

# Estudo da preservação do pulmão de cão mantido em autoperfusão

Ronaldo D. FONTES\*, Roberto FALZONI\*, Ricardo MAGALDI\*, Taro KOSAI\*, Mário SEGUCHI\*, Marcelo TARIGOE\*, Noedir A.G. STOLF\*, Antônio F. RAMIRES\*, Adib D. JATENE\*

RBCCV 44205-151

FONTES, R.D.; FALZONI, R.; MAGALDI, R.; KOSAI, T.; SEGUCHI, M.; TORIGOE, M.; STOLF, N.A.G.; RAMIRES, A.F.; JATENE, A.D. - Estudo da preservação do pulmão de cão mantido em autoperfusão. *Rev. Bras. Cir. Cardiovasc.*, 6(3):195-202, 1991.

**RESUMO** - Foram estudados 14 blocos coração-pulmão (BCP), nos quais os pulmões foram mantidos em sistema de autoperfusão em período de duas até oito horas. Realizaram-se biopsias pulmonares a cada duas horas. Dez blocos mantiveram-se preservados até a quarta hora com pequena intensidade de alteração, demonstrada semiquantitativamente através de estudo estrutural. A partir desse tempo, edema intra-alveolar, hemorragia perivásculo-bronquial, hemorragia intra-alveolar, enfisema perivásculo-bronquial e rotura alveolar ocorreram com maior intensidade.

**DESCRITORES:** pulmão, preservação; sangue, autotransfusão.

## INTRODUÇÃO

A experiência de alguns Serviços que realizam transplante pulmonar demonstra que há maior dificuldade em conseguir doadores de pulmão do que de outros tipos de órgãos<sup>24</sup>.

Há várias razões para que isto ocorra; primeiro porque, apesar de alguns trabalhos experimentais demonstrarem que pequenos períodos (4 a 5 horas) de isquemia pulmonar possam ser compatíveis com bons resultados imediatos após transplante<sup>12, 25, 26</sup>, esses resultados não podem ser aplicados aos doadores de pulmão humano, nos quais a probabilidade de alterações pulmonares pré-morte é muito alta; segundo, a incidência de alterações pulmonares, particularmente a infecção, é alta, em mais longos períodos de intubação. Em adição, o pulmão doado não pode estar envolvido em doenças crônicas que possam impedir função adequada após o transplante; terceiro, o doador e o receptor devem ter pulmão de tamanho semelhante; quarto, deve haver com-

patibilidade de grupo sanguíneo e o receptor deve estar livre de anticorpos citotóxicos aos leucócitos do doador.

Todas essas considerações, associadas aos problemas sociais, legais, familiares, resultam em extrema dificuldade na obtenção do órgão para transplante de pulmão humano.

Nosso trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar algumas alterações estruturais celulares do parênquima pulmonar em função do tempo.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 1 Plano Geral

Foram realizadas 14 experiências isolando o bloco coração-pulmão (BCP) de cães, mantendo-os em autoperfusão com o auxílio de ventilação me-

Trabalho realizado no Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil.

Recebido para publicação em 13 de novembro de 1991.

\* Do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Endereço para separatas: Ronaldo D. Fontes. Av. Dr. Eneas Carvalho de Aguiar, 44. Divisão Cirúrgica. 05403, São Paulo, SP, Brasil.

cânica artificial e procurando-se manter condições metabólicas e hemodinâmicas consideradas aceitáveis.

## 2 Material

**2.1 Animais** - Usaram-se 14 cães mestiços machos, com peso superior a 15 kg.

**2.2 Componentes do sistema de autoperfusão** - Reservatório rígido de cardiectomia, permutador de calor, reservatório com capacidade para 20 litros de soro fisiológico, tubos de PVC com 1/4", conectores de aço, circulador de água, pinças de Hoffmeister.

**2.3 Componentes do sistema de monitorização** - Cateteres de polietileno, torneiras de três vias, manômetro de mercúrio.

**2.4 Instrumental e equipamentos** - Respirador Takaoka 670, fluxômetro eletromagnético, osciloscópio, analisador para gasometria, fotômetro de chama, centrífuga de micro-hematócrito, espectrofotômetro, analisador, termômetro eletrônico.

## 3 Métodos

**3.1 Cronograma** - Definiu-se como tempo zero o momento em que o sangue, proveniente do ventrículo esquerdo, inicia seu trajeto ao reservatório de cardiectomia, portanto, o momento zero é real.

Definiu-se o momento final, um máximo de oito horas após o momento zero, ou o momento cujas condições hemodinâmicas foram incompatíveis com a manutenção do sistema.

**3.2 Preparo do modelo e controle do sistema (Figura 1).**

**3.2.1 Circuito venoso** - Garante o retorno venoso através da canulação da veia cava superior, que recebe sangue proveniente do reservatório rígido e é aquecido no permutador de calor interposto na tubulação e acoplado ao circulador de água quente, mantendo a temperatura do sistema em 38°C.

**3.2.2 Circuito arterial** - Realizado através de canulação da aorta descendente utilizando-se cânula de PVC perfurada com diâmetro de 3/8" conectada a um sistema de tubulação responsável pelo transporte do sangue oxigenado proveniente do ventrículo esquerdo ao reservatório rígido colocado em torno de um metro de altura em relação ao bloco coração-pulmão.

**3.2.3 Ventilação artificial** - A traquéia é dissecada e seccionada; intubação e fixação da cânula traqueal acoplada ao respirador tipo Takaoka. Durante a ventilação artificial, a respiração é obtida através de fluxo de um a quatro litros/minuto de oxigênio puro, ou períodos com ar ambiente.

**3.2.4 Cirurgia** - Confinamento e alimentação dos cães apenas com açúcar, durante as 24 horas anteriores à cirurgia, pesagem, higiene com água e sabão. Indução da anestesia por injeção venosa, através de veia superficial do pavilhão da orelha de 100 mg de tiobarbiturato de sódio. Intubação traqueal e manutenção da anestesia com doses adicionais de tiobarbiturato de sódio, quando necessário. Sondagem vesical com sonda de Foley nº 12 ou 14 e fixação do animal pelas quatro patas em decúbito dorsal. Esternotomia mediana longitudinal. Dissecção e isolamento das veias cava superior e inferior, aorta descendente, artéria inominada e artéria subclávia. Dissecção e ligadura da veia ázigos. Dissecção do átrio esquerdo. Isolamento dos pulmões através de secção dos ligamentos pulmonares. Dissecção e isolamento da traquéia. Injeção venosa de heparina na dose de 4/mg/kg de peso corpóreo. Canulação da veia cava superior utilizando-se cânula de PVC com 1/4", perfurada. Canulação da aorta descendente, procedendo-se à reintubação da traquéia.

Inicia-se a autoperfusão com o sangue percor-

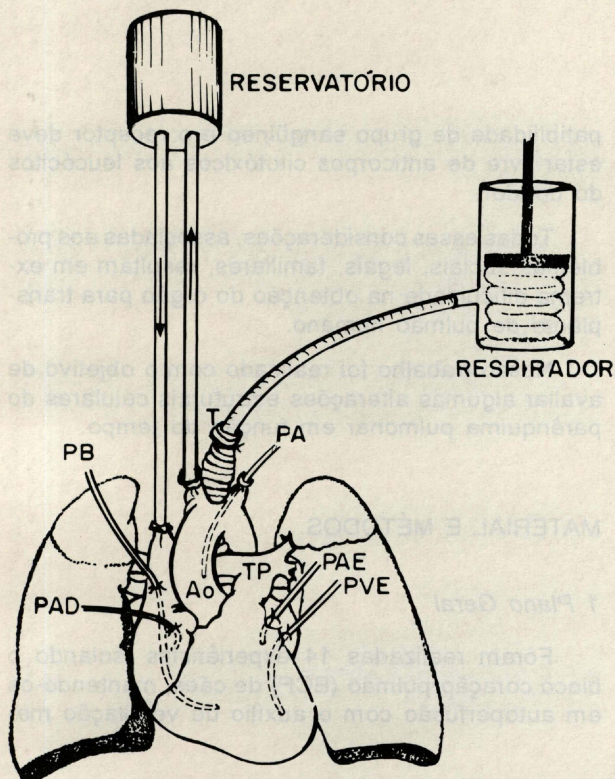


Fig. 1 — Pinça da biópsia; PA = pressão da aorta; PVE = pressão do ventrículo esquerdo; PAE = pressão do átrio esquerdo; Ao = aorta; TP = tronco pulmonar; PAD = pressão do átrio direito; T = traquéia.

rendo o trajeto cardiopulmonar e liga-se a veia cava superior. Introduzem-se cateteres de polietileno nas cavidades cardíacas, para realizar estudos hemodinâmico. Realiza-se a hemostasia e colocou-se o bloco coração-pulmão no interior do reservatório contendo 20 litros de solução de cloreto de sódio a 0,9%.

**3.2.5 Técnica de manutenção em autoperfusão** - É colocado o sistema em um reservatório contendo solução fisiológica mantida a 37-38°C, através de circuito de água quente ligado ao permutador de calor, com o reservatório rígido de cardiostomia a uma altura em torno de um metro acima do plano do coração-pulmão, variando-se essa altura de acordo com as pressões de átrio direito (AD), átrio esquerdo (AE) e débito cardíaco (DC). O retorno venoso é controlado utilizando-se pinças de Hoffmeister, ocluindo-se a tabulação de retorno ao átrio direito de acordo com a sua pressão e o débito cardíaco (SC). Com esse controle, procura-se manter o fluxo arterial em aproximadamente 1,5 litro/minuto. A manutenção da respiração é feita através de respirador Takaoka 670, mantendo-se a frequência respiratória de acordo com as condições gasométricas, não excedendo-se a 4 litros/minuto o fluxo de oxigênio puro. Mantem-se o preparo através de infusão de glicose a 50% em injeções de 0,5 grama de acordo com a glicemia. Adiciona-se 1,0 mEq/litro de cloreto de potássio a 19,1% quando uma concentração for inferior a 4,0 mEq/litro, assim como a acidose metabólica com a adição de bicarbonato de sódio a 10% de acordo com a gasometria arterial.

**3.2.6 Técnica de coleta de material para estudo anatomopatológico** - As alterações pulmonares foram monitorizadas morfológicamente através da histologia em parafina e da histologia por cortes finos em plástico (Araldite) a cada duas horas.

Dos 14 blocos estudados, foi colhido material para estudo anatomopatológico com duas horas de experimento, em seguida na quarta, sexta e oitava hora, sendo, neste último horário, suspensa a experiência e estudada a peça inteiramente. Em caso de parada cardíaca antes da oitava hora, a peça foi estudada registrando-se o horário da interrupção.

Em quatro experimentos (3-8-9-10) foram colhidas biopsias antes da retirada do pulmão-corção (0 h) e processados para exame, consideradas como controle.

Todas as biopsias foram submetidas a histologia em parafina e Araldite, monitorando-se, com esses métodos, as alterações pulmonares nos horários e as alterações finais encontradas.

**3.2.7 Histologia em parafina** - Um fragmento pulmonar de aproximadamente 1,0 x 1,0 x 0,2 cm de cada biopsia e no mínimo três fragmentos da peça foram colhidos das áreas macroscopicamente

mais comprometidas (ou aleatoriamente na ausência de lesão macroscópica) e fixados em formalina a 10% por no mínimo três horas. Em seguida, processados em etanol e xileno e incluídos em parafina. Cortes histológicos de 6 m de espessura foram realizados e corados pela hematoxilina - eosina para visualização em microscopia óptica convencional.

**3.2.8 Histologia em Araldite** - Um fragmento pulmonar de aproximadamente 0,1 cm<sup>3</sup> de cada biopsia e um de cada peça foram colhidos com os mesmos critérios de localização e fixados em glutaraldeído por duas horas. Em seguida, foram processados em ósmio e uranila e incluídos em cinco blocos de Araldite; cinco cortes para microscopia foram feitos com aproximadamente 1 µ e corados com azul de metileno.

**3.2.9 Microscopia eletrônica de transmissão** - Secções de 60 mm foram feitas para estudo estrutural a partir de um bloco de Araldite selecionado e contrastadas com acetato de uranila e citrato de chumbo e observadas no microscópio eletrônico.

Foram estabelecidos critérios de intensidade das alterações, realizando-se "varredura" sobre os diferentes campos microscópicos e estabelecendo-se: intensidade + (ausência de alteração), ++ (presença de alteração com frequência rara e isolada), +++ (presença de alteração com frequência moderada e agrupada), ++++ (presença da alteração com grande frequência e difusa)

## RESULTADOS

**1 Exame macroscópico** - O exame macroscópico das peças revelou pulmões com variáveis graus das seguintes alterações:

**1.1 Superfície externa com revestimento pleural** mostrando focos de hemorragia irregular, estendendo-se difusamente, incluindo região hilar.

**1.2 Consistência difusamente aumentada à palpação** indicativa de condensação alveolar.

**1.3 Superfície de corte** exibindo parênquima com alterações hemorrágicas, ocorrendo tanto em parênquima como em região perivásculo-bronquial.

**1.4 Focos de hemorragia** nas zonas das suturas realizadas nos locais das biopsias.

**2 Exame histológico** - O resultado da histologia em parafina (HP) e em Araldite (HA) será descrito em conjunto desde que as observações com estes dois métodos se complementam. Em relação à histologia convencional em parafina, os cortes em HA possuem maior resolução, permitindo visualização de maior número de estruturas subcelulares e, portan-

**TABELA 1**  
**RELAÇÃO SEMIQUANTITATIVA DA INTENSIDADE DE EDEMA INTRA-ALVEOLAR, HEMORRAGIA PERIVÁSCULO-BRONQUIAL E INTRA-ALVEOLAR E ENFISEMA PERIVÁSCULO-BRONQUIAL E COM ROTURA ALVEOLAR**

		<i>Edema Intra-Alveolar</i>	<i>Hemorragia Peri-Vásculo/Bronquial</i>	<i>Hemorragia Intra Alveolar</i>	<i>Enfisema Peri-Vásculo/Bronquial</i>	<i>Enfisema com Rotura Alveolar</i>	
até 2 horas	1+	6-42,8%		6-42,8%	1-7,1%	5-35,7%	14 Cães
	2+	5-35,7%	1-7,1%	5-35,7	1-7,1%	3-21,4%	
	3+		2-14,3%		1-7,1%	4-28,6%	
	4+	1-7,1%	1-7,1%		1-7,1%	1-7,1%	
até 4 horas	1+	6-60%	2-20%	7-70%	3-30%	3-30%	10 Cães
	2+	4-40%	3-30%	3-30%		4-40%	
	3+		1-10%		1-10%	3-30%	
	4+					3-30%	
até 6 horas	1+	2-25%			2-25%		8 Cães
	2+	2-25%		5-62,5%	4-50%	3-37,5%	
	3+	1-12,5%	2-25%	1-12,5%		4-50%	
	4+	3-37,5%	4-50%	2-25%	1-12,5%	1-12,5%	
até 8 horas	1+	1-33,3%	1-33,3%	1-33,3%	1-33,3%		3 Cães
	2+			1-33,3%	1-33,3%	1-33,3%	
	3+				1-33,3%	1-33,3%	
	4+	2-66,7%	1-33,3%	1-33,3%			
0 hora (controle)	1+	2-50%	2-50%	3-75%	1-25%		4 Cães
	2+	1-25%					
	3+	1-25%		1-25%	2-50%	3-75%	
	4+					1-25%	

**TABELA 2**  
**RELAÇÃO SEMIQUANTITATIVA DA INTENSIDADE DE EDEMA, HEMORRAGIA PERIVÁSCULO-BRONQUIAL E INTRA-ALVEOLAR E ENFISEMA PERIVÁSCULO-BRONQUIAL E COM ROTURA ALVEOLAR NA FASE FINAL DE CADA EXPERIMENTO (OBTIDOS DAS PEÇAS)**

		<i>Edema Intra-Alveolar</i>	<i>Hemorragia Peri-Vásculo/Bronquial</i>	<i>Hemorragia Intra Alveolar</i>	<i>Enfisema Peri-Vásculo/Bronquial</i>	<i>Enfisema com Rotura Alveolar</i>	
até 2 horas	1+				1-25%		4 Cães
	2+	2-50%		3-75%		1-25%	
	3+		2-50%		1-25%	2-50%	
	4+	1-25%	1-25%		1-25%	1-25%	
até 4 horas	1+	1-50%		1-50%			2 Cães
	2+	1-50%	1-50%	1-50%		1-50%	
	3+				1-50%	1-50%	
	4+						
até 6 horas	1+						5 Cães
	2+	1-20%		2-40%	4-80%	2-40%	
	3+	1-20%	1-20%	1-20%		2-40%	
	4+	3-60%	4-80%	2-40%	1-20%	1-20%	
até 8 horas	1+	1-33,3%	1-33,3%	1-33,3%	1-33,3%		3 Cães
	2+			1-33,3%	1-33,3%	1-33,3%	
	3+				1-33,3%	1-33,3%	
	4+	2-66,6%	1-33,3%	1-33,3%			

to, melhor identificação de lesões. Os cortes em HA, no entanto, não permitem observação de grande quantidade de material, uma vez que cada bloco comporta apenas 1,0 cm<sup>3</sup>, aproximadamente. Como complementação dos achados histológicos convencionais em parafina, a técnica em HA presta-se para visualização em detalhes das lesões, sendo indispensável para a escolha dos blocos mais representativos para a microscopia eletrônica.

As principais lesões encontradas na observação histológica dos pulmões estudados estão sumarizadas nas Tabelas 1 e 2.

O edema pulmonar intra-alveolar foi visto em grande parte dos pulmões, inclusive nos controles, salientando-se que não apenas os pulmões, durante a experimentação, mostraram intensidades variáveis de edema.

Tal lesão exibiu característica progressiva, com maior intensidade nas fases mais avançadas do experimento, notando-se que ocorreu principalmente nos experimentos em que houve parada cardíaca antes de duas horas.

Fenômenos hemorrágicos ocorreram, tanto na região perivásculo-bronquial como inundando os espaços alveolares; foi observada, inclusive, nos controles, maior intensidade de lesão na maioria das coletas finais, notadamente quando houve parada cardíaca na 2ª hora após o início do experimento.

O enfisema, dissecando o interstício perivásculo-bronquial e distendendo alvéolos com rotura de septos, esteve presente com intensidade variável, sendo observado mesmo nas formas mais intensas, nos controles; também se verificaram congestão septal difusa, numerosas áreas de micro-atelectasia e ramos de marginação leucocitária.

No interior dos vasos de pequeno calibre de alguns cães (segunda hora do cão de número 3, quarta hora do cão de número 6, sexta hora do cão de número 8 e oitava hora do cão de número 2, observou-se microembolização de material fibrinoso, cristalóide e gorduroso. Alguns cães (números 4, 7, 11 e 12) mostraram processo inflamatório crônico fibroso, com quadro histológico de bronquite crônica, evidenciando-se metaplasia escamosa do epitélio de revestimento. Também se identificou granuloma cicatrizado em parênquima pulmonar (cão de número 8); tais lesões crônicas não foram consideradas como provocadas pelo experimento (Tabela 1).

Na Tabela 2, demonstra-se a relação semiquantitativa da intensidade de edema intra-alveolar, hemorragia perivásculo-bronquial e intra-alveolar, enfisema perivásculo-bronquial e intra-alveolar, enfisema perivásculo-bronquial com rotura alveolar na fase final de cada experimento, ou seja, no momento em que este foi encerrado, ou por problemas na ma-

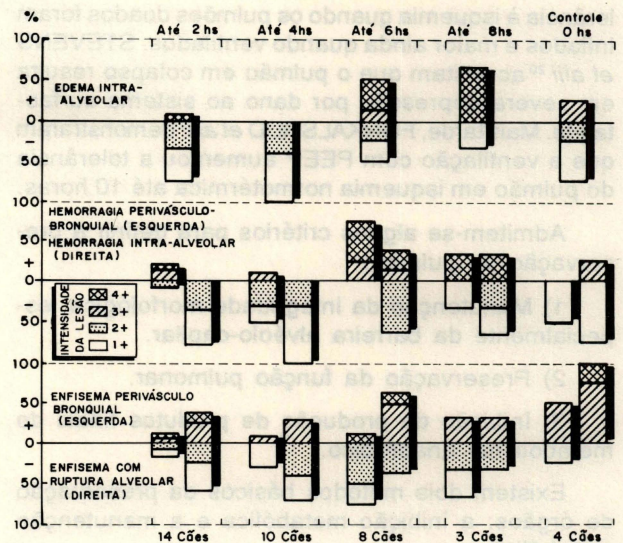


Fig. 2

nutenção do sistema antes das oito horas programadas ou por terem cumprido as oito horas.

A Figura 2 revela o perfil semiquantitativo da intensidade das alterações ao final de cada experiência, demonstrando aumento progressivo da intensidade das alterações em função do tempo, ou que a porcentagem de aumento de intensidade diminui indicando que a presença da alteração foi fator limitante para a manutenção do sistema.

## COMENTÁRIOS

Vários métodos de preservação do tecido pulmonar têm sido empregados, com o objetivo da realização do transplante pulmonar: hipotermia, hiperbaria, perfusão pulsátil, hipotérmica ou não. Entretanto, nota-se, freqüentemente, após 60 minutos de isquemia, a presença de edema alveolocapilar, rotura de mitocôndrias, hemorragia intersticial e elevação da resistência vascular pulmonar.

A tolerância do pulmão à isquemia normotérmica é bastante limitada. BLADES *et alii*<sup>1</sup> notaram que a função pulmonar piora rapidamente, após 30 minutos de isquemia. HANKINSON & EDWARDS<sup>2</sup> determinaram tolerância de uma hora para isquemia normotérmica e BORRIE & LICHTER<sup>3</sup> determinaram duas horas de tolerância. Entretanto, como demonstraram VEITH *et alii*<sup>27</sup>, esse período de isquemia pode aumentar até três horas, quando os pulmões são insuflados e até quatro horas, quando ventilados. Experiência semelhante foi realizada por STEVENS *et alii*<sup>19</sup>, que notaram maior sobrevivência de cães submetidos a transplante pulmonar, quando os pulmões doados foram ventilados durante o período de isquemia, assim como JOSEPH *et alii*<sup>11</sup> verificaram maior to-

lerância à isquemia quando os pulmões doados foram inflados e maior ainda quando ventilados. STEVENS *et alii*<sup>20</sup> acreditam que o pulmão em colapso resulta em severa depressão por dano ao sistema surfactante. Mais tarde, FONKALSRUD *et alii*<sup>7</sup> demonstraram que a ventilação com PEEP aumentou a tolerância do pulmão em isquemia normotérmica até 10 horas.

Admitem-se alguns critérios para definir a preservação do pulmão:

1) Manutenção da integridade morfológica, especialmente da barreira alvéolo-capilar.

2) Preservação da função pulmonar.

3) Inibição da produção de produtos finais do metabolismo anaeróbico.

Existem dois métodos básicos da preservação de órgãos: a inibição metabólica e a manutenção metabólica.

O primeiro é realizado pela hipotermia e por agentes farmacológicos e o segundo, pela perfusão *in vivo*, ou por hiperbaria.

A preservação do pulmão por inibição metabólica é, basicamente, realizada por hipotermia, ou seja: frio abaixo de zero grau utilizando-se fluorocarbono. Entretanto, os trabalhos realizados empregando-se este método resultaram em dano morfológico e funcional maciço do pulmão, tornando-o incompatível com a vida<sup>16, 18</sup>.

CONAUGHTON *et alii*<sup>4</sup> preservaram pulmões por 18 a 28 horas e 4°C, perfundindo o pulmão com plasma e ventilando os brônquios com ar comprimido, demonstrando estrutura histológica preservada em quatro de seis animais.

Os resultados mais consistentes da preservação pulmonar por hipotermia foram conseguidos por GOLDSTEIN *et alii*<sup>8</sup>, nos quais, dos 48 cães que receberam transplante pulmonar após 24 horas de preservação, 43 mostraram função pulmonar imediata adequada. Os autores atribuem seu sucesso aos seguintes detalhes:

1) Heparinização do doador.

2) Perfusão da vasculatura pulmonar com 250 a 500 ml de solução de Collins III, com pressão de 40 cm H<sub>2</sub>O.

3) Ventilação durante a perfusão.

4) Preservação do pulmão a 4°C, com submersão em solução de Collins III.

5) Implante rápido.

6) Manutenção da pressão arterial abaixo de 150 mmHg para diminuir a possibilidade de edema<sup>10</sup>.

CRANE *et alii*<sup>5</sup> também reportaram transplante

pulmonar com sucesso após 24 horas de preservação do pulmão em solução de Collins - Sacks.

BLUMENSTACIL *et alii*<sup>2</sup> demonstraram bons resultados utilizando hiperbaria. LARGIADER *et alii*<sup>13-15</sup>, utilizando fluxo de Dextran hiperbárico com 100% de oxigênio a pressão de 30 psi e a 4°C durante 24 horas, tiveram 12 óbitos imediatos em 32 experimentos em cães. VEITH *et alii*<sup>22, 23</sup> conseguiram boa preservação de pulmões perfundidos com sangue homólogo durante seis horas e mantendo a arquitetura pulmonar. Experiência semelhante foi realizada por MODRY *et alii*<sup>17</sup>, que, utilizando sangue heparinizado para perfusão hipotérmica a 28°C durante 14 horas, obtiveram função pulmonar normal.

Na década de 70, outros autores<sup>21</sup> submetem pulmões a perfusão hipotérmica pulsátil com diferentes perfusatos, diferentes formas de ventilação e de perfusão, e os melhores resultados foram obtidos quando os pulmões foram inflados com 100% de nitrogênio durante a perfusão com uma fração modificada do plasma (SGF); após 24 horas, havia discreta alteração de resistência pulmonar. Estudos histológicos demonstraram preservação celular adequada e mínima formação de edema.

FEELEY *et alii*<sup>6</sup>, trabalhando com preservação de pulmão e coração em hipotermia e solução de Collins, demonstraram severo edema pulmonar, considerando o método inaceitável para transplante coração-pulmão.

No presente trabalho, demonstramos que o método de autoperfusão pode preservar o pulmão, principalmente até a quarta hora de manutenção. Nesse intervalo, observou-se que as alterações estruturais do pulmão foram discretas, caracterizadas, principalmente, por:

1) Hemorragia perivascular bronquial e enfizema perivásculo-bronquial, relacionados ao método de ventilação artificial por insuflação com pressão positiva.

2) Edema pulmonar intra-alveolar com características progressivas que sugiram em duas situações específicas: a primeira, após a quarta hora de preservação e, a segunda, nos experimentos cuja interrupção ocorreu precocemente, i.e., nas primeiras duas horas. Em ambas as situações, observou-se relação da alteração estrutural com a instabilidade hemodinâmica e/ou a deterioração metabólica.

3) Hemorragia intra-alveolar e rotura alveolar ocorreram em fase mais tardia dos experimentos (após a 4ª hora).

4) Desta forma, podemos inferir que, nos experimentos conduzidos em boas condições hemodinâmicas e laboratoriais, mesmo que mantidos por mais de quatro horas de preservação, as alterações pulmonares foram menos intensas.

RBCCV 44205-151

FONTES, R.D.; FALZONI, R.; MAGALDI, R.; KOSAI, T.; SEGUCHI, M.; TORIGOE, M.; STOLF, N.A.G.; RAMIRES, A.F.; JATENE, A.D. - Lung preservation in dogs kept under autoperfusion. *Rev. Bras. Cir. Cardiovasc.*, 6(3):195-202, 1991.

ABSTRACT - Fourteen heart-lung blocks, kept in an autoperfusion system for a period of two to eight hours, were studied. Lung biopsies were performed each two hours. Ten lungs were preserved until four hours with slight degrees of alteration in the microscopic study. After the fourth hour, severe alterations developed and were represented by intra-alveolar edema, intra-alveolar haemorrhage, perivascular and peribronchial emphysema, and alveolar rupture.

DESCRIPTORS: lung preservation; blood, autotransfusion.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 BLADES, B.; PIERPONT, A. C.; SANADI, A. - The effect of experimental lung ischemia on pulmonary function. *Surg. Forum*, 4:255-260, 1953.
- 2 BLUMENSTACIL, D.A.; HECHTMAN, H.B.; COLLINS, J.A. - Preservation of the canine lung. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 44:771-777, 1962.
- 3 BORRIE, J. & LICHTER, I. - Lung transplantation, technical problems. *Torax*, 19:383-385, 1965.
- 4 CONAUGHTON, P.L.; BANUTH, J.J.; LEWIS, F.J. - Lung, ischemia up to six hours influence of local cooling in situ on subsequent pulmonary function. *Dis. Chest*, 41:400-404, 1962.
- 5 CRANE, R.; TORRES, M.; MAGSMON, J.W.C. - Twenty-four hour preservation and transplantation of the lung without functional impairment. *Surg. Forum*, 26:111-113, 1975.
- 6 FEELEY, T.W.; MIHN, F.G.; DOWNING, P.T.; SADEGHI, A.M.; BAUNGARTNER, W.A.; REITZ, B.A.; SHUMWAY, N.E. Hypothermic preservation of the heart and lungs with Collins solution: effect on cardiorespiratory function in dogs. *Ann. Thorac. Surg.* 41: 301-307, 1986.
- 7 FONKALSRUD, E.N.; SANCHEZ, M.; LASSALETA, L. - Extended preservation of the ischemic canine lung by ventilation with pump. *J. Surg. Res.*, 18:437-440, 1975.
- 8 GOLDSTEIN, S.; NOTILAGH, F.A.; TORRES, R.R. - Ventilatory and hemodynamic effects of long-term lung preservation and reimplantation. *Surgery* 19: 230-234, 1969.
- 9 HANKINSON, H.W. & EDWARDS, F.R. - The effect of pulmonary ischemic on lung function, *Thorax*, 14: 122-126, 1959.
- 10 HINO, K.; GROGAN, J.B.; HARDY, J.D. - Viability of stored lungs. *Transplantation*, 6: 25-28, 1968.
- 11 JOSEPH, W.L.; MORTON, D.L.; ADKINS, P.C. - Influence of ischemia and hypothermia on the ability of the transplanted primate lung to provide immediate and total respiratory support. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 62: 752-756, 1971.
- 12 KONDO, Y.; TURNER, M.D.; COKRELL, J.V.; HARDY, J.D. - Ischemic tolerance of the canine allotransplanted lung. *Surgery*, 76: 147-149, 1974.
- 13 LARGIADER, F.; MANAY, W.G.; LYONS, G.W. - *Exper. Homotransplant.*, 6: 25-29, 1968.
- 14 LARGIADER, F.; MANAY, W.G.; LYONS, G.W. - In vitro preservation of canine heart and lung. *Arch. Surg.*, 91: 1-5, 1965.
- 15 LARGIADER, F.; MANAY, W.G.; LYONS, G.W. - Technical aspects of transplantation of preserved lungs. *Chest*, 49: 1-4, 1966.
- 16 LOWNSTEIN, E.; Preservation of excised canine lungs by ventilation with liquid fluorocarbon. *Fed. Proc.*, 29: 1775-1779, 1970.
- 17 MODRY, D.L.; JIRSCH, D.W.; BOEHME, G. - Hypothermic perfusion of the isolated dog lung. *Ann. Thorac. Surg.*, 16: 583-589, 1983.
- 18 OKANIWA, G.; NAKADA, T.; KAWAKANI, M. - Studies on preservation of canine lungs at subzero temperatures. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 65: 180-185, 1973.
- 19 STEVENS, G.H.; RANGEL, D.M.; YAKEISHI, Y. - The relationship of ventilation to preservation of the ischemic canine lung graft. *Current Top. Surg. Res.*, 1: 51-57, 1969.
- 20 STEVENS, G.H.; SANCHEZ, M.N.; CHAPPEL, G.L. - Enhancement of lung preservation of lung collapse. *J. Surg. Res.*, 14: 400-405, 1973.
- 21 TOLEDO-PEREYRA, L.H.; NORTHROP, W.F.; HUMPHREY, E.W. - Maintenance of lung viability for transplantation after long periods of hypothermic perfusion. *J. Surg. Res.*, 18: 99-104, 1975.

- 22 VEITH, F.J.; DEYSINE, M.; NEHLSON, S.L. - Preservation of pulmonary function, hemodynamic and morphology in isolated perfused canine lungs. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 52: 37-41, 1966.
- 23 VEITH, F.J.; DOUGHERTY, J.C.; ATTAI, L. - Lung, liver and Kidney preservation in transplantation. *Transplant. Proc.* 1: 808-812, 1969.
- 24 VEITH, F.J. & KOERNER, S.K. - The present status of lung transplantation. *Arch. Surg.*, 109: 734-736, 1974.
- 25 VEITH, F.J.; KOERNER, S.K.; TORRES, M.; ATIAI, L.; GLIEDMAN, M.L. - Functional evaluation of lungs transplanted after varying ischemic intervals and after preservation by mechanical ventricular assistance. *Ann. Thorac. Surg.*, 7: 446-449, 1969.
- 26 VEITH, F.J.; SIEGELMAN, S.; DOUGHERTY, J.C. - Long-term survival after lung autotransplantation and immediate contralateral pulmonary artery ligation. *Surg. Gynecol. Obst.*, 133: 425-427, 1971.
- 27 VEITH, F.J.; SINHA, S.B.P.; GRAVES, J.S.; BOLEY, S.J.; DOUGHERTY, J.C. - Ischemic tolerance of the lung. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 61: 804-807, 1971.

15 KONDO, Y.; TURNER, M.D.; BOKRELL, J.V.; HARDY, J.D. - Technical aspects of the canine bilateral planted lung. *Surgery*, 78: 147-148, 1974.

13 LARGADER, F.; MANNAY, W.G.; LYONS, G.W. - Experimental preservation of canine heart and lung. *Arch. Surg.*, 97: 1-5, 1962.

14 LARGADER, F.; MANNAY, W.G.; LYONS, G.W. - Technical aspects of transplantation of preserved lungs. *Chest*, 49: 1-4, 1966.

16 LOWENSTEIN, E. - Preservation of excised canine lungs by ventilation with fluid fluorocarbon. *Food. Proc.*, 29: 1775-1776, 1970.

17 MORY, D.L.; JRSCH, D.W.; BOEHME, G. - Hypotensive perfusion of the isolated dog lung. *Ann. Thorac. Surg.*, 16: 583-585, 1953.

18 OKAWA, G.; NAKADA, T.; KAWAKAMI, M. - Studies on preservation of canine lungs of subjects for perfusion. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 63: 180-185, 1973.

19 STEVENS, G.H.; RANGEL, D.M.; YAKESH, Y. - The relationship of ventilation to preservation of the ischemic canine lung graft. *Current. Surg. Res.*, 1: 81-87, 1969.

20 STEVENS, G.H.; SANCHEZ, M.N.; CHAPPEL, G.L. - Enhancement of lung preservation of lung collapse. *J. Surg. Res.*, 14: 400-402, 1973.

21 TOLEDO-PEREYRA, J.H.; NORTHRUP, W.F.; HUMPHREY, E.W. - Maintenance of lung viability for transplantation after long periods of hypotensive perfusion. *J. Surg. Res.*, 18: 92-104, 1975.

1 BLADES, B.; PIERFORT, A.C.; SANDI, A. - The effect of experimental lung ischemia on pulmonary function. *Surg. Forum*, 4: 285-286, 1952.

2 BLUMENSTADT, D.A.; HECHTMAN, H.B.; COLLINS, J.A. - Preservation of the canine lung. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 44: 771-777, 1962.

3 BOBBIE, J. & LIGHTER, I. - Lung transplantation, technical problems. *Toxic*, 18: 363-365, 1968.

4 CONAUGHTON, P.L.; BANUTH, J.L.; LEWIS, F.J. - Lung ischemia up to six hours: influence of local cooling in situ on subsequent pulmonary function. *Dis. Chest*, 41: 400-404, 1962.

5 CRANE, R.; TORRES, M.; MASSON, J.W.C. - Twenty-four hour preservation and transplantation of the lung without functional impairment. *Surg. Forum*, 26: 117-119, 1972.

6 FEENEY, T.W.; MARR, F.G.; DOWNING, P.T.; SABBETHI, A.M.; BAUNGARTNER, W.A.; REITZ, B.A.; SHUMWAY, N.E. - Hypotensive preservation of the heart and lungs with Collins solution: effect on cardiorespiratory function in dogs. *Ann. Thorac. Surg.*, 41: 501-507, 1986.

7 FOKALSRUD, E.M.; SANCHEZ, M.; LASALLE, J. - Extended preservation of the ischemic canine lung by ventilation with pump. *J. Surg. Res.*, 18: 427-440, 1975.

8 GOLDSTEIN, S.; NOTLASH, F.A.; TORRES, R.R. - Ventilation and hemodynamic effects of long-term lung preservation and transplantation. *Surgery*, 12: 230-234, 1969.

9 HANCKSON, H.W. & EDWARDS, F.R. - The effect of pulmonary ischemia on lung function. *Thorax*, 14: 122-126, 1959.

10 HIND, K.; GROGAN, J.B.; HARDY, J.D. - Viability of stored lungs. *Transplantation*, 9: 25-28, 1969.

11 JOSEPH, W.L.; MORTON, D.L.; ADKINS, P.C. - In-