

# Falhas ósseas nas revisões de artroplastia total do joelho

## *Bone Defects in Revision Total Knee Arthroplasty*

Alan de Paula Mozella<sup>1,2</sup> Hugo Alexandre de Araújo Barros Cobra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Cirurgia do Joelho, Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (INTO), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

<sup>2</sup>Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Endereço para correspondência Alan de Paula Mozella, M.D., M.Sc., Centro de Cirurgia do Joelho, Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (INTO), Av. Brasil, 500, Caju, Rio de Janeiro, RJ, 20940-070, Brasil (e-mail: apmozella@terra.com.br).

Rev Bras Ortop 2021;56(2):138–146.

### Resumo

O aumento do número de cirurgias de revisão de artroplastia total do joelho tem sido observado nos últimos anos, em todo o mundo, por diversas causas. Nos Estados Unidos, é estimado um aumento de 601% no número de artroplastias totais do joelho entre 2005 e 2030. Dentre os enormes desafios dessa cirurgia complexa, o adequado tratamento dos defeitos ósseos é essencial para a obtenção de resultados satisfatórios e duradouros. O adequado tratamento dos defeitos ósseos objetiva construir uma plataforma de suporte estável e duradoura para a implantação dos componentes protéticos definitivos e, se possível, com recomposição do estoque ósseo. Concomitantemente, possibilita o correto alinhamento dos componentes protéticos e do membro, assim como permite restabelecer a altura da interlinha articular e, dessa forma, restaurar a tensão de partes moles e distribuição de carga ao osso hospedeiro, gerando uma reconstrução articular com boa função, estável e indolor. Diversas são as opções para manejo dessas falhas ósseas, entre elas: cimento ósseo com ou sem reforço com parafusos, aumentos metálicos modulares, enxerto ósseo impactado, enxerto estrutural homólogo e, mais recentemente, cones metafisários de metal trabecular e *sleeve* metafisário. O objetivo do presente artigo foi reunir informações clássicas e inovações dos principais aspectos relativos ao tratamento das falhas ósseas durante as cirurgias de revisão de artroplastia total do joelho.

### Palavras-chave

- ▶ artroplastia do joelho
- ▶ defeitos ósseos
- ▶ enxertos homólogos
- ▶ revisão

### Abstract

The increase in the number of revision total knee arthroplasty surgeries has been observed in recent years, worldwide, for several causes. In the United States, a 601% increase in the number of total knee arthroplasties, between 2005 and 2030, is estimated. Among the enormous challenges of this complex surgery, the adequate treatment of bone defects is essential to obtain satisfactory and lasting results. The adequate treatment of bone defects aims to build a stable and lasting support platform for the implantation of the definitive prosthetic components and, if possible, with the reconstruction of bone stock. Concomitantly, it allows the correct alignment of the

recebido  
05 de Janeiro de 2020  
aceito  
15 de Abril de 2020  
Publicado online  
Setembro 25, 2020

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0040-1713392>.  
ISSN 0102-3616.

© 2020. Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. All rights reserved.

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

**Keywords**

- ▶ arthroplasty, replacement, knee
- ▶ bone defects
- ▶ homologous grafts
- ▶ review

prosthetic and limb components, as well as restoring the height of the joint interline and, thus, restoring the tension of soft parts and load distribution to the host bone, generating a joint reconstruction with good function, stable, and painless. There are several options for the management of these bone defects, among them: bone cement with or without reinforcement with screws, modular metallic augmentations, impacted bone graft, structural homologous graft and, more recently, metal metaphyseal cones, and metaphyseal sleeves. The objective of the present article was to gather classic information and innovations about the main aspects related to the treatment of bone defects during revision surgeries for total knee arthroplasty.

**Introdução**

O aumento do número de cirurgias de revisão de artroplastia total do joelho (RATJ) pode ser relacionado não somente ao aumento do número absoluto de cirurgias primárias realizadas, mas, também, a diversos outros fatores, tais como a expansão das indicações dos implantes primários, incluindo pacientes mais jovens e ativos, assim como fatores relativos à técnica cirúrgica e à durabilidade dos implantes.<sup>1-5</sup> Nos Estados Unidos é estimado aumento de 601% do número de RATJs entre 2005 e 2030.<sup>1</sup> No Brasil, faltam dados confiáveis acerca da elevação do número de RATJ.

Dentre os enormes desafios dessa cirurgia complexa, o adequado tratamento dos defeitos ósseos é essencial para obtenção de resultados satisfatórios e duradouros.<sup>6-8</sup> A causa da deficiência óssea, geralmente, é multifatorial; contudo, aspectos como a patologia prévia, o desenho dos implantes primários, a ocorrência de osteólise, eventuais erros técnicos na realização da prótese primária ou durante a remoção de implantes fixos e, também, o mecanismo de falha são, frequentemente, identificados.<sup>9-12</sup>

**Avaliação dos defeitos ósseos**

Radiografias em plano ântero-posterior (AP) e em perfil do joelho possibilitam avaliar o desenho e o tamanho dos componentes protéticos, analisar o tipo e a qualidade da fixação implante-hospedeiro, inferir possíveis causas de falha e estimar a extensão da perda óssea. A radiografia axial da patela permite avaliar o alinhamento patelar, assim como presença ou ausência de componente patelar e/ou defeito ósseo.<sup>13</sup> Radiografias oblíquas podem ser úteis para evidenciar osteólise, sobretudo em implantes com caixa de pósterio-estabilização. Incidências panorâmicas permitem analisar o alinhamento do membro, a presença de deformidades ósseas extra articulares, e a presença de eventuais materiais de síntese, assim como a condição das outras articulações.<sup>12-14</sup>

Entretanto, as radiografias-padrão do joelho, frequentemente, subestimam, sobretudo no fêmur,<sup>9,13</sup> a extensão do defeito ósseo identificado no intra-operatório após a remoção dos implantes e debridamento da fibrose e de tecidos necróticos.<sup>11,15</sup> Imagens por tomografia computadorizada (TC) apresentam maior sensibilidade e especificidade em

diagnosticar os defeitos ósseos e lesões osteolíticas de difícil observação nas radiografias devido à sobreposição de imagens dos componentes metálicos; contudo, em virtude da elevação do custo e da exposição à radiação ionizante, a utilização rotineira da TC não é recomendada.<sup>11-13,16</sup>

O adequado tratamento dos defeitos ósseos objetiva construir uma plataforma de suporte estável e duradoura para a implantação dos componentes protéticos definitivos e, se possível, com recomposição do estoque ósseo. Concomitantemente, possibilita o correto alinhamento dos componentes protéticos e do membro, assim como permite restabelecer a altura da interlinha articular e, dessa forma, restaurar a tensão de partes moles e distribuição de carga ao osso hospedeiro, gerando uma reconstrução articular com boa função, estável e indolor.<sup>6,7,9,11</sup>

**Classificação e opções de manejo dos defeitos ósseos**

Diversos distintos sistemas de classificação de defeitos ósseos têm sido propostos para auxiliar na tomada de decisões. Entretanto, a subjetividade e, portanto, a baixa concordância inter-observadores e a limitada acurácia em estimar corretamente o tamanho da falha óssea são as principais críticas à maioria das classificações.<sup>11,12,17</sup>

A classificação mais amplamente utilizada é a do Anderson Orthopedic Research Institute (AORI),<sup>18</sup> que descreve os defeitos de acordo com tamanho, localização e comprometimento de estruturas de partes moles, após a remoção dos componentes e debridamento dos tecidos desvitalizados. Os defeitos no fêmur e na tíbia são analisados separadamente em três categorias:

Tipo 1: inclui defeitos contidos limitados ao osso esponjoso, sem comprometimento ou falha óssea cortical. Apresenta osso metafisário intacto e, dessa forma, não compromete a estabilidade dos componentes de revisão. Em casos selecionados, as revisões podem ser efetivamente realizadas com implantes primários,<sup>19</sup> embora implantes de revisão padrão associados à utilização de hastes intramedulares são a recomendação da maioria dos autores. Desse modo, esse tipo de defeito pode ser efetivamente tratado por preenchimento com cimento ósseo, por vezes, associado a reforço com parafusos. Enxertia óssea pode representar opção de manejo nesse tipo de falha óssea. Aumentos metálicos podem, também, ser opção para restaurar a interlinha articular.<sup>6,10-12,15,19</sup>

Tipo 2: caracteriza-se por considerável perda do osso metafisário, o qual precisará ser preenchido durante a cirurgia de revisão. Os defeitos podem ocorrer em somente um côndilo femoral ou platô tibial, sendo classificados como do tipo 2A. Esses defeitos são, mais frequentemente, manejados com cimento ósseo reforçado com parafuso ou aumentos metálicos não porosos (cunha ou bloco) ou, ainda, enxertia óssea e componentes de revisão padrão com hastes intramedulares.<sup>20</sup> Entretanto, os defeitos ósseos que acometam ambos os côndilos ou platôs são classificados como do tipo 2B. Nesses defeitos mais severos recomenda-se opções de tratamento e fixação mais complexas. Assim, as opções com fixação metafisária como os cones de metal altamente poroso (cones de tântalo), ou os *sleeves* metafisários ou, ainda, a enxertia óssea homóloga estrutural são as opções mais recomendadas.<sup>6-8,10-12,19-22</sup>

Tipo 3: apresenta osso metafisário completamente deficiente, caracterizado por severa perda óssea que compromete a maior porção do côndilo femoral ou do planalto tibial. Esses defeitos são, frequentemente, associados a destacamentos dos epicôndilos e, conseqüentemente, dos ligamentos colaterais, ou, ainda, do ligamento patelar. Normalmente, para apropriado tratamento necessitam de implantes protéticos com haste intramedular longa de fixação diafisária e opções de manejo dos defeitos com fixação metafisária, tais como cones de metal trabecular ou *sleeve* metafisário ou, ainda, enxerto homólogo estrutural. Nos casos com destacamento de epicôndilo e insuficiência ligamentar, implantes bloqueados são normalmente necessários. Implantes customizados, e próteses não convencionais ou tumorais podem ser indicados para manejo de grandes defeitos em que não é possível a reconstrução.<sup>6-8,10-12,19,21-23</sup>

Desse modo, para adequado tratamento dos defeitos ósseos durante a realização das RATJ, a acurada análise da qualidade do osso hospedeiro, a configuração (se contido ou não contido), o tamanho e a localização da falha óssea devem ser criteriosamente analisados. Entretanto, atualmente, inexistem opções de manejo da falha óssea que seja ideal em todas as circunstâncias. Assim sendo, diversos outros fatores, tais como demanda funcional, presença de comorbidades, expectativa de vida e experiência do cirurgião devem ser avaliadas na tomada de decisão e escolha individualizada da opção empregada. Contudo, a restauração do estoque ósseo é preferível em pacientes com possibilidade de futuras revisões.<sup>24</sup>

### Cimento ósseo com ou sem reforço com parafusos

Defeitos ósseos comprometendo menos de 50% da superfície óssea esponjosa (idealmente, menos de 10% de deficiência periférica) e com profundidade inferior a 5 mm são tradicionalmente manejados com metilmetacrilato. Em resumo, essa técnica é melhor indicada para pequenos defeitos ósseos, principalmente, contidos.<sup>17</sup>

É defendida também a utilização de cimento ósseo para o manejo de defeitos com profundidade entre 5 e 10 mm; contudo, a utilização de um ou mais parafusos de 4,5 a 6,5 mm é recomendada para reforçar a construção, objeti-

vando fornecer maior resistência mecânica à coluna de cimento e melhorar a distribuição de carga ao osso hospedeiro. Nesse caso, atenção deve ser dispensada para que os parafusos não permaneçam em contato direto com o implante definitivo. Assim sendo, essa técnica pode ser indicada no manejo dos defeitos AORI tipo 1 e, eventualmente, em casos selecionados AORI tipo 2A.<sup>6,11,12,15,17</sup>

Resultados satisfatórios, em acompanhamento de médio prazo, no tratamento de defeitos ósseos na tibia, utilizando cimento reforçado com parafusos, foram demonstrados por Ritter et al.,<sup>25</sup> embora com elevada incidência de linhas radioluscentes não progressivas. Assim sendo, essa técnica era mais frequentemente indicada para pacientes de idade mais avançada e menor demanda funcional devido ao questionamento quanto à manutenção das propriedades biomecânicas em longo prazo.<sup>6,11,24</sup> Posteriormente, Berend et al.<sup>26</sup> demonstraram elevada sobrevida dos implantes em pacientes com 20 anos de cirurgia submetidos à artroplastia primária com significativos defeitos ósseos manejados com metilmetacrilato reforçado com parafusos. Adicionalmente, os mesmos autores avaliaram pacientes submetidos a cirurgias de RATJ e demonstraram que a utilização de cimento ósseo reforçado com parafusos bem como a utilização de implantes de revisão apresentou capacidade de restaurar a biomecânica do joelho e taxa de sobrevivência de 98,5% aos 15 anos. Desse modo, os autores orientam a possibilidade de utilização dessa técnica como forma de reduzir custo sem comprometer a sobrevivência da prótese.<sup>27</sup>

### Aumento metálico modular (blocos e cunhas)

Aumentos metálicos modulares são indicados no manejo de defeitos ósseos não contidos, comprometendo mais de 25% do contorno cortical e com profundidade entre 5 e 20 mm ou, ainda, quando mais de 40% da superfície do implante não é suportado pelo osso hospedeiro.<sup>11,12,15,28</sup> Em resumo, aumentos metálicos modulares são mais frequentemente indicados no manejo dos defeitos ósseos AORI tipo 2<sup>11</sup> e, também, empregados em casos selecionados AORI tipo 3 em pacientes idosos com baixa demanda física.<sup>15,17</sup>

Os diversos sistemas de implantes de revisão apresentam aumentos metálicos de variadas espessuras, tamanhos e formatos. Podem ser adicionados tanto ao componente femoral quanto ao tibial para preenchimento da falha óssea de um ou de ambos os côndilos ou platôs tibiais.

Os aumentos metálicos para manejo dos defeitos tibiais apresentam-se em formato de cunha ou em bloco. Em ambas as opções, normalmente, é necessário preparação e remoção adicional do osso hospedeiro para correta adaptação do aumento metálico. Apesar da remoção de osso adicional ser menor com a utilização de cunhas metálicas, a força de cisalhamento na interface implante-osso é maior e, conseqüentemente, é maior também suscetibilidade à falha mecânica. Na utilização de aumento em bloco, normalmente, a remoção óssea é maior; contudo, apresenta melhor distribuição de carga ao osso hospedeiro.<sup>11,24,29</sup> As eventuais perdas ósseas observadas após a utilização de aumentos

modulares devem ser preenchidos por metilmetacrilato ou por enxertia óssea.<sup>15</sup>

A utilização de aumentos metálicos simétricos tanto no fêmur distal quanto na tíbia proximal frequentemente contribuem para a restauração da altura da interlinha articular e, conseqüentemente, para o tensionamento de partes moles e para o equilíbrio do balanço de flexo-extensão. Aumentos femorais posteriores são particularmente úteis na restauração da dimensão anteroposterior do componente e, conseqüentemente, na estabilidade do espaço de flexão; contudo, a utilização de aumentos femorais posteriores assimétricos pode ser necessária para garantir apropriada rotação externa do componente.<sup>6,11</sup>

As principais vantagens da utilização de aumentos metálicos são a imediata capacidade de sustentação de carga, o auxílio à estabilidade rotacional do componente, a redução do tempo cirúrgico e menor número de complicações. As desvantagens, contudo, referem-se à elevação dos custos com o implante, à ocasional necessidade de ressecção adicional do osso hospedeiro e ao fato de não restaurar o estoque ósseo. Outras desvantagens potenciais referem-se à possibilidade de corrosão e formação de debris de desgaste na interface aumento modular e componente protético, além da possibilidade de ocorrência do fenômeno de *stress shielding*, devido à diferença entre os módulos de elasticidade do metal e do osso hospedeiro.<sup>10,15,24,30,31</sup>

As falhas dos aumentos metálicos em realizar adequado tratamento dos defeitos ocorrem mais frequentemente quando o cirurgião subestima a severidade da deficiência óssea e não identifica a necessidade de utilização de opções de tratamento dos defeitos com fixação metafisária.<sup>11</sup> Assim sendo, a tendência dos modernos aumentos modulares é utilizar metais em configuração altamente porosa, entre 70 e 80%, haja vista os benefícios de apresentar módulo de elasticidade mais próximo ao osso hospedeiro, maior capacidade de fricção e de fixação, além de possibilitar o crescimento ósseo e a fixação biológica.

Bons ou excelentes resultados com a utilização de aumentos metálicos para o tratamento das deficiências ósseas durante a revisão foram relatados variar de 84 a 98%,<sup>15,31</sup> muito embora a efetividade e durabilidade da técnica sejam contestadas.

Em acompanhamento prospectivo de médio a longo seguimento em 79 pacientes com defeitos AORI, 2 tratados com aumentos metálicos, embora Patel et al.<sup>31</sup> tenham observado incidência de linhas de radiolucência não progressiva em 14% dos casos, os mesmos constataram durabilidade de 92% aos 11 anos. Resultados favoráveis, com ausência de complicações ou soltura em 3 anos, também foram relatados por Werle et al.,<sup>32</sup> com a utilização de aumento metálico femoral de 30 mm para tratamento de defeitos femorais AORI 3. Por outro lado, Hockman et al.<sup>33</sup> identificaram que mesmo utilizando aumentos modulares em 89% dos casos de RATJ, enxertos estruturais foram necessários em 48% dos casos para efetivamente tratar a deficiência óssea. Observaram ainda, maior número de falhas nos pacientes tratados somente com aumentos metálicos, resultando em durabilidade de 79,4% em 8 anos.

## Enxerto ósseo impactado

A utilização de enxerto ósseo impactado é opção efetiva para o manejo e restauração do estoque ósseo em defeitos de diversos tamanhos e formatos, sobretudo para os contidos, embora bons e duráveis resultados também tenham sido demonstrados para defeitos não contidos.<sup>30,34,35</sup> O enxerto autólogo apresenta capacidade de osteoindução, osteocondição e osteogênica, podendo ser utilizado, sobretudo, em deficiências pequenas devido à disponibilidade limitada e risco de dor e complicações nos sítios doadores. Devido a maior disponibilidade quantitativa, o enxerto homólogo é o mais frequentemente utilizado, embora apresente risco potencial de transmissão de doenças, de fratura do osso hospedeiro durante a impactação e, ainda, a possibilidade de absorção do enxerto com perda da capacidade de suporte.<sup>12,17,30,34,35</sup> O risco aumentado de infecção e a preocupação quanto à reação imunológica são também relacionados ao enxerto homólogo.<sup>17</sup>

A técnica cirúrgica demanda cuidadoso debridamento do defeito ósseo com a utilização de broca tipo *burr* para remoção do osso esclerótico da periferia do defeito, formando leito viável para a osteointegração. A estabilidade inicial dos componentes com a utilização de enxerto ósseo impactado é preocupante e também é influenciada pela integridade da cortical, pelo tamanho do defeito e o tipo de haste intramedular implantada. Defeitos contidos podem ser tratados sem maiores dificuldades; entretanto, para tratar defeitos não contidos deve-se utilizar placa modelada ou malha metálica para evitar extravasamento do enxerto e aumentar a estabilidade da construção.<sup>17,30,34</sup> O teste da haste intramedular deve estar apropriadamente posicionado previamente à impacção de partículas ósseas de tamanho entre 3 e 5 mm para proporcionar maior estabilidade inicial.<sup>17,30,34</sup> Os implantes testes são removidos, e a haste intramedular definitiva deve ser inserida. A utilização de hastes longas *press-fit* pode agregar estabilidade inicial ao sistema; contudo, estas podem proteger em demasia o enxerto da transmissão de carga e, conseqüentemente, existe a preocupação de inibir a incorporação precoce; por isso, muitos autores recomendam a utilização preferencial de haste cimentada.<sup>30,34</sup>

Em estudo de 42 RATJs, com seguimento médio de 3,8 anos, tratados com enxerto homólogo impactado, Lotke et al.<sup>34</sup> identificaram a incorporação do enxerto em todos os casos sem a ocorrência de falhas dos implantes. Resultados similares foram encontrados por Naim et al.<sup>36</sup> ao tratar grandes perdas ósseas tibiais com enxerto impactado e haste curta cimentada e demonstrar resultados clínicos e durabilidade favoráveis no curto prazo. Contrariamente, resultados ruins com acompanhamento de longo prazo (10 anos) são demonstrados por Hilgen et al.<sup>37</sup> Neste estudo, dos 29 pacientes tratados com enxerto impactado e implantes constrictos, 14 necessitaram de re-revisão por falha mecânica em média com 5 anos. Em todos esses casos, foi observado no intra-operatório falta de incorporação e reabsorção do enxerto.

## Enxerto ósseo homólogo estrutural

O enxerto ósseo estrutural do banco de tecidos representa uma opção custo-efetiva para o tratamento de defeitos

ósseos AORI tipos 2 e 3, de formatos e tamanhos variados em pacientes com maior demanda física e possibilidade futura de nova RATJ.<sup>17</sup>

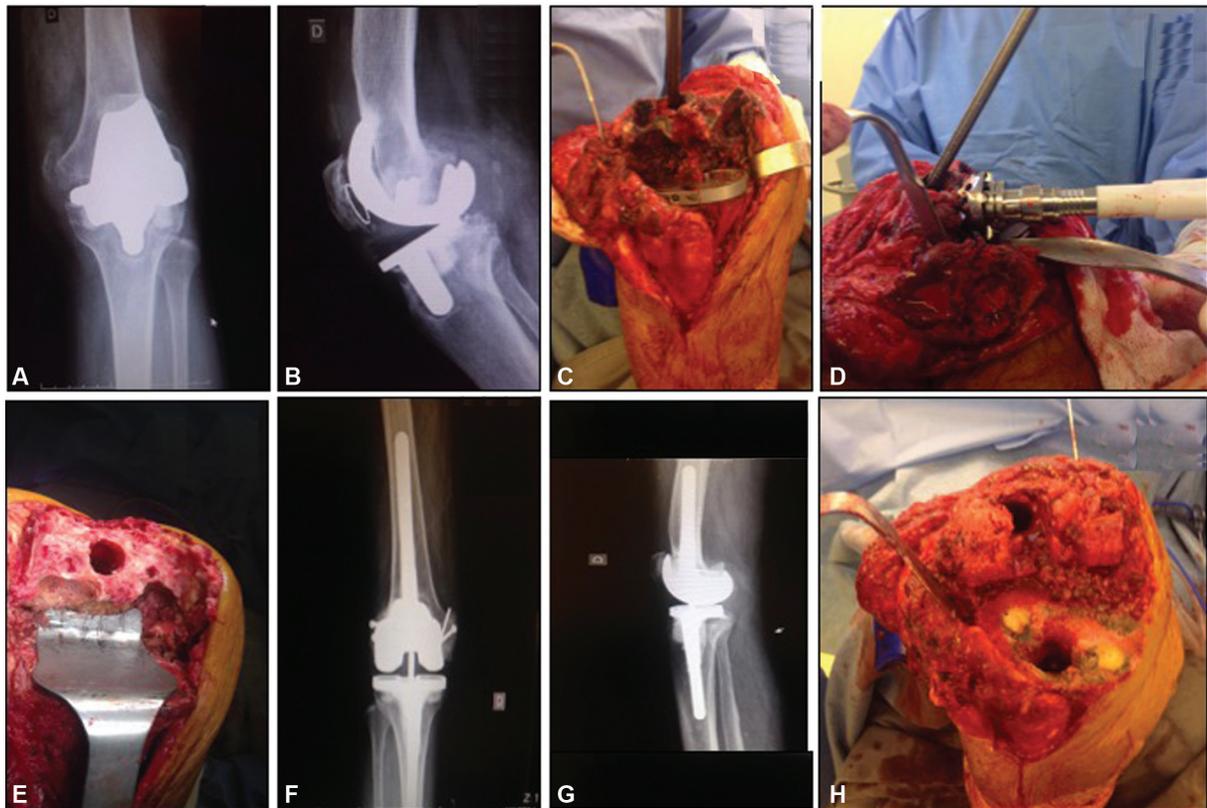
As vantagens da utilização do enxerto homólogo consistem na capacidade de restauração do estoque ósseo e no adequado suporte inicial aos implantes, que possibilitam a reinserção dos epicôndilos e evitam remoção adicional do osso hospedeiro.<sup>17</sup> Entretanto, além da disponibilidade limitada em nosso meio, essa técnica apresenta o risco de não união, reabsorção e fratura do enxerto, tempo cirúrgico elevado, assim como o risco de transmissão de doenças.<sup>12</sup>

A cabeça femoral é o enxerto homólogo mais amplamente utilizado, possivelmente por sua capacidade de adaptação a diversos formatos de defeitos ósseos; contudo, partes segmentares do fêmur distal e da tíbia proximal são também bastante utilizados. Todo o tecido cartilaginoso do enxerto deve ser removido, assim como o osso cortical, dando preferência pela utilização de osso esponjoso. A peça deve ser preparada com irrigação abundante para remoção dos componentes da medular óssea. Fresa acetabular é utilizada para remoção do osso esclerótico, de modo a potencializar o contato enxerto-osso hospedeiro e propiciar a incorporação do mesmo. Realiza-se fixação provisória com fios de Kirschner para continuidade da realização dos cortes ósseos com serra oscilatória. Na realidade, o enxerto estrutural é customizado ao defeito ósseo. A fixação definitiva, caso necessário,

pode ser realizada com parafusos. Os implantes definitivos são cimentados sobre o enxerto homólogo<sup>12,38</sup> (► **Figura 1**).

Em 46 RATJs utilizando enxerto homólogo estrutural, Engh e Ammem<sup>38</sup> relataram 91% de sobrevida aos 10 anos. Desses pacientes, quatro necessitaram de nova abordagem cirúrgica; em dois deles o enxerto estava incorporado e em outros dois foi realizada a remoção do enxerto devido a infecção. De modo similar, Wang et al.<sup>39</sup> estudaram 30 revisões nas quais se utilizaram em média 1,7 de cabeça femoral homóloga, com seguimento médio de 76 meses, e não observaram falha do enxerto ao final da avaliação. Conclusões favoráveis à capacidade do enxerto homólogo como opção adequada para suporte durável foram obtidas por Chun et al.<sup>40</sup> ao avaliar os resultados clínicos e radiográficos, com seguimento de 8 anos de 27 pacientes, dos quais em 26 casos não foram identificados fraturas ou colapsos do enxerto ou transmissão de doenças. Similarmente, não observamos fratura ou colapso do enxerto homólogo em avaliação de curto prazo de 26 RATJs com defeitos AORI dos tipos 2B e 3; entretanto, em três casos notamos absorção leve a moderada do enxerto sem comprometer a função de suporte ou falha do implante, e em um paciente observamos a não união de enxerto segmentar do fêmur distal mas sem perda da função estrutural.<sup>23</sup>

Entretanto, dúvidas sobre a preocupação acerca da durabilidade e manutenção da função estrutural do enxerto no



**Fig. 1** (A) e (B) Radiografias no plano ântero-posterior e perfil de soltura asséptica de prótese total de joelho com marcada osteólise no fêmur distal; (C) Aspecto intra-operatório do defeito ósseo femoral; (D) Preparação do enxerto com fresa acetabular; (E) Aspecto intra-operatório após debridamento; (F) e (G) Radiografias pós-operatórias do enxerto homólogo estrutural fixado com parafusos em ambos os côndilos do fêmur distal e implantes semi-constritos de revisão; (H) Aspecto intra-operatório após utilização de enxerto ósseo homólogo.

longo prazo não estão completamente esclarecidas. Diversos estudos relatam a sobrevida de 10 anos das revisões com enxerto estrutural, com média de 74%.<sup>6,41,42</sup> Resultados não satisfatórios, entretanto, foram relatados por Bauman et al.,<sup>41</sup> que, ao avaliar 70 RATJs, verificaram sobrevida de 80,7% e 75,9% com, respectivamente, 5 e 10 anos de pós-operatório. Dos 16 casos de falha descritos, 8 casos foram atribuídos à falha do enxerto, que ocorreu em média 42 meses após a cirurgia. Em revisão sistemática, avaliando 551 RATJs com enxerto homólogo e seguimento médio de 5,9 anos, a incidência relatada de qualquer tipo de falha do enxerto foi de 6,5%. Infecção profunda ocorreu em 5,5% dos casos e soltura asséptica em 3,4%.<sup>8</sup>

### Cones metafisários de metal trabecular e sleeves metafisários

Os cones e sleeves metafisários representam opção moderna de manejo de grandes falhas ósseas, provendo imediato suporte estrutural e potencial fixação biológica. Os cones metafisários

apresentam variados tamanhos e modelos, permitindo o tratamento de lesões de variados tamanhos e configurações. Em resumo, são indicados para tratamento de defeitos AORI tipos 2 e 3.<sup>6,17,22</sup> A falta de restauração do estoque ósseo, a necessidade de remoção adicional do osso hospedeiro para correta acomodação dos cones ou sleeves e, caso necessário, a dificuldade de remoção devido à fixação biológica são as principais desvantagens atribuídas a essa opção.<sup>6,11,22,43,44</sup>

A implantação apropriada tanto do cone de tântalo quanto do sleeve necessitam preparação do osso hospedeiro. Inicialmente, os cones metafisários eram simétricos e não apresentavam especificidade de lado; contudo, com a evolução dos desenhos, os cones atuais são assimétricos e podem ser metafisários ou diafisários. Uma variedade de sistemas de implantes pode ser utilizados com cones metafisários, porém os sleeves são implantes específicos.<sup>6,7,12,17,45</sup>

Recomenda-se que um haste intramedular de teste seja utilizada para obtenção de correto alinhamento e direcionamento das fresas específicas para preparar o leito e melhor adaptação do cone ou do sleeve. Uma broca tipo *burr* também



**Fig. 2** (A) e (B) Radiografia pré-operatória de 2º tempo de revisão da artroplastia total do joelho por falha séptica, apresentando grave defeito ósseo, sobretudo na tíbia proximal; (C) Aspecto intra-operatório com dos componentes de testes do cone metafisário e da bandeja tibial; (D) Aspecto intra-operatório com o cone de tântalo implantado na tíbia e com máximo contato ao osso hospedeiro; (E) e (F) Radiografias pós-operatórias da revisão com implantes contritos e cone metafisário em tíbia proximal.

pode se fazer necessária nesse debridamento. Após o posicionamento do cone metafisário e reparação do defeito, a reconstrução segue com o posicionamento dos componentes protéticos. Destaca-se que a rotação dos cones deve favorecer o melhor preenchimento dos defeitos e maior contato com o osso hospedeiro e, assim, são independentes da rotação dos implantes. Eventuais áreas sem contato do cone metafisário ao osso hospedeiro devem ser enxertadas para favorecer a integração biológica. A porção interna dos cones possibilita a cimentação dos componentes protéticos definitivos. Deve-se, entretanto, ter cuidado com a utilização de haste *off set* de alguns sistemas, haja vista a possibilidade de dificuldades de se encaixar ao cone metafisário (– Figuras 2 e 3).

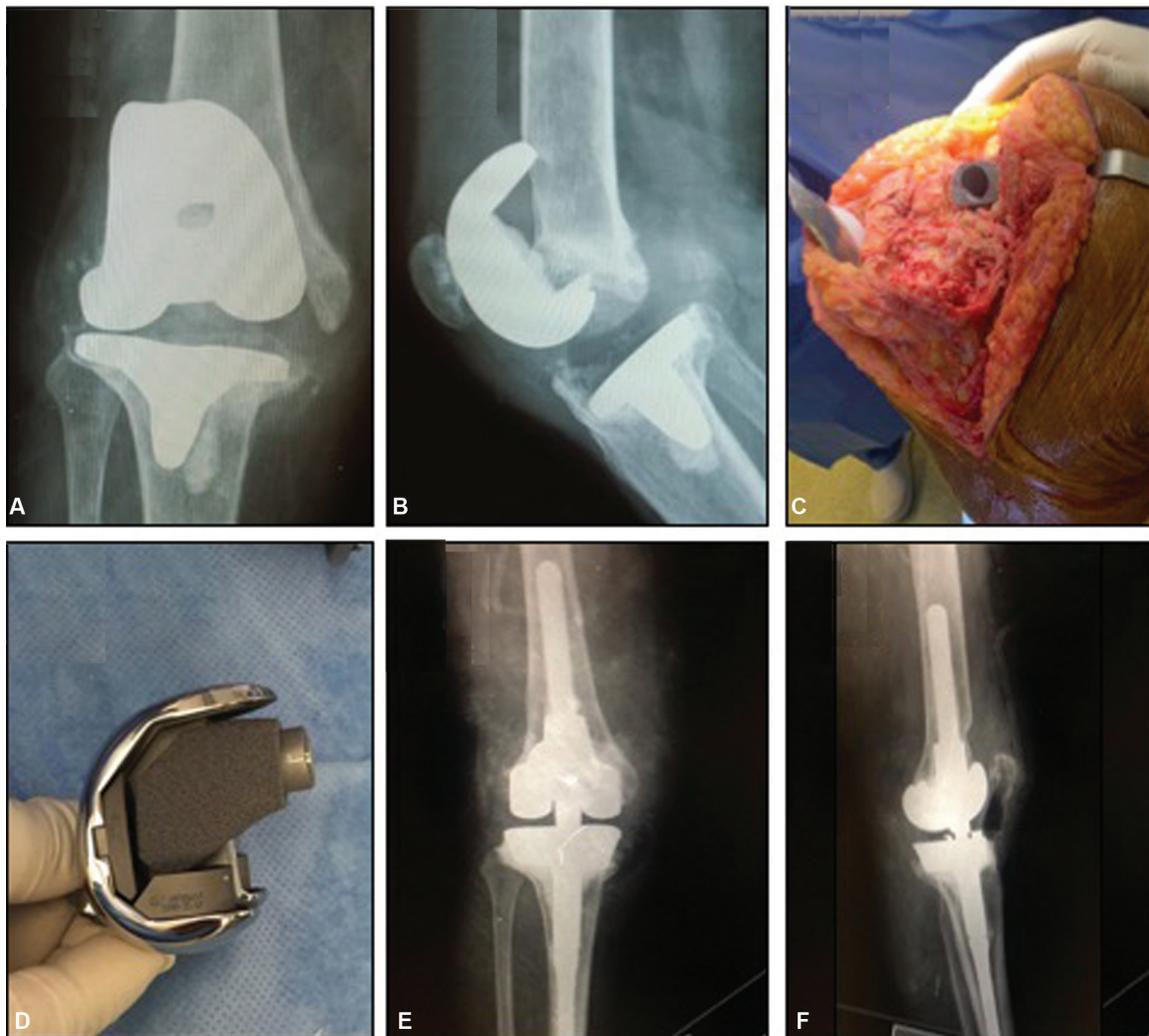
O *sleeve* metafisário se acopla com o componente de revisão, e a construção permite limitada rotação interna ou externa para ajustar a rotação da bandeja tibial e do componente metafisário. Os componentes definitivos são implantados com cimento na superfície da bandeja tibial, deixando o canal medular livre de cimento para integração biológica. Eventual remoção desses dispositivos porosos pode ser bastante difícil.<sup>7,12,43,45,46</sup>

Diversos estudos clínicos utilizando cones de tântalo para o manejo de defeitos ósseos durante a RATJ demonstraram resultados iniciais favoráveis em curto seguimento, com necessidade de reoperação em cerca de 1,1%.<sup>43,44,47-51</sup>

Em uma metátese, avaliando 8 estudos com 196 cirurgias de revisão com a utilização de 233 cones de tântalo, e com seguimento de até 40 meses, os autores identificaram apenas 2 casos de soltura asséptica. A recorrência de infecção após troca em dois tempos foi a principal causa de reoperação.<sup>20</sup>

Revisão sistemática de 20 estudos incluindo 812 cones metafisários foi realizada por Divano et al.,<sup>21</sup> demonstrando sobrevida de 94,55% em acompanhamento de curto e médio prazo. A incidência de infecção foi de 7,1%, enquanto que as taxas de reoperação e de revisão foram, respectivamente, 16,19% e 8,19%.

Kamath et al.<sup>52</sup> estudaram 66 revisões utilizando cones de tântalo em defeitos AORI tipos 2 e 3, com acompanhamento mínimo entre 5 e 9 anos, e identificaram que 23% dos cones



**Fig. 3** (A) e (B) Radiografias pré-operatórias da falha asséptica de artroplastia total do joelho com grave defeito femoral distal; (C) cone metafisário de cone de tântalo posicionado para tratamento do defeito ósseo; (D) Imagem em perfil do componente femoral definitivo acrescido de cone de tântalo e cunhas femorais distais e posteriores; (E) e (F) Radiografias pós-operatórias.

apresentavam linhas de radiolucência incompletas e não progressivas e que 3% (2 cones) apresentaram soltura asséptica. Desse modo, a sobrevida livre de revisão foi de mais de 96% e, assim, demonstrando manutenção dos resultados favoráveis no médio e longo prazo.<sup>52</sup> Resultados favoráveis em médio prazo foram, também, corroborados por Potter et al.<sup>53</sup>

Esses resultados favoráveis, entretanto, foram contestados por Bohl et al.,<sup>22</sup> que compararam revisões com a utilização de cones de tântalo com os resultados de RATJs com implantes convencionais sem utilização de cones e concluíram pela inexistência de evidências de superioridade com a utilização de cones metafisário.

De modo similar, Beckmann et al.<sup>8</sup> realizaram revisão sistemática comparando 10 estudos com 233 revisões manejadas com cones de tântalo com 17 trabalhos envolvendo 476 revisões com grandes enxertos estruturais. Os autores destacaram que, embora os resultados não devam ser considerados conclusivos, existem fortes indicativos de melhores resultados favoráveis à utilização do metal trabeculado.

Avaliações de curto prazo dos *sleeves* metafisários não cimentados foram estudados por Alexander et al.,<sup>54</sup> que demonstraram ser uma opção promissora para tratamento de defeitos ósseos dos tipos 2B e 3, sendo capazes de prover construção estável para fixação dos implantes.

Em estudo prospectivo, com seguimento de curto prazo de 83 RATJs, utilizando 36 *sleeves* femorais e 83 tibiais, 2 pacientes (2,7%) necessitaram de revisão por soltura asséptica no lado tibial.<sup>46</sup> Resultados satisfatórios, com osteointegração de todos os *sleeves* em curto prazo também foram identificados por Barnett et al.<sup>45</sup>

## Próteses não convencionais e megapróteses customizadas

Próteses não convencionais ou tumorais e megapróteses customizadas são, geralmente, utilizadas para substituir o fêmur distal inteiro ou a tíbia proximal inteira. Desse modo, são usualmente utilizadas em oncologia ou para tratamento de perda óssea severa, que é tipicamente encontrada em infecção crônica ou após múltiplas cirurgias de reconstrução articular. Assim sendo, normalmente são indicações de exceção.<sup>12,17</sup>

Implantes customizados, normalmente, são dispendiosos, demandam tempo elevado para ser produzidos e, frequentemente, apresentam elevado risco de complicações infecciosas e mecânicas.<sup>17</sup>

Fraser et al.<sup>55</sup> estudaram 247 pacientes tratados com megapróteses em dobradiça para tratamento de defeitos ósseos severos, demonstrando sobrevida livre de revisão de apenas 58% em 8 anos. De modo similar, Holl et al.<sup>56</sup> identificaram elevada incidência de complicações, 11 dos 20 pacientes submetidos à implantação desse tipo de implante, contudo sem necessidade de amputação. Esses resultados foram corroborados por Barry et al.,<sup>57</sup> que demonstraram elevado número de complicações e reoperações com esse tratamento, embora, segundo os autores seja opção viável para salvamento do membro.

## Considerações finais

O tratamento adequado dos defeitos ósseos durante a realização das revisões de ATJ é princípio fundamental para obtenção de resultados satisfatórios e duradouros. Existem diversas opções de manejos com suas respectivas vantagens e desvantagens, além do que inexistente uma opção de tratamento da falha óssea que seja ideal em todas as circunstâncias. Assim sendo, a tomada de decisão e escolha do método empregado é individualizado; contudo, deve-se objetivar a restauração do estoque ósseo em pacientes com possibilidade de futuras revisões.

### Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

### Referências

- Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(04):780–785
- Bozic KJ, Kurtz SM, Lau E, et al. The epidemiology of revision total knee arthroplasty in the United States. *Clin Orthop Relat Res* 2010;468(01):45–51
- Bozic KJ, Kamath AF, Ong K, et al. Comparative Epidemiology of Revision Arthroplasty: Failed THA Poses Greater Clinical and Economic Burdens Than Failed TKA. *Clin Orthop Relat Res* 2015;473(06):2131–2138
- Delanois RE, Mistry JB, Gwam CU, Mohamed NS, Choksi US, Mont MA. Current Epidemiology of Revision Total Knee Arthroplasty in the United States. *J Arthroplasty* 2017;32(09):2663–2668
- Chalmers BP, Pallante GD, Sierra RJ, Lewallen DG, Pagnano MW, Trousdale RT. Contemporary Revision Total Knee Arthroplasty in Patients Younger Than 50 Years: 1 in 3 Risk of Re-Revision by 10 Years. *J Arthroplasty* 2019;34(7S):S266–S270
- Sculco PK, Abdel MP, Hanssen AD, Lewallen DG. The management of bone loss in revision total knee arthroplasty: rebuild, reinforce, and augment. *Bone Joint J* 2016;98-B(1, Suppl A)120–124
- Chalmers BP, Desy NM, Pagnano MW, Trousdale RT, Taunton MJ. Survivorship of Metaphyseal Sleeves in Revision Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty* 2017;32(05):1565–1570
- Beckmann NA, Mueller S, Gondan M, Jaeger S, Reiner T, Bitsch RG. Treatment of severe bone defects during revision total knee arthroplasty with structural allografts and porous metal cones—a systematic review. *J Arthroplasty* 2015;30(02):249–253
- Huten D. Femorotibial bone loss during revision total knee arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res* 2013;99(1, Suppl)S22–S33
- Vasso M, Beaufile P, Cerciello S, Schiavone Panni A. Bone loss following knee arthroplasty: potential treatment options. *Arch Orthop Trauma Surg* 2014;134(04):543–553
- Mancuso F, Beltrame A, Colombo E, Miani E, Bassini F. Management of metaphyseal bone loss in revision knee arthroplasty. *Acta Biomed* 2017;88(2S):98–111
- Sheth NP, Bonadio MB, Demange MK. Bone Loss in Revision Total Knee Arthroplasty: Evaluation and Management. *J Am Acad Orthop Surg* 2017;25(05):348–357
- Dalling JG, Math K, Scuderi GR. Evaluating the progression of osteolysis after total knee arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg* 2015;23(03):173–180
- Nadaud MC, Fehring TK, Fehring K. Underestimation of osteolysis in posterior stabilized total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2004;19(01):110–115
- Panegrossi G, Ceretti M, Papalia M, Casella F, Favetti F, Falez F. Bone loss management in total knee revision surgery. *Int Orthop* 2014;38(02):419–427

- 16 Minoda Y, Yoshida T, Sugimoto K, Baba S, Ikebuchi M, Nakamura H. Detection of small periprosthetic bone defects after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2014;29(12):2280–2284
- 17 Lei PF, Hu RY, Hu YH. Bone Defects in Revision Total Knee Arthroplasty and Management. *Orthop Surg* 2019;11(01):15–24
- 18 Engh GA, Parks NL. The management of bone defects in revision total knee arthroplasty. *Instr Course Lect* 1997;46:227–236
- 19 Burastero G, Cavagnaro L, Chiarlone F, Alessio-Mazzola M, Carrega G, Felli L. The Use of Tantalum Metaphyseal Cones for the Management of Severe Bone Defects in Septic Knee Revision. *J Arthroplasty* 2018;33(12):3739–3745
- 20 Lachiewicz PF, Watters TS. Porous metal metaphyseal cones for severe bone loss: when only metal will do. *Bone Joint J* 2014;96-B(11, Supple A)118–121
- 21 Divano S, Cavagnaro L, Zanirato A, Basso M, Felli L, Formica M. Porous metal cones: gold standard for massive bone loss in complex revision knee arthroplasty? A systematic review of current literature. *Arch Orthop Trauma Surg* 2018;138(06):851–863
- 22 Bohl DD, Brown NM, McDowell MA, et al. Do Porous Tantalum Metaphyseal Cones Improve Outcomes in Revision Total Knee Arthroplasty? *J Arthroplasty* 2018;33(01):171–177
- 23 Cobra HAAB, Junior MCNP, Mozella AP. Homologous structural graft for treatment of bone defect during knee revision arthroplasty. *Rev Bras Ortop* 2013;48(04):341–347
- 24 Whittaker JP, Dharmarajan R, Toms AD. The management of bone loss in revision total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90(08):981–987
- 25 Ritter MA, Keating EM, Faris PM. Screw and cement fixation of large defects in total knee arthroplasty. A sequel. *J Arthroplasty* 1993;8(01):63–65
- 26 Berend ME, Ritter MA, Keating EM, Jackson MD, Davis KE. Use of screws and cement in primary TKA with up to 20 years follow-up. *J Arthroplasty* 2014;29(06):1207–1210
- 27 Berend ME, Ritter MA, Keating EM, Jackson MD, Davis KE, Malinzak RA. Use of screws and cement in revision TKA with primary or revision specific prosthesis with up to 17 years followup. *J Arthroplasty* 2015;30(01):86–89
- 28 Backstein D, Safir O, Gross A. Management of bone loss: structural grafts in revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2006;446(446):104–112
- 29 Chen F, Krackow KA. Management of tibial defects in total knee arthroplasty. A biomechanical study. *Clin Orthop Relat Res* 1994;(305):249–257
- 30 Qiu YY, Yan CH, Chiu KY, Ng FY. Review article: Treatments for bone loss in revision total knee arthroplasty. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2012;20(01):78–86
- 31 Patel JV, Masonis JL, Guerin J, Bourne RB, Rorabeck CH. The fate of augments to treat type-2 bone defects in revision knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 2004;86(02):195–199
- 32 Werle JR, Goodman SB, Imrie SN. Revision total knee arthroplasty using large distal femoral augments for severe metaphyseal bone deficiency: a preliminary study. *Orthopedics* 2002;25(03):325–327
- 33 Hockman DE, Ammeen D, Engh GA. Augments and allografts in revision total knee arthroplasty: usage and outcome using one modular revision prosthesis. *J Arthroplasty* 2005;20(01):35–41
- 34 Lotke PA, Carolan GF, Puri N. Technique for impaction bone grafting of large bone defects in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2006;21(04, Suppl 1):57–60
- 35 Lotke PAP, Carolan GF, Puri N. Impaction grafting for bone defects in revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2006;446(446):99–103
- 36 Naim S, Toms AD. Impaction bone grafting for tibial defects in knee replacement surgery. Results at two years. *Acta Orthop Belg* 2013;79(02):205–210
- 37 Hilgen V, Citak M, Vettorazzi E, et al. 10-year results following impaction bone grafting of major bone defects in 29 rotational and hinged knee revision arthroplasties: a follow-up of a previous report. *Acta Orthop* 2013;84(04):387–391
- 38 Engh GA, Ammeen DJ. Use of structural allograft in revision total knee arthroplasty in knees with severe tibial bone loss. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(12):2640–2647
- 39 Wang JW, Hsu CH, Huang CC, Lin PC, Chen WS. Reconstruction using femoral head allograft in revision total knee replacement: an experience in Asian patients. *Bone Joint J* 2013;95-B(05):643–648
- 40 Chun CH, Kim JW, Kim SH, Kim BG, Chun KC, Kim KM. Clinical and radiological results of femoral head structural allograft for severe bone defects in revision TKA—a minimum 8-year follow-up. *Knee* 2014;21(02):420–423
- 41 Bauman RD, Lewallen DG, Hanssen AD. Limitations of structural allograft in revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467(03):818–824
- 42 Clatworthy MG, Ballance J, Brick GW, Chandler HP, Gross AE. The use of structural allograft for uncontained defects in revision total knee arthroplasty. A minimum five-year review. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83(03):404–411
- 43 Meneghini RM, Lewallen DG, Hanssen AD. Use of porous tantalum metaphyseal cones for severe tibial bone loss during revision total knee replacement. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91(Suppl 2 Pt 1):131–138
- 44 Howard JL, Kudera J, Lewallen DG, Hanssen AD. Early results of the use of tantalum femoral cones for revision total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93(05):478–484
- 45 Barnett SL, Mayer RR, Gondusky JS, Choi L, Patel JJ, Gorab RS. Use of stepped porous titanium metaphyseal sleeves for tibial defects in revision total knee arthroplasty: short term results. *J Arthroplasty* 2014;29(06):1219–1224
- 46 Huang R, Barrazueta G, Ong A, et al. Revision total knee arthroplasty using metaphyseal sleeves at short-term follow-up. *Orthopedics* 2014;37(09):e804–e809
- 47 Schmitz HC, Klauser W, Citak M, Al-Khateeb H, Gehrke T, Kendoff D. Three-year follow up utilizing tantal cones in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2013;28(09):1556–1560
- 48 Rao BM, Kamal TT, Vafaye J, Moss M. Tantalum cones for major osteolysis in revision knee replacement. *Bone Joint J* 2013;95-B(08):1069–1074
- 49 Mozella AdeP, Olivero RR, Alexandre H, Cobra AB. Use of a trabecular metal cone made of tantalum, to treat bone defects during revision knee arthroplasty. *Rev Bras Ortop* 2014;49(03):245–251
- 50 Girerd D, Parratte S, Lunebourg A, et al. Total knee arthroplasty revision with trabecular tantalum cones: Preliminary retrospective study of 51 patients from two centres with a minimal 2-year follow-up. *Orthop Traumatol Surg Res* 2016;102(04):429–433
- 51 Villanueva-Martínez M, De la Torre-Escudero B, Rojo-Manaute JM, Ríos-Luna A, Chana-Rodríguez F. Tantalum cones in revision total knee arthroplasty. A promising short-term result with 29 cones in 21 patients. *J Arthroplasty* 2013;28(06):988–993
- 52 Kamath AF, Lewallen DG, Hanssen AD. Porous tantalum metaphyseal cones for severe tibial bone loss in revision knee arthroplasty: a five to nine-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 2015;97(03):216–223
- 53 Potter GD III, Abdel MP, Lewallen DG, Hanssen AD. Midterm Results of Porous Tantalum Femoral Cones in Revision Total Knee Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2016;98(15):1286–1291
- 54 Alexander GE, Bernasek TL, Crank RL, Haidukewych GJ. Cementless metaphyseal sleeves used for large tibial defects in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2013;28(04):604–607
- 55 Fraser JF, Werner S, Jacofsky DJ. Wear and loosening in total knee arthroplasty: a quick review. *J Knee Surg* 2015;28(02):139–144
- 56 Höll S, Schlomberg A, Gosheger G, et al. Distal femur and proximal tibia replacement with megaprosthesis in revision knee arthroplasty: a limb-saving procedure. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012;20(12):2513–2518
- 57 Barry JJ, Thielen Z, Sing DC, Yi PH, Hansen EN, Ries M. Length of Endoprosthetic Reconstruction in Revision Knee Arthroplasty Is Associated With Complications and Reoperations. *Clin Orthop Relat Res* 2017;475(01):72–79