

Artrodese do joelho

Revisão teórica e resultados retrospectivos de 22 casos consecutivos

António Camacho, Jorge Barbosa, Rodrigo Moreira, João Moreira

Serviço de Ortopedia. Hospital Curry Cabral. Lisboa. Portugal.

António Camacho

Interno do Complementar de Ortopedia

Jorge Barbosa

Assistente Hospitalar de Medicina Física e Reabilitação

Rodrigo Moreira**João Moreira**

Assistente Hospitalar de Ortopedia

Serviço de Ortopedia

Hospital Curry Cabral. Lisboa

Submetido em: 22 fevereiro 2012

Revisto em: 30 junho 2012

Aceite em: 7 julho 2012

Publicação electrónica: 17 setembro 2012

Tipo de estudo: Terapêutico

Nível de evidência: IV

Declaração de conflito de interesses:

Nada a declarar.

Correspondência:

António Camacho

Serviço de Ortopedia

Hospital Curry Cabral

Rua da Beneficência n8

1069 Lisboa

toinobc@gmail.com

RESUMO

A artrodese do joelho foi amplamente utilizada no passado para tratamento de dor e instabilidade do joelho, actualmente a sua indicação principal é o tratamento da falência séptica da artroplastia do joelho. Neste artigo os autores procuram rever as indicações, contra-indicações, planeamento e técnicas disponíveis para a artrodese. Os resultados e complicações de 22 doentes operados na nossa instituição entre 2000 e 2008 também são apresentados e discutidos. Os meios de artrodese utilizados na nossa instituição são o fixador externo, as cavilhas endomedulares modulares inseridas pelo joelho e placas de compressão. A perda de capital ósseo é o factor que mais influencia o sucesso da artrodese. Com base nos resultados obtidos os autores recomendam a utilização de duas placas colocadas a 90°, como técnica de artrodese, em todos os casos que os tecidos moles o permitam.

Palavras chave:

Artrodese, joelho, artroplastia do joelho, instabilidade do joelho, falência de artroplastia, estudo retrospectivo, fixador externo, cavilha, placa.

ABSTRACT

Knee arthrodesis was widely used in the past to treat pain and instability of the knee. Nowadays the most common indication for knee arthrodesis is the treatment of a failed total knee arthroplasty. In this paper the authors do an overview of the indications, counterindications, preoperative planning and surgical techniques available. The results and complications of 22 consecutive patients, treated at our institution are presented and discussed. In our institution the used techniques for arthrodesis of the knee are the external fixator, the intramedullary nail inserted by the knee and the compression plates. The loss of bone stock is the main reason for the non union of the arthrodesis. The authors preferred technique is the dual plating of the knee with the plates applied to the anterior and medial aspects of the femur and tibia at 90 degrees to each other.

Key words:

Arthrodesis; arthroplasty, replacement, knee; bone nails; external fixators; humans; joint instability; knee joint; prosthesis-related infections; retrospective studies, bone plates; prosthesis failure.

INTRODUÇÃO

A artrodese do joelho tem sido utilizada desde o princípio do século XX para tratamento de dor e instabilidade do joelho causadas por osteoartrose, artropatias, artrites infecciosas e para reconstruções após excisão tumoral. Devido aos avanços dos programas de vacinação, da eficácia dos antibióticos e do sucesso das artroplastias, as indicações para artrodese do joelho tornaram-se mais restritas. Embora possa parecer uma cirurgia que vai causar um grande grau de incapacidade ao doente, a artrodese do joelho proporciona um membro indolor, estável e que permite a mobilidade^[1, 2, 3]. Com um menor número de cirurgias efetuadas anualmente, é mais difícil para um Serviço de Ortopedia ganhar experiência e perceber qual das diferentes técnicas de artrodese tem melhores resultados. Sendo assim pensamos que um estudo retrospectivo dos casos tratados no nosso Serviço pudesse ser útil para nos apercebermos dos resultados que podemos esperar de cada técnica e quais as patologias para as quais a artrodese ainda é o melhor tratamento.

INDICAÇÕES

Atualmente a principal indicação da artrodese é o tratamento da falência de artroplastia do joelho^[4,1,3]. Pode ser difícil decidir quando é que a artrodese irá ser mais indicada do que uma cirurgia de revisão, não podemos esquecer que cada cirurgia de revisão acarreta perda óssea, dificultando uma futura artrodese^[5]. Nos casos em que a causa da falência foi uma infeção periprotésica causada por micro-resistentes ou em que o doente encontra-se imunodeprimido é preferível optar pela artrodese^[6,1,3]. Quando o doente com uma falência de artroplastia, independentemente da etiologia, apresenta uma grande instabilidade ligamentar, má cobertura de pele e tecidos moles, mecanismo extensor deficiente ou perda óssea considerável a artrodese apresenta-se como a melhor alternativa^[1, 2, 3]. Os doentes jovens e ativos com dor e instabilidade do joelho por síndrome pós-poliomielite, artropatia de Charcot ou por falência de reconstrução do joelho após ressecção de tumor também têm indicação para artrodese^[3]. Nos doentes jovens com gonartrose pós-traumática a artrodese

tem vindo perder popularidade para a artroplastia total do joelho que apresenta bons resultados a médio prazo^[7,8,9]. Em casos de tumores, em que não é possível preservar a superfície articular, a artrrodese tem vindo a perder terreno para as próteses de reconstrução, que, atualmente, apresentam taxas de sobrevida a longo prazo aceitáveis^[10,11].

Contraindicações

As contraindicações para a artrrodese do joelho são; amputação contralateral acima do joelho, artrrose da anca ou tornozelo ipsilateral e artrrodese da anca ou joelho contralateral^[1,3]. A marcha com artrrodese do joelho tem um gasto adicional de 25%-30% de energia quando comparada à marcha normal, se a isto acrescentarmos que a energia necessária para deambular com uma amputação acima do joelho é 25% superior à da artrrodese percebemos que a marcha com uma artrrodese e amputação contralateral representa um gasto energético muito elevado e que pode não ser suportado pela função cardiovascular de muitos doentes^[3]. Os mecanismos compensatórios envolvidos na marcha com artrrodese do joelho incluem um aumento do tilt pélvico, aumento da abdução da anca ipsilateral e aumento da dorsiflexão do tornozelo ipsilateral. A osteoartrrose do tornozelo e anca impede esta compensação tornando a marcha muito difícil. Os doentes com patologia degenerativa da coluna lombar também são maus candidatos para a artrrodese uma vez que o *tilt* pélvico aumenta as forças transmitidas à coluna lombar agravando as queixas algicas.

ESTUDO PRÉ-OPERATÓRIO

Muitos dos doentes candidatos à artrrodese apresentam comorbilidades que devem ser otimizadas para obter os melhores resultados. O tabagismo, a obesidade e a diabetes mellitus aumentam o risco de não união, de infeção e de deiscência da sutura, a patologia pulmonar e cardiovascular interfere com a capacidade de marcha do doente, devido ao consumo

de oxigénio aumentado^[3]. Todas as incisões prévias devem ser avaliadas e caso se prevejam dificuldades com o encerramento considerar a utilização de expansores de tecido ou de retalhos de cobertura. Uma vez que a vascularização da pele da região anterior do joelho provem de vasos da região interna, devem-se evitar incisões internas á linha média^[1]. Todos os doentes submetidos a uma artrrodese do joelho vão ficar com dismetria do membro que pode ser prevista com uma radiografia extralonga (120cm) dos membros inferiores, em carga, a radiografia permite ainda avaliar o alinhamento do membro. Quando a dismetria prevista for superior a 5 cm é aconselhável realizar um alongamento simultâneo, este procedimento não leva a que o fixador tenha que ficar mais tempo que o necessário para a consolidação da artrrodese^[3]. Não existe um consenso quanto á posição em que o joelho deve ser colocado. No plano frontal o ideal é entre 5 a 7o de valgo^[12], a fusão com o joelho em 10° -15° de flexão facilita a marcha, embora aumente a dismetria^[1,2,3]. Para que ha ja a consolidação superficies ósseas devem ser colocadas em compressão, ter a maior área de contacto possível de osso trabecular com a vascularização intacta^[13,14,15]. A erradicação da infeção antes da artrrodese resulta numa maior taxa de fusão e possibilita mais opções de fixação. Nos casos de infeções periprotésicas o ideal é num primeiro tempo retirar os componentes, proceder ao desbridamento e aplicação de um espaçador de cimento impregnado em antibiótico. Em seguida o doente realiza um ciclo de 6 a 8 semanas de antibioterapia dirigida aos micro-organismos isolados, quando os marcadores inflamatórios normalizam o doente faz uma pausa de duas semanas na antibioterapia e nova reavaliação analítica. O segundo tempo da artrrodese é então completado utilizando o método preferido pelo cirurgião^[1,2,3]. Nos casos de infeções recorrentes, polimicrobianas ou a gram negativos, os fixadores externos apresentam-se como a técnica de eleição^[16,4]. A artrrodese considera-se conseguida quando as trabéculas ósseas atravessam o espaço entre a tibia e o fémur em dois planos radiográficos.

TÉCNICAS

Fixador externo

O uso do fixador externo como modo de obter artrodese do joelho foi divulgado por Charnley e Baker^[17]. A técnica consistia em dois pinos femorais unidos a dois pinos tibiais e uma tala de Thomas para manter compressão no foco de artrodese. As principais vantagens dos fixadores externos são a capacidade de compressão no foco de artrodese, a possibilidade de realizar um alongamento concomitante e facilitarem o tratamento de infeções da ferida operatória (Figura 1). Os fios ou pinos devem evitar estruturas neurovasculares e ser colocados em osso saudável, atravessando duas corticais. A utilização de pinos revestidos a hidroxiapatite promove a sua osteointegração diminuindo o risco de infeção e descelamento^[18]. Os fixadores biplanares apresentam uma maior estabilidade sagital e maiores taxas de fusão que os monoplares^[19]. Devem ser colocados anteriormente e externamente, e a fixação deve ir desde o pequeno trocânter até à metáfise distal da tibia^[3]. Os fixadores externos circulares têm como vantagens a possibilidade de usar uma fixação só com fios, de modo a obter a máxima rigidez em osso de má qualidade, permite que o doente faça carga total imediatamente após a cirurgia, pode variar a rigidez da fixação e o alinhamento do membro durante o tratamento e a artrodese pode ser realizada com a infeção ativa, uma vez que a antibioterapia e a compressão axial mantida erradicam a infeção^[20,21,22]. No entanto é um método tecnicamente exigente, pode não ser tolerado por doentes obesos e o anel proximal do fémur obriga aos doentes a andar com os membros afastados. As desvantagens comuns a todos os fixadores externos são a possibilidade de infeção do trajeto dos pinos, as taxas de fusão são menores do que com as cavilhas e é difícil avaliar a qualidade da fusão de modo a decidir quando retirar o fixador^[3].

Placas

A utilização de uma^[23, 24] ou duas placas^[25, 26] (Figura 2), possibilita a aplicação de compressão na artrodese, o desbridamento, preparação das superfícies ósseas e aplicação dos implantes pela mesma incisão. Quando são utilizadas duas placas, uma é colocada no lado interno e a outra anteriormente ou externamente. As principais desvantagens são a dificuldade no encerramento da ferida operatória^[26] e ser necessário utilizar uma tala gessada como meio de suplementar a fixação.

Cavilha

As cavilhas podem ser longas, estendendo-se do grande trocânter até 2 cm proximais ao tornozelo ou curtas que vão do istmo do fémur ao istmo da tibia. Na literatura as vantagens descritas das cavilhas são a fixação rígida, mobilização precoce e tempos de fusão mais curtos^[27]. Os opositores das cavilhas apontam como desvantagem o risco de disseminação da infeção para o canal medular e consequente osteomielite



Figura 1. Artrodese com fixadores externos.

do fêmur e tibia[1]. As cavilhas longas tem como vantagem proporcional uma estabilidade excelente devido ao grande braço de alavanca, no entanto são de aplicação tecnicamente exigente, necessitam de uma abordagem cirúrgica extensa, apresentam um tempo cirúrgico prolongado, perdas de sangue aumentadas em comparação com outros métodos e permitem pouco controlo na orientação do membro em termos varo-valgo e extensão-flexão[12]. As cavilhas curtas modulares permitem aplicar implantes de diferentes diâmetros no fêmur e tibia e uma vez que os implantes entram através do joelho e ficam 5-6cm após o istmo e são bloqueados com parafusos, o que é compatível com uma artroplastia da anca ipsilateral[28] (Figura 3). A principal desvantagem destas cavilhas é a quantidade significativa de osso que é necessário remover para colocar peça que une o componente tibial e femoral, outro problema é a dificuldade de remover a cavilha após a sua inserção.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram revistos os processos de todos os doentes submetidos a artrodese do joelho, na nossa instituição, entre os anos de 2000 e 2008, num total de 22 doentes. Consideramos o tempo de fusão como o tempo em meses que decorreu desde a cirurgia até o doente apresentar sinais radiológicos de fusão, ou seja obliteração da linha articular e continuidade entre as trabéculas ósseas dos dois topos, nas radiografias anteroposteriores e de perfil.

Consideramos como complicação todas as intercorrências que atrasaram o tratamento, obrigaram a reintervenção cirúrgica, motivaram internamento hospitalar ou início de nova terapêutica medicamentosa, ou causaram morbidade significativa ao doente. Nos casos em que a artrodese não foi conseguida com a cirurgia inicial, e que o doente foi reoperado utilizando outra técnica, considera-se que o tempo de fusão foi o decorrido entre a última cirurgia e o doente cumprir os critérios de fusão.



Figura 2. Artrodese com duas placas.



Figura 3. Artrodese com cavilha curta modular.

Fixadores externos

Este grupo divide-se em três subgrupos, o dos fixadores externos circulares (Ilizarov, Memphis, EUA), o dos fixadores externos monolaterais (Orthofix, Verona, Itália e Synthes, Solothurn, Suíça), e o do fixador externo de Charnley. A razão para esta divisão é a diferente funcionamento biomecânico[29], que do ponto de vista dos autores faz com que não seja lícito agrupar os diferentes tipos de fixador externo. Todos os fixadores externos foram colocados de modo a aplicar compressão a nível da articulação a artrodesar. Os resultados obtidos com os fixadores circulares encontram-se na Quadro I e o resultado dos fixadores monolaterais na Quadro II. O fixador externo de Charnley foi utilizado num único caso, de um doente com 74 anos, de falência séptica de artroplastia de revisão, não foi possível obter fusão da articulação e o doente acabou por falecer aos 10 meses pós-operatórios.

Placas

Em todos os doentes deste grupo foi tentada a artrodesa com duas placas retas D.C.P. , de 4,5mm (Synthes, Solothurn, Suíça) colocadas longitudinalmente, uma na face anterior do joelho e a outra na face interna, de modo a fazerem um ângulo de 90º entre si. O tamanho da placa a aplicar e o número de parafusos dependeram da decisão do cirurgião. A via de abordagem utilizada foi em todos os casos a via mediana anterior. Os resultados obtidos encontram-se na Quadro III.

Cavilhas

Em todos os doentes deste grupo foram colocadas cavilhas intramedulares curtas Wichita (Stryker, Kalamazoo, EUA), sendo que as dimensões da cavilha dependeram do caso específico. Todas as cavilhas foram aplicadas de acordo com a técnica operatória recomendada pelo fabricante de modo a efetuar compressão a nível da articulação a artrodesar. Os resultados obtidos encontram-se na Quadro IV.

Quadro I. Resultados da utilização de fixador externo circular.

Diagnóstico	Casos N	Idade min-max	Taxa de fusão %	Tempo médio de fusão meses	Complicações %
Anquilose do joelho	1	50	100	4	100
Falência séptica de artroplastia	1	81	100	12	100

Quadro II. Resultados da artrodesa utilizando fixador externo monolateral.

Diagnóstico	Casos N	Idade min-max	Taxa de fusão %	Tempo médio de fusão meses	Complicações %
Anquilose do joelho	2	41-68	50	8	100
Falência séptica de artroplastia primária	4	64-80	100	6	25
Falência séptica de artroplastia de revisão	2	65-74	0	-	-

Quadro III. Resultados da utilização de duas placas.

Diagnóstico	Casos N	Idade min-max	Taxa de fusão %	Tempo médio de fusão meses	Complicações %
Artrite séptica	2	67-73	100	55	50
Falência séptica de artroplastia primária	2	68-69	100	6	50
Falência asséptica de artroplastia	3	53-69	100	113	0

Quadro IV. Resultados da utilização de cavilha.

Diagnóstico	Casos N	Idade min-max	Taxa de fusão %	Tempo médio de fusão meses	Complicações %
Anquilose do joelho	2	28-68	100	10	50
Falência séptica de artroplastia primária	3	62 - 80	66	6	33
Falência séptica de artroplastia de revisão	1	65	0	-	-

COMPLICAÇÕES

Na literatura as taxas de complicações descritas variam entre os 20% e os 85%^[3]. Na nossa série a complicação mais frequente foi a deiscência da ferida operatória, tendo ocorrido em 3 casos tratados com fixador externo, 2 casos tratados com placas e 2 casos tratados com cavilha. Atribuímos as complicações com a ferida operatória a fatores relacionados com o doente, ou seja antecedentes de artroplastia infetada, de tabagismo, de insuficiência arterial periférica, e a fatores relacionados com a técnica, ou seja cirurgia com tempo de garrote prolongado e dissecação extensa ou aplicação de material volumoso. A outra complicação observada, e descrita na literatura^[30,31], foi a fratura da diáfise do fêmur a nível de um dos pinos do fixador externo (Figura 4), que pode ser atribuída a ter sido aplicada uma força compressiva excessiva a nível do fixador monolateral. A ausência de fusão em casos com extensa perda óssea e infeção latente também se encontra descrita na literatura^[32,33] e nesta série, em nenhum dos casos de infeção de artroplastia de revisão do joelho foi conseguida a artrodese (Figuras 5 e 6). A dificuldade em conseguir duas superfícies extensas de osso esponjoso vascularizado,



Figura 4. Fractura da diáfise do fêmur a nível de um dos pinos do fixador externo.



Figura 5. Ausência de artrodese com fixadores externos em caso de infecção de artroplastia.



Figura 6. Ausência de artrodese com cavilha em caso de infecção de artroplastia.

associado a uma supressão parcial da infecção foram os fatores que contribuíram para a ausência de fusão. Outras complicações descritas na literatura, e que não foram observadas em nenhum dos casos desta série incluem lesão do nervo peroneal, tromboflebite, fratura da cavilha endomedular, perfuração da diáfise da tíbia pela cavilha e fratura de stress da diáfise, proximal ou distal à cavilha^[1, 2, 3].

ALTERNATIVAS

Nos casos de infecção de artroplastia do joelho as alternativas à artrodese são a supressão da infecção com tratamento antibiótico crónico, a artrodese artificial, a artroplastia de ressecção e a amputação acima do joelho^[1, 3]. A supressão crónica com antibiótico não é muito eficaz^[1] e tem como inconvenientes o aparecimento de resistências ao antibiótico, os efeitos adversos da medicação e sua interação com outras medicações e o problema da “compliance” do doente. A artrodese artificial foi descrita inicialmente por Campanacci and Costa^[34] para o tratamento de tumores e adaptada por Voss^[35] para os casos de falência de artroplastia. Consiste em colocar um espaçador de cimento no joelho de modo a ocupar o espaço entre a tíbia e o fémur e fixar a articulação com uma cavilha longa. Deste modo o doente pode deambular no pós operatório imediato. A artroplastia de ressecção deve ser reservada para doentes com comorbilidades que impedem uma cirurgia extensa, uma vez que os resultados funcionais são maus^[36, 37]. A amputação acima do joelho encontra-se reservada para casos de infecção persistente e que tem o potencial de evoluir para sépsis e colocar a vida do doente em perigo ou então em membros com alterações vasculares marcadas. A probabilidade destes doentes voltarem a deambular autonomamente, mesmo com ortóteses ou próteses de membro é baixa^[1, 2, 3].

CONCLUSÃO

Atualmente a indicação mais frequente para a artrodese é a infecção de artroplastia que não é passível de ser tratada com uma artroplastia de revisão. Mantêm-se uma opção terapêutica válida para doentes com alterações degenerativas graves do joelho, independentemente da etiologia, e que não têm indicação para artroplastia do joelho. O stock ósseo do doente e a erradicação da infecção são os fatores chave que influenciam o sucesso da artrodese. Seja qual for da técnica utilizada é fundamental ter

em contacto duas superfícies de osso esponjoso bem vascularizado e controlar a infecção com antibioterapia agressiva. Na nossa série a utilização de duas placas colocadas a 90º foi a técnica que apresentou a taxa de fusão mais elevada, independentemente do diagnóstico de base. As placas permitem um maior controlo sobre o alinhamento da artrodese e não têm os inconvenientes dos fixadores externos. Os autores deste trabalho recomendam assim a utilização de duas placas colocadas a 90º, em todos os casos em que os defeitos cutâneos não impeçam o seu uso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. H. S. Somaya ji, P. Tsaggerides, H. E. Ware, and G. S. E. Dowd, "Knee arthrodesis—a review.," *Knee*, vol. 15, pp. 247–254, Aug 2008.
2. J. H. MacDonald, S. Agarwal, M. P. Lorei, N. A. Johanson, and A. A. Freiberg, "Knee arthrodesis," *J Am Acad Orthop Surg*, vol. 14, pp. 154–63, Mar 2006.
3. J. D. Conway, M. A. Mont, and H. P. Bezwada, "Arthrodesis of the knee.," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 86-A, pp. 835–848, Apr 2004.
4. J. D. Wiedel, "Salvage of infected total knee fusion: the last option.," *Clin Orthop Relat Res*, pp. 139–142, Nov 2002.
5. A. H. Wilde and J. T. Ruth, "Two-stage reimplantation in infected total knee arthroplasty," *Clin Orthop Relat Res*, pp. 23–35, Nov 1988.
6. J. Parvizi, B. Zmistowski, and B. Adeli, "Periprosthetic joint infection: treatment options," *Orthopedics*, vol. 33, p. 659, Sep 2010.
7. J. A. Keeney, S. Eunice, G. Pashos, R. W. Wright, and J. C. Clohisy, "What is the evidence for total knee arthroplasty in young patients?: a systematic review of the literature," *Clin Orthop Relat Res*, vol. 469, pp. 574–83, Feb 2011.
8. R. Bisschop, R. W. Brouwer, and J. J. A. M. Van Raay, "Total knee arthroplasty in younger patients: a 13-year follow-up study," *Orthopedics*, vol. 33, no. 12, 2010.
9. C. C. Tai and M. J. Cross, "Five- to 12-year follow-up of a hydroxyapatite-coated, cementless total knee replacement in young, active patients," *J Bone Joint Surg Br*, vol. 88, pp. 1158–63, Sep 2006.
10. S. Kinkel, B. Lehner, J. A. Kleinhans, E. Jakubowitz, V. Ewerbeck, and C. Heisel, "Medium to long-term results after reconstruction of bone defects at the knee with tumor endoprostheses," *J Surg Oncol*, vol. 101, pp. 166–9, Feb 2010.
11. G. J. C. Myers, A. T. Abudu, S. R. Carter, R. M. Tillman, and R. J. Grimer, "Endoprosthetic replacement of the distal femur for bone tumours: long-term results," *J Bone Joint Surg Br*, vol. 89, pp. 521–6, Apr 2007.
12. J. Puranen, P. Kortelainen, and P. Jalovaara, "Arthrodesis of the knee with intramedullary nail fixation," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 72, pp. 433–42, Mar 1990.
13. K. Knutson, A. Lindstrand, and L. Lidgren, "Arthrodesis for failed knee arthroplasty. a report of 20 cases," *J Bone Joint Surg Br*, vol. 67, pp. 47–52, Jan 1985.
14. G. W. Woods, D. R. Lionberger, and H. S. Tullos, "Failed total knee arthroplasty. revision and arthrodesis for infection and noninfectious complications," *Clin Orthop Relat Res*, pp. 184–90, Mar 1983.
15. W. F. Hagemann, G. W. Woods, and H. S. Tullos, "Arthrodesis in failed total knee replacement," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 60, pp. 790–4, Sep 1978.
16. K. H. Salem, P. Keppler, L. Kinzl, and A. Schmelz, "Hybrid external fixation for arthrodesis in knee sepsis," *Clin Orthop Relat Res*, vol. 451, pp. 113–20, Oct 2006.
17. J. Charnley and S. L. Baker, "Compression arthrodesis of the knee; a clinical and histological study," *J Bone Joint Surg Br*, vol. 34-B, pp. 187–99, May 1952.

18. A. Moroni, J. Heikkila, G. Magyar, S. Toksvig-Larsen, and S. Giannini, "Fixation strength and pin tract infection of hydroxyapatite-coated tapered pins," *Clin Orthop Relat Res*, pp. 209–17, Jul 2001.
19. W. J. Bose, P. F. Gearen, J. C. Randall, and W. Petty, "Long-term outcome of 42 knees with chronic infection after total knee arthroplasty," *Clin Orthop Relat Res*, pp. 285–96, Oct 1995.
20. A. Manzotti, C. Pullen, B. Deromedis, and M. A. Catagni, "Knee arthrodesis after infected total knee arthroplasty using the ilizarov method," *Clin Orthop Relat Res*, pp. 143–9, Aug 2001.
21. H. J. Oostenbroek and P. M. van Roermund, "Arthrodesis of the knee after an infected arthroplasty using the ilizarov method," *J Bone Joint Surg Br*, vol. 83, pp. 50–4, Jan 2001.
22. M. J. Garberina, R. D. Fitch, E. D. Ho□mann, W. T. Hardaker, T. P. Vail, and S. P. Scully, "Knee arthrodesis with circular external fixation," *Clin Orthop Relat Res*, pp. 168–78, Jan 2001.
23. J. W. Pritchett, B. A. Mallin, and A. C. Matthews, "Knee arthrodesis with a tension-band plate," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 70, pp. 285–8, Feb 1988.
24. U. Munzinger, J. Knessl, and N. Gschwend, "[arthrodesis following knee arthroplasty]," *Orthopade*, vol. 16, pp. 301–9, Aug 1987.
25. S. J. Nichols, G. C. Landon, and H. S. Tullos, "Arthrodesis with dual plates after failed total knee arthroplasty," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 73, pp. 1020–4, Aug 1991.
26. D. B. Lucas and W. R. Murray, "Arthrodesis of the knee by double-plating," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 43, no. 6, pp. 795–808, 1961.
27. A. H. Wilde and K. L. Stearns, "Intramedullary fixation for arthrodesis of the knee after infected total knee arthroplasty," *Clin Orthop Relat Res*, pp. 87–92, Nov 1989.
28. J. S. Arroyo, K. L. Garvin, and J. R. Ne, "Arthrodesis of the knee with a modular titanium intramedullary nail," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 79, pp. 26–35, Jan 1997.
29. V. Ca ja, W. Kim, S. Larsson, and Y. C. E, "Comparison of the mechanical performance of three types of external fixators: linear, circular and hybrid," *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, vol. 10, pp. 401–406, Dec 1995.
30. J. A. Rand, R. S. Bryan, and E. Y. Chao, "Failed total knee arthroplasty treated by arthrodesis of the knee using the ace-fischer apparatus," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 69, pp. 39–45, Jan 1987.
31. G. W. Rothacker, Jr and M. E. Cabanela, "External fixation for arthrodesis of the knee and ankle," *Clin Orthop Relat Res*, pp. 101–8, Nov 1983.
32. M. P. Brodersen, R. H. Fitzgerald, Jr, L. F. Peterson, M. B. Coventry, and R. S. Bryan, "Arthrodesis of the knee following failed total knee arthroplasty," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 61, pp. 181–5, Mar 1979.
33. J. A. Rand and R. S. Bryan, "The outcome of failed knee arthrodesis following total knee arthroplasty," *Clin Orthop Relat Res*, pp. 86–92, Apr 1986.
34. M. Campanacci and P. Costa, "Total resection of distal femur or proximal tibia for bone tumours. autogenous bone grafts and arthrodesis in twenty-six cases," *J Bone Joint Surg Br*, vol. 61-B, pp. 455–63, Nov 1979.
35. F. R. Voss, "A new technique of limb salvage after infected revision total knee arthroplasty: artificial fusion," *J Arthroplasty*, vol. 16, pp. 524–8, Jun 2001.
36. S. J. Scott, M. S. Hennessey, R. W. Parkinson, and A. P. Molloy, "Long-term outcome of the 'beefburger' procedure in patients unsuitable for two-stage revision following infected total knee replacement," *Knee*, vol. 8, pp. 281–6, Dec 2001.
37. M. H. Falahee, L. S. Matthews, and H. Kaufer, "Resection arthroplasty as a salvage procedure for a knee with infection after a total arthroplasty," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 69, pp. 1013–21, Sep 1987.

Texto em conformidade com as regras do novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa, convertido pelo programa Lince (© 2010 - ILTEC).