutível. Os dois sistemas de classificação para fraturas expostas mais utilizados atualmente (Gustilo e Tscherne) datam de mais de 30 anos da sua elaboração; e embora a abordagem inicial das fraturas expostas seja a mesma praticada há aproximadamente 60 anos<sup>20</sup>, os avanços nas opções de tratamento dessas lesões foram notórios. Assim, o prognóstico das fraturas expostas, em geral e especificamente em relação ao desfecho infecção, melhorou drasticamente desde que os sistemas de classificação de Gustilo e Tscherne foram elaborados. Portanto, se faz necessária a comparação da acurácia entre os sistemas vigentes como preditores de infecção para definir se há diferenças entre as classificações e para questionar possível elaboração de novo sistema mais adequado para classificar fraturas expostas.

Como qualquer sistema de classificação, o propósito do esquema de classificação de fraturas expostas de Gustilo e Anderson é prover um guia para prognóstico e tratamento da lesão, assim como facilitar a comunicação entre ortopedistas e pesquisadores<sup>51</sup>. A classificação se correlaciona bem com o desfecho infecção e ao longo de décadas de uso tem ajudado a melhorar os protocolos, antibioticoterapia, tipo de fixação e cobertura cutânea<sup>51, 52</sup>.

A despeito disto, duas características são fundamentais para a adoção uma classificação como padrão-ouro para definir o tipo adequado da fratura e predição de infecção. A primeira é a confiabilidade da classificação: esta característica reflete a



capacidade de uma classificação ser reprodutível por avaliadores diferentes e em distintos cenários. A segunda característica é a validade da classificação que, neste caso, diz respeito à capacidade de identificar pacientes que verdadeiramente evoluirão para infecção.

A classificação de Gustilo e Anderson é atualmente o sistema mais utilizado e aceito em todo o mundo<sup>16</sup>, entretanto este esquema apresenta algumas limitações importantes. O fator crítico é que a classificação pressupõe muita ênfase no tamanho da ferida, fazendo com que extensão da lesão de partes moles e grau de contaminação possam ser interpretados com componentes secundários<sup>15</sup>. Uma lesão devastadora de tecidos moles que, por exemplo, necessite amputação de membro pode estar associada somente a ferida de pele de pequeno tamanho; demonstrando que o tamanho da lesão é um guia inadequado para classificações<sup>16</sup>.

Outro fator importante a ser considerado é que a classificação de Gustilo e Anderson não tem uma confiabilidade considerada excelente. Brumback e Jones, utilizando imagens de fotografia e videotapes de fraturas expostas apresentadas para 245 ortopedistas, encontraram uma concordância inter-observador de apenas 60%, ou seja, de moderada a fraca<sup>15</sup>. Em outro importante estudo, a concordância foi de 53%, sendo que ortopedistas experientes e residentes apresentaram a mesma capacidade de discriminação do sistema<sup>18</sup>. O fato da classificação de Gustilo e Anderson apresentar apenas concordância moderada põe sérias dúvidas sobre ser este o melhor modelo para prever o prognóstico de infecção de fraturas expostas.

A classificação de Tscherne para fraturas expostas, por sua vez não teve ainda sua confiabilidade avaliada na literatura ortopédica. A validade do esquema de Tscherne, semelhantemente, foi poucas vezes abordada. Gaston et al, em 1999<sup>53</sup>, avaliaram múltiplas classificações para fraturas de tibia (13 expostas e 87 fechadas) em busca de bons preditores para prognóstico; neste estudo a classificação de Tscherne não se relacionou com infecção profunda, mas teve associação com o prognóstico funcional.

Matos et al, em 2013<sup>54</sup>, apresentaram estudo no qual a classificação de Gustilo e Anderson teve associação com o prognóstico infecção com odds ratio de 4,3, entretanto a classificação de Tscherne demonstrou ser o mais forte fator associado ao desfecho infecção em fraturas expostas, apresentando odds ratio de 8,1. No

referido estudo, as fraturas Tscherne I tiveram taxa de infecção de 0%, as Tscherne II tiveram taxa de 20,7%, as Tscherne III apresentaram 63,6% dos casos e, finalmente as fraturas Tscherne IV tiveram prevalência de 100% de infecção. Estes dados, embora necessitando de confirmação por outros estudos, apontam que a classificação de Tscherne pode ser uma alternativa promissora e talvez até mais eficiente que a classificação de Gustilo e Anderson.

A classificação de Gustilo e Anderson tem boa validade para o prognóstico de infecção, não união e outras complicações. Estudo com 422 fraturas expostas<sup>55</sup> mostrou claramente esta associação, sendo que as fraturas do tipo II apresentaram infecção profunda em 4% dos casos, enquanto as do tipo III tiveram uma taxa de 5,7%. Entretanto, no estudo original de Gustilo e Anderson<sup>10</sup>, a taxa de infecção foi significativamente maior, sendo menos de 1% para as fraturas tipo II e aproximadamente 44% nas do tipo III. Este fato provavelmente se deve à inclusão de lesões menos graves e à diversidade clínica existente nas fraturas classificadas como tipo III (subclassificadas como IIIA, IIIB e IIIC). Kathod et al, em 2003, realizaram estudo em fraturas graves de tíbia e encontrou taxa de infecção de 8,7% para o tipo I, 10,9% para o tipo II, 23,5% para o tipo IIIA, 67,7% para o tipo IIIB, e 62,5% para o tipo IIIC<sup>56</sup>.

Todas as classificações de fraturas expostas propõem colocar uma série quase ilimitada de variáveis associadas à lesão em um pequeno número de categorias discretas. O padrão da lesão, a gravidade e energia envolvidas no trauma, extensão da lesão de partes moles, padrão e dano ao tecido ósseo, lesão vascular, localização, grau de contaminação, e comorbidades, deveriam ser levados em consideração em qualquer esquema cujo objetivo fosse fornecer prognóstico de fraturas expostas<sup>51, 57</sup>. Agregar estes múltiplos fatores, entretanto, poderia implicar em classificações complexas e demoradas, cuja aceitação geral com certeza seria baixa. Para obter sucesso, os esquemas de graduação devem ser, ao contrário, rápidos, simples e aplicáveis em qualquer ambiente, especialmente em avaliações objetivas na sala de emergência.

### **Limitações do estudo**

Uma possível limitação do presente estudo foi o fato de que os indivíduos da amostra sofreram fraturas expostas em diferentes regiões do esqueleto. O comportamento de cada lesão varia de acordo com múltiplas características, e uma delas é a região anatômica acometida. Uma fratura exposta que ocorre em um osso (ou local do osso) com cobertura muscular mais abundante tende a apresentar evolução mais favorável e melhor prognóstico do que uma lesão similar que acontece em local com cobertura muscular mais pobre. Na amostra estudada havia fraturas acometendo diversas regiões anatômicas, o que dificulta a comparação em termos de prognóstico. Estudos adicionais seriam necessários para avaliar o comportamento de fraturas similares, utilizando maior amostra e alocando os indivíduos em diferentes grupos, de acordo com o osso ou região acometida pela lesão.

Outra limitação é o fato de tratar-se de estudo retrospectivo com coleta de dados de prontuários. Todos os estudos com esta característica tendem a perder informações importantes sobre as quais o pesquisador não tem controle. Portanto, muitas variáveis que poderiam interferir no resultado não foram incluídas nas análises. Ainda, as classificações não puderam ser revisadas pelos autores tendo em vista que não houve registro fotográfico das lesões.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Segundo análise dos dados, o sistema de classificação de Tscherne se mostrou mais acurado, apresentando melhor especificidade como preditor de infecção em fraturas expostas. O sistema de Gustilo apresentou maior sensibilidade, mas sua acurácia foi inferior quando comparado com o sistema de Tscherne.

Questiona-se, portanto, a utilização rotineira da classificação de Gustilo para fraturas expostas, podendo ser o sistema de Tscherne uma alternativa, devido à sua maior acurácia. Adicionalmente, deve-se questionar a possibilidade de elaborar um novo sistema de classificação para fraturas expostas, mais adequado à prática médica atual.

## REFERÊNCIAS

1. Court-Brown CM, Brewster N. Management of open fractures. In: Epidemiology of open fractures. London: Martin Dunitz; 1996. 25-35.
2. Howard M, Court-Brown CM. Epidemiology and management of open fractures of the lower limb. *Br J Hosp Med*. 1997; 57: 582-587.
3. Arruda LRP, Silva MAC, Malerba FG, Turíbio FM, Fernandes MC, Matsumoto MH. Fraturas expostas: estudo epidemiológico e prospectivo. *Acta Ortop Bras*. 2009; 17(6):326-330.
4. Müller SS, Sadenberg T, Pereira GJC, Sadatsune T, Kimura EE, Novelli Filho JLV. Estudo epidemiológico, clínico e microbiológico prospectivo de pacientes portadores de fraturas expostas atendidos em hospital universitário. *Acta Ortop Bras*. 2003; 5: 158-169.
5. Brasil. Ministério da Saúde. Datasus. Disponível em <http://www.datasus.gov.br>
6. Patzakis MJ, Harvey JP, Jr, Ivler D. The role of antibiotics in the management of open fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 1972; 56:532-541.
7. Reis FB, Fernandes HJA, Belloti JC. Existe evidência clínica, baseada em estudo de metanálise, para a melhor opção de osteossíntese nas fraturas expostas da diáfise da tíbia? *Rev Bras Ortop*. 2005; 40(5): 223–228.
8. Giannoudis PV, Papakostidis C, Roberts C. A review of the management of open fractures of the tibia and femur. *J Bone Joint Surg Br*. 2006; 88(3): 281–289.
9. Agel J, Evans AR, Marsh JL, Decoster TA, Lundy DW, Kellam JF, Jones CB, Desilva GL. The OTA open fracture classification: a study of reliability and agreement. *J Orthop Trauma*. 2013; 27(7): 379-84.
10. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am*. 1976; 58: 453–458.
11. Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. *J Trauma*. 1984; 24: 742–746.
12. Tscherne H, Gotzen L *Fraktur und Weichteilschaden.*, Berlin: Springer Verlag; 1983.
13. Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H. *Manual of Internal Fixation*. Berlin: Springer Verlag; 1991. 152-157.
14. Evans AR, Agel J, DeSilva GL, DeCoster TA, Dirschl DR, Jones CB, Kellam JF, Lundy DW, Marsh JL, Sietsema DL, Sen MK. Orthopaedic Trauma Association: Open fracture study group. A new classification scheme for open fractures. *J Orthop Trauma*. 2010; 24: 457–465.

15. Brumback RJ, Jones AL. Interobserver agreement in the classification of open fractures of the tibia: the results of a survey of 245 orthopaedic surgeons. *J Bone Joint Surg Am.* 1994; 76: 1162–1166.
16. Faraj AA. The reliability of the pre-operative classification of open tibial fractures in children: a proposal for a new classification. *Acta Orthop Belg.* 2002; 68(1): 49-55.
17. Peterson N, Stevenson H, Sahni V. Size matters: how accurate is clinical estimation of traumatic wound size? *Injury.* 2014; 45(1): 232-236.
18. Horn BD, Rettig ME. Interobserver reliability in the Gustilo and Anderson classification of open fractures. *J Orthop Trauma.* 1993; 7(4): 357-360.
19. Manring MM, Hawk A, Calhoun JH, Andersen RC. Treatment of war wounds: a historical Review. *Clin Orthop Relat Res.* 2009; 467:2168–2191.
20. Olson SA, Willis MD. Initial Management of Open Fractures. In: Bucholz RW, Heckman, JD, Court-Brown CM. *Rockwood & Green's Fractures in Adults*, 6th Ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2006. 391-422.
21. Wangenstein OH, Wangenstein SD. The rise of surgery from empiric craft to scientific discipline. In: Wangenstein OH, Wangenstein SD. *Skeletal trauma*. Philadelphia: WB Saunders; 1992.
22. Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trafton PG, Krettek C. *Skeletal trauma: basic science, management, and reconstruction*. 4th ed. Philadelphia, PA: W.B. Saunders Company; 2008.
23. DeLee JC, Stiehl JB. Open tibia fracture with compartment syndrome. *Clin Orthop Relat Res.* 1981; 160: 175-184.
24. Trueta J. *The principles and practice of war surgery with reference to the biological method of the treatment of war wounds and fractures*. St. Louis: CV Mosby; 1943.
25. Worlock P. The prevention of infection in open fractures. In: Bunker TD, Colton CL, Webb JK. *Frontiers in fracture management*. Cambridge: Cambridge University Press; 1989.
26. Chapman MW, Mahoney M. The role of internal fixation in the management of open fractures. *Clin Orthop.* 1979; 138: 120–131.
27. Grewe SR, Stephens BO, Perlino C, Riggins RS. Influence of internal fixation on wound infections. *J Trauma.* 1987; 27:1051–1054.
28. Fischer MD, Gustilo RB, Vareka TF. The timing of flap coverage, bone grafting and intramedullary nailing in patients who have a fracture of the tibial shaft with extensive soft tissue injury. *J Bone Joint Surg Am.* 1991; 73: 1316–1322.
29. Byrd HS, Cierny G III, Tebbetts JB. The management of open tibial fractures with associated soft-tissue loss: external pin fixation with early flap coverage. *Plast Reconstr Surg.* 1981; 68: 73–82.

30. Heier KA, Infante AF, Walling AK, Sanders RW. Open fractures of the calcaneus soft-tissue injury determines outcome. *J Bone Joint Surg Am.* 2003; 85-A(12): 2276–2282.
31. Tscherne H. The management of open fractures. In: *Fractures with soft tissue injuries.* New York: Springer-Verlag; 1984.
32. Sears ED, Davis MM, Chung KC. Relationship between timing of emergency procedures and limb amputation in patients with open tibia fracture: United States, 2003 – 2009. *Plast Reconstr Surg.* 2012; 130(2): 369–378.
33. Patzakis MJ, Wilkins J. Factors influencing infection rate in open fracture wounds. *Clin Orthop Rel Res.* 1989; 243: 36–40.
34. Trampuz A, Widmer AF. Infections associated with orthopedic implants. *Curr Opin Infect Dis.* 2006; 19: 349-356.
35. Harley BJ, Beaupre LA, Jones CA, Dulai SK, Weber DW. The effect of time to definitive treatment on the rate of nonunion and infection in open fractures. *J Orthop Trauma.* 2002; 16(7): 484–490.
36. Khatod M, Botte MJ, Hoyt DB, Meyer S, Smith JM., Akeson WH. Outcomes in open tibia fractures: relationship between delay in treatment and infection. *J Trauma.* 2003; 55(5): 949–954.
37. Skaggs DL, Friend L, Alman B, Chambers HG, Schmitz M, Leake B, Kay RM, Flynn JM. The effect of surgical delay on acute infection following 554 open fractures in children. *J Bone Joint Surg Am.* 2005; 87-A(1): 8–12.
38. Spencer J, Smith A, Woods D. The effect of time delay on infection in open long-bone fractures: a 5-year prospective audit from a district general hospital. *Ann R Coll Surg Engl* 2004; 86(2): 108–112.
39. Gosselin RA, Roberts I, Gillespie J. Antibiotics for preventing infection in open limb fractures. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004; (1): CD003764.
40. McCarthy EF, Frassica FJ. Infection of bones and joints. In: McCarthy EF, Frassica FJ. *Pathology of bone and joint disorders.* Philadelphia: WB Saunders; 1998.
41. Gristina AG. Biomaterial-centered infection: microbial adhesion versus tissue integration. *Science.* 1987; 237: 1588–1595.
42. Tulner SA, Schaap GR, Strackee SD, Besselaar PP, Luitse JS, Marti RK. Long-term results of multiple-stage treatment for posttraumatic osteomyelitis of the tibia. *J Trauma.* 2004; 56: 633–642.
43. Bhandari M, Guyatt GH, Swiontkowski MF, Schemitsch EH. Treatment of open fractures of the shaft of the tibia: a systematic overview and meta-analysis. *J Bone Joint Surg Br.* 2000; 82: 62–68.
44. Tsuge K. Management of established Volkmann's contracture. In: Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC. *Green's operative hand surgery,* 4th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 1999.

45. Muller ME, Allgower M, Schneider R. Manual of internal fixation: techniques recommended by the AO group. 2nd ed. New York: Springer-Verlag; 1979.
46. Ruedi T, Border JR, Allgower M. Appendix B: classification of soft tissue injuries. In: Allgower M, ed. Manual of internal fixation. New York: Springer-Verlag; 1991. 151.
47. Paccola CAJ. Fraturas expostas. Rev Bras Ortop. 2001; 36: 283-291.
48. Clifford RP. Open fractures. IN: Rüedi T, Murphy WM. AO principals of fracture management. AO Publishing; 2000. 617-38
49. Willenegger H, Roth B, Ochsner PE. Treatment tactics and results in early infections following osteosynthesis. Unfallchirurgie. 1986; 12(5): 241-246.
50. Garner JS. CDC guideline for prevention of surgical wound infections. Infect Control. 1985; 7: 193-200.
51. Kim PH, Leopold SS. Gustilo-Anderson Classification. Clin Ortop Relat Res 470. 2012; 3270-3274.
52. Okike K, Bhattacharyya T. Trends in the management of open fractures: a critical analysis. J Bone Joint Surg Am. 2006; 88: 2739-2748,.
53. Gaston EW, Elton RA, McQueen MM, Curt-Brown CM. Fractures of the tibia. Can their outcome be predicted? J Bone Joint Surg Br. 1999; 81: 71-76.
54. Matos MA, Castro-Filho RN, Pinto da Silva BV. Risk factors associated with infection in tibial open fractures. Rev Fac Cien Med Univ Nac Cordoba. 2013. 70(1): 14-18.
55. Lenarz CI, Watson, JT, Mood BR, Isreal H, Mullen JD, MacDonald JB. Timing of wound closure in open fracture based on cultures obtained after debridement. J Bone Joint Surg Am. 2010; 92: 1921-1926.
56. Khatod M, Botte MJ, Hoyt DB, Meyer RS, Smith JM, Akeson WH: Outcomes in open tibia fractures: relationship between delay in treatment and infection. J Trauma. 2003; 55: 949-954.
57. Zalavras CG, Marcus RB, Levin LS, Patzakis MJ. Management of open fractures and subsequent complications. J Bone Joint Surg Am. 2007; 89: 884-895.