

A PRESERVAÇÃO DO INTESTINO DELGADO PARA TRANSPLANTE: A CONTRIBUIÇÃO DA OXIGENAÇÃO HIPERBÁRICA

Small bowel preservation for transplantation: the contribution of the hyperbaric oxygenation

Fernando Augusto Garcia GUIMARÃES, Murched Omar TAHA, Djalma José FAGUNDES

ABCDDV/598

Guimarães FAG, Taha MO, Fagundes DJ. A preservação do intestino delgado para transplante: a contribuição da oxigenação hiperbárica. ABCD Arq Bras Cir Dig. 2008;21(2):85-9

RESUMO – Racional - Não há ainda um método que mantenha adequadamente e por tempo prolongado a qualidade e a função do intestino delgado a ser transplantado, apesar da existência de várias modalidades de preservação. Há necessidade de se desenvolver e aprimorar novas opções técnicas. **Objetivo** -Recuperar os artigos que estudaram a aplicação da oxigenação hiperbárica (OHB) como técnica de preservação do intestino delgado destinado para transplante, procurando determinar qual a contribuição do método no prolongamento do tempo e qualidade dessa preservação. **Métodos** - Utilizou-se a base de dados do Medline e da Scielo consultada nos sites www.pubmed.com e www.bireme.br tendo sido selecionados 58 trabalhos pertinentes. A revisão mostrou que a preservação intestinal está associada ao uso de soluções que fornecem substrato oxidativo para a célula assim como acrescentam substâncias que evitam ou reduzem a formação de espécies reativas de oxigênio. A hipotermia e a oxigenação destas soluções preservadoras é de uso corrente e consensual. Nove trabalhos ativeram-se ao uso específico da OHB. Não há consenso sobre sua utilização em trabalhos experimentais. Contudo os estudos não são comparáveis, pois utilizam metodologias diversas e diferentes tipos de avaliação. Discute-se também a complexidade e os custos da OHB. Apesar disto, há indicações que a OHB pode prevenir o edema da hipotermia, manter a oxigenação tecidual durante a preservação e impedir ou diminuir a formação de radicais livres. **Conclusão** - A OHB deve ser avaliada como alternativa exclusiva ou complementar às técnicas de preservação, sendo campo fértil de investigação.

DESCRITORES - Intestino delgado. Preservação de órgãos. Transplantes. Oxigenação hiperbárica.

INTRODUÇÃO

Apesar do primeiro relato de transplante intestinal experimental ter sido feito em 1902 por Aléxis Carrel⁶, a evolução do transplante de intestino delgado foi mais longa que a de outros órgãos parenquimatosos¹. De qualquer maneira, nos últimos cinco anos ocorreu considerável aumento da aplicação clínica desta modalidade terapêutica¹⁰. A experiência clínica de grandes centros de transplante tem proporcionado a seus pacientes sobrevida em um ano em 70%^{1,10}, tornando-se mais de 66% destes cronicamente transplantados nutricionalmente independentes do aporte parenteral⁸. Estes resultados são obtidos com criteriosa seleção dos pacientes, primorosa aplicação da técnica cirúrgica, adequada prevenção, diagnóstico e tratamento da rejeição do enxerto e agressiva vigilância de infecções^{12,24}.

O transplante intestinal tem sido opção técnica para tratamento da síndrome do intestino curto, quando há falha da nutrição parenteral total domiciliar aplicada por longos períodos, embora a qualidade de vida de muitos destes pacientes possa não ser satisfatória devido a episódios

repetidos de rejeição celular aguda, persistente desidratação, e má-absorção^{8,12}. Portanto, a necessidade permanente de órgãos se estabelece, visto que há muito mais pacientes com falha intestinal irreversível do que doadores potenciais¹. Sendo assim, com o intuito de tornar disponível o maior número de órgãos viáveis, devem-se proporcionar meios para se captar, preservar e transportar intestino delgado para transplante. A realização de campanhas de orientação e educação, tanto de profissionais da área da saúde como de indivíduos da população em geral, com a intenção de aumentar o número de potenciais doadores, se impõe. Maior captação necessita de melhor aproveitamento dos órgãos doados, bem como torna evidente a íntima relação entre a preservação e o transporte dos órgãos.

O tempo para transportar o órgão do serviço de captação para o de transplante poderá ser maior com a aplicação de técnicas de preservação. Além disso, com essas técnicas, pode-se ganhar tempo para a realização de exames de adequação tecidual (enxerto-hospedeiro), de bom preparo do paciente receptor e realização do procedimento durante o horário de funcionamento normal do centro cirúrgico (não na emergência), desde que o método de preservação mantenha a qualidade da função do intestino a ser transplantado. No entanto, apesar da existência de várias modalidades de preservação, não há ainda um método que contemple plenamente esses requisitos mencionados acima⁹.

Trabalho realizado na Universidade Santa Cecília – UNISANTA – Santos, SP, Brasil.

Endereço para correspondência: Fernando Augusto Garcia Guimarães - e-mail: tguima@uol.com.br

A oxigenação de tecido privado de irrigação sanguínea pode ser obtida por administração de oxigênio a 100%, em ambiente hiperbárico^{16,29}. Portanto, pode-se considerar a possibilidade de utilização da oxigenação hiperbárica (OHB) para preservar o intestino delgado.

O objetivo desta revisão foi determinar se a OHB tem sido aplicada como técnica de preservação do intestino delgado destinado para transplante, bem como, estabelecer que contribuição ela trouxe, ou pode trazer, no prolongamento do tempo dessa preservação e no melhor aproveitamento dos órgãos doados.

MÉTODOS

Utilizou-se a base de dados do Medline e da Scielo consultada nos sites www.pubmed.com e www.bireme.br tendo sido selecionados 58 trabalhos pertinentes. Destes, nove ativeram-se ao uso específico da OHB.

A preservação do intestino delgado

É evidente que a captação do órgão a ser doado, com a interrupção dos fluxos arterial e venoso, determina déficit de fornecimento de substrato energético e oxigênio, além de inadequada retirada dos catabólitos gerados pelo metabolismo celular. Certamente, se não for restabelecido o fluxo sanguíneo no órgão a ser transplantado haverá lesão. No entanto, a reperfusão no sítio receptor poderá também determinar a ocorrência de lesão por isquemia e reperfusão²⁵.

O desenvolvimento do melhor método de preservação orgânica dependerá da plena compreensão destes mecanismos de lesão envolvidos na captação e preservação do órgão a ser transplantado.

O resfriamento do intestino delgado foi uma das primeiras técnicas utilizadas para preservá-lo². A diminuição da temperatura nos tecidos reduz a atividade metabólica com queda do consumo de oxigênio. No entanto, apesar de se conhecer o quanto sensível à isquemia é o intestino delgado, e como se processa a recuperação da mucosa intestinal após o dano decorrente da isquemia quente, pouco se sabe sobre os efeitos da preservação fria na mucosa intestinal¹¹. De qualquer maneira, apenas com o resfriamento preserva-se o intestino delgado por cinco horas¹⁹.

Com a aplicação da perfusão sanguínea ou do lúmen intestinal e a imersão em soluções de preservação, associada ao resfriamento, procura-se prolongar este período de preservação²⁷. O período máximo obtido por estas técnicas não ultrapassa 48 horas, estando, na maioria das vezes, o tempo limite de conservação entre 12 e 24 horas^{5,11,30,32,34}.

O resfriamento do intestino, associado à imersão isolada em soluções de preservação, sem a aplicação da perfusão vascular ou do lúmen, é uma das técnicas utilizadas para preservação prolongada, apesar de não ser a melhor opção. Com o uso das soluções de preservação busca-se suprimir a tumefação das células - decorrente da ausência de oxigênio e supressão do funcionamento das bombas iônicas ligadas às células com isquemia e hipotermia^{2,11} -; prevenir o edema intersticial; prevenir a perda do potássio intracelular para

o interstício²⁸; estabilizar o pH^{11,27,28}; fornecer substrato para recuperar a fonte energética da célula²⁸; promover vasodilatação para melhorar a microcirculação²⁸; promover a varredura dos radicais livres do oxigênio formados pelo fenômeno de isquemia e reperfusão^{5,30,32}.

Em geral associa-se à imersão hipotérmica técnicas de perfusão, tanto vascular como do lúmen intestinal, as quais podem ser aplicadas contínua ou intermitentemente²⁸. Com a perfusão vascular procura-se preservar o metabolismo oxidativo, melhorar a energética tecidual e manter a integridade da mucosa intestinal²⁸. A perfusão do lúmen intestinal além de melhorar a energética tecidual, também retira de seu interior os microorganismos, toxinas e enzimas proteolíticas que podem danificar a mucosa¹¹.

A perfusão pode ser feita com sangue, plasma, crioprecipitado ou soluções de preservação^{28,34}. No entanto, alguns autores^{18,27}, chamam a atenção para a complexidade técnica dos procedimentos e aparelhos de perfusão.

Acrescentar oxigênio ao líquido de perfusão, em ambiente à pressão atmosférica, pode aumentar o potencial de preservação^{7,17,18}. Segundo Zhu et al.³⁴, a perfusão oxigenada com solução da Universidade de Wisconsin mantém melhor a integridade mucosa na preservação de 24 horas. Segundo Kuroda et al.¹⁸, a aplicação de perfluoroquímico, juntamente com a da Universidade de Wisconsin e oxigenação, por método cavitário com duas camadas, pode estender o período de preservação do intestino delgado para 48 horas. DeRoover et al.¹⁷ também acrescentaram o perfluoroquímico à solução da Universidade de Wisconsin para perfusão oxigenada e obtiveram resultados semelhantes. Os perfluoroquímicos são hidrocarbonos em que a maioria dos átomos de hidrogênio são substituídos por "fluorine" e têm alta capacidade de dissolver oxigênio, com baixa constante de ligação, liberando oxigênio para o meio mais facilmente que a hemoglobina²⁸.

Fica evidente que as técnicas de preservação descritas buscam fornecer substrato energético; retirar os catabólitos gerados pelo metabolismo celular; proteger o tecido da lesão dos radicais livres, tanto pela ação de antioxidantes, como pela manutenção da oxigenação durante a preservação. Contudo, realmente ainda não se estabeleceu um método de preservação que seja de consenso e que propicie tempo suficiente, mantendo a qualidade do intestino, para o melhor aproveitamento dos órgãos a serem transplantados. O aprimoramento das técnicas de preservação, bem como, o acréscimo de novos recursos para se manter a integridade tecidual, durante o período de conservação, se faz necessário.

A oxigenação hiperbárica na preservação do intestino

A administração de oxigênio a um tecido, ou organismo, que esteja em ambiente mantido com pressão acima da atmosférica (ambiente hiperbárico) é denominada de oxigenação hiperbárica. Quando tem objetivos terapêuticos é denominada oxigenioterapia hiperbárica.

Em 1960, Boerema et al.³ apresentaram a primeira publicação que descreve a aplicação da oxigenação hip-

erbária em tecidos privados de circulação sanguínea, demonstrando-se que o oxigênio dissolvido no plasma foi o principal responsável pela oxigenação tecidual.

Ainda na década de 60, pesquisadores do Departamento de Cirurgia da Escola Médica da Universidade de Minnesota, chefiados por Richard C. Lillehei²⁰, estudando a preservação de órgãos, iniciaram uma série de trabalhos em que se aplicou concomitantemente a hipotermia e a oxigenação hiperbárica. Primeiramente, os autores testavam método de descongelamento de órgãos por imersão em água a 37°C por 12 a 15 minutos, em ambiente hiperbárico de três atmosferas absolutas (ATA). Observaram que esses órgãos eram mais bem preservados do que os que passavam por descongelamento simples, mas, ainda assim, ocorria lesão. Posteriormente, a partir desta observação, optou-se pela associação da hipotermia (entre 2 e 4°C) com a oxigenação hiperbárica, obtendo-se resultados encorajadores.

Os primeiros órgãos a se preservar por esse método foram os rins seguidos do coração²⁰. A preservação de intestino delgado foi investigada, posteriormente, por Manax et al.²³ com um estudo em íleo de cão. Utilizou-se para perfusão vascular solução salina balanceada contendo 5% de dextran, 50mg de heparina por 500mL de solução e pH de 7,4. Seguindo-se à perfusão, imergiu-se o órgão em solução salina isosmótica, previamente resfriada a temperatura entre 2 e 4°C, e acondicionada em pequena câmara hiperbárica de metal. A câmara foi submersa até a metade em um tanque contendo etilenoglicol e água. Este líquido foi também mantido à temperatura entre 2 e 4°C e circulando por aparato anexado ao tanque. Avaliou-se a viabilidade do órgão após transplante, tanto por meio de diária observação macroscópica e palpação, como por biópsias seriadas do segmento de intestino que foi transplantado para a região cervical na forma de ostomia. Obteve-se sucesso na preservação do intestino por 24 horas com a câmara a três atmosferas absolutas ou por 48 horas com a câmara a 7,9 atmosferas absolutas. Houve dano superficial na mucosa de todos os segmentos preservados, com perda do ápice das vilosidades e que se reverteu em dois a três dias.

Lyons et al.^{21,22}, continuando o estudo da preservação do íleo terminal de cães à diferentes pressões da câmara hiperbárica, analisaram não só os aspectos macroscópicos e microscópicos, mas também a capacidade de absorção de cloreto e glicose contra gradiente de concentração. Observaram que o intestino foi preservado adequadamente por 24 horas a uma pressão de três atmosferas absolutas e temperatura de 2°C, mas não por 48 horas. Por outro lado, obteve-se preservação adequada por 48 e 72 horas quando se aplicaram pressões entre 10 e 15 atmosferas absolutas. Segundo estes autores, não há diferença na qualidade de preservação pelo uso de pressões acima de 10 atmosferas absolutas.

Portanto, pelos resultados apresentados, com a oxigenação hiperbárica obtém-se prolongamento do período de preservação de 12 ou 24 horas, determinado pelas técnicas de imersão e perfusão, e para 48 ou 72 horas com a aplicação de pressões acima de 7.9 atmosferas absolutas e hipotermia.

No entanto, em 1967, Rudolf e Mandel³¹ afirmaram que segmentos de íleo estocados por 48 horas, na câmara hiperbárica a 8 ou 15 atmosferas absolutas e 2°C, não recuperam a sua função após o autotransplante cervical. Segundo os autores, os animais não sobreviveram além de três dias. A perfusão vascular e a solução de preservação foram semelhantes às utilizadas pelo grupo da Universidade de Minnesota. Os autores descrevem, neste nível pressórico, a ocorrência de embolia gasosa. Manax et al.²³ e Lyons et al.^{21,22} não citam essa intercorrência, possivelmente devido à velocidade mais lenta de compressão e decompressão da câmara. No experimento de Rudolf e Mandel³¹ o intestino foi adequadamente estocado por 24 horas quando se aplicou pressão de três atmosferas absolutas à 2°C de temperatura, à semelhança do descrito anteriormente^{21,22,23}. Não se investigou a estocagem por 48 horas. Ainda segundo os autores, a associação da perfusão intermitente (com solução tamponada de glicose e 2,5 a 10 minutos por hora de preservação) à oxigenação hiperbárica hipotérmica, com a intenção de melhorar o desempenho, prejudicou a preservação, já que apenas um de quatro animais de experimentação sobreviveu após o transplante.

Momose e Salerno²⁶, em 1968, também contestaram a eficácia da preservação em câmara com pressão maior do que três atmosferas absolutas, visto que, em seu experimento, houve necrose do íleo autotransplantado com a aplicação da oxigenação hiperbárica à pressão de 7,9. Não há descrição do tempo despendido para a obtenção da pressão desejada, nem da ocorrência de embolia gasosa. Antes de a peça, envolvida em um acolchoado umedecido com soro fisiológico, ser colocada na câmara hiperbárica, foi realizada perfusão vascular com solução semelhante a do grupo da Universidade de Minnesota e uma irrigação do lúmen com soro fisiológico. Apesar do mau resultado à pressão de 7,9 atmosferas absolutas, quando se aplicou a pressão de três preservou-se adequadamente o intestino por 72 horas, uma vez que, após duas semanas do autotransplante, os cortes histológicos evidenciavam apenas pequeno infiltrado inflamatório e a captação de timidina-tritiada revelou camada mucosa em ativo processo mitótico. Este resultado é superior ao descrito por Manax et al.²³, Lyons et al.^{21,22} e Rudolf³¹. Talvez a irrigação do lúmen com soro fisiológico, promovendo a retirada do conteúdo enzimático e bacteriano, e, conseqüentemente, provocando menos dano na mucosa, justifique o melhor desempenho desse modelo experimental.

Sendo assim, a capacidade da oxigenação hiperbárica hipotérmica de estender a preservação do intestino delgado para além de 24 horas não é consenso. Além disso, segundo alguns autores¹⁸, a oxigenação hiperbárica hipotérmica é método mais dispendioso e de maior complexidade do que outras formas de preservação, as quais tem eficácia semelhante. Talvez, por conta disso, a partir da década de 70, quando as soluções de preservação foram aprimoradas e possibilitaram conservar órgãos por 12 a 24 horas¹, não mais se identificam na literatura experimentos que busquem analisar a contribuição que a oxigenação hiperbárica possa dar à preservação do intestino delgado destinado para

transplante. No entanto, há autores^{4,20}, que discordam deste ponto de vista e afirmam que o método além de simples é eficaz e, à medida que se utilize mais deste recurso, ele se tornará menos dispendioso.

É certo que a oxigenação hiperbárica não fornece substrato energético como as soluções de preservação, nem retira os catabólitos gerados pelo metabolismo como a perfusão vascular, ou retira enzimas proteolíticas e microorganismos do lúmen intestinal como o faz a irrigação desse compartimento; mas talvez possa prevenir o edema da hipotermia^{20,33}, manter a oxigenação durante a preservação e, com isso, não permitir a formação de radicais livres que irão lesar mais o tecido^{16,29}.

Em 2006, por meio de uma câmara hiperbárica refrigerada desenvolvida na Universidade Santa Cecília,

Guimaraes et al.¹³ descreveram que a preservação hipotérmica do intestino delgado de ratos destinados para transplante em Ringer com lactato de sódio por 12 ou 24 horas, diminuiu a lesão tecidual e aumentou a proliferação nuclear^{14,15}.

CONCLUSÕES

Apesar de ainda não estar estabelecido na literatura se a oxigenação hiperbárica é realmente efetiva como método de preservação, ela deve ser avaliada como alternativa complementar às técnicas de preservação utilizadas na atualidade, visando ampliar o tempo de preservação e, consequentemente, melhorar o aproveitamento dos órgãos doados.

Guimarães FAG, Taha MO, Fagundes DJ. Small bowel preservation for transplantation: the contribution of the hyperbaric oxygenation. *ABCD Arq Bras Cir Dig*. 2008;21(2):85-9

ABSTRACT – *Introduction* - In spite of the existence of several modalities of preservation, up to now a method that adequately keeps for a long time the quality and the functioning aspects of the small bowel to be transplanted is lacking. *Aim* - To gather articles using hyper baric oxygenation (HBO) as technique of small bowel preservation for transplant and quality of the preservation. *Methods* - Database Medline and Scielo were checked at www.pubmed.com and www.bireme.br, with 58 works selected. Solutions supplying oxidative substratum to the cells and adding substances to prevent or reduce the formation of reactive oxygen, is the main source of preservation. The hypothermia and solutions oxygenation are in current use. Nine papers studied the specific use of the HBO. There is no consensus on its use in experimental works. However, these papers are not comparable, due to different methodologies and types of evaluation. One also argues the complexity and the costs of the HBO. In spite of that, there are evidences that the HBO can prevent hypothermia edema, keep the tecidual oxygenation during the preservation and hinder or diminish the formation of free radicals. *Conclusion* - HBO must be considered as the unique alternative or complementary technique in the preservation of the small bowell for transplant.

HEADINGS - Small bowell. Organ preservation. Transplantation. Hyperbaric oxygenation.

REFERÊNCIAS

- Asfar S, Zhong R, Grant D. Small bowel transplantation. *Surg Clin North Am* 1994;74:1197-210.
- Bloch J, Longerbeam JK, Manax WG, Lillehei RC. Preservative solutions for freezing whole organs in vitro. *Trans Am Soc Artif Intern Organs*. 1963;9:139-47.
- Boerema I, Meyne NG, Brummelkamp WK, Bouma S, Mensch MH, Kamer-mans F, Half MS, Aaldaren WV. Life without blood. *Ned Tijdschr Geneesk* 1960;104:949-54.
- Booth AD, Williams K, Cree IC, Hayashi T, Moore DF. Organ preservation using ultrabarc oxygen. *Nature* 1966;210:202-3.
- Brandão SC, Taha MO, Fagundes DJ, Souccar C, Lapa AJ, Pias VMS. Alpha-tocopherol in the hypothermic preservation of the rat small bowel: a functional study. *Transplant Proc* 2002;34:1092-4.
- Carrel A. La technique operateire des anastomoses vasculaires et le transplantation des visceres. *Lyon Med* 1902;98:859-65.
- DeRoover A, Krafft MP, Deby-Dupont G, Riess J, Jacquet N, Lamy M, Meurisse M, D'Silva M. Seventy-two hours hypothermic intestinal preservation study using a new perfluorocarbon emulsion. *Artif Cells Blood Substit Immobil Biotechnol* 2001;29:225-34.
- Dionigi P, Alessiani M, Ferrazi A. Irreversible intestinal failure, nutrition support, and small bowel transplantation. *Nutrition* 2001;17:747-50.
- Feryha S, Ercan F, Arbak S. Scanning electron microscopic study of cold-stored small bowel: comparison of Euro-Collins and Lactated Ringer's solutions. *Dig Dis Sci* 2003;48:1006-12.
- Galvão FHF, Waitzberg DL, Bacchella T, Gama-Rodrigues J, Machado MCC. Transplante de intestino delgado. *Arq Gastroenterol* 2003;40:118-25.
- Galvão FHF, Waitzberg DL, Logulo AF, Sementilli A, Rompenso E, Lima-Gonçalves E. Alterações histopatológicas do intestino delgado após preservação hipotérmica com as soluções da Universidade de Wisconsin e Euro-Collins: estudo experimental. *Rev Ass Med Brasil* 1995;41:187-92.
- Ghanekar A, Grant D. Small bowel transplantation. *Curr Opin Crit Care* 2001;7:133-7.
- Guimarães FA, Taha MO, Simoes MJ, Moine CA, Santos IV, Amador JC, Santos RA, Queiroz RB, Amaro RR, Jesus MA. A novel system for organ and tissues preservation: the refrigerating hyperbaric chamber. *Transplant Proc*. 2006;38(6):1879-82.
- Guimarães FA, Taha MO, Simoes MJ, Moine CA, Santos IV, Amador JC, Santos RA, Queiroz RB, Amaro RR, Jesus MA, Caricati-Neto A. Use of hyperbaric oxygenation in small bowel preservation for transplant. *Transplant Proc*. 2006;38(6):1796-9.
- Guimarães FA, Taha MO, Simoes MJ, Moine CA, Santos IV, Amador JC, Santos RA, Queiroz RB, Amaro RR, Jesus MA. Apoptosis and nuclear proliferation in rat small bowel submitted to hypothermic hyperbaric oxygenation for preservation. *Transplant Proc*. 2006;38(6):1876-8.
- Guimarães FAG, Taha MO, Simões MJ, Fagundes DJ. Ischemia-reperfusion of the small intestine and hyperbaric oxygen treatment: a morphologic study in rats. *Transplant Proc* 2002;34:977-9.
- Isselhard W, Minor T. Gaseous oxygen for protection and conditioning of organs during ischemia. *Zentralbl Chir* 1999;124:252-9.
- Kuroda Y, Sakai T, Suzuki Y, Tanioka Y, Matsumoto S, Kim Y, Fujita H, Hamano M, Hasegawa Y, Ku Y, Saitoh Y. Small bowel preservation using a cavity two-layer (University of Wisconsin solution/Perfluorochemical) cold storage method. *Transplantation* 1996;61:370-3.

19. Lillehei RC, Goot B, Miller FA. Physiological response of the small bowel of the dog to ischemia, including prolonged in vitro preservation of the bowel with successful replacement and survival. *Ann Surg* 1959;150:543-60.
20. Lillehei RC, Manax WG, Bloch JH, Eyal Z, Hidalgo F, Longersbeam JK. In vitro preservation of whole organs by hypothermia and hyperbaric oxygenation. *Cryobiology* 1964;1:181-93.
21. Lyons GW, Manax WG, Largiader F, Diezman RH, Lillehei RC. Individual in vitro organ susceptibility to hyperbaric oxygen. *Cryobiology* 1965;2:147-50.
22. Lyons GW, Manax WG, Largiader F, Lillehei RC. Intestinal absorption of ileum preserved by hypothermia and hyperbaric oxygen. *Surg Forum* 1965;16:357-9.
23. Manax WG, Bloch JH, Eyal Z, Lillehei RC. Experimental preservation of the small bowel. *Am J Surg* 1965;109:26-31.
24. Martins PNA. Importância da microcirurgia experimental para transplantes de órgãos. *Acta Cir Bras* 2003;18:01-06.
25. Massberg S, Messmer K. The nature of ischemia/reperfusion injury. *Transplant Proc* 1998;30:4217-23.
26. Momose K, Salerno RA. Intestinal preservation by hypothermia and hyperbaric oxygen. *Ann Surg* 1968;168:157-62.
27. Mühlbacher F, Langer F, Mittermayer C. Preservation solutions for transplantation. *Transplant Proc* 1999;31:2069-70.
28. Nydegger EU, Carrel T, Laumonier T, Mohacsi P. New concepts in organ preservation. *Transplant Immunology* 2002;9:215-25.
29. Pereira MLL, Teles AP, Pereira Neto J. Câmara hiperbárica de acrílico para animais de pequeno porte. *Acta Cir Bras* 2001; 16:267-70.
30. Ribeiro Jr MAF, Montero EFS, Piva AM, Gualberto EF, Nigro AJT, Taha MO, Souccar C, Lapa AJ, Venço FE. Histopatologic changes in rat small intestine during storage in UW or Celsior solution with or without a 21-aminosteroid (U74389G) after 12, 18, and 24 hours. *Transplant Proc* 2000;32:1261-2.
31. Rudolf LE, Mandel S. Supercooling, intermittent perfusion, and high pressure oxygen in whole organ preservation. *Transplantation* 1967;5:1159-66.
32. Taha MO, Ribeiro Jr MAF, Piva AM, Gualberto EF, Montero EFS, Nigro AJT, Souccar C, Lapa AJ. Intestinal cold preservation in EC solution with N2-mercaptopyronil glycine (N2-MPG). *Org Tiss* 2000;2:111-3.
33. Yamashita C., Oobo H, Yamamoto H, Tobe S, Koterazawa T, Nakamura H, Okada M. Successful 24-hour pulmonary preservation using hyperbaric oxygen. *Transplant Proc* 1994;26:882-4.
34. Zhu JZ, Castillo EG, Salehi P, Ávila J, Lakey JR, Churchill TA. A novel technique of hypothermic luminal perfusion for small bowel preservation. *Transplantation* 2003;76:71-6.

Fonte de financiamento: não há
Conflito de interesse: não há
Recebido para publicação: 30/10/2007
Aceito para publicação: 18/01/2008