

Princípios gerais de gerenciamento de fraturas: complicações precoces e tardias

General principles of fracture management: early and late complications

DOI:10.34119/bjhrv5n1-027

Recebimento dos originais: 08/12/2021

Aceitação para publicação: 11/01/2022

Karinne Nancy Sena Rocha

Acadêmica de Medicina da Faculdade de Minas (FAMINAS-BH)

Endereço: Rua Catorritas 185, apto 401, Vila Cloris. Belo Horizonte. Minas Gerais. Brasil
CEP: 31744125

E-mail: ka_s.rocha@hotmail.com

Lucas Silva Delicato

Acadêmico do curso de graduação do curso de Medicina do Centro Universitário Adamantina (UniFAI);

Endereço: Rua Dr. Serafim Vieira de Almeida 440. São Carlos. São Paulo

E-mail: 116017@fai.com.br

Nereu Henrique Gandra de Oliveira

Acadêmico do curso de graduação do curso de Medicina da Faculdade de Minas (FAMINAS-BH)

Endereço: Rua Patagônia 475. Belo Horizonte. Minas Gerais

E-mail: Gandra.nereu@gmail.com

Felipe Prado Bernardino

Acadêmico do curso de graduação do curso de Medicina do Centro Universitário Adamantina (UniFAI);

Endereço: Av. Deputado Cunha Bueno 1706. Adamantina. São Paulo

E-mail: Felipeprado-99@hotmail.com

Anna Ligia de Oliveira

Acadêmico do curso de graduação do curso de Medicina do Centro Universitário de Maringá (UNICESUMAR);

Endereço: Avenida Guedner 841, apto 304. Ipê. Maringá. PR. Brasil

E-mail: Annaligia2000@hotmail.com

Gustavo Yugo Katayama

Acadêmico do curso de graduação do curso de Medicina do Centro Universitário Adamantina (UniFAI)

Endereço: Rua Alameda Fernão Dias 937. Adamantina. São Paulo

E-mail: Gustavoyk04@gmail.com

Victor Shimazaki

Acadêmico do curso de graduação do curso de Medicina da Universidade de Marília
(UNIMAR)

Endereço: Rua Jesus Montolar Pelisel, 750, apto 304. Marília. São Paulo
E-mail: Victorshimazaki04@gmail.com

Ana Clara Magalhães Almeida Alvim

Acadêmico do curso de graduação do curso de Medicina da Faculdade de Minas (FAMINAS-
BH)

Endereço: Rua Escravo De Alexandre, 105, apto 1602. Belo Horizonte. Minas Gerais
E-mail: Anaclaramagalhaes2009@hotmail.com

RESUMO

As fraturas de ossos longos (por exemplo, tíbia) são mais frequentemente associadas à síndrome compartimental aguda, uma condição que ameaça os membros. As complicações agudas ocorrem como resultado direto do trauma sofrido e podem incluir danos às estruturas vasculares, nervos ou tecidos moles. O grande trauma ortopédico aumenta substancialmente o risco de trombose venosa e o tratamento profilático é indicado na maioria dos casos. Podem ocorrer complicações tardias após o tratamento inicial ou em resposta ao tratamento. As fraturas estão associadas a uma série de complicações potenciais, as complicações agudas ocorrem como resultado direto do trauma sofrido e podem incluir danos às estruturas vasculares, nervos ou tecidos moles, podem ocorrer complicações tardias após o tratamento inicial ou em resposta ao tratamento. Portanto, a reavaliação em intervalos regulares durante a cura é prudente na maioria dos casos, determinadas fraturas podem causar hemorragia grave ou predispor a outras complicações potencialmente fatais.

Palavras-chave: Fraturas, Ortopedia, Complicações, Cirurgia.

ABSTRACT

Long bone fractures (eg, tibia) are most often associated with acute compartment syndrome, a condition that threatens the limbs. Acute complications occur as a direct result of the trauma suffered and can include damage to vascular structures, nerves or soft tissue. Major orthopedic trauma substantially increases the risk of venous thrombosis and prophylactic treatment is indicated in most cases. Late complications may occur after initial treatment or in response to treatment. Fractures are associated with a number of potential complications, acute complications occur as a direct result of the trauma suffered and may include damage to vascular structures, nerves or soft tissue, complications may occur late after initial treatment or in response to treatment. Therefore, reassessment at regular intervals during healing is prudent in most cases, certain fractures can cause severe bleeding or predispose to other potentially fatal complications.

Keywords: Fractures, Orthopedics, Complications, Surgery.

1 INTRODUÇÃO

As fraturas estão associadas a uma série de complicações potenciais. As complicações agudas ocorrem como resultado direto do trauma sofrido e podem incluir danos às estruturas

vasculares, nervos ou tecidos moles, podem ocorrer complicações tardias após o tratamento inicial ou em resposta ao tratamento¹. Portanto, a reavaliação em intervalos regulares durante a cura é prudente na maioria dos casos.

Determinadas fraturas podem causar hemorragia grave ou predispor a outras complicações potencialmente fatais. As fraturas de fêmur que rompem a artéria femoral ou seus ramos são potencialmente fatais¹. As fraturas pélvicas podem danificar as artérias ou veias pélvicas, causando hemorragia com risco de vida; quanto mais deslocada a fratura pélvica, maior o potencial de perda de sangue². As fraturas de quadril, principalmente em idosos, podem impedir a deambulação, resultando em complicações potencialmente fatais, como pneumonia, doença tromboembólica e possivelmente rabdomiólise, especialmente se houver um período prolongado de imobilidade. Os pacientes com múltiplas fraturas de costelas apresentam risco substancial de contusão pulmonar e complicações relacionadas^{1,2}.

O presente estudo tem como objetivo revisar sobre as principais complicações agudas e de longo prazo das fraturas.

2 METODOLOGIA

O presente estudo consiste em um artigo de revisão sistemática de literatura com meta-análise, realizado de forma descritiva. Para a análise e seleção dos artigos a serem incluídos na revisão, os títulos dos artigos foram inicialmente avaliados com base na estratégia de busca de bases de dados eletrônicos, com uma avaliação subsequente dos resumos de estudos que contemplaram o assunto. Os artigos considerados pertinentes foram lidos na íntegra, a fim de excluir os artigos fora do tópico ou com algum design fora dos critérios estabelecidos de inclusão. Após a escolha dos artigos, as seguintes informações foram extraídas de cada artigo: autor, ano de publicação, número de pacientes submetidos à pesquisa, tempo de seguimento, metodologia aplicada e resultados. Os resultados dos estudos foram analisados de forma descritiva. Como critérios de exclusão, os artigos que abordavam sobre estudos experimentais e em teste *in vitro* foram excluídos, artigos como Narrativa, Editorial, Carta ao Editor, Comunicação preliminar ou relato de caso foram excluídos, artigos fora do período de publicação estabelecido e publicações na língua que não inglesa também não foram selecionados. Para realização desse artigo foi realizada uma pesquisa bibliográfica nas bases de dados PubMed, Cochrane e Uptodate, na qual foram utilizadas diversas combinações de termos relacionados ao tema, incluindo derivações que foram conectados pelo descritor booleano AND, utilizando os seguintes descritores pesquisados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeSC): Fractures; Orthopedics; Complications; Surgery. Considerando os critérios de

inclusão da pesquisa, foram analisados 12 artigos, sendo estes limitados a publicação entre os anos de 1986 a 2021, publicados originalmente na língua inglesa, os artigos inclusos poderiam ser ensaios clínicos, estudos de coorte, coortes históricas e estudos de caso controle. Estes artigos foram selecionados por analisarem sobre as atualizações científicas sobre as principais complicações agudas e de longo prazo das fraturas.

3 DESENVOLVIMENTO

A cura adequada da fratura requer suprimento sanguíneo adequado ao local da lesão. No entanto, as fraturas podem envolver fragmentos ósseos pontiagudos que lesionam as artérias adjacentes, causando hemorragia e, possivelmente, interrupção do suprimento de sangue distal a um membro, e potencialmente prejudicando a consolidação óssea. Certas fraturas estão associadas a lesões arteriais específicas³. Em todos os casos, os pulsos distal e proximal de qualquer extremidade fraturada devem ser examinados assim que a fratura for identificada e nos encontros de acompanhamento para garantir a adequação do fluxo arterial. A redução e imobilização imediatas são necessárias para qualquer fratura associada a comprometimento neurovascular. Um exame detalhado da extremidade deve ser documentado na apresentação inicial para que as alterações no estado neurovascular possam ser reconhecidas^{2,3}.

Em casos de traumas de alta velocidade, a angiografia pode ser necessária para definir lesão vascular, pois a presença de pulsos distais nem sempre indica artérias proximais intactas. Os sinais de interrupção do fluxo arterial podem incluir extremidades frias, manchas na pele e perda de sensibilidade. A ruptura arterial pode ocorrer com fraturas na região do cotovelo ou joelho, as fraturas ao redor do cotovelo sem pulsos distais, mas com mão quente demonstrando um bom enchimento capilar, justificam consulta ortopédica, mas geralmente podem ser observadas. Por outro lado, as fraturas ao redor do joelho sem pulsos palpáveis distais são consideradas uma emergência cirúrgica e a anatomia vascular circundante deve ser avaliada de emergência com diagnóstico por imagem³.

Os nervos são suscetíveis a danos de fragmentos de fratura agudamente, mas também podem ser feridos durante o tratamento por complicações ou pela formação excessiva de calo. Certos nervos são particularmente suscetíveis a lesões devido à sua proximidade a locais de fratura comuns. Por exemplo, o nervo mediano é frequentemente lesado em associação com fraturas do rádio distal. A incidência relatada desta complicação é de até 17%. O mecanismo de lesão do nervo mediano pode envolver alongamento do nervo devido ao deslocamento do fragmento da fratura, ou possivelmente inchaço ao redor do rádio distal ou flexão excessiva do punho do gesso, ambos aumentando a pressão dentro do túnel do carpo⁴. As fraturas da diáfise

do úmero são comumente associadas à lesão do nervo radial, manifestada pela perda da capacidade de estender o punho e os dedos, isso pode ser visto na apresentação ou após a imobilização. Na maioria das vezes, nenhuma intervenção além da observação é necessária e a lesão eventualmente se resolve com o tempo^{3,4}.

Em qualquer fratura de extremidade, as funções sensoriais e motoras devem ser examinadas no momento da apresentação. A dor muitas vezes limita a avaliação inicial e deve ser fornecida analgesia adequada. A redução e imobilização imediatas são necessárias para qualquer fratura associada a comprometimento neurovascular ou cutâneo⁴.

A transecção completa ou parcial do nervo, ou alongamento ou compressão excessiva do nervo, a partir de fragmentos da fratura ou a força do trauma inicial pode levar a lesão crônica do nervo. A lesão do nervo que não está presente inicialmente, mas se apresenta após a imobilização, pode ser causada por pressão excessiva do gesso ou tala, ou pelo estiramento do nervo devido a um posicionamento anormal durante a imobilização⁵. Geralmente, essas lesões retardadas resultam em neurapraxia, em que as fibras nervosas não são permanentemente danificadas, mas fisiologicamente o sinal nervoso é interrompido. A neurapraxia transitória geralmente se resolve em dois a três meses com tratamento adequado, que inclui a garantia de que o nervo pode cicatrizar sem alongamento ou compressão prolongada⁶. O reexame após imobilização para caracterizar quaisquer déficits residuais é essencial e deve ser documentado.

Os grupos musculares dos membros humanos são divididos em seções, ou compartimentos, formados por membranas fasciais fortes e potencialmente inflexíveis. A síndrome compartimental aguda (SCA) ocorre quando o aumento da pressão dentro de um compartimento compromete a circulação e a função dos tecidos naquele espaço. Com fraturas, sangramento ou inchaço dentro de um compartimento fascial cria o aumento da pressão. As fraturas de ossos longos são as lesões mais comumente associadas com SCA, particularmente fraturas da tíbia, rádio distal, área supracondilar do úmero e, ocasionalmente, do fêmur. Além do fluido intracompartimental excessivo, a SCA também pode ser causada por gessos ou bandagens que limitam o espaço disponível para o edema dos tecidos moles⁶.

O reconhecimento precoce de SCA e fasciotomia imediata pode poupar o membro, os primeiros sintomas e sinais podem incluir dor desproporcional à lesão aparente, dor profunda persistente ou dor em queimação, parestesias e dor com alongamento passivo dos músculos no compartimento afetado. Quando a SCA é reconhecida, qualquer gesso circunferencial, tala ou bandagem deve ser afrouxado ou cortado para diminuir a pressão intracompartimental e uma consulta de cirurgia ortopédica deve ser realizada imediatamente⁶.

O trauma ortopédico importante aumenta substancialmente o risco de trombose venosa e suas sequelas (por exemplo, embolia pulmonar). Portanto, os pacientes hospitalizados com fraturas maiores recebem tratamento profilático para prevenir o desenvolvimento de trombose venosa profunda (TVP). Embora fraturas menores estejam associadas à um risco aumentado de TVP, a trombopprofilaxia geralmente não é indicada^{4,5,6}.

A síndrome da embolia gordurosa (SEG) é um diagnóstico difícil associado a fraturas fechadas de ossos longos da extremidade inferior, comumente envolvendo a diáfise femoral. A SEG geralmente se manifesta 24 a 72 horas após a lesão com dispneia, taquipneia e hipoxemia. Anormalidades neurológicas e erupção cutânea petéuica podem estar presentes. Pode ocorrer dificuldade respiratória grave e morte^{4,6}.

As fraturas expostas são aquelas com comunicação direta entre a fratura e o ambiente devido à ruptura traumática dos tecidos moles e da pele intervenientes. As fraturas expostas têm maior incidência de infecção do que fraturas fechadas. Até 10% das fraturas expostas ainda podem desenvolver síndrome compartimental aguda, pois a ferida aberta pode não descomprimir todos os compartimentos afetados no membro. O manejo de fraturas expostas depende, até certo ponto, da extensão do dano aos tecidos moles, do grau de contaminação da ferida e da saúde subjacente do paciente. Todas as fraturas expostas recebem o seguinte tratamento⁷, imobilização, antibióticos, profilaxia do tétano conforme indicado, analgesia conforme necessário e irrigação e desbridamento rápidos.

As complicações não agudas, como a osteomielite é uma infecção localizada no osso. O trauma, incluindo fraturas, é uma das várias causas possíveis. A osteomielite pós-traumática é responsável por até 47% dos casos, as fraturas expostas estão em maior risco, com taxas de infecção relatadas na faixa de 2 a 50%⁷. A extensão da lesão do tecido mole na apresentação parece ser o fator de risco mais significativo. Com fraturas expostas, irrigação abundante e estabilização da fratura são importantes para reduzir o risco de infecção⁷. A osteomielite aguda geralmente se apresenta com progressão gradual de dor maçante localizada ao longo de vários dias. Os achados locais (sensibilidade, calor, eritema, inchaço) e sintomas sistêmicos (febre, calafrios) podem estar presentes. A diminuição da amplitude de movimento, sensibilidade pontual e derrames articulares podem ser observados, mas também estão presentes com fraturas não infectadas, tornando o diagnóstico clínico potencialmente difícil^{6,7}.

Em alguns casos, a osteomielite se apresenta com poucos sintomas ou sinais. Isso é mais comum com infecções subagudas ou crônicas, com infecções do quadril, pelve ou vértebras e em pacientes jovens. A osteomielite crônica pode se manifestar com dor, eritema ou edema, às vezes em associação com uma drenagem do trato sinusal. As fraturas que cicatrizam mais

lentamente do que o esperado ou que permanecem extremamente doloridas, apesar da imobilização adequada, podem ser complicadas por osteomielite^{6,7}. Os antibióticos intravenosos e desbridamento cirúrgico são os pilares da terapia.

A cura incompleta de uma fratura em que os córtices dos fragmentos ósseos não se reconectam é chamada de não consolidação. Quando uma fratura cura com uma deformidade (por exemplo, angulação, rotação, superfície articular incongruente), isso é chamado de consolidação viciosa. Um subconjunto de fraturas é mais suscetível a essas complicações. As não uniões comumente apresentam dor persistente, inchaço ou instabilidade além do período em que a cicatrização normalmente deveria ter ocorrido. Na maioria dos casos, as não uniões sintomáticas são tratadas com redução aberta e fixação. Algumas não uniões são assintomáticas e o tratamento é desnecessário. Um exemplo de tal não união é a espondilólise da pars interarticularis lombar, onde uma união fibrosa pode fornecer estabilidade suficiente e frequentemente se forma sem causar sintomas persistentes. As razões comuns para não união e má união incluem um suprimento de sangue tênue para o osso fraturado (por exemplo, escafoide, quinto metatarso proximal, pescoço do tálus), comportamentos que interferem na cicatrização óssea (por exemplo, tabagismo, abuso crônico de álcool), fixação óssea deficiente (ou seja, movimento excessivo no local da fratura), má aposição de fragmentos ósseos (ou seja, as extremidades do fragmento muito longe um do outro) e infecção⁸.

As fraturas sofridas durante traumas de alta energia, particularmente fraturas expostas e aquelas associadas a lesões graves de tecidos moles, apresentam risco aumentado de não união. Os pacientes cujo risco basal de não união é elevado devido a doenças crônicas, como aqueles com diabetes, osteoporose, obesidade, desnutrição ou neuropatia, devem ser reavaliados com frequência (geralmente semanalmente ou a cada duas semanas) durante o curso da cura da fratura. A imunossupressão, malignidade e infecção local também podem prejudicar a consolidação da fratura. Alguns medicamentos podem inibir a consolidação óssea e devem ser usados com cautela após a ocorrência de uma fratura. No entanto, muitos estudos sobre o efeito de medicamentos na consolidação óssea usam modelos animais e devem ser interpretados de forma conservadora quando se considera o efeito em humanos^{7,8}.

A síndrome de dor regional complexa, também conhecida como Distrofia Simpática Reflexa, é uma doença complexa das extremidades caracterizada por dor localizada, inchaço, amplitude limitada de movimento, instabilidade vasomotora, alterações de pele e ossos desmineralização. As fraturas, com ou sem lesão nervosa, são um evento desencadeante comum. O reconhecimento precoce e o início da terapia são importantes para o sucesso do

tratamento. As fraturas com envolvimento articular podem causar danos à cartilagem articular, resultando em osteoartrite prematura⁸.

4 DISCUSSÃO

A irrigação de uma ferida aberta com solução salina isotônica estéril e baixa pressão é uma abordagem correta. De acordo com um ensaio internacional, cego e randomizado envolvendo 2.447 pacientes, nenhuma melhora no resultado foi observada quando a irrigação com pressão mais alta ou uma solução de sabão foi usada para limpar fraturas expostas. Além disso, o fechamento precoce da ferida reduz o risco de infecção e é realizado sempre que possível^{7,8}.

Os sistemas de classificação foram desenvolvidos para determinar o risco de infecção em fraturas expostas. O risco aumenta em correlação com o tamanho da ferida, gravidade dos tecidos moles e danos ósseos, grau de contaminação e se a cobertura da ferida é adequada. Além das características da fratura, o número e a gravidade das comorbidades dos pacientes também aumentam o risco de infecção. Os fatores do hospedeiro associados à infecção e ao comprometimento da cicatrização de feridas incluem idade ≥ 80 anos, uso de nicotina, diabetes, malignidade ativa, insuficiência pulmonar e estados imunocomprometidos. As seguintes taxas de infecção foram relatadas⁹, Classe A (sem fatores de comorbidade): 4%, Classe B (1 a 2 fatores comórbidos): 15% e Classe C (3 ou mais fatores comórbidos): 31%.

No local das fraturas podem se desenvolver bolhas traumáticas, geralmente em áreas onde a pele está significativamente inchada ou o tecido mole está ferido. Elas geralmente se desenvolvem dentro de um ou dois dias após o trauma agudo. As bolhas são preenchidas com um líquido claro (lesão de espessura parcial da pele) ou sangue (espessura total, lesão hemorrágica). Os locais mais comuns para bolhas de fratura são sobre a tíbia, tornozelo e cotovelo¹⁰. Em uma série retrospectiva de 53 bolhas de fratura associadas a trauma, os pacientes que foram operados dentro de quatro horas após a lesão aguda tiveram a menor incidência de formação de bolhas (2%), enquanto a maior incidência foi relatada entre aqueles cuja cirurgia foi atrasada mais de 24 horas (8%)¹⁰. Quando bolhas de fratura estavam presentes antes da cirurgia, as complicações da ferida (por exemplo, infecções da ferida pós-operatória) desenvolveram-se em uma taxa mais elevada. Descobriu-se que quinze das bolhas nesta série apresentavam fluido transudativo estéril em vesículas subepidérmicas. Quando as bolhas se romperam, a ferida foi contaminada pela flora da pele em todos os 11 casos. As bolhas de fratura não devem ser interrompidas, se possível. Uma vez interrompidos, eles podem ser infectados com a flora da pele. As bolhas rompidas podem ter um melhor desempenho se uma pomada

como a sulfadiazina de prata for aplicada para promover a reepitelização e prevenir a infecção ou deixando a pele com bolhas como um curativo biológico após a drenagem da bolha¹⁰.

Os medicamentos que podem prejudicar a cicatrização da fratura incluem os anti-inflamatórios não esteróides (AINEs), os glicocorticóides que são conhecidos por prejudicar o metabolismo ósseo e reduzir a densidade óssea, mas estudos em animais sobre seu efeito na consolidação de fraturas mostraram resultados inconsistentes. As múltiplas fluoroquinolonas têm sido implicadas na cicatrização prejudicada de fraturas. Acredita-se que o mecanismo envolva efeitos no crescimento e na produção da cartilagem. Estudos de gentamicina e tetraciclina relatam resultados mistos em efeitos na consolidação óssea¹¹. Em alguns estudos com animais, os bifosfonatos são encontrados para ajudar na formação de calosidades densas e fortes após a fratura. No entanto, algumas pesquisas sugerem que essas drogas podem interromper a remodelação óssea e enfraquecer os ossos. Faltam estudos controlados de consolidação de fraturas em pacientes que tomam bisfosfonatos. Alguns agentes quimioterápicos inibem as células de reprodução rápida e podem prejudicar a consolidação óssea normal após uma fratura. Os anticoagulantes como varfarina e heparina podem retardar a consolidação da fratura. A estimulação dos osteoclastos causada por esses medicamentos resulta em aumento da reabsorção óssea, diminuição da formação óssea e calcificação menos densa do calo da fratura. Esses efeitos são mais comuns com a heparina não fracionada, portanto, as heparinas de baixo peso molecular são uma escolha mais segura para a profilaxia da trombose venosa profunda (TVP) após a fratura¹¹.

Vários fatores ambientais aumentam o risco de não união, incluindo tabagismo e uso excessivo de álcool¹². Certas fraturas são mais frequentemente associadas à não união por causa de seu suprimento sanguíneo tênue. Isso inclui fraturas dos seguintes ossos, o escafoide, as fraturas do escafoide têm alta propensão para a não união, apesar do tratamento ideal, o quinto metatarso, as fraturas da diáfise proximal do quinto metatarso (fratura de Jones) apresentam alto risco de não união, apesar dos cuidados ideais, o osso hamato, fraturas em gancho do hamato são comumente diagnosticadas como entorses de punho e frequentemente resultam em não união. As fraturas abertas da tíbia com deslocamento significativo apresentam alto risco de não união. As fraturas em colo femoral e colo do tálus têm uma incidência maior de não união e necrose avascular devido ao seu suprimento sanguíneo relativamente tênue^{11,12}.

5 CONCLUSÃO

As fraturas estão associadas a uma série de complicações potenciais. As fraturas da pelve e do fêmur podem causar hemorragia grave, fraturas de quadril e múltiplas costelas

predispõem a outras complicações potencialmente fatais, principalmente trombose venosa profunda e contusão pulmonar, respectivamente.

As complicações agudas ocorrem como resultado direto do trauma sofrido e podem incluir danos às estruturas vasculares, nervos ou tecidos moles. Fraturas de ossos longos (por exemplo, tibia) são mais frequentemente associadas à síndrome compartimental aguda, uma condição que ameaça os membros. O grande trauma ortopédico aumenta substancialmente o risco de trombose venosa e o tratamento profilático é indicado na maioria dos casos. Podem ocorrer complicações tardias após o tratamento inicial ou em resposta ao tratamento. Os exemplos incluem osteomielite, não união e osteoartrite pós-traumática. Fraturas expostas apresentam maior risco de osteomielite. Os tipos de fratura específicos e medicamentos associados à não união da fratura são descritos no texto. A reavaliação frequente de fraturas de alto risco é fundamental para ajudar a prevenir a não união ou consolidação viciosa.

REFERÊNCIAS

- [1] Cary DV. Management of traumatic femoral shaft fractures. *JAAPA* 2005; 18:50.
- [2] Grainger MF, Porter KM. Life threatening haemorrhage from obturator vessel tear as a result of pubic ramus fracture. *Injury* 2003; 34:543.
- [3] Schlickewei W, Kuner EH, Mullaji AB, Götze B. Upper and lower limb fractures with concomitant arterial injury. *J Bone Joint Surg Br* 1992; 74:181.
- [4] Turner RG, Faber KJ, Athwal GS. Complications of distal radius fractures. *Orthop Clin North Am* 2007; 38:217.
- [5] McKay SD, MacDermid JC, Roth JH, Richards RS. Assessment of complications of distal radius fractures and development of a complication checklist. *J Hand Surg Am* 2001; 26:916.
- [6] Blick SS, Brumback RJ, Poka A, et al. Compartment syndrome in open tibial fractures. *J Bone Joint Surg Am* 1986; 68:1348.
- [7] Okike K, Bhattacharyya T. Trends in the management of open fractures. A critical analysis. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88:2739.
- [8] Zura R, Xiong Z, Einhorn T, et al. Epidemiology of Fracture Nonunion in 18 Human Bones. *JAMA Surg* 2016; 151:e162775.
- [9] Bowen TR, Widmaier JC. Host classification predicts infection after open fracture. *Clin Orthop Relat Res* 2005; :205.
- [10] Varela CD, Vaughan TK, Carr JB, Slemmons BK. Fracture blisters: clinical and pathological aspects. *J Orthop Trauma* 1993; 7:417.
- [11] Haleem AA, Rouse MS, Lewallen DG, et al. Gentamicin and vancomycin do not impair experimental fracture healing. *Clin Orthop Relat Res* 2004; :22.
- [12] Scolaro JA, Schenker ML, Yannascoli S, et al. Cigarette smoking increases complications following fracture: a systematic review. *J Bone Joint Surg Am* 2014; 96:674.