

O USO DO TRANSPLANTE OSTEOCONDRAIS A FRESCO NO TRATAMENTO DAS LESÕES OSTEOCONDRAIS DO JOELHO

USE OF FRESH OSTEOCHONDRAL TRANSPLANTS FOR TREATING OSTEOCHONDRAL KNEE LESIONS

Luís Eduardo Passarelli Tírico¹, Marco Kawamura Demange¹

RESUMO

O tratamento das lesões condrais e osteocondrais do joelho em pacientes jovens ainda permanece um desafio para os ortopedistas. As técnicas de reparo atualmente disponíveis no Brasil, como o desbridamento, microfraturas e transplante osteocondral autólogo são insuficientes nos tratamentos de lesões condrais e osteocondrais grandes. O transplante osteocondral homólogo a fresco (TOF) na articulação do joelho vem sendo usado nos Estados Unidos com excelentes resultados. Este artigo tem o intuito de revisar a ciência básica, indicações, técnicas cirúrgicas, possíveis complicações e descrever a técnica de transplante osteocondral homólogo a fresco na articulação do joelho realizada no Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo.

Descritores – Joelho; Cartilagem; Osteoartrite; Transplante Homólogo

ABSTRACT

Treatment of chondral and osteochondral knee lesions in young patients remains a challenge for orthopedic surgeons. The repair techniques currently available in Brazil, such as debridement, microfracture and autologous osteochondral transplantation are insufficient for treating large chondral and osteochondral lesions. Fresh homologous osteochondral transplants have been used in the knee joint in the United States with excellent results. This article had the aims of reviewing the basic science, indications, surgical techniques and possible complications and describing the technique of fresh homologous osteochondral transplantation in the knee joint, performed in the Institute of Orthopedics and Traumatology, Hospital das Clínicas, University of São Paulo.

Keywords – Knee; Cartilage; Osteoarthritis; Transplantation, Homologous

INTRODUÇÃO

A lesão da cartilagem articular compromete a qualidade de vida de pacientes jovens ativos, podendo levar a incapacidade à prática esportiva e ao trabalho. O objetivo no tratamento das lesões condrais e osteocondrais destes pacientes é restabelecer a anatomia e a função da articulação, eliminando a dor, tentando sempre utilizar um reparo biológico como opção de tratamento, pois sabe-se que estes pacientes não são os pacientes ideais para a realização de uma artroplastia do joelho. Os resultados do tratamento das lesões condrais grandes pelas

técnicas de desbridamento e microfraturas não são adequados, e estes procedimentos não são recomendados no tratamento de lesões osteocondrais grandes do joelho. O transplante osteocondral autólogo (OATS, mosaico-plastia) é uma boa opção de tratamento; entretanto, tem a limitação da morbidade da área doadora, podendo ser utilizado em lesões pequenas e médias. A utilização do transplante osteocondral homólogo a fresco (TOF) para o tratamento de lesões condrais e osteocondrais grandes do joelho é uma opção biológica em pacientes jovens, tendo como principal vantagem ser um órgão com cartilagem

1 – Médico Assistente do Grupo de Joelho do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da FMUSP – São Paulo, SP, Brasil.

Trabalho realizado no Grupo de Joelho e Banco de Tecidos do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (IOT-HC-FMUSP).

Correspondência: Rua Dr. Ovídio Pires de Campos, 333, Cerqueira César – 05403-010 – São Paulo, SP. E-mail: drtirico@yahoo.com.br

Trabalho recebido para publicação: 21/05/2012, aceito para publicação: 25/05/2012.

Os autores declaram inexistência de conflito de interesses na realização deste trabalho / *The authors declare that there was no conflict of interest in conducting this work*

Este artigo está disponível online nas versões Português e Inglês nos sites: www.rbo.org.br e www.scielo.br/rbort
This article is available online in Portuguese and English at the websites: www.rbo.org.br and www.scielo.br/rbort

hialina e condrócitos vivos em uma matriz condral, com a arquitetura de fibras colágenas preservada.

O TOF tem sido usado há décadas em outros países⁽¹⁻⁵⁾. Esta técnica foi introduzida inicialmente para o tratamento de defeitos ósseos pós-traumáticos^(6,7); entretanto, hoje é utilizada para diversas patologias no joelho como osteocondrite dissecante, osteonecrose secundária, doença degenerativa do joelho, além das sequelas de fraturas⁽⁸⁻¹¹⁾. Atualmente, as opções de tratamento para as lesões condrais e osteocondrais grandes do joelho são o transplante autólogo de condrócitos e o transplante osteocondral homólogo a fresco, sendo o princípio desta técnica restabelecer a anatomia biológica da articulação e fornecer um tecido osteocondral capaz de suportar carga mecânica. Entretanto, não existe, até a presente data, nenhum relato da utilização desta técnica no Brasil.

O TOF é uma técnica onde o órgão osteocartilaginoso captado de um doador de órgãos e é mantido em temperatura de 4 a 10°C, não sofrendo congelamento a temperaturas negativas, como no caso de preservação de tecidos ósseos e tendíneos, pois o congelamento leva à morte celular dos condrócitos. Após um período de armazenamento em soluções de preservação celular são liberadas as culturas do doador e do tecido, sendo então o órgão transplantado no receptor^(12,13).

Ciência básica

O armazenamento do tecido osteocondral leva a uma diminuição na viabilidade celular do condrócito, diminuindo o metabolismo e a densidade celular na matriz cartilaginosa, porém sem afetar a matriz e o osso subcondral. O congelamento da cartilagem articular leva à morte celular dos condrócitos e diminui as propriedades histológicas e biomecânicas da matriz⁽¹⁴⁻¹⁶⁾. Como possíveis causas da incapacidade de sobrevivência ao congelamento, podemos citar a pequena penetração das soluções de criopreservação no tecido, as diferentes velocidades de congelamento das diversas camadas da matriz e o alto conteúdo de água na matriz extracelular. Durante o armazenamento em refrigerador, a viabilidade e a densidade dos condrócitos podem diminuir com o passar do tempo. Devido à necessidade de realização de culturas para vírus e bactérias no doador e nos órgãos, geralmente o tecido osteocondral é armazenado por mais tempo, sendo liberado pelo menos 14 dias após a captação⁽¹⁷⁾. McCulloch *et al*⁽¹⁸⁾ e Williams *et al*⁽¹⁹⁾ demonstraram bons resultados clínicos no transplante a fresco realizado até 42 dias de refrigeração. Tecidos osteocondrais congelados podem ser utilizados cirurgicamente; entretanto, existem grandes chances de haver delaminação, fissuras e ocorrer falha e colapso da superfície condral^(20,21).

Após o transplante, a matriz cartilaginosa mantém os condrócitos protegidos (imunoprivilegiados), pois a matriz é avascular e recebe nutrientes por difusão. Por este motivo, o principal tecido imunogênico do transplante a fresco é o osso, podendo levar a diferentes graus de resposta dependendo da quantidade de osso transplantada, porém não necessitando de imunossupressão após o procedimento⁽²²⁾. A resposta inflamatória ao tecido transplantado geralmente diminui com o tempo, podendo permanecer até 18 a 24 meses após o procedimento⁽²³⁾.

Após o transplante, não existe consolidação óssea doador-receptor. A cicatrização óssea ocorre por um processo de substituição gradativa, em que o osso do receptor ocupa as trabéculas e lacunas do osso transplantado, ocorrendo um remodelamento pelos osteoblastos e osteoclastos, criando novos sistemas de Havers. Estudos de longo prazo, realizados com coletas de amostras de tecido osteocondral na ocasião da cirurgia de revisão, demonstraram alta viabilidade e densidade celular dos condrócitos^(19,24-26).

Evidência clínica

Existem inúmeras evidências na literatura suportando o uso do TOF para o tratamento das lesões osteocondrais do joelho.

Lexer^(27,28), em 1908, descreveu o primeiro transplante osteocondral, porém foi na segunda metade do século passado que este procedimento ganhou maior aceitação como uma importante técnica reconstrutiva, sendo utilizado atualmente em vários procedimentos ortopédicos, incluindo: artrodeses da coluna vertebral, ressecção de tumores ósseos, revisões de artroplastias e reconstrução de defeitos ósseos pós-traumáticos.

Gross *et al*⁽³⁾ demonstraram excelentes resultados após 364 casos realizados e mais de 25 anos de seguimento, com sobrevida do enxerto de 95% em cinco anos, 80% em 10 anos, 65% em 15 anos e 46% em 20 anos, proporcionando uma opção de tratamento para os pacientes que seriam muito jovens para a realização de uma artroplastia^(3,25). Uma sobrevivência de 96% foi demonstrada por McCulloch *et al*⁽¹⁸⁾ estudando 25 pacientes consecutivos tratados por lesões no côndilo femoral com seguimento mínimo de dois anos. LaPrade *et al*⁽¹⁵⁾ demonstraram bons resultados clínicos no TOF armazenado entre 15 e 28 dias após a captação, com seguimento médio de três anos.

O estudo de biópsias realizadas após seguimento médio de 40 meses em oito pacientes (10 joelhos) em uma amostra de 67 pacientes tratados foi realizado por Davidson *et al*⁽²⁹⁾. Neste estudo foram realizadas biópsias do tecido normal (não transplantado) e do enxerto,

sendo analisadas histologicamente, não apresentando diferenças estatísticas na comparação da viabilidade e densidade celular nos tecidos.

O tratamento da osteonecrose secundária do joelho, ocasionada pelo uso de corticosteroides, também foi relatada por Gortz *et al*⁽⁹⁾, demonstrando bons resultados, porém inferiores aos resultados obtidos nos casos de lesões pós-traumáticas. Os autores relataram resultados do armazenamento prolongado do TOF em 28 joelhos (22 pacientes) com osteonecrose secundária com idade média de 24,3 anos (16-44 anos), obtendo cinco falhas clínicas, apesar de apenas três joelhos apresentarem evidências radiológicas de falhas em um seguimento médio de 5,6 anos.

A utilização do TOF em casos de osteocondrite dissecante do joelho tem demonstrado excelentes resultados a longo prazo em pacientes jovens. Em um seguimento médio de 7,7 anos (2-22 anos) de 65 joelhos tratados com TOF em pacientes com média de idade de 28,6 anos (15-54 anos), Emmerson *et al*⁽³⁰⁾ observaram taxa de falha de 15% (10 joelhos), incluindo remoção do TOF, revisão do TOF, artroplastia unicompartmental e total do joelho como tratamento destas falhas.

Estes achados estão resumidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Transplante osteocondral a fresco na articulação do joelho: número de casos, seguimento médio, etiologia das lesões, taxa de falha e sobrevida. ON – osteonecrose, OCD – osteocondrite dissecante.

Estudo	Média seguimento (anos)	Nº casos	Causas lesão	Taxa falha	Sobrevida
McCulloch <i>et al</i> ⁽¹⁸⁾	2,9	25	Variada	4%	96%
LaPrade <i>et al</i> ⁽¹⁵⁾	3	23	Variada	0%	100%
Williams <i>et al</i> ⁽¹⁹⁾	4	19	Variada	21%	79%
Gortz <i>et al</i> ⁽⁹⁾	5,6	28	ON Secundária	18%	89%
Emmerson <i>et al</i> ⁽³⁰⁾	7,7	66	OCD	15%	91%-5a 76%-15a
Gross <i>et al</i> ⁽²⁵⁾	10	60	Pós-trauma, OCD	20%	95%-5a 85%-10a 74%-15a

Indicações e seleção de pacientes

O TOF está indicado no tratamento de lesões condrais e osteocondrais grandes do joelho (maior que 2cm²), em que o tamanho da lesão contraindique outros tipos de procedimento de reparo da cartilagem. As doenças mais comuns, nas quais utiliza-se o TOF, são: osteocondrite dissecante, osteonecrose, sequelas de trauma do joelho com defeitos osteocondrais e lesão condral femoropatelar⁽¹²⁾. Outra indicação do TOF é no tratamento da falha de outras técnicas utilizadas para as lesões osteocondrais, como microfraturas, desbridamento, mosaicoplastia e transplante autólogo de condrocitos.

O TOF a fresco não deve ser considerado uma alternativa à artroplastia em indivíduos com sintomas e idade adequadas para a realização deste procedimento.

São contraindicações relativas ao procedimento: artrose multicompartimental, instabilidade ligamentar e desvios de eixo do membro inferior não corrigidos, doenças inflamatórias, artropatia por cristais e pacientes tabagistas.

O planejamento pré-operatório deve ser minucioso e devem ser solicitadas radiografias de ambos os joelhos e ressonância magnética do lado acometido. Rotineiramente, solicitamos radiografias em frente com carga (AP), perfil a 30°, axial de patelas a 45° e incidência posteroanterior com os joelhos fletido em 40-45° (Rosenberg) de ambos os joelhos, além de uma radiografia panorâmica dos membros inferiores para que o alinhamento do membro seja medido, descontando-se a magnificação radiográfica. Baseando-se nesta medida e no peso e altura do doador e receptor, faremos a compatibilidade do tamanho dos enxertos.

A ressonância magnética deve ser utilizada para avaliação da lesão osteocondral, do osso subcondral e de lesões menisco-ligamentares associadas. As lesões ligamentares devem ser corrigidas previamente ou no mesmo tempo do TOF, assim como o alinhamento do membro (Figura 1). Em casos de tratamento de lesões no aparelho extensor, as correções proximais e distais, para que se obtenha um bom alinhamento da excursão patelar, devem ser realizadas.

Nas lesões do planalto lateral, a ressonância magnética auxilia na avaliação do menisco lateral, o qual deverá ser transplantado em conjunto com o planalto, caso o mesmo esteja lesado⁽³¹⁻³³⁾.



Figura 1 – (A) Osteonecrose secundária do côndilo femoral lateral (CFL). (B) Osteotomia varizante de fêmur distal corrigindo o alinhamento do membro previamente ao transplante. (C) Transplante osteocondral a fresco do CFL (transplante osteocondral a fresco realizado no Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da FMUSP).

Captação e processamento

Nos Estados Unidos, a maior fonte de obtenção de tecidos para TOF é a captação em serviços de verificação de óbitos equipados com salas cirúrgicas, em que a captação dos tecidos é feita com segurança, além dos

casos de doação de órgãos. No Brasil, ainda não temos esta opção de captação nos serviços de verificação de óbitos, apesar de já existir uma sala preparada para a coleta de tecidos no Serviço de Verificação de Óbitos da Capital – SVOC em São Paulo. Atualmente, os tecidos para TOF são obtidos de pacientes doadores de órgãos que optam pela doação de ossos, onde serão captados tendões, ossos e cartilagem.

Para a utilização do tecido osteocondral no TOF é necessário que a cápsula articular permaneça intacta e que não ocorra contato do meio externo com as estruturas intra-articulares, incluindo a cartilagem. O joelho é captado em bloco, dissecando-se apenas a pele e subcutâneo, realizando-se uma osteotomia no fêmur distal 10cm acima da linha articular e uma osteotomia na tíbia e fibula proximais dois centímetros abaixo da parte mais distal da tuberosidade anterior da tíbia (TAT).

A peça em bloco é colocada em *ringer* lactato e embalada em tripla camada hermética para o transporte em temperatura de 4° Celsius. Após a captação, os tecidos são levados para o Banco de Tecidos do IOT-HC-FMUSP para o processamento imediato.

A etapa do processamento é realizada em sala cirúrgica própria classificada (classe 100 ou ISO 5) e equipada com módulo de fluxo laminar. A sala também possui antecâmara, *pass-through* e todos os ambientes têm rigoroso controle de partículas de ar e pressão positiva, para garantia de qualidade dos tecidos lá processados. O acesso à sala será feito com paramentação em tecido sintético (SMS), evitando assim a dispersão de partículas.

A cápsula articular é aberta por via parapatelar medial e realiza-se a mensuração das estruturas com paquímetro, para pareamento com os receptores da lista de TOF. A cartilagem articular é analisada e somente serão utilizadas as partes em que esta estrutura esteja intacta. Qualquer lesão condral é descartada e este tecido é enviado para congelamento para ser utilizado em outros procedimentos.

Ocorrendo o pareamento doador x receptor, o tecido é preparado isolando-se o compartimento necessário: côndilos, planaltos, tróclea e patela e, nesta etapa, são colhidas culturas para análise.

Os tecidos são embalados em invólucros triplos selados a vácuo, contendo o meio de preservação que auxilia na manutenção da viabilidade dos condrocitos.

Geralmente as culturas demoram em torno de 14 dias para serem liberadas e, neste período, prepara-se o receptor e agenda-se o procedimento cirúrgico.

Técnica cirúrgica

Existem basicamente dois tipos de técnicas cirúrgicas para a realização do transplante osteocondral a fresco do

joelho: a técnica de superfície e a utilização de cilindros osteocondrais.

O joelho é abordado por artrotomia parapatelar medial ou lateral, dependendo do local a ser abordado. Para casos de múltiplas lesões, deve-se realizar uma artrotomia ampla, como nos casos de artroplastia total de joelho, facilitando o acesso a todas as estruturas, tomando-se o cuidado para não lesar as inserções meniscais durante a via de acesso.

Na técnica do cilindro osteocondral é identificado o local da lesão, colocando-se um cilindro de mensuração do diâmetro da lesão, após a passagem de um fio de Kirschner 2,5mm no centro da lesão. Realiza-se o desbridamento da lesão com fresa trilaminada até atingirmos um osso subcondral de boa qualidade (Figura 2). Uma profundidade de 3 a 5mm é suficiente, quando não existe doença do osso subcondral. Em casos de osteocondrite dissecante ou osteonecrose secundária, a preparação de um leito receptor mais profundo pode ser necessária.

Após a preparação do leito receptor, realizamos a mensuração de sua profundidade em quatro extremos, para que possamos obter um enxerto com dimensões e profundidade exatamente iguais ao leito receptor.

O enxerto doador idealmente deve ser retirado do mesmo local da lesão no receptor. Para isso, solicitamos ao banco de tecidos um côndilo femoral medial inteiro, caso o tratamento for abordar uma lesão no côndilo femoral medial. O hemicôndilo do doador é fixado a um dispositivo metálico ou em duas pinças de redução, e uma fresa cilíndrica tamanho-específica é utilizada para a retirada do enxerto (Figura 3 – A-D). Após o preparo do enxerto, este passa por uma limpeza pulsátil ou sob pressão, na tentativa de eliminar resíduos e células da medula óssea do doador, as quais podem contribuir para aumentar a resposta imune do hospedeiro.

A última etapa do transplante e a colocação do enxerto no leito receptor, sendo muito importante não batermos no enxerto para que ele entre no leito receptor, pois isso pode levar à morte celular precoce e à falha do procedimento⁽³⁴⁾ (Figura 3E). Caso não se consiga uma estabilidade adequada do enxerto no leito receptor, fios de Kirschner ou pinos e dardos absorvíveis podem ser utilizados para sua fixação.

Outra técnica utilizada no TOF é a técnica de superfície. Neste procedimento, a lesão e o enxerto são preparados por técnica a mão livre (*free-hand*), tentando-se adequar os tamanhos para o transplante. Para este procedimento são usados formões, curetas e brocas delicadas, utilizando-se um papel ou uma gaze como método de mensuração e planejamento do tamanho a ser transplantado (Figura 4).

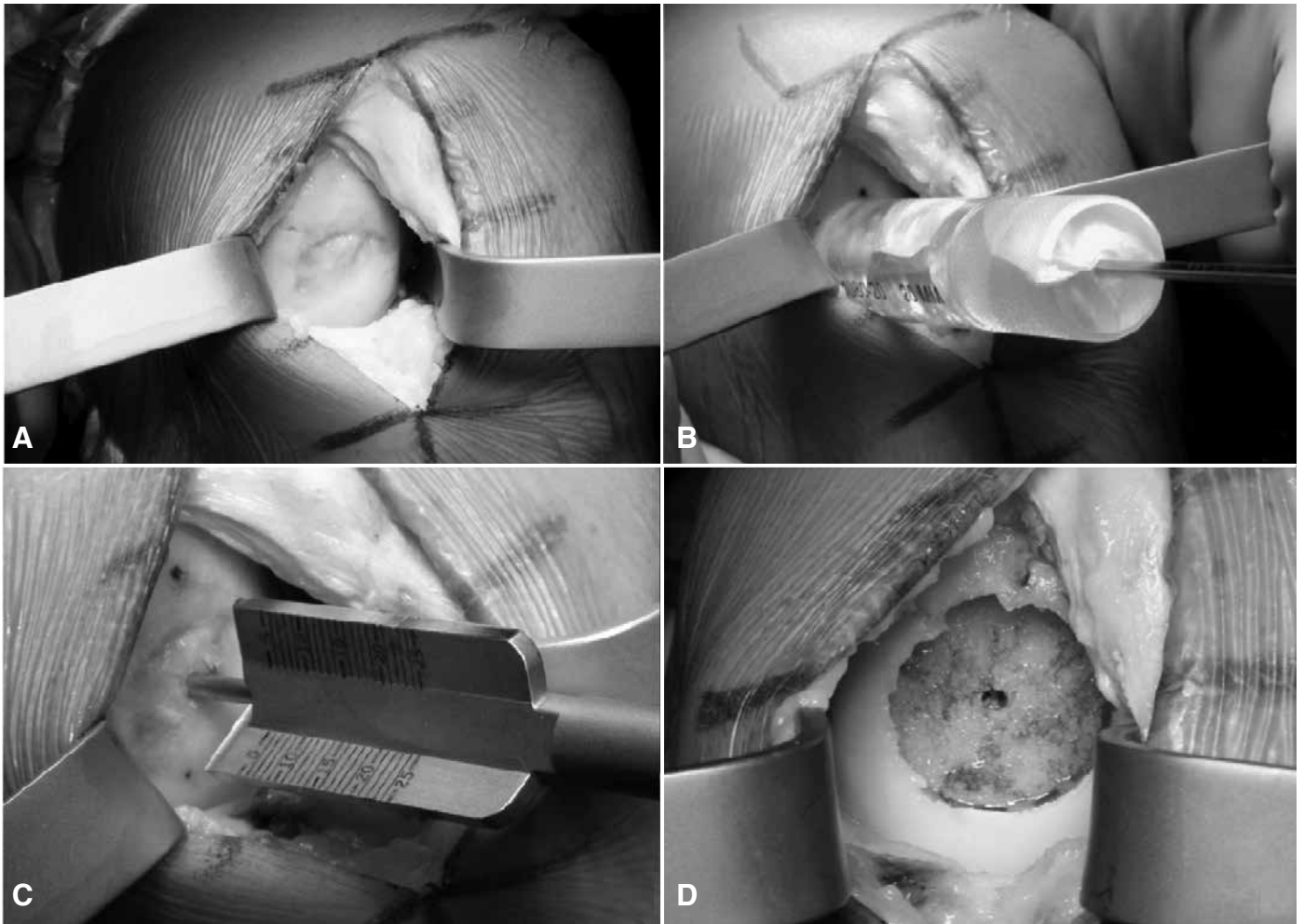


Figura 2 – (A) Lesão osteocondral no côndilo femoral medial. (B) Posicionamento do cilindro de medida do diâmetro da lesão. (C) Desbridamento da lesão com fresa trilaminada. (D) Leito receptor após o desbridamento. Note a qualidade do osso subcondral e a profundidade da lesão (Autorizada por Dr. William Bugbee, Scripps Clinic, San Diego).

Exemplo deste tipo de técnica é o tratamento de lesões completas do côndilo femoral, lesões do planalto tibial ou lesões de toda a patela. Nestes casos, geralmente não se consegue uma estabilidade suficiente do tecido transplantado, sendo necessária a utilização de fixação adicional com a utilização de fios de Kirschner, parafusos ou dardos absorvíveis.

No caso de uma lesão no planalto tibial, deverá ser avaliada a integridade do menisco do compartimento acometido. Se o mesmo estiver lesado, o menisco do doador deverá ser transplantado em conjunto com o planalto tibial.

Pós-operatório

Existem inúmeros protocolos de pós-operatório descritos na literatura. Como regra geral, devemos prevenir a carga sobre o enxerto transplantado até que o mesmo tenha cicatrizado e que se tenha obtido um fortalecimento muscular satisfatório do quadríceps. Para lesões da articulação femorotibial, em que enxertos não contidos foram utilizados com fixação secundária, realizamos um período

de restrição de carga por seis semanas, liberando carga total com 12 semanas. Esses pacientes permanecem com um imobilizador pós-operatório por seis semanas, sendo indicada movimentação passiva em máquina de CPM (se disponível) ou em sessões diárias de fisioterapia.

Enxertos realizados na articulação femoropatelar podem ser tratados com carga parcial imediata com imobilizador travado em extensão completa. O grau de amplitude de movimento passivo é progredido gradativamente ao longo das semanas, tentando-se atingir 90° de flexão ao redor de seis semanas. A movimentação ativa e a carga total do joelho são liberadas com oito semanas. Dependendo da estabilidade do enxerto, poderemos alterar o período de carga e a amplitude de movimento do joelho.

Riscos e complicações

A infecção em um transplante osteocondral homólogo a fresco é muito rara, mas pode ser devastadora. O risco de infecção por *Clostridium* aumenta à medi-

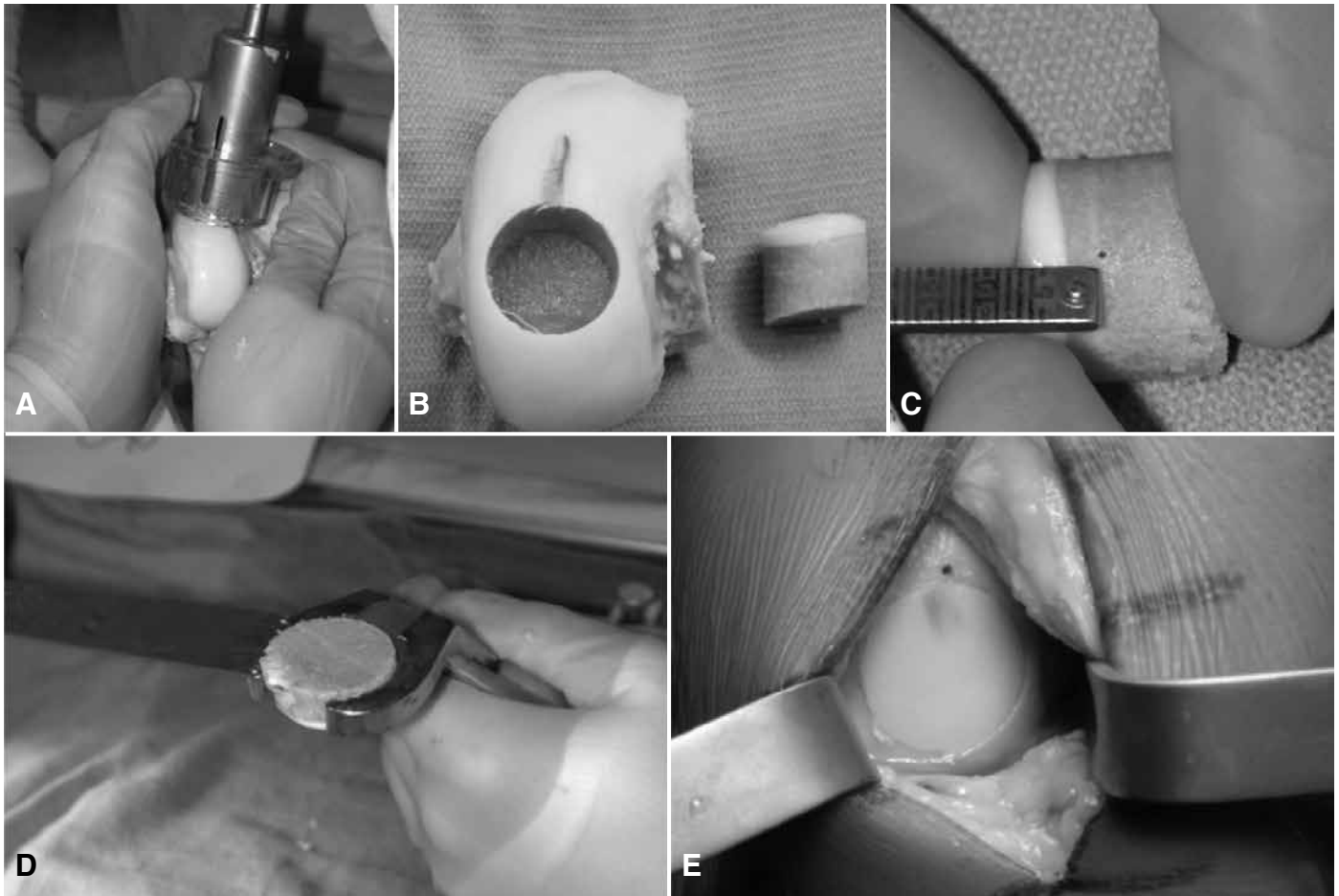


Figura 3 – (A) Retirada do enxerto doador do côndilo femoral medial. (B) Enxerto retirado do côndilo femoral medial, sendo marcada a posição norte no enxerto. Note que a profundidade do enxerto é maior que a do leito receptor. (C) Mensuração da profundidade do enxerto idêntica à profundidade dos quatro quadrantes do leito receptor. (D) Posicionamento do enxerto em pinça de redução para que seja preparado com auxílio de uma serra. (E) Enxerto transplantado perfeitamente posicionado em relação ao leito receptor, sem apresentar degraus ou saliências (Autorizada por Dr. William Bugbee, Scripps Clinic, San Diego).

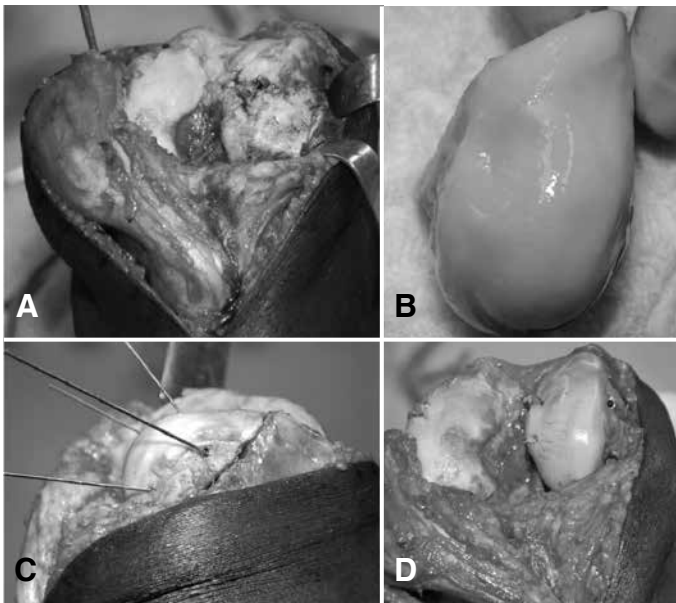


Figura 4 – (A) Necrose com perda óssea do côndilo femoral lateral (CFL). (B) Enxerto osteocondral a fresco do CFL. (C) Fixação do enxerto a fresco restaurando a anatomia do CFL. (D) Aspecto final da fixação do enxerto (transplante osteocondral a fresco realizado no Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da FMUSP).

da que aumenta o tempo entre a morte do doador e a retirada dos tecidos^(35,36). Estes riscos são maiores nos Estados Unidos, visto que a maioria dos tecidos é obtida de serviços de verificação de óbitos equipados com salas estéreis para captação dos tecidos.

No Brasil, todos os tecidos na presente data são obtidos de doadores de órgãos, o que diminuiu muito o risco de infecção bacteriana. Além disso, existe um protocolo sistemático para a seleção dos doadores, baseado na legislação da Associação Brasileira de Transplante de Órgãos (ABTO), onde são realizados testes para bactérias, vírus, fungos, sífilis, hepatite, HIV e HTLV. Os tecidos captados são mantidos em quarentena até que as culturas para vírus e bactérias sejam liberadas e, só neste momento, os tecidos são liberados para o transplante. No IOT-HC-FMUSP, este período de quarentena dura em torno de 14 dias, até que as culturas sejam liberadas, lembrando que os tecidos só serão utilizados se as culturas forem negativas. Caso contrário, os tecidos são descartados.

A falha do TOF geralmente ocorre em sua porção

óssea. O retardo de consolidação ou a não consolidação do componente ósseo é rara, porém podem ocorrer. Geralmente, a falha ocorre com a fragmentação do enxerto e o colapso do osso subcondral, eliminando o suporte da cartilagem. Como sintomas clínicos da falha do enxerto temos o aparecimento de dor, derrame articular e sintomas mecânicos na movimentação.

A presença de falha radiográfica do transplante deve ser observada, quando o paciente não apresentar sintomas clínicos. A imagem ideal de ressonância magnética após um TOC é um enxerto com isossinal na parte óssea, sem deslocamento ou degraus em relação à superfície articular, com boa integração óssea⁽¹⁹⁾.

REFERÊNCIAS

- Aubin PP, Cheah HK, Davis AM, Gross AE. Long-term followup of fresh femoral osteochondral allografts for posttraumatic knee defects. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(391 Suppl):S318-27.
- Bugbee WD. Fresh osteochondral allografts. *J Knee Surg.* 2002;15(3):191-5.
- Gross AE, Shasha N, Aubin P. Long-Term Followup of the Use of Fresh Osteochondral Allografts for Posttraumatic Knee Defects. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;(435):79-87.
- Lattermann C, Romine SE. Osteochondral allografts: state of the art. *Clin Sports Med.* 2009;28(2):285-301.
- Shasha N, Aubin PP, Cheah HK, Davis AM, Agnidis Z, Gross AE. Long-term clinical experience with fresh osteochondral allografts for articular knee defects in high demand patients. *Cell Tissue Bank.* 2002;3(3):175-82.
- Volkov M. Allotransplantation of joints. *J Bone Joint Surg Br.* 1970;52(1):49-53.
- Czitrom AA, Langer F, McKee N, Gross AE. Bone and cartilage allotransplantation. A review of 14 years of research and clinical studies. *Clin Orthop Relat Res.* 1986(208):141-5.
- Gortz S, De Young AJ, Bugbee WD. Fresh osteochondral allografting for osteochondral lesions of the talus. *Foot Ankle Int.* 2010;31(4):283-90.
- Gortz S, De Young AJ, Bugbee WD. Fresh osteochondral allografting for steroid-associated osteonecrosis of the femoral condyles. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(5):1269-78.
- Harris JD, Brophy RH, Siston RA, Flanigan DC. Treatment of chondral defects in the athlete's knee. *Arthroscopy.* 2010;26(6):841-52.
- Gomoll AH, Filardo G, Almqvist FK, Bugbee WD, Jelic M, Monllau JC, et al. Surgical treatment for early osteoarthritis. Part II: allografts and concurrent procedures. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20(3):468-86.
- Gortz S, Bugbee WD. Allografts in articular cartilage repair. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(6):1374-84.
- Hennig A, Abate J. Osteochondral allografts in the treatment of articular cartilage injuries of the knee. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2007;15(3):126-32.
- Judas F, Rosa S, Teixeira L, Lopes C, Ferreira Mendes A. Chondrocyte viability in fresh and frozen large human osteochondral allografts: effect of cryoprotective agents. *Transplant Proc.* 2007;39(8):2531-4.
- LaPrade RF, Botker J, Herzog M, Agel J. Refrigerated osteoarticular allografts to treat articular cartilage defects of the femoral condyles. A prospective outcomes study. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(4):805-11.
- Ranawat AS, Vidal AF, Chen CT, Zelken JA, Turner AS, Williams RJ, 3rd. Material properties of fresh cold-stored allografts for osteochondral defects at 1 year. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(8):1826-36.
- Pearsall AWt, Tucker JA, Hester RB, Heitman RJ. Chondrocyte viability in refrigerated osteochondral allografts used for transplantation within the knee. *Am J Sports Med.* 2004;32(1):125-31.
- McCulloch PC, Kang RW, Sobhy MH, Hayden JK, Cole BJ. Prospective Evaluation of Prolonged Fresh Osteochondral Allograft Transplantation of the Femoral Condyle: Minimum 2-Year Follow-Up. *Am J Sports Med.* 2006;35(3):411-20.
- Williams RJ, Ranawat AS, Potter HG, Carter T, Warren RF. Fresh Stored Al-

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do TOF é uma excelente opção de tratamento para pacientes jovens com lesões osteocondrais grandes na articulação do joelho, apresentando bons resultados no seguimento a longo prazo. Os melhores resultados são obtidos no tratamento de pacientes jovens, com lesões unipolares e menos de 12 meses de início dos sintomas. Lesões ocorridas por uso de corticosteroides, lesões bipolares e doença degenerativa, como a osteoartrose, têm resultados piores a longo prazo. Os enxertos a fresco devem ser utilizados em até 30 dias da captação, segundo portaria do Ministério da Saúde.

- lografts for the Treatment of Osteochondral Defects of the Knee. *J Bone Joint Surg.* 2007;89(4):718-26.
- Teng MS, Yuen AS, Kim HT. Enhancing osteochondral allograft viability: effects of storage media composition. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(8):1804-9.
- Ball ST, Amiel D, Williams SK, Tontz W, Chen AC, Sah RL, et al. The effects of storage on fresh human osteochondral allografts. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;(418):246-52.
- Kandel RA, Gross AE, Ganel A, McDermott AG, Langer F, Pritzker KP. Histopathology of failed osteoarticular shell allografts. *Clin Orthop Relat Res.* 1985;(197):103-10.
- Phipatanakul WP, VandeVord PJ, Teitge RA, Wooley PH. Immune response in patients receiving fresh osteochondral allografts. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2004;33(7):345-8.
- Czitrom AA, Keating S, Gross AE. The viability of articular cartilage in fresh osteochondral allografts after clinical transplantation. *J Bone Joint Surg. Am.* 1990;72(4):574-81.
- Gross AE, Kim W, Las Heras F, Backstein D, Safir O, Pritzker KPH. Fresh Osteochondral allografts for posttraumatic knee defects: long-term followup. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(8):1863-70.
- Jamali AA, Hatcher SL, You Z. Donor cell survival in a fresh osteochondral allograft at twenty-nine years. A case report. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(1):166-9.
- Lexer E. Substitution of whole or half joints from freshly amputated extremities by free plastic operations. *Surg Gynecol Obstet.* 1908;6:601-7.
- Lexer E. Free Transplantation. *Ann Surg.* 1914;60(2):166-94.
- Davidson PA, Rivenburgh DW, Dawson PE, Rozin R. Clinical, histologic, and radiographic outcomes of distal femoral resurfacing with hypothermically stored osteoarticular allografts. *Am J Sports Med.* 2007;35(7):1082-90.
- Emmerson BC, Gortz S, Jamali AA, Chung C, Amiel D, Bugbee WD. Fresh osteochondral allografting in the treatment of osteochondritis dissecans of the femoral condyle. *Am J Sports Med.* 2007;35(6):907-14.
- Shasha N, Krywulak S, Backstein D, Pressman A, Gross AE. Long-term follow-up of fresh tibial osteochondral allografts for failed tibial plateau fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85(Suppl 2):33-9.
- Gomoll AH. High tibial osteotomy for the treatment of unicompartmental knee osteoarthritis: a review of the literature, indications, and technique. *Phys Sports Med.* 2011;39(3):45-54.
- Alford JW, Cole BJ. Cartilage restoration, part 2: techniques, outcomes, and future directions. *Am J Sports Med.* 2005;33(3):443-60.
- Borazjani BH, Chen AC, Bae WC, Patil S, Sah RL, Firestein GS, et al. Effect of impact on chondrocyte viability during insertion of human osteochondral grafts. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(9):1934-43.
- Kainer MA, Linden JV, Whaley DN, Holmes HT, Jarvis WR, Jernigan DB, et al. Clostridium infections associated with musculoskeletal-tissue allografts. *New Engl J Med.* 2004;350(25):2564-71.
- Malinin TI, Buck BE, Temple HT, Martinez OV, Fox WP. Incidence of clostridial contamination in donors' musculoskeletal tissue. *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85(7):1051-4.