



Artigo original

Infecção pós-operatória nos pacientes submetidos ao controle de danos ortopédicos pela fixação externa[☆]



Noel Oizerovici Foni*, Felipe Augusto Ribeiro Batista, Luís Henrique Camargo Rossato, José Octavio Soares Hungria, Marcelo Tomanik Mercadante e Ralph Walter Christian

Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 22 de julho de 2014

Aceito em 26 de setembro de 2014

On-line em 25 de dezembro de 2014

Palavras-chave:

Infecção

Fixadores externos

Fixação interna de fraturas

R E S U M O

Objetivo: Fazer uma análise retrospectiva de casos submetidos ao controle de danos ortopédicos em um pronto socorro de ortopedia de hospital-escola com o objetivo de avaliar os pacientes com infecção pós-operatória após serem convertidos para osteossíntese interna. **Métodos:** Análise retrospectiva de pacientes de junho de 2012 a junho de 2013 submetidos ao controle de danos ortopédicos com fixador externo que posteriormente foram convertidos para osteossíntese definitiva, com haste ou placa.

Resultados: Encontramos uma taxa de infecção de 13,3% em nossa casuística e verificamos erros técnicos na elaboração do fixador em 60,4% das oportunidades.

Conclusão: Foi encontrada uma taxa de infecção que consideramos alta, assim como de inadequações na confecção do fixador externo. Salientamos que esse procedimento não é isento de riscos e treinamento para médicos que o fazem deve ser obrigatório.

© 2014 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

Postoperative infection in patients undergoing inspection of orthopedic damage due to external fixation

A B S T R A C T

Objective: To conduct a retrospective analysis on cases undergoing inspection of orthopedic damage, at an orthopedic emergency service in a teaching hospital, with the aim of evaluating patients with postoperative infection after conversion to internal osteosynthesis. **Methods:** This was a retrospective analysis covering the period from June 2012 to June 2013, on patients who underwent inspection of orthopedic damage due to external fixation and subsequently were converted to definitive osteosynthesis using a nail or plate.

Keywords:

Infection

External fixators

Internal fracture fixation

[☆] Trabalho feito no Grupo do Trauma do Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Santa Casa de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: noelfoni@hotmail.com (N.O. Foni).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rbo.2014.09.006>

0102-3616/© 2014 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

Results: We found an infection rate of 13.3% in our sample and, furthermore, found that there had been technical errors in setting up the fixator in 60.4% of the cases.

Conclusion: We found an infection rate that we considered high, along with inadequacies in constructing the external fixator. We emphasize that this procedure is not risk-free and that training for physicians who perform this procedure should be mandatory.

© 2014 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

Introdução

O controle de danos na ortopedia é tática cirúrgica indicada para pacientes politraumatizados ou com grave lesão das partes moles consagrada na literatura.¹ No entanto, esse procedimento não é isento de riscos. São relatadas complicações locais e sistêmicas associadas à fixação externa para controle de danos² e uma delas é a infecção óssea. Estudos mostram taxas de infecção nos trajetos dos pinos que variam de 0,5 a 30%.^{2,3}

A contaminação bacteriana e a infecção no trajeto dos pinos do fixador externo são relativamente comuns e a conversão para osteossíntese interna, seja com hastes intramedulares ou placas, na vigência de tal condição, pode determinar graves complicações, locais e/ou sistêmicas.⁴ A frequência dessa associação dos eventos não está clara na literatura.³

A correlação entre infecção do trajeto dos pinos dos fixadores externos e osteomielite pós-traumática após osteossíntese interna que configura infecção crônica do aparelho locomotor está bem estabelecida.^{5,6}

A infecção na interface osso-pino do fixador tem, comprovadamente, associação direta com a técnica de inserção, estabilidade e posição no membro, durante a colocação do pino, por estabelecer tensão ou não das partes moles. A presença desses fatores contribui para a complicação infecciosa após a conversão para uma osteossíntese interna definitiva, seja haste intramedular ou placa.^{7,8}

O objetivo do nosso trabalho é identificar nos pacientes submetidos ao controle de danos musculoesqueléticos admitidos no pronto socorro durante um ano, a qualidade da redução e fixação e a frequência de infecção óssea após o tratamento definitivo.

Casuística e métodos

Este trabalho foi devidamente submetido ao e aprovado pelo Comitê de Ética da instituição e está registrado sob o protocolo CEP nº 624.307.

Foram avaliados retrospectivamente 120 pacientes submetidos à fixação externa para controle de danos musculoesqueléticos de junho de 2012 a junho de 2013 atendidos na ocasião da emergência no pronto socorro do Departamento de Ortopedia e Traumatologia em nossa instituição.

Neste estudo retrospectivo incluímos os pacientes submetidos à cirurgia de controle de danos pela fixação externa que



Figura 1 – Infecção no trajeto do pino de Schanz.

após a conversão para osteossíntese definitiva evoluíram com infecção.

Foram excluídos pacientes que apresentaram complicações infecciosas na vigência de alterações locais e sistêmicas, como vasculopatias, *diabetes mellitus* ou doença constrictiva e pacientes com distúrbios psiquiátricos que possam ter prejudicado a evolução ou os cuidados do fixador de alguma forma.

Todas as radiografias foram geradas na forma digitalizada e analisadas no programa Impax. As distâncias entre orifício e pinos de Schanz até a síntese definitiva foram analisadas no próprio programa. Buscamos identificar a presença de erros técnicos durante a perfuração (caracterizados por múltiplas perfurações) ou análise subjetiva feita por três diferentes grupos de dois avaliadores. Um grupo formado por médicos assistentes com pelo menos cinco anos de experiência em trauma ortopédico, outro com dois residentes do terceiro ano e outro com dois residentes do segundo ano de ortopedia. Os avaliadores foram denominados (tabela 1):

- Avaliador 1: assistente com mais de cinco anos de experiência
- Avaliador 2: assistente com mais de cinco anos de experiência
- Avaliador 3: residente do terceiro ano
- Avaliador 4: residente do terceiro ano
- Avaliador 5: residente do segundo ano
- Avaliador 6: residente do segundo ano

Foi caracterizada a infecção pós-operatória pelo exame clínico, durante a internação ou na investigação ambulatorial, pelos dados anotados nos prontuários. Foram considerados como critérios clínicos para infecção: eritema, hiperemia ou fístula no trajeto dos pinos ou incisão cirúrgica (fig. 1).

Durante a fixação externa, foram sempre respeitadas a perfuração prévia com broca e a inserção manual dos pinos.

Tabela 1 – Análise dos casos pelo grupo de avaliadores

Caso	Assistente 1	Assistente 2	R2a	R2b	R3a	R3b
1	Inadequado	Adequado	Inadequado	Inadequado	Adequado	Inadequado
2	Inadequado	Adequado	Inadequado	Adequado	Adequado	Inadequado
3	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado
4	Inadequado	Inadequado	Inadequado	Inadequado	Inadequado	Adequado
5	Inadequado	Inadequado	Inadequado	Inadequado	Inadequado	Adequado
6	Adequado	Adequado	Adequado	Inadequado	Adequado	Inadequado
7	Inadequado	Adequado	Adequado	Inadequado	Inadequado	Inadequado
8	Inadequado	Inadequado	Inadequado	Inadequado	Inadequado	Inadequado
9	Inadequado	Inadequado	Inadequado	Inadequado	Inadequado	Inadequado
10	Adequado	Inadequado	Inadequado	Inadequado	Adequado	Inadequado
11	Inadequado	Adequado	Inadequado	Inadequado	Inadequado	Inadequado
12	Inadequado	Adequado	Adequado	Adequado	Inadequado	Inadequado
13	Adequado	Adequado	Inadequado	Adequado	Adequado	Adequado
14	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado
15	Inadequado	Adequado	Inadequado	Inadequado	Adequado	Inadequado
16	Inadequado	Inadequado	Inadequado	Inadequado	Adequado	Inadequado

Em nenhum caso tivemos pino na zona de exposição da fratura.

Na avaliação das radiografias observamos os exames pré e pós-operatórios, aferimos a posição e distância dos pinos de Schanz em relação à síntese definitiva, a presença de perfurações em número maior do que os pinos instalados por sugerir dificuldade e dano adicional na instalação do fixador externo, presença de osteólise nos orifícios de permanência dos pinos de Schanz e se o local da perfuração dos pinos trouxe problemas para a fixação interna definitiva. Dentre esses, evidenciamos cirurgia postergada por infecção no trajeto do pino, mudanças da incisão cirúrgica para osteossíntese definitiva e procedimentos cirúrgicos não planejados para remontagem do fixador em virtude de montagem instável.

Foi avaliado o tempo médio de conversão dos fixadores externos para osteossíntese definitiva pela análise retrospectiva dos prontuários.

Resultados

Dos 120 pacientes submetidos ao controle de danos, 16 (13,3%) sofreram osteomielite pós-traumática após síntese definitiva. Nesses 16 pacientes pudemos relacioná-la diretamente à osteossíntese interna definitiva, pois inexistiam sinais de infecção local após a fixação externa na urgência.

A idade média desses 16 pacientes foi de 43,4 anos, variação de 19 a 81. Observamos uma predominância do sexo masculino, com 13 pacientes (81,2%), e os três restantes (18,8%) do feminino.

Quanto ao tempo de conversão do fixador externo para osteossíntese definitiva, o menor período foi de cinco dias e o maior de 30. Tivemos uma média de 15 dias para a conversão definitiva.

A infecção ocorreu em oito fraturas isoladas da perna (50%), dois pacientes com fraturas do fêmur e tibia ipsilateral (joelho flutuante), dois (12,5%) com fratura do tornozelo (12,5%), dois (12,5%) com fratura do planalto tibial, um (6,2%) com fratura de fêmur isolada e um (6,2%) com fratura do úmero.

Dos 16 pacientes com infecção pós-traumática, em 37,5% das vezes (seis pacientes) ocorreu após fraturas fechadas e em

62,5% (10) após fraturas expostas grau 3 A de Gustillo (tabela 2).

Em 62,5% (10 pacientes) o fixador foi montado transarticular e nos seis restantes (37,5%) monostótico com configuração monolateral, com conexão tubo a tubo.

Quanto ao agente etiológico, foi adequadamente identificado em 10 pacientes (62,5%) dos 16 infectados, em um terço desses havia múltiplas bactérias e houve necessidade de cirurgia para limpeza, debridamento e curetagem do trajeto do orifício do pino. Os achados polimicrobianos encontrados nas culturas intraoperatórias foram: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus coagulase negativa*, *Klebsiella sp*, *Acinetobacter baumannii* e *Pseudomonas aeruginosa*.

Quanto à avaliação objetiva das múltiplas perfurações ósseas, observamos em número maior do que o de pinos usados em oito pacientes (50%) dos 16 pacientes infectados pós-osteossíntese definitiva (fig. 2).

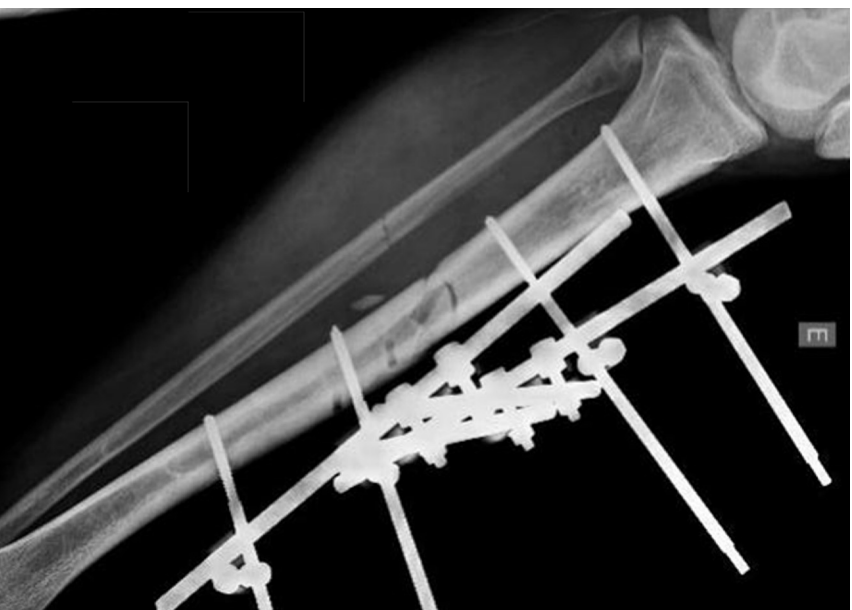
Quando mensuramos a distância entre a posição do pino de Schanz e a da osteossíntese, obtivemos uma média de 2,2 cm, variação até 6 cm. Em sete casos (43,8%) dos 16 infectados, a distância mensurada foi 0 cm, dois entre 1 e 2 cm, dois entre 3 e 4 cm, um entre 4 e 5 cm, três com 5 cm e um com 6 cm (tabela 2). Quanto à avaliação da qualidade de fixação e redução, pudemos observar que dos 16 casos em quatro (25%) os seis avaliadores concordaram, em dois a fixação foi considerada adequada e nos outros dois inadequada; em cinco casos (31,3%) cinco avaliadores concordaram quanto à qualidade da avaliação, em dois foi considerada adequada e em três inadequada; em quatro casos (25%) quatro avaliadores concordaram com a avaliação, todas foram consideradas inadequadas; em três casos (18,7%) não houve concordância entre os avaliadores, três consideraram a fixação e redução adequadas e outros três inadequada (tabela 3).

Nos 13 casos (81,2%) nos quais houve alguma concordância (adequada ou inadequada), ela foi considerada adequada em quatro (30,8%) e inadequada em nove (69,2%).

Ao analisar as avaliações, obtivemos 96 avaliações, em 38 vezes (39,6%) foi considerada adequada e em 58 (60,4%) inadequada. Ao analisar as avaliações de cada avaliador, obtivemos para o avaliador um: cinco casos (31,3%) avaliados como adequada e 11 (68,7%) inadequada; avaliador dois: 10 casos

Tabela 2 – Distribuição dos pacientes estudados

Nome	Sexo	Idade	Local da fratura	Gustillo	Fixador externo	Nº de pino	Distância pino-síntese definitiva	Presença de multiperfurações	Tempo de conversão
1	M	19	Perna	3a	Transarticular tornozelo	4	6 cm		30 dias
2	M	73	Perna	3A	Transarticular joelho	4	5 cm		14 dias
3	M	43	Perna	3A	Linear perna	4	3,2 cm (parafuso de bloqueio)	x	14 dias
4	M	19	Perna	3A	Linear perna	4	1,5 cm (parafuso de bloqueio)	x	6 dias
5	M	36	Perna	3a	Linear perna	4	4,3 cm parafuso de bloqueio	x	9 dias
6	M	24	Fêmur	3A	Tubo a tubo fêmur	4	1 cm	x	21 dias
7	M	33	Úmero	3A	Transarticular cotovelo	4	0	x	10 dias
8	M	24	Fêmur + perna	3a	Transarticular joelho	8	0		5 dias
9	M	56	Perna	3a	Linear perna	6	0	x	21 dias
10	M	37	Planalto	0	Transarticular joelho	4	0	x	13 dias
11	M	31	Fêmur + joelho	3a	Transarticular joelho	8	0	x	15 dias
12	F	81	Tornozelo	0	Transarticular tornozelo	4	0		15 dias
13	F	71	Tornozelo	0	Transarticular tornozelo	4	5 cm		6 dias
14	M	25	Perna	0	Linear perna	4	5 cm (parafuso de bloqueio)		10 dias
15	F	74	Diafisária tíbia + fíbula	0	Transarticular tornozelo	4	3,5 cm		21 dias
16	M	49	Planalto	0	Transarticular joelho	4	0		10 dias

**Figura 2 – Multiperfurações em montagem de fixador tubo a tubo.****Tabela 3 – Avaliação dos casos**

Nº avaliador	Nº casos total (%)	Nº casos adequados	Nº casos inadequados
6 avaliadores	4 (25)	2	2
5 avaliadores	5 (31,3)	2	3
4 avaliadores	4 (25)	0	5
3 avaliadores	3 (18,7)	3	3

(62,5%) avaliada como adequada e seis (37,5%) inadequada; avaliador três: nove casos (56,2%) avaliada como adequada e sete (43,8%) inadequada; avaliador quatro: cinco casos (31,3%) avaliada como adequada e 11 (68,7%) inadequada; avaliador cinco: quatro casos (25%) avaliada como adequada e 12 (75%) inadequada; avaliador seis: cinco casos (31,3%) avaliada como adequada e 11 (68,7%) inadequada (tabela 4).

Tabela 4 – Análise dos casos por avaliador

Avaliador	Nº casos adequados (%)	Nº casos inadequados (%)
1	5 (31,3)	11 (68,7)
2	10 (62,5)	6 (37,5)
3	9 (56,2)	7 (43,8)
4	5 (31,3)	11 (68,7)
5	4 (25)	12 (75)
6	5 (31,3)	11 (68,7)
Total	38 (39,6)	58 (60,4)

Tabela 5 – Avaliação segundo a experiência

Avaliador	Nº avaliações adequadas (%)	Nº avaliações inadequadas (%)
Assistente	15 (46,9)	17 (53,1)
R3	14 (43,7)	18 (56,3)
R2	9 (28,1)	23 (71,9)
Total	38 (39,6)	58 (60,4)

Quando avaliamos isoladamente os ortopedistas com mais de cinco anos de experiência, obtivemos 32 avaliações, 15 (46,9%) foram consideradas adequadas e 17 (53,1%) inadequadas (tabela 4). Nesse grupo ocorreu concordância na qualidade da fixação e redução em nove casos (56,3%) e não concordância nos sete (43,7%) restantes, dos nove casos com concordância em quatro (44,4%) a qualidade da redução e fixação foi considerada adequada e em cinco (55,6%) inadequada.

Quando avaliamos isoladamente os residentes do terceiro ano, obtivemos 32 avaliações, 14 avaliações (43,7%) foram consideradas adequadas e 18 (56,3%) inadequadas (tabela 4). Nesse grupo houve concordância na qualidade da redução e fixação em nove casos (56,3%) e não concordância nos sete restantes (43,7%), dos nove casos com concordância em quatro (44,4%) a redução e fixação foi considerada adequada e em cinco (55,6%) inadequada.

Quando avaliamos isoladamente os residentes do segundo ano, obtivemos 32 avaliações, nove (28,1%) foram consideradas adequadas e 23 (71,9%) inadequadas (tabela 4). Nesse grupo houve concordância na qualidade da redução e fixação em 13 casos (81,3%) e não concordância nos três restantes (18,7%), dos 13 casos com concordância em três (23,1%) a redução e fixação foi considerada adequada e em 10 (76,9%) inadequada.

Ao observarmos as avaliações consideradas adequadas, podemos perceber uma tendência à semelhança de avaliações entre os assistentes e os residentes do terceiro ano, mas uma avaliação menor de casos considerados adequados para os residentes do segundo ano (tabela 5).

Quando comparamos os casos nos quais houve concordância dos assistentes com a avaliação dos residentes do terceiro ano, observamos que houve concordância em cinco (31,3%) dos 16 casos, em três a redução e fixação foi considerada adequada e em dois inadequada. Dos 11 casos restantes, em quatro, apesar da concordância de avaliação dos assistentes, não houve concordância com os residentes do terceiro ano, em um caso a redução e fixação foi considerada adequada pelos assistentes e em três inadequada.

Quando comparamos os casos nos quais houve concordância dos assistentes com a avaliação dos residentes do segundo ano, observamos que houve concordância em sete (77,8%) dos nove casos, em dois desses a redução e fixação foi considerada adequada e em cinco inadequada. Em um caso que houve concordância dos assistentes (considerada adequada) os residentes do segundo ano consideraram inadequada.

Ao avaliar os sete casos em que não houve concordância entre os assistentes com mais de cinco anos de experiência, observamos que em um caso os residentes, quer seja do terceiro quer do segundo ano, também não concordaram. Em quatro casos, os dois avaliadores residentes do terceiro ano também não concordaram e em três casos os dois avaliadores residentes do terceiro ano concordaram e consideraram a

redução e fixação inadequada. Dos sete casos que os assistentes não concordaram, os avaliadores residentes do segundo ano consideraram a redução e fixação adequada em um caso e inadequada em quatro.

Discussão

Os fixadores externos, dispositivos de fixação mais versáteis que permitem diversos tipos de montagens e configurações, podem ser colocados de maneira rápida, são aplicados no tratamento das fraturas nas situações de urgência e emergência (controle de danos) e de forma percutânea, com um menor dano aos tecidos moles.

Esse procedimento, tanto provisório quanto definitivo, ainda é rotina em muitos serviços e varia de 32 a 89% da escolha de um grupo de ortopedistas em um estudo prévio.⁹ No entanto esse procedimento não é isento de riscos.

Na nossa amostra, verificamos a frequência de 13,3% de infecção após o uso de fixador externo para controle de danos. Embora compatível com aos dados da literatura, que variam de 0,5 a 30%,^{2,3} preocupamo-nos por julgar esse índice muito elevado entre as complicações possíveis.

A primeira questão sempre lembrada na busca da etiologia da infecção é o ambiente em que ocorre o tratamento, no nosso caso um hospital-escola. Parece uma correlação causa e efeito fraca, porque o procedimento é considerado de pequena complexidade e havia ao menos um médico com três anos de treinamento na equipe cirúrgica.

Outro fator que está envolvido com a complicação da infecção após osteossíntese interna é a infecção do trajeto dos pinos de Schanz. Nos nossos pacientes, a presença de suspeita clínica de infecção foi indicação da troca do pino por instalação em outra localização ou a continuidade do tratamento com osteossíntese pelo fixador externo.

A redução e fixação foram consideradas inadequadas em 60% das avaliações, valor considerado muito alto, e em média os assistentes e residentes do terceiro ano acharam a redução e fixação adequadas em apenas 50% das avaliações. Isso mostra que existe a necessidade de melhor ensino no tratamento das situações de emergência com fixador externo.

A fixação externa frequentemente é negligenciada em nosso meio tanto na sua programação pré-operatória quanto no procedimento e em cuidados posteriores. Em qualquer procedimento de fixação externa deve-se sempre considerar a futura síntese definitiva na montagem do fixador e colocação dos pinos. Tal situação sempre deve ser discutida com o médico assistente, que pode fazer uma programação pré-operatória tendo-se em vista a futura síntese, seja placa ou haste. No nosso estudo, em 43,8% das vezes o local do pino de Schanz não tinha distância da osteossíntese definitiva.

A técnica correta de inserção do pino, os cuidados com o curativo e com a ferida operatória são imprescindíveis para a prevenção dessas complicações.^{9,10} Pré-perfuração, inserção manual dos pinos, uso do corredor de segurança são fatores que não podem ser esquecidos durante a fixação. A sistematização desses cuidados intra e pós-operatórios é fator que encontramos passível de controle pelo médico para influenciar a taxa de infecção do trajeto dos pinos de Schanz no controle de danos.

Rotineiramente a qualidade da redução da fratura não é tão importante para se considerar infecção pós-operatória, uma vez que o uso do fixador externo é temporário.⁸ No entanto, em algumas situações nas quais o fixador permanece por um tempo prolongado esse fator deve ser levado em conta. Na nossa casuística, o maior período para conversão foi de 30 dias e a redução temporária é importante para estabilização do quadro, os cuidados locais e a condição geral.

Em nossos casos, observamos que todos apresentavam o corredor de segurança respeitado na análise das radiografias (em nossa casuística não foram observadas lesões neurovasculares).

Quando fomos identificar a importância da qualidade da instalação e da montagem espacial dos fixadores externos, pedimos a médicos com diferentes tempos de treinamento que julgassem a qualidade da montagem e buscassem indícios de inadequação técnica nas radiografias dos arquivos, o que ocorreu em 60% das vezes no nosso estudo, valor considerado muito alto.

Quanto à frequência da infecção óssea pós-controle de dano, comprovamos que dos 13% infectados em 50% identificamos a presença de erro ou inadequação técnica que pode haver contribuído para o desfecho indesejável.

Ao considerarmos as montagens de fixadores externos, não podemos correlacionar a frequência de infecção com determinado tipo de montagem. Existiu a prevalência de montagens do tipo transarticular, empregadas nas fraturas metaepifisárias, nas fraturas de ossos ipsilateral e nas lesões extensas de partes moles para evitar as deformidades articulares pós-traumáticas (62,5% dos casos).

Embora não tenha sido possível correlacionar a infecção pós-osteossíntese interna e o uso de fixadores no controle de danos, a presença de inadequação nas montagens na urgência sugere a possibilidade e necessidade de treinamento e regras para seu uso e montagem.

Conclusão

Ocorreu infecção óssea em 13,3% dos casos tratados com controle de danos musculoesquelético após osteossíntese interna. Nesses casos, a redução e fixação foi considerada adequada

em 39,6% das avaliações e inadequada em 60,4%. Salientamos que esse procedimento não é isento de riscos e treinamento para médicos que o fazem deve ser obrigatório.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

1. Scalea TM, Boswell SA, Scott JD, Mitchell KA, Kramer ME, Pollak AN. External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple injuries and with femur fractures: damage control orthopedics. *J Trauma*. 2000;48(4):613-21.
2. Parameswaran AD, Roberts CS, Seligson D, Voor M. Pin tract infection with contemporary external fixation: how much of a problem? *J Orthop Trauma*. 2003;17(7):503-7.
3. Mahan J, Seligson D, Henry SL, Hynes P, Dobbins J. Factors in pin tract infections. *Orthopedics*. 1991;14(3):305-8.
4. Harwood PJ, Giannoudis PV, Probst C, Krettek C, Pape HC. The risk of local infective complications after damage control procedures for femoral shaft fracture. *J Orthop Trauma*. 2006;20(3):181-9.
5. Green SA, Ripley MJ. Chronic osteomyelitis in pin tracks. *J Bone Joint Surg Am*. 1984;66(7):1092-8.
6. Clasper JC, Cannon LB, Stapley SA, Taylor VM, Watkins PE. Fluid accumulation and the rapid spread of bacteria in the pathogenesis of external fixator pin track infection. *Injury*. 2001;32(5):377-81.
7. Moroni A, Vannini F, Mosca M, Giannini S. State of the art review: techniques to avoid pin loosening and infection in external fixation. *J Orthop Trauma*. 2002;16(3):189-95.
8. Cardozo RT, Silva LG, Bragante LA, Rocha MA. Tratamento das fraturas diafisárias da tíbia com fixador externo comparado com a haste intramedular bloqueada. *Rev Bras Ortop*. 2013;48(2):137-44.
9. Balbachevsky D, Belloti JC, Martins CVE, Fernandes HJA, Faloppa F, Reis FB. Como são tratadas as fraturas expostas da tíbia no Brasil? Estudo transversal. *Acta Ortop Bras*. 2005;13(5):229-32.
10. Petinne KA, Chao EY, Kelly PJ. Analysis of the external fixator pin-bone interface. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;293:18-27.