

ESTUDO COMPARATIVO MACROSCÓPICO DOS DEFEITOS OSTEOCONDRAIS PRODUZIDOS EM FÊMURES DE COELHOS PREENCHIDOS COM GEL DE BIOPOLÍMERO DA CANA-DE-AÇÚCAR

COMPARATIVE MACROSCOPIC STUDY OF OSTEOCHONDRAL DEFECTS PRODUCED IN FEMURS OF RABBITS REPAIRED WITH BIOPOLYMER GEL CANE SUGAR

PAULO CEZAR VIDAL CARNEIRO DE ALBUQUERQUE¹, SAULO MONTEIRO DOS SANTOS¹, JOSÉ LAMARTINE DE ANDRADE AGUIAR¹, NICODEMUS PONTES FILHO², ROBERTO JOSÉ VIEIRA DE MELLO², MARIANA LÚCIA CORREIA RAMOS COSTA², CLARISSA MIRANDA CARNEIRO DE ALBUQUERQUE OLBERTZ³, TARCIANA MENDONÇA DE SOUZA ALMEIDA³, ALESSANDRO HENRIQUE DA SILVA SANTOS⁴, JOACIL CARLOS DA SILVA⁵

RESUMO

Objetivo: Estudar a superfície, coloração, continuidade, consistência e cicatrização dos defeitos osteocondrais produzidos em côndilos femorais de coelhos preenchidos com o gel de biopolímero da cana-de-açúcar (GBPCA) nos períodos de 90, 120 e 180 dias e comparar com o grupo Controle. **Método:** Foram estudados 16 coelhos, adultos entre seis e sete meses, da raça Nova Zelândia, brancos, com peso variando entre 2 e 2,5kg e sem alterações no aparelho locomotor. Em todos os animais foi feito um defeito com trefina com 3,2mm de diâmetro por 4mm de profundidade nos côndilos femorais dos joelhos direito e esquerdo. Os animais foram divididos em dois grupos: Estudo – joelho direito, côndilos medial e lateral, preenchimento com GBPCA; Controle – joelho esquerdo, côndilos medial e lateral, submetidos à cicatrização natural e analisados nos períodos de 90, 120 e 180 dias após a cirurgia. Após a eutanásia, ressecaram-se as peças anatômicas, que foram imersas em solução de Bouin, para posterior fotografia com câmara Nikon Coolpix 5400® acoplada a lupa estereoscópica Nikon SM2800® para análise da superfície, coloração, consistência, continuidade e cicatrização. **Resultados:** Foram avaliados pelo teste do Qui-quadrado. Não houve diferenças significantes na avaliação macroscópica da cicatrização entre os grupos Estudo e Controle. **Conclusão:** No que se refere à superfície, coloração, consistência, continuidade e cicatrização dos defeitos, a macroscopia do tecido reparado com GBPCA se mostrou semelhante à do grupo Controle.

Descritores – Polímeros; Cana-de-açúcar; Cicatrização; Cartilagem Articular; Coelhos

ABSTRACT

Objective: To study the surface, coloring, consistency, continuity and healing of osteochondral defects produced in the femoral condyles of rabbits and filled with sugar cane biopolymer gel (SCBG), after 90, 120 and 180 days, and in comparison with a control group. **Method:** Sixteen adult New Zealand white rabbits aged 6 to 7 months, weighing between 2 and 2.5 kg and without locomotor system abnormalities were studied. In all the animals, a defect was made in the femoral condyles of the right and left knees, measuring 3.2 mm in diameter and 4 mm in depth, using a trephine. The animals were divided into two groups: study group formed by the right knees, in which the medial and lateral condyles received implants of SCBG; and control group formed by the left knees, in which the medial and lateral condyles were allowed to heal naturally. The knees were assessed 90, 120 and 180 days after the operation. After the animals had been sacrificed, the anatomical specimens were resected and placed in Bouin's solution. They were then photographed with a Nikon Coolpix 5400® coupled to a Nikon SM2800® stereoscopic loupe, to analyze the surface, coloring, consistency, continuity and healing. **Results:** The results were evaluated using the chi-square test. There were no significant differences in the macroscopic assessments of healing between the study and control groups. **Conclusion:** With regard to the surface, coloring, consistency, continuity and healing of the defects, the macroscopic appearance of the tissue repaired with SCBG was similar to that of the control group.

Keywords – Polymers; Sugar; Wound Healing; Cartilage, Articular; Rabbits

1 – Professor Doutor do Departamento de Cirurgia da Universidade Federal de Pernambuco – Recife, PE, Brasil.

2 – Professor do Departamento de Patologia da Universidade Federal de Pernambuco – Recife, PE, Brasil.

3 – Estudante de Medicina da Universidade Federal de Pernambuco – Recife, PE, Brasil.

4 – Professor Assistente do Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Universidade Federal de Pernambuco – Recife, PE, Brasil.

5 – Médico Neurocirurgião do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco – Recife, PE, Brasil.

Trabalho realizado no Núcleo de Cirurgia Experimental do Departamento de Cirurgia da Universidade Federal de Pernambuco.

Correspondência: Av. Prof. Moraes Rêgo, s/n, Cidade Universitária – 50670-420 – Recife, PE. E-mail: paulovidal_@hotmail.com

Trabalho recebido para publicação: 29/01/2011, aceito para publicação: 23/03/2011.

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

INTRODUÇÃO

Os defeitos osteocondrais geralmente evoluem para doença articular degenerativa, caracterizada por dor, rigidez e perda da mobilidade articular. Essa enfermidade está entre as causas mais comuns de dor e incapacidade entre a população de meia-idade e idosos. A cartilagem articular, por ser desprovida de vascularização, tem potencial limitado de cicatrização, fazendo com que seu tratamento continue sendo um verdadeiro desafio para os ortopedistas⁽¹⁻⁴⁾.

O processo de cicatrização da cartilagem não obedece à fase natural de necrose, inflamação e reparação. Os condrócitos, por não serem vascularizados, quando lesionados, não formam hematoma, não produzem fibrina e nem formam coágulo, e servem apenas de arcabouço ao novo tecido de reparação. A ausência da fase vascular limita o número de células disponíveis para resposta inflamatória ao trauma^(1,3-8).

Considerando o tratamento para reparação dos defeitos osteocondrais, destacam-se: o desbridamento da cartilagem lesada, as perfurações da placa óssea subcondral e o transplante de tecido condral ou osteocondral. Também utiliza-se como método biológico o implante de cultura de células potencialmente condrogênicas, condrócitos e células mesenquimais, condrócitos autólogos cultivados e enxertos autólogos osteocondrais^(4,7,9-17).

Essas técnicas são de alto custo e as dificuldades impostas nos levam à procura de alternativas^(4,13-17).

O biopolímero da cana-de-açúcar é um exopolissacarídeo natural, obtido pela ação de bactérias da espécie *Zoogloea sp*, cultivadas em melão da cana-de-açúcar e sua estrutura química é composta de diferentes monossacarídeos: glicose 87,57%, xilose 8,58%, ribose 1,68%, ácido glicurônico 0,83%, manose 0,82%, arabinose 0,37%, galactose 0,13%, ramnose 0,01% e fucose 0,01%. É atualmente uma linha de pesquisa oficial do Programa de Pós-Graduação em Cirurgia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Foi empregado em diferentes modelos animais, em diferentes tecidos corporais, com o objetivo de reparação, substituição ou como suporte. Por apresentar nesses estudos baixa toxicidade, alta osteocondutividade, baixo custo de produção, biocompatibilidade e alto poder de integração com diferentes tecidos vivos, características estas que indicam grande competitividade do produto em relação aos similares sintéticos importados⁽¹⁷⁻²³⁾. Com bases nesses resultados, o biopolímero em forma de gel, que facilita a sua aplicação para preenchimento de cavidades, poderá ser utilizado isoladamente

ou associado a fatores indutores de cicatrização no tratamento de defeitos ou lesões críticas osteocondrais. O objetivo desta pesquisa foi estudar a superfície, coloração, continuidade, consistência e cicatrização dos defeitos osteocondrais produzidos em cêndilos femorais de coelhos, preenchidos com o gel de biopolímero da cana-de-açúcar (GBPCA) nos períodos de 90, 120 e 180 dias, comparando com o grupo Controle

MÉTODOS

Foi realizado estudo experimental controlado utilizando-se 16 coelhos adultos, jovens, da raça Nova Zelândia, brancos, entre seis e sete meses de idade, com peso variando entre 2 a 2,5kg, sem alterações no aparelho locomotor, procedentes do Biotério do Núcleo de Cirurgia Experimental da Universidade Federal de Pernambuco. Os procedimentos foram efetuados sob supervisão veterinária e aprovados pela Comissão de Ética em Experimentação Animal do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco (CEEA-UFPE). Os animais foram confinados em gaiolas metálicas, podendo deambular livremente, e foram alimentados com ração padrão peletizada e água *ad libitum*.

Técnica cirúrgica

Os coelhos foram submetidos à anestesia geral com cloridrato de ketamina a 5% na dose de 50mg/kg de peso, associada ao hidrato de cloral a 10% na dose de 0,5ml/kg de peso e, para complementação com anestesia local, xilocaína 5ml a 2% diluída em 9ml de água destilada. Após tricotomia e antisepsia da área cirúrgica, realizou-se incisão parapatelar medial, seguida de artrotomia e luxação lateral da patela para melhor visualização. Com o joelho fletido, expôs-se cada cêndilo femoral e, com auxílio de trefina metálica, foram produzidos defeitos osteocondrais de 3,2mm de diâmetro e 4,0mm de profundidade nos cêndilos femorais de cada joelho. Os animais foram divididos em dois grupos: Estudo – joelho direito, os cêndilos medial e lateral foram preenchidos com GBPCA através de uma seringa de insulina que o injetava dentro dos defeitos; e Controle – joelho esquerdo, cêndilos medial e lateral, sendo deixados os defeitos sem preenchimento. Os coelhos foram submetidos à eutanásia nos períodos de 90 dias (seis coelhos), 120 dias (cinco coelhos) e 180 dias (cinco coelhos) após o ato cirúrgico. A seguir, procedeu-se à ressecção das peças anatômicas que foram imersas em solução de Bouin, objetivando-se realizar posteriormente a análise macroscópica (Figura 1A - H).

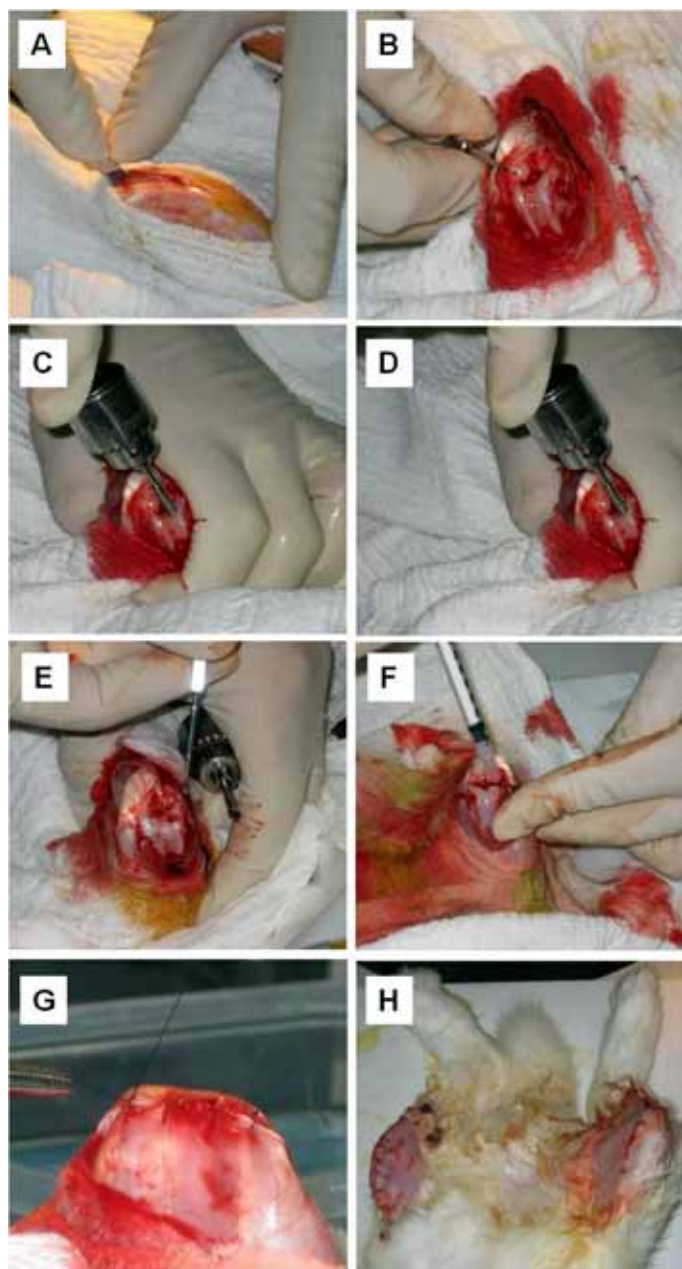


Figura 1 – (A) Incisão operatória; (B) Luxação da patela; (C, D e E) Produção dos defeitos com trefina; (F) Preenchimento dos defeitos com GBPCA; (G e H) Sutura da pele.

Avaliação macroscópica

O critério de avaliação empregado para o estudo comparativo dos defeitos osteocondrais produzidos nos joelhos dos coelhos foi através da inspeção macroscópica, proposta por Ribeiro *et al*⁽⁷⁾, utilizando os seguintes parâmetros qualitativos: superfície, coloração, consistência, continuidade e cicatrização do defeito.

Superfície da articulação – classificada como plana, desnivelada e irregular;

Coloração – classificada como translúcida, quando existia a cor natural da cartilagem; opaca, quando a cor

era natural, porém encontrava-se sem brilho; e descolorada, quando a cor não era natural;

Consistência do reparo – classificada como firme ou amolecida;

Continuidade – considerada nivelção e integração do reparo com a cartilagem adjacente. Classificada como menor de 50%, nenhuma integração; entre 50 e 75%, integração parcial do defeito; e acima de 75%, integração total do defeito com a superfície da cartilagem.

Cicatrização do defeito – diz respeito ao preenchimento de toda a lesão por tecido cicatricial, podendo ser classificada em total, quando o defeito estava completamente cicatrizado, e parcial, divididos em quatro categorias: maior igual a 75%; menor que 75% e maior ou igual a 50%; menor que 50% e maior ou igual a 25%; menor que 25% até 0%.

Para a inspeção foram utilizados dois avaliadores simultâneos que apresentaram concordância na avaliação de cada qualidade observada. Para a classificação dos defeitos osteocondrais foi utilizada uma lupa estereoscópica Nikon SM2800®, acoplada à máquina fotográfica Nikon Coolpix 5400®, disponibilizada pelo Departamento de Morfologia do Laboratório Ageu Magalhães – Recife, PE.

Na análise estatística foram obtidas distribuições das frequências absolutas e relativas e foi utilizado o teste do Qui-quadrado para verificar a homogeneidade das distribuições entre os dois grupos. Os dados foram digitados na planilha *Excel* e analisados no programa estatístico *Graph Pad Prism* na versão 4.0, sendo considerado o nível de significância de 5%, $p < 0,05$.

RESULTADOS

Os resultados das variáveis dependentes, propostas nos diferentes grupos de animais, estão nas Tabelas 1, 2, 3 e 4.

Para os coelhos sacrificados no período de 90 dias, a aplicação do teste do Qui-quadrado para verificar a homogeneidade de distribuição das frequências dos grupos Estudo e Controle, segundo a avaliação qualitativa dos côndilos lateral e medial com relação às variáveis de superfície, coloração, consistência, continuidade e cicatrização do defeito, produziu os seguintes resultados: côndilo lateral – $p = 0,1767$, $p = 0,2636$, $p = 1,000^*$, $p = 0,2899$, $p = 0,1342^*$, respectivamente, e côndilo medial – $p = 0,3998$, $p = 0,7881$, $p = 1,000^*$, $p = 0,3012$, $p = 1,000^*$, respectivamente (Tabela 1).

Para os coelhos sacrificados no período de 120 dias, a aplicação do teste do Qui-quadrado para verificar a

Tabela 1 – Distribuição da frequência das variáveis: superfície, coloração, consistência, continuidade e cicatrização do defeito nos animais sacrificados 90 dias após a cirurgia.

Coelhos: 6/7/8/13/19/22								
Parâmetros	Grupos							
	Estudo				Controle			
	Côndilos (joelho direito)				Côndilos (joelho esquerdo)			
	lateral		medial		lateral		medial	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Superfície								
Plana	4	66,7	5	83,3	1	16,7	3	50,0
Desnivelada	2	33,3	1	16,7	4	66,6	2	33,3
Irregular	0	0,0	0	0,0	1	16,7	1	16,7
Coloração								
Translúcida	0	0,0	1	16,7	2	33,3	2	33,3
Opaca	2	33,3	1	16,7	2	33,3	1	16,7
Descolorada	4	66,7	4	66,6	2	33,3	3	50,0
Consistência								
Firme	6	100,0	6	100,0	6	100,0	6	100,0
Não firme	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Continuidade								
Nenhuma (< 50%)	2	33,3	3	50,0	1	16,7	2	33,3
Parcial (≤ 50 ≥ 75%)	4	66,7	3	50,0	3	50,0	2	33,3
Total (< 75%)	0	0,0	0	0,0	2	33,3	2	33,3
Cicatrização do defeito								
Total	3	50,0	2	33,3	1	16,7	3	50,0
Parcial	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
< 100% ≥ 75%	1	16,7	2	33,3	1	16,7	1	16,7
< 75% ≥ 50%	0	0,0	1	16,7	3	49,9	2	33,3
< 50% ≥ 25%	0	0,0	0	0,0	1	16,7	0	0,0
< 25% a 0%	2	33,3	1	16,7	0	0,0	0	0,0

homogeneidade de distribuição das frequências dos grupos Estudo e Controle, segundo a avaliação qualitativa dos côndilos lateral e medial com relação às variáveis de superfície, coloração, consistência, continuidade e cicatrização do defeito, produziu os seguintes resultados: côndilo lateral – $p = 1,000^*$, $p = 1,000^*$, $p = 1,000^*$, $p = 0,5238$, $p = 0,1429^*$, respectivamente, e côndilo medial – $p = 1,000^*$, $p = 1,000^*$, $p = 1,000^*$, $p = 0,4444$, $p = 1,000^*$, respectivamente (Tabela 2).

Para os coelhos sacrificados no período de 180 dias, a aplicação do teste do Qui-quadrado para verificar a homogeneidade de distribuição das frequências dos grupos Estudo e Controle, segundo avaliação qualitativa dos côndilos lateral e medial com relação às variáveis de superfície, coloração, consistência, continuidade e cicatrização do defeito, produziu os seguintes resultados: côndilo lateral – $p = 1,000^*$, $p = 0,3678$, $p = 1,000^*$, $p = 0,3678$, $p = 1,000^*$, respectivamente, e côndilo medial – $p = 0,2635$, $p = 0,4444^*$, $p = 1,000^*$, $p = 0,2635$, $p = 0,1667^*$, respectivamente (Tabela 3).

Para todos os três grupos analisados, a aplicação do teste do Qui-quadrado para verificar a homogeneidade da distribuição das frequências dos grupos Estudo e Controle, segundo avaliação qualitativa dos côndilos lateral e medial com relação às variáveis de superfície, coloração, consistência, continuidade e cicatrização do defeito, produziu os seguintes resultados: côndilo lateral – $p = 0,722$, $p = 0,430$, $p = 1,000^*$, $p = 1,000^*$, $p = 0,0518^*$, respectivamente, e côndilo medial – $p = 1,000^*$, $p = 0,551$, $p = 1,000^*$, $p = 0,279^*$, $p = 0,190$, respectivamente (Tabela 4).

O resultado do teste estatístico empregado para verificar as diferenças de frequências encontradas nos diferentes grupos não rejeitou a hipótese de nulidade entre as variáveis.

As fotografias dos joelhos direito (grupo Estudo) e do esquerdo (grupo Controle) em um coelho de cada período são vistas nas Figuras 2A - F.

DISCUSSÃO

No modelo empregado, o coelho foi escolhido como animal de experimentação por ser a espécie mais comumente utilizada para reparação dos defeitos osteocondrais^(1,7).

O uso de trefina para produção dos defeitos foi escolhida por permitir uniformidade dos defeitos e ser frequentemente utilizada nos estudos de cicatrização de lesões osteocondrais⁽¹³⁻¹⁷⁾. Quanto à dimensão do defeito

Tabela 2 – Distribuição da frequência das variáveis: superfície, coloração, consistência, continuidade, cicatrização do defeito nos animais sacrificados 120 dias após a cirurgia.

Coelhos: 1/2/3/4/5									
Parâmetros	Grupos								
	Estudo				Controle				
	Côndilos (joelho direito)				Côndilos (joelho esquerdo)				
	lateral		medial		lateral		medial		
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Superfície									
Plana	3	60,0	3	60,0	3	60,0	3	60,0	
Desnivelada	2	40,0	2	40,0	2	40,0	2	40,0	
Irregular	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
Coloração									
Translúcida	2	40,0	2	40,0	2	40,0	2	40,0	
Opaca	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
Descoloração	3	60,0	3	60,0	3	60,0	3	60,0	
Consistência									
Firme	5	100,0	5	100,0	5	100,0	5	100,0	
Não firme	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
Continuidade									
Nenhuma (< 50%)	3	60,0	0	0,0	1	20,0	2	40,0	
Parcial (≤ 50 ≥ 75%)	2	40,0	5	100,0	4	80,0	3	60,0	
Total (< 75%)	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
Cicatrização do defeito									
Total	3	60,0	1	20,0	1	20,0	2	40,0	
Parcial	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
< 100% ≥ 75%	0	0,0	2	40,0	2	40,0	1	20,0	
< 75% ≥ 50%	0	0,0	1	20,0	2	40,0	1	20,0	
< 50% ≥ 25%	0	0,0	1	20,0	0	0,0	1	20,0	
< 25% a 0%	2	40,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	

Tabela 3 – Distribuição da frequência das variáveis: superfície, coloração, consistência, continuidade, cicatrização do defeito nos animais sacrificados 180 dias após a cirurgia.

Coelhos: 23/26/27/30/32									
Parâmetros	Grupos								
	Estudo				Controle				
	Côndilos (joelho direito)				Côndilos (joelho esquerdo)				
	lateral		medial		lateral		medial		
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Superfície									
Plana	3	60,0	2	40,0	4	80,0	4	80,0	
Desnivelada	2	40,0	1	20,0	1	20,0	1	20,0	
Irregular	0	0,0	2	40,0	0	0,0	0	0,0	
Coloração									
Translúcida	0	0,0	0	0,0	1	20,0	0	0,0	
Opaca	1	20,0	2	40,0	0	0,0	0	0,0	
Descoloração	4	80,0	3	60,0	4	80,0	5	100,0	
Consistência									
Firme	5	100,0	4	80,0	5	100,0	5	100,0	
Não firme	0	0,0	1	20,0	0	0,0	0	0,0	
Continuidade									
Nenhuma (< 50%)	2	40,0	2	40,0	4	80,0	4	80,0	
Parcial (≤ 50 ≥ 75%)	2	40,0	2	40,0	1	20,0	0	0,0	
Total (< 75%)	1	20,0	1	20,0	0	0,0	1	20,0	
Cicatrização do defeito									
Total	3	60,0	2	40,0	4	80,0	4	80,0	
Parcial	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
< 100% ≥ 75%	1	20,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
< 75% ≥ 50%	1	20,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
< 50% ≥ 25%	0	0,0	0	0,0	1	20,0	1	20,0	
< 25% a 0%	0	0,0	3	60,0	0	0,0	0	0,0	

Tabela 4 – Distribuição da frequência das variáveis: superfície, coloração, consistência, continuidade, cicatrização do defeito em todos os animais sacrificados em todos os grupos.

Total de 16 amostras: 90/120/180 dias								
Parâmetros	Grupos							
	Estudo				Controle			
	Côndilos (joelho direito)		Côndilos (joelho esquerdo)		Côndilos (joelho direito)		Côndilos (joelho esquerdo)	
	lateral	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral	medial
	n	%	n	%	n	%	n	%
Superfície								
Plana	10	62,5	10	62,5	8	50,0	10	62,5
Desnivelada	6	37,5	4	25,0	7	43,8	5	31,3
Irregular	0	0,0	2	12,5	1	6,2	1	6,2
Coloração								
Translúcida	2	12,5	3	18,8	5	31,3	4	25,0
Opaca	3	18,8	3	18,8	2	12,5	1	6,2
Descoloração	11	68,8	10	62,4	9	56,3	11	68,8
Consistência								
Firme	16	100,0	15	93,8	16	100,0	16	100
Não firme	0	0,0	1	6,2	0	0,0	0	0,0
Continuidade								
Nenhuma (< 50%)	7	43,8	5	31,3	6	37,5	8	50,0
Parcial (≤ 50 ≥ 75%)	8	50,0	10	62,3	8	50,0	5	31,3
Total (< 75%)	1	6,2	1	6,2	2	12,5	3	18,8
Cicatrização do defeito								
Total	9	56,3	5	31,3	6	37,5	9	56,3
Parcial	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
< 100% ≥ 75%	2	12,5	4	25,0	3	18,8	2	12,5
< 75% ≥ 50%	1	6,2	2	12,5	5	31,3	3	18,8
< 50% ≥ 25%	0	0,0	1	6,3	2	12,5	2	12,5
< 25% a 0%	4	25,0	4	25,0	0	0,0	0	0,0

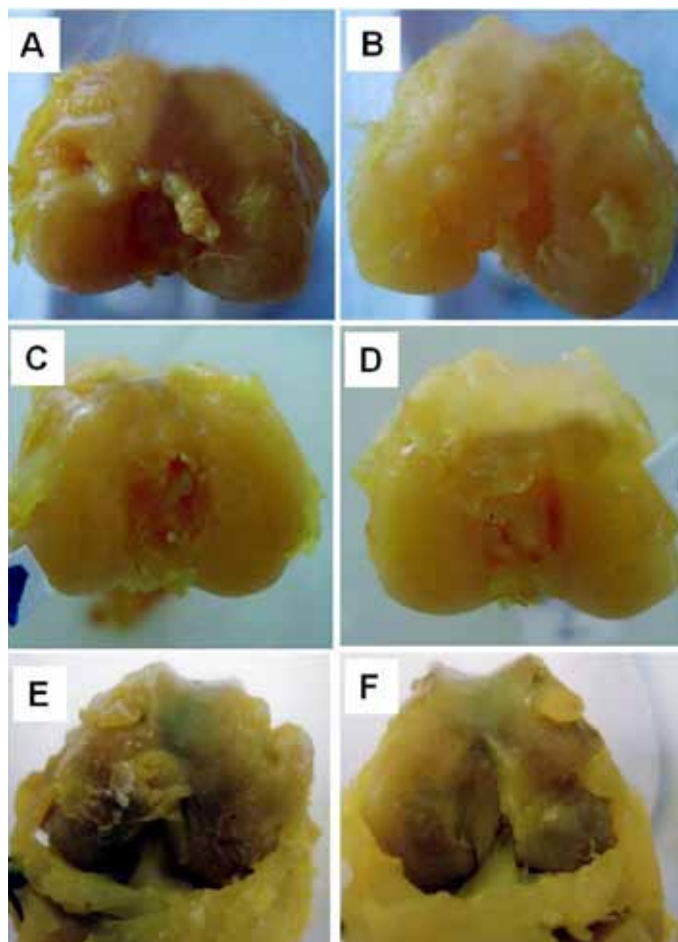


Figura 2 – Fotografia dos joelhos direito e esquerdo: (A e B) Após 90 dias; (C e D) Após 120 dias; (E e F) Após 180 dias de cirurgia.

produzido, optamos pelo diâmetro 3,2 x 4,0mm, em animais de 2 a 3kg, por ser compatível com o tamanho dos joelhos dos coelhos⁽¹³⁻¹⁷⁾.

Entre as técnicas cirúrgicas até então empregadas no preenchimento dos defeitos osteocondrais, ainda não foi encontrada uma comprovadamente eficiente^(6,13,16,24-26). Isto se deve, principalmente, às dificuldades encontradas para sua integração com a cartilagem hialina, que ainda não é reproduzida artificialmente.

As técnicas de estimulação do tecido osteocondral, tais como perfurações, abrasões, desbridamentos e microfraturas, promovem uma proliferação excessiva de fibroblastos, que resulta na formação de um tecido denominado de fibrocartilagem, com menor resistência que a cartilagem hialina original⁽¹⁰⁻¹⁵⁾.

O transplante de tecidos para a cobertura de defeitos osteocondrais, como periósteo e pericôndrio, ricos em células mesenquimais, também não induz à diferenciação dessas células em condrócitos^(1,7,16,24,26).

O transplante de células cartilaginosas e mesenquimais,

nos diferentes estágios de diferenciação, foi estudado em vários modelos; porém, na análise histológica não foi constatada a presença de cartilagem hialina. Embora os resultados iniciais tenham sido animadores, outros estudos são necessários para confirmação da presença ou não da cartilagem^(1,7,9,12,16,24-33).

As técnicas de transplante osteocondral, realizadas através da retirada de blocos osteocondrais de áreas doadoras, autólogas ou heterólogas, não regeneram a cartilagem^(12,16,24,27-33) e são utilizadas principalmente em lesões traumáticas com resultados satisfatórios⁽²⁸⁻³³⁾.

Já foi descrita a utilização de materiais artificiais para preenchimento dos defeitos osteocondrais, como o ácido poliglicólico, cola de fibrina, gel de colágeno e blocos de carbono; entretanto, constatou-se intensa reação inflamatória^(3,4,8,12,18,25,33-35). O uso desse tipo de material, quando associado ao cultivo de células mesenquimais para aumentar o seu potencial de crescimento, parece ser o futuro de novos avanços^(1,7,8,12,24,32-35). O BPCA (biopolímero da cana-de-açúcar) já foi utilizado experimentalmente como substituto de outros tecidos, como dispositivo de suporte para incontinência urinária⁽³⁶⁾, substituto de próteses vasculares^(23,37), coadjuvante na cicatrização das feridas⁽²⁰⁾, substituto de membrana timpânica⁽²²⁾, na reparação da dura-máter⁽³⁸⁾ e no tecido vesical⁽³⁹⁾. Em decorrência dos resultados desses estudos mostrar a baixa citotoxicidade, biocompatibilidade e integração com esses tecidos, decidiu-se aplicar esse biopolímero da cana-de-açúcar no preenchimento de defeitos osteocondrais em cêndilos femorais, também por não ser necessária a retirada de autoenxertos.

O teste do Qui-quadrado foi utilizado por se tratar de variáveis qualitativas para comparação entre os grupos⁽⁴⁰⁾.

Constatamos que os resultados da nossa pesquisa, quando comparados os grupos Estudo e Controle, revelaram uma distribuição homogênea entre as variáveis superfície, coloração, consistência e cicatrização do defeito, não rejeitando a hipótese inicial de nulidade. O mesmo foi observado por Ribeiro *et al*⁽⁷⁾ que empregaram o mesmo modelo experimental reparando os defeitos produzidos com enxertos retirados do outro joelho, também não observaram diferenças na qualidade macroscópica entre os grupos.

Apesar dos resultados quanto ao uso do GBPCA para o preenchimento dos defeitos osteocondrais não demonstrarem diferenças significantes entre as variáveis estudadas, observou-se maior distribuição da frequência de superfície plana nos animais do grupo Estudo, que segundo Amiel *et al*⁽¹⁾ é uma característica importante para que o reparo osteocondral seja considerado biologicamente aceitável. Tal fato não ficou totalmente comprovado, talvez em decorrência do número de coelhos estudados.

CONCLUSÃO

Concluiu-se que o tecido osteocondral reparado com gel do biopolímero da cana-de-açúcar, ao exame macroscópico, a superfície articular, cicatrização, coloração, consistência e continuidade foi semelhante ao tecido encontrado sobre os defeitos osteocondrais cicatrizados naturalmente, observado no grupo Controle. Frente à biocompatibilidade desse biomaterial, novos estudos com indutores de cicatrização poderão comprovar a sua eficácia como redutor do tempo de cicatrização no reparo dos defeitos da cartilagem articular.

REFERÊNCIAS

1. Amiel D, Coutts RD, Abel M, Stewart W, Harwood F, Akeson WH, et al. Rib perichondrial grafts for the repair of full-thickness articular-cartilage defects. *J Bone Joint Surg Am*. 1985;67(6):911-20.
2. Butinariu-Ephrat M, Robinson D, Mendes DG, Halpern N, Nevo Z. Resurfacing of goat articular cartilage by chondrocytes derived from bone marrow. *Clin Orthop Relat Res*. 1996;(330):234-43.
3. Buckwalter JA, Mankin HJ. Articular cartilage Part I: tissue design and chondrocyte-matrix interactions. *J Bone Joint Surg*. 1997;79(4):600-11.
4. Costa AJ, Oliveira CR, Leopizzi N, Amatuzzi MM. O uso da matriz óssea desmineralizada na reparação de lesões osteocondrais. Estudo experimental em coelhos. *Acta Ortop Bras*. 2001;9(4):27-38.
5. Inouye CM, Fagundes DJ, Faloppa F, Novo NF, Juliano Y, Figueiredo AS, et al. Estudo morfológico da articulação do joelho de coelhos após a reparação de um defeito osteocondral. *Acta Cir Bras*. 2002;17(Suppl 1):403-9.
6. Steadman JR, Rodkey WG, Briggs KK. Microfraure to treat full-thickness chondral defects: surgical technique, rehabilitation, and outcomes. *J Knee Surg*. 2002;15(3):170-6.
7. Ribeiro JL, Camanho GL, Takita LC. Estudo macroscópico e histológico de reparos osteocondrais biologicamente aceitáveis. *Acta Ortop Bras*. 2004;12(1):16-21.
8. Sassioto MCP, Cardoso Filho N, Facco GG, Sodrés ST, Neves N, Purisco SU. Efeito da *Casearia sylvestris* no reparo ósseo com matriz óssea bovina desvitalizada em ratos. *Acta Cir Bras*. 2004;19(6):637-41.
9. Peterson L. Autologous chondrocyte transplantation: 2-10 year follow-up in 219 patients. In: Proceedings of the 65th Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. New Orleans: Am Acad Orthop Surg; 1998.
10. O'Driscoll SW. The healing and regenerating of articular cartilage. *J Bone Joint Surg Am*. 1998;80(12):1795-812.
11. Moseley JB, Felson DT, Buckwalter J. Debridement and lavage for osteoarthritis of knee. *N Eng J Med*. 2002;347(11):81-8.
12. Cherubino P, Grassi FA, Bulgheroni P, Ronga M. Autologous chondrocyte implantation using a bilayer collagen membrane: preliminary report. *J Orthop Surg*. 2003;11(1):10-5.
13. Hangody L. The mosaicplasty technique for osteochondral lesions of the talus. *Foot Ankle Clin*. 2003;85(1):259-73.
14. Yasuaki N, Koji M, Kobayashi M, Suzuki T, Kuroki H, Ikeuchi K, Nakamura T.

- Assessment of mechanical properties of articular cartilage after mosaicplasty in second-look arthroscopy. *Arthroscopy*, 2005;30(1): 47-51.
15. Bartha L, Vajda A, Duska Z, Rahmeh H, Hangody L. Autologous osteochondral mosaicplasty grafting. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006;36(10):739-50.
 16. Wahegaonkar AL, Doi K, Hattori Y, Addosooki A. Technique of osteochondral autograft transplantation mosaicplasty for capitellar osteochondritis dissecans. *J Hand Surg*. 2007;32(9):1454-61.
 17. Haasper C, Zelle BA, Knobloch K. No mid-term difference in mosaicplasty in previously treated versus previously untreated patients with osteochondral lesions of the talus. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2008;128(5):499-504.
 18. Paterson-Beedle M, Kenedy JF, Melo FA, Lloyd LL, Medeiros V. A cellulosic exopolysaccharide produced from sugarcane molasses by a *Zoogloea* sp. *Carbohydrate. Polymers*. 2000;42:375-83.
 19. Coelho MC, Carrazoni PG, Monteiro VL, Melo FA, Mota R, Tenório Filho F. Biopolímero produzido a partir de cana de açúcar para cicatrização cutânea. *Acta Cir Bras*. 2002;17(Suppl 1):1-7.
 20. Castro C, Aguiar J, Melo F, Silva W, Marques E, Silva D. Citotoxicidade de biopolímero de cana-de-açúcar. *An Fac Med Univ Fed Pernamb*. 2004;49(2):119-23.
 21. Lima F, Lima J, Hirakawa P, Medeiros Júnior D, Lima F, Aguiar J. Resposta inflamatória a membranas de biopolímero de cana-de-açúcar e telas de poli-propileno re-implantadas no peritônio parietal de ratos. *An Fac Med Univ Fed Pernamb*. 2005;50(1):37-40.
 22. Silva D, Aguiar J, Marques A, Coelho A, Rolim Filho E. Miringoplastia com enxerto livre de membrana de biopolímero de cana-de-açúcar e fascia autóloga em *Chinchilla laniger*. *An Fac Med Univ Fed Pernamb*. 2006;51(1):45-51.
 23. Aguiar J, Lins E, Marques S, Coelho A, Rossiter R, Melo R. Sugarcane biopolymer patch in femoral artery angioplasty in dogs. *Acta Cir Bras*. 2007;22(Suppl.1):77-81.
 24. BlueCross BlueShield Association (BCBSA), Technology Evaluation Center (TEC). Autologous chondrocyte transplantation of the knee. TEC Assessment Program. Chicago IL: BCBSA; June 2003; 18. Disponível em: http://www.bcbs.com/tec/vol18/18_02.html. Acesso em 15 de setembro, 2004.
 25. Karataglis D, Learmonth DJ. Management of big osteochondral defects of the knee using osteochondral allografts with the MEGA-OATS technique. *Knee*. 2005;12(5):389-93.
 26. Hangody L, Vásárhelyi G, Hangody LR, Sukosd Z, Tibav G, Bartha L. Autologous osteochondral grafting-- technique and long-term results. *Injury*. 2008;39(Suppl 1):S32-S39.
 27. Horas U, Pelinkovic D, Herr G, Aignet T, Schnettler R. Autologous chondrocyte implantation and osteochondral cylinder transplantation in cartilage repair of the knee joint. A prospective, comparative trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85(2):185-192.
 28. Dozin B, Malpeli M, Cancedda R, Bruzzi P, Calcagno S, Molfetta L, et al. Comparative evaluation of autologous chondrocyte implantation and mosaicplasty: A multicentered randomized clinical trial. *Clin J Sport Med*. 2005;15(4):220-6.
 29. Goomer RS, Amiel D. Repair of articular cartilage defects by ex-vivo gene therapy. *Curr Opin Orthop*. 2000;11(5):378-82.
 30. Cain EL, Clancy WG. Treatment algorithm for osteochondral injuries of the knee. *Clin Sports Med*. 2001;20(2):321-42.
 31. Lieberman JR, Daluiski A, Einhorn TA. The role of growth factors in the repair of bone. Biology and clinical applications. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84(6):1032-44.
 32. Melo F. Contribuição ao estudo cinético da produção de polissacarídeos extracelulares por *Zoogloea* sp. em melaço de cana-de-açúcar [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2003.
 33. Hayashi K, Kubo T, Doi K, Tabata Y, Akagawa Y. Development of new drug delivery system for implant bone augmentation using a basic fibroblast growth factor-gelatin hydrogel complex. *Dent Mater J*. 2007;(2692):170-7.
 34. Iamaguti LS, Brandão CVS, Minto BW, Mamprim MJ, Ranzani JJT, Gomes DC. Utilização de membrana biossintética de celulose na trocleoplastia experimental em cães. Avaliação clínica, radiográfica e macroscópica. *Vet Zootec*. 2008;15(1):160-8.
 35. Akagawa Y, Kubo T, Koretake K, Hayashi K, Doi K, Matsuura A, et al. Initial bone regeneration around fenestrated implants in Beagle dogs using basic fibroblast growth factor-gelatin hydrogel complex with varying biodegradation rates. *J Prosthodont Res* 2009;53(1):41-7.
 36. Lucena RG. Utilização do biopolímero de cana-de-açúcar como novo material para *slimg* pubo vaginal: análise estereológica [tese]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2007.
 37. Marques S. Um novo substituto vascular: estudo experimental com biopolímero de cana-de-açúcar [livre docência]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2006.
 38. Lima FM. Membrana de biopolímero de cana-de-açúcar como substituto de dura-máter em ratos Wistar [tese]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2008.
 39. Lima SV, Aguiar JL, Castro CM, Vilar FO, Carvalho B, Souza Júnior E, et al. Reepithelialized bowel segment for bladder augmentation: a pilot study in an animal model. [Inter Braz J Urol. 2006;32(Suppl.1):89]. XXVIII Congresso de la Confederacion Americana de Urologia - CAU 2006, Recife.
 40. Arango HG. Bioestatística: teórica e computacional. 2a. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005.