



ARTIGO ORIGINAL

Distribuição do fluxo sanguíneo pulmonar na bronquiolite viral aguda

Pulmonary blood flow distribution in acute viral bronchiolitis

Paulo R.A. Carvalho¹, Renato D. Cunha², Sérgio S. Menna Barreto³

Resumo

Objetivo: avaliar a distribuição da perfusão pulmonar em pacientes hospitalizados com bronquiolite aguda, por meio de cintilografia pulmonar perfusional quantitativa com ^{99m}Tc-MAA, estabelecendo associação com avaliações clínica e radiológica concomitantes.

Pacientes e métodos: foi realizado um estudo de série de casos, prospectivo, comparativo, com enfoque diagnóstico, em amostra por conveniência de pacientes hospitalizados com bronquiolite aguda, baseada em critérios clínicos, idade entre 1 e 12 meses, como primeiro episódio de sibilância expiratória de início súbito, sugestivo de bronquiolite. Foram realizadas avaliações clínica, radiológica e da perfusão pulmonar nas primeiras 24 horas da admissão. Foi utilizado o teste t de Student, com o nível de significância de 0,05, na análise estatística.

Resultados: nos 38 pacientes estudados, a distribuição do fluxo sanguíneo pulmonar regional foi maior na região superior do pulmão esquerdo em relação ao direito ($p < 0,001$). Os gradientes de distribuição do fluxo pulmonar entre as regiões superior e média e superior e inferior foi maior no pulmão esquerdo ($p < 0,001$), e entre as regiões média e inferior, foi maior no direito. O gradiente de distribuição do fluxo pulmonar no eixo ântero-posterior foi $> 1,0$ em ambos os pulmões nas regiões superior e média; na região inferior, foi $> 1,0$ apenas no pulmão direito ($p = 0,007$). Não houve associação entre a distribuição do fluxo pulmonar com as avaliações clínica e radiológica.

Conclusão: não se evidenciou distribuição de fluxo sanguíneo pulmonar com característica de expressar o padrão da relação ventilação-perfusão em lactentes jovens, hospitalizados com bronquiolite viral aguda. Ocorreu apenas uma tendência de redirecionamento da distribuição do fluxo sanguíneo para as regiões pulmonares superiores.

J Pediatr (Rio J) 2002; 78 (2): 133-9: fluxo sanguíneo regional, circulação pulmonar, perfusão, cintilografia, macroagregado de albumina com tecnécio, bronquiolite.

Abstract

Objective: to assess lung perfusion patterns in inpatients with acute viral bronchiolitis using quantitative ^{99m}Tc-MAA scintigraphy so as to establish an association with clinical and radiological findings.

Methods: a comparative, prospective case series study with a focus on diagnosis was carried out in a population of patients with acute viral bronchiolitis admitted to Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Inclusion criteria were age between 01 and 24 months and first sudden-onset wheezing episode, suggesting bronchiolitis. The patients in the study were submitted to clinical, radiological and ^{99m}Tc-MAA lung perfusion evaluation during the first 24 hours of admission. Statistical analysis employed t test, taking into consideration a significance level of 0.05.

Results: the regional distribution of lung blood flow in the 38 patients studied was more pronounced in the upper section of the left lung in relation to the right lung ($P < 0.001$). The distribution gradients of blood flow between the upper and middle and upper and lower sections were higher in the left lung ($P < 0.001$). The distribution gradients of blood flow between the middle and lower sections were higher in the right lung, but without significance. The distribution gradient of the pulmonary flow in the anteroposterior axis was > 1.0 in the upper and middle sections of both lungs. In the lower section it was > 1.0 only in the right lung ($P < 0.007$). There was no association between lung blood flow distribution patterns and clinical or radiological findings.

Conclusion: there was no evidence of an association between lung blood flow distribution and ventilation-perfusion ratio in hospitalized infants with acute viral bronchiolitis; only a tendency to redirect lung blood flow towards upper lung sections was observed.

J Pediatr (Rio J) 2002; 78 (2): 133-9: regional blood flow, pulmonary circulation, perfusion, radionuclide imaging, macroaggregated albumin with technetium Tc 99m, bronchiolitis.

1. Professor Adjunto do Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

2. Médico do Serviço de Medicina Nuclear do Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

3. Professor Titular do Departamento de Medicina Interna da Faculdade de Medicina da UFRGS.

Fonte financiadora: FIPE – Fundo de Incentivo à Pesquisa do HCPA. Auxílio: CNPq.

Artigo submetido em 06.08.01, aceito em 30.01.02.

Introdução

A circulação pulmonar é um circuito de baixa resistência e de alta capacidade, funcionalmente posicionado entre os dois lados do coração, e influenciado pelas alterações das pressões pleural e de vias aéreas, bem como pela performance dos dois ventrículos. O leito capilar ou o sistema de trocas é a parte funcional da circulação pulmonar¹.

Sabe-se que o fluxo sanguíneo através dos pulmões não é uniforme. De acordo com o conceito de West, a circulação pulmonar está dividida em três zonas funcionais, por influência das pressões que interferem no fluxo sanguíneo pulmonar (FSP) - a pressão alveolar, a pressão arterial pulmonar e a pressão venosa pulmonar. Dessa forma, o FSP vai aumentando à medida que se afasta dos ápices pulmonares².

No exercício ou em condições patológicas, a distensão e o recrutamento de capilares subperfundidos permitem que o FSP se redistribua e acomode um grande aumento do débito cardíaco, com apenas um pequeno incremento na pressão da artéria pulmonar^{3,4}.

Também a hipóxia alveolar é um potente estímulo para a vasoconstrição pulmonar. A redução na tensão alveolar de oxigênio, a menos do que 50 a 60 mmHg, promove vasoconstrição das arteríolas pré-capilares pulmonares no decorrer de 3 a 10 minutos, permitindo redistribuição do FSP adiante das áreas hipóxicas. Em tensões alveolares de oxigênio muito baixas, o fluxo sanguíneo pulmonar local pode estar virtualmente ausente. Uma acidose grave também determina vasoconstrição pulmonar, e a interação entre a hipóxia e a acidose parece ser de considerável importância em áreas de hipoventilação alveolar, a ponto de promover o desvio do fluxo sanguíneo para regiões melhor ventiladas dos pulmões. Estabelece-se, assim, um mecanismo automático de distribuição do fluxo sanguíneo para as diferentes áreas pulmonares em proporção ao seu grau de ventilação³.

Mesmo em condições normais, nem a ventilação alveolar nem o fluxo sanguíneo capilar são distribuídos de modo perfeitamente uniforme no pulmão. Nas doenças respiratórias obstrutivas, como a bronquiolite viral aguda (BVA), o comprometimento funcional mais comumente presente é o chamado desequilíbrio da relação ventilação - perfusão (V/Q). Em função da obstrução parcial das pequenas vias aéreas, ocorre a hiperinsuflação pulmonar ou aumento da capacidade residual funcional, aumento das resistências inspiratória e expiratória e hipoventilação alveolar com hipoxemia. Enquanto as alterações do componente ventilatório da relação V/Q na BVA são bastante conhecidos, o componente perfusional pulmonar não tem sido alvo de estudos mais detalhados.

A cintilografia pulmonar perfusional quantitativa, com macroagregado de albumina com tecnécio-99m (^{99m}Tc-MAA), é um método capaz de fazer uma medida precisa e segura do percentual de fluxo sanguíneo pulmonar por pulmão e por região pulmonar, somente comparável à

broncoespirometria diferencial, que é um método desconfortável e de risco, ainda não avaliado em lactentes⁴.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o padrão de distribuição do FSP em pacientes hospitalizados com BVA por meio da cintilografia pulmonar perfusional quantitativa com ^{99m}Tc-MAA.

Pacientes e métodos

Foi realizado um estudo de série de casos, prospectivo, comparativo da avaliação clínica e radiológica com o padrão de perfusão pulmonar por cintilografia de pacientes hospitalizados com BVA, na fase aguda. A população estudada foi constituída de uma amostra (selecionada por conveniência) de pacientes com diagnóstico clínico de BVA, hospitalizados em unidades pediátricas (sala de observação da emergência, área de internação e unidade de tratamento intensivo) do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (os autores não interferiram na indicação da hospitalização), no período de abril de 1998 a setembro de 2000, com base em critérios de inclusão exclusivamente clínicos^{6,7}: sibilância expiratória de início súbito, como primeiro episódio, em pacientes de 1 a 12 meses de idade, com sinais de doença respiratória viral, tais como coriza, tosse irritativa, hipertermia e indícios de disfunção respiratória (taquipnéia, tiragem, batimentos de asa de nariz, esforço expiratório e cianose).

Foram excluídos pacientes com antecedentes perinatais de necessidade suplementar de oxigênio e/ou necessidade de ventilação mecânica, ou com cardiopatia congênita, ou com pneumopatia crônica reconhecida, ou com doença que pudesse favorecer a aspiração pulmonar crônica, além daqueles com antecedentes de hospitalização prévia por sibilância. Também foram excluídos aqueles pacientes que, pela gravidade do quadro clínico, não puderam ser removidos da UTI para realização do estudo cintilográfico.

Todos os pacientes foram submetidos à cintilografia pulmonar perfusional quantitativa com ^{99m}Tc-MAA, para avaliar o padrão de distribuição do FSP, na condição aguda da BVA, isto é, nas primeiras 24 horas da admissão.

O radioisótopo utilizado foi o Tecnécio-99m, na forma de macroagregado de albumina (^{99m}Tc-MAA) (DRN 4378 TechnoScan[®] LyoMAA, Mallinckrodt Medical B.V., Holanda), preparado previamente. Quando da realização do exame, o radiofármaco foi administrado no paciente por via venosa periférica, com o mesmo em posição supina, na dose de 50 microcurie/kg. Logo após, foi realizado o mapeamento e a obtenção das imagens através de uma gama-câmara de cintilação tipo Anger (Gama Câmara GE Starcam, modelo 4000i, EUA), equipada com um colimador de septos paralelos de baixa energia e alta resolução. Foram obtidas imagens dos pacientes nas projeções anterior, posterior e oblíquas posteriores direita e esquerda, com zoom de 2,0 e matriz de 128 x 128. Para cada imagem, foi definido um total de 300 mil contagens a cada uma das projeções. As imagens obtidas foram, então, interpretadas visualmente e

transferidas a um sistema de processamento de dados (Computador Hewlett-Packard, Kayak XU, EUA) acoplado à gama-câmara. A quantificação das contagens foi realizada em três áreas de interesse por pulmão, nas projeções anterior e posterior, totalizando 12 áreas de interesse por paciente, através de protocolo específico, que não previa a correção de contagens para volume pulmonar ou para topografia torácica (Figura 1). A contagem em números absolutos, por áreas de interesse pulmonar, foi depois transformada em percentuais de distribuição por áreas de interesse, baseada na contagem total de ambos os pulmões, traduzindo o FSP por região pulmonar. As avaliações dos exames cintilográficos incluíram a comparação entre os dois pulmões em relação às regiões homônimas, os gradientes entre regiões e os gradientes de regiões no eixo ântero-posterior⁸.

Para cada paciente foram registrados os dados de história e de exame físico: idade, sexo, tempo de doença, condutas terapêuticas iniciais, tempo de hospitalização, peso, frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura axilar, saturação de oxigênio (através de oximetria de pulso), presença de sibilância, utilização de musculatura respiratória acessória, presença de cianose, presença de ruídos inspiratórios à ausculta pulmonar e alterações de sensório. Foi realizada pontuação para gravidade da disfunção respiratória, utilizando score clínico para diagnóstico de insuficiência respiratória⁹, adaptado para o estudo (Tabela 1). Todas as medidas objetivas foram realizadas por apenas um observador.

Para estabelecer associação entre a avaliação clínica na crise de BVA e o padrão de perfusão pulmonar, as variáveis contínuas frequência respiratória (FR) e saturação arterial de oxigênio (SaO₂) foram classificadas em duas categorias cada uma. Assim, para FR foram consideradas as categorias de “61 movimentos por minuto ou mais (mpm)” (grupo 1) e de “60 mpm ou menos” (grupo 2), e para a SaO₂, “95% ou menos” (grupo 1) e de “96% ou mais” (grupo 2).

Tabela 1 - Escore clínico para diagnóstico de insuficiência respiratória

Variável / Pontuação	0	1	2
Sibilância expiratória	nenhuma	moderada	marcada
Uso músculos acessórios	nenhum	moderado	máximo
Cianose	nenhuma	c/ FiO ₂ 0,21	c/ FiO ₂ 0,4
Ruídos inspiratórios	normais	não-uniformes	diminuídos ou ausentes
Função cerebral	normal	deprimida ou agitada	coma

Interpretação: escores 2 a 5 – moderada gravidade (insuficiência respiratória incipiente); escore >5 – alta gravidade (insuficiência respiratória aguda). Adaptado de Wood DW, Downes JJ, Lecks HI. A clinical scoring system for the diagnosis of respiratory failure. *Am J Dis Child* 1972;123:227-32.

Na admissão, foi realizado raio-x de tórax nos pacientes, em projeções ântero-posterior e lateral. Inúmeros exames foram perdidos por ocasião de sua interpretação ou de sua guarda pelos pais. Os exames foram interpretados conjuntamente por dois radiologistas, considerando os achados mais comumente evidenciados em pacientes com BVA¹⁰, e sem o conhecimento da condição clínica do paciente. Depois, os achados radiológicos foram classificados em duas categorias: exames sem alteração ou com apenas alterações inespecíficas da BVA (hiperexpansão pulmonar bilateral e infiltrado intersticial difuso), e exames com alterações inespecíficas associadas a outras maiores (atelectasias e consolidações, desvios de mediastino, oligoemia).

O estudo foi aprovado pelas Comissões Científica, de Ética e de Radioproteção do HCPA. Termo de consentimento pós-informação foi obtido de todos os pacientes do estudo, através de seus pais ou responsáveis.

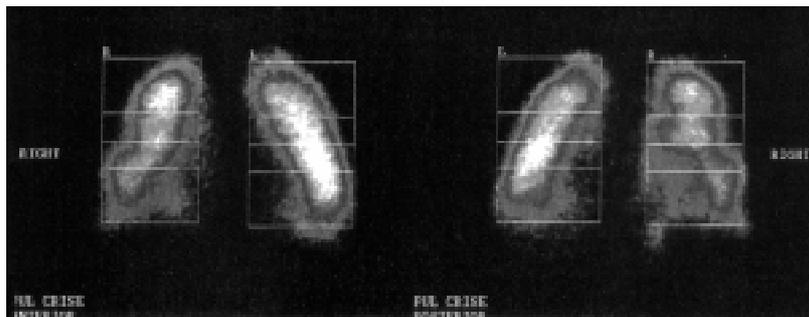


Figura 1 - Cintilografia pulmonar perfusional com aplicação do protocolo que divide cada pulmão em três áreas de interesse (superior, média e inferior), nas projeções anterior e posterior, totalizando 12 áreas de interesse para a quantificação das contagens. R – direito; L – esquerdo

O banco dos dados do estudo foi organizado utilizando uma planilha do tipo Excel (*Microsoft, Excel 97, USA*). Para a análise estatística, foram adotados os programas SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*), versão 6,0, e Epi Info 6.04 (*Centers of Disease Control*). Para comparação de médias (amostras pareadas), bem como para a análise de associação entre variáveis categóricas e as médias de percentuais ou de gradientes (amostras independentes), foi utilizado o teste t de Student, com significância estatística para um alfa = 0,05.

Resultados

Foram avaliados 38 pacientes com BVA, sendo 22 do sexo masculino e 16 do feminino, cujas características gerais e sinais vitais são mostrados na Tabela 2. A média de idade dos pacientes foi de 2,8 meses, variando de 1 a 8 meses, sendo que 2/3 dos pacientes eram lactentes com até 3 meses de idade.

Tabela 2 - Características gerais e sinais vitais dos pacientes na admissão

Variável	Média±DP	Amplitude	n
Idade (meses)	2,8±2,0	1,0 a 8,0	38
Peso (kg)	5,4±1,7	3,0 a 9,8	31
FC (bpm)	156,2±20,5	112 a 200	38
FR (mpm)	56,5±13,2	40 a 92	37
T. axilar (°C)	37±0,7	36 a 39	37
SaO ₂ (%)	93,5±3,7	83 a 98	25
Gravidade	3,0±1,0	1 a 6	37

DP: desvio-padrão; n: número de pacientes; FC: frequência cardíaca; bpm: batimentos por minuto; FR: frequência respiratória; mpm: movimentos por minuto; T. axilar: temperatura axilar; °C: graus centígrados; Sat. O₂: saturação de oxigênio, respirando ar ambiente.

O intervalo entre o início dos sintomas e a admissão hospitalar variou de 0 a 7 dias (média 3,1±2,1 dias). Na avaliação clínica da admissão, observou-se que 63,5% dos pacientes tinha sibilância expiratória de intensidade moderada, 89,5%, uso moderado de musculatura respiratória acessória, 84%, ausência de cianose, 71%, ruídos inspiratórios não uniformes e 7,5%, função cerebral comprometida.

A FR variou de 40 a 92 mpm (média 56±13mpm), ficando 11 pacientes no grupo 1 e 27 no grupo 2. A SaO₂ variou de 83 a 98% (média 93,5±3,5%), ficando 16 pacientes no grupo 1 e 9 no grupo 2.

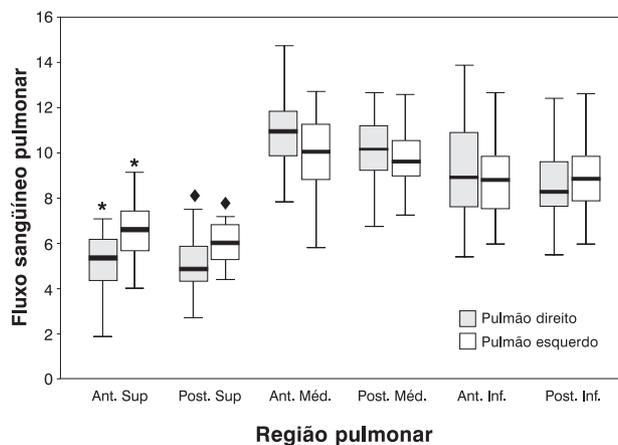
O raio-x de tórax de 21 pacientes mostrou-se sem alterações ou com apenas uma alteração em 52,5% dos pacientes, e com duas ou mais alterações em 47,5%.

A comparação das médias percentuais da distribuição do FSP regional entre o pulmão direito e o pulmão esquerdo é mostrada na Figura 2.

A comparação das médias de gradientes de distribuição do FSP entre o pulmão direito e o pulmão esquerdo, com as projeções anterior e posterior integradas, é mostrada na Tabela 3.

A comparação das médias de gradientes de distribuição do FSP, no eixo ântero-posterior, entre o pulmão direito e o pulmão esquerdo é mostrada na Figura 3.

A análise para a presença de associação entre as variáveis categóricas FR e SaO₂, bem como entre a avaliação radiológica, em duas categorias, e o estudo cintilográfico pulmonar perfusional quantitativo, considerando a distribuição das contagens por áreas de interesse e por gradientes entre áreas de interesse, não mostrou associação significativa entre quaisquer das variáveis avaliadas.



* de acordo com aplicação do teste t de Student para amostras pareadas, valor de p < 0,001

♦ de acordo com aplicação do teste t de Student para amostras pareadas, valor de p < 0,001

Figura 2 - Comparação da distribuição do fluxo sanguíneo pulmonar regional entre os dois pulmões na condição de crise, na bronquiolite viral aguda (n=38). Os valores do fluxo sanguíneo pulmonar são apresentados em valores percentuais. A representação das comparações é baseada na mediana (linha central da caixa), nos percentis 25 e 75 (linhas inferior e superior das caixas, respectivamente) e nos limites inferior e superior (extremidades inferior e superior dos whiskers, respectivamente) das variáveis. Ant: anterior; Post: posterior; Sup: superior; Med: médio; Inf: inferior

Tabela 3 - Comparação das médias de gradientes entre regiões homônimas de ambos os pulmões com as projeções anterior e posterior integradas[§] (n=38)

Gradiente entre regiões	Média ± DP	Dif.	IC 95%	Valor p [†]
Superior / Média				
Direito	0,49±0,11			
Esquerdo	0,65±0,09	-0,16	-0,19 a -0,12	<0,001*
Superior / Inferior				
Direito	0,59±0,19			
Esquerdo	0,73±0,17	-0,14	-0,20 a -0,08	<0,001*
Média / Inferior				
Direito	1,19±0,23			
Esquerdo	1,13±0,21	0,06	-0,02 a 0,15	0,124

§ considerou-se projeções integradas a soma das contagens obtidas nas projeções anterior e posterior; DP: desvio-padrão; Dif.: diferença entre médias; IC 95%: intervalo de confiança de 95%; † teste t de Student para amostras pareadas; * comparação estatisticamente significativa para alfa = 0,05

Discussão

A série de casos apresentada, na qual 2/3 dos pacientes hospitalizados avaliados tinha 3 meses ou menos, está de acordo com os relatos da literatura. Excluídos os pacientes com algum tipo de suscetibilidade, os casos mais sérios de BVA ocorrem com maior frequência entre os lactentes menores de um ano, e, particularmente, no período de 1 a 3 meses de idade^{11,12}. A baixa idade é um dos fatores de risco para hospitalização ou para apresentação de quadros com evolução mais grave^{11,13,14}.

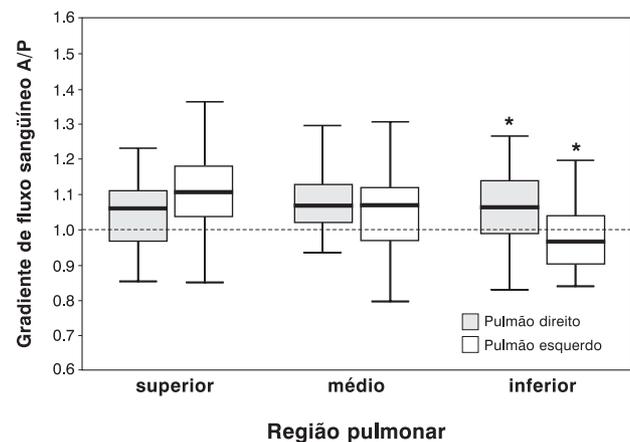
Na apresentação clínica dos pacientes, os sinais e sintomas respiratórios mais comumente considerados, que inclusive integraram o escore clínico de gravidade adotado no estudo, são de grande variabilidade e relativamente subjetivos, tanto na avaliação quanto na interpretação¹⁵, além de serem variáveis interdependentes, impedindo que qualquer um deles seja utilizado isoladamente em comparações ou associações com outras variáveis. A composição das manifestações, que resultou na pontuação de gravidade para cada paciente na admissão, variou de 1 a 6 (média = 3), na qual a faixa de escores de 2 a 5 definia o paciente como de gravidade moderada. Pôde-se observar uma amostra muito homogênea em termos de gravidade.

Em relação aos sinais vitais, os dois dados mais objetivos e de maior utilização na avaliação de pacientes com doença respiratória aguda têm sido a FR e SaO₂¹⁶. Na BVA, a FR maior do que 60 movimentos por minuto tem sido reconhecida como um dos sinais associados com gravidade da doença, mesmo nos lactentes mais jovens, indicando insuficiência nas trocas de gases^{11,14,16,17}. Evidentemente, a variabilidade da FR depende da técnica de aferição e do momento em que a mesma é efetuada^{15,18}. Na casuística apresentada, a FR aferida por ocasião da admis-

são dos pacientes mostrou uma amplitude de 40 a 92 mpm (média 56 mpm), sendo que apenas 11 pacientes apresentavam uma FR superior a 60 mpm, o que de certa forma corrobora a avaliação clínica de gravidade.

Por outro lado, a SaO₂ é hoje considerada um sinal vital indispensável em pacientes com doença respiratória aguda, tanto pela sua imediata disponibilidade como pelo seu caráter não invasivo¹⁴. De acordo com Welliver e Welliver¹², o melhor indicador preditivo individual para a necessidade de hospitalização na BVA é a SaO₂ <95%. Na casuística estudada, a SaO₂ média foi de 93,5% na admissão, sem oferta de oxigênio suplementar, tendo variado de 83 a 98%. Para um total de 25 pacientes com aferição da SaO₂ na admissão, 16 apresentavam SaO₂ de “95% ou menos”, e desses, apenas um paciente apresentava escore clínico de gravidade limítrofe para maior gravidade (escore 5).

A avaliação estatística para a presença de associação entre as variáveis clínicas, FR e SaO₂, e o estudo cintilográfico pulmonar perfusional não mostraram associação significativa entre ambos para qualquer uma das variáveis. Na análise, foram consideradas a distribuição da perfusão pulmonar por regiões e por gradientes entre regiões e as variáveis FR e SaO₂, classificadas por categorias de gravidade. Mesmo em relação à SaO₂ <95%^{12,15}, que poderia



* de acordo com aplicação do teste t de Student para amostras pareadas, valor de p = 0,007

Figura 3 - Comparação da distribuição do fluxo sanguíneo pulmonar regional de acordo com os gradientes do eixo ântero-posterior entre os dois pulmões na condição de crise, na bronquiolite viral aguda (n=38). A representação das comparações é baseada na mediana (linha central da caixa), nos percentis 25 e 75 (linhas inferior e superior das caixas, respectivamente) e nos limites inferior e superior (extremidades inferior e superior dos whiskers, respectivamente) das variáveis. A/P – sentido ântero-posterior

indicar uma baixa pressão alveolar de oxigênio, capaz de determinar vasoconstrição hipóxica, não houve associação detectável.

Os achados radiológicos de 21 pacientes (55% da amostra), tal como em relação às manifestações clínicas, revelaram uma grande variabilidade. Ainda que em número reduzido, mais de metade dos pacientes avaliados apresentou alterações menores e 47,5%, duas ou mais alterações, incluindo algumas inespecíficas, associadas com atelectasia segmentar ou subsegmentar, consolidações, desvio de mediastino ou oligoemia regional. Para Darville & Yamachi¹⁹, a hiperinsuflação é uma característica típica da BVA, estando presente em 50% das crianças hospitalizadas pela doença. Em cerca de 15% dos pacientes é o único achado radiológico. Consolidações estão presentes em 25% das crianças, especialmente lactentes jovens, estando mais comumente localizadas em lobo médio ou superior, e como indício de doença mais grave. Para Fischer¹⁷, os achados de atelectasias e consolidações ocorreram em mais de 40% dos pacientes classificados como tendo a doença com maior gravidade.

Na avaliação estatística para a presença de associação entre a avaliação radiológica e o estudo cintilográfico pulmonar perfusional, não houve associação significativa entre ambos para qualquer uma das variáveis, mesmo nos achados supostamente indicativos de maior gravidade.

A falta de confirmação etiológica da BVA e/ou a não presença de exame radiológico na totalidade da amostra podem eventualmente ter determinado alguma limitação na seleção dos pacientes.

A avaliação da distribuição da FSP, quando comparados os dois pulmões, de acordo com as regiões avaliadas, nas projeções anterior e posterior, mostrou alterações significativas apenas nos terços superiores de ambas as projeções, com a perfusão no pulmão esquerdo (E), estando aumentada em relação à do pulmão direito (D) (Figura 1).

Quando consideradas as projeções anterior e posterior integradas, os gradientes de perfusão pulmonar entre regiões homônimas de ambos os pulmões foram significativamente maiores no pulmão E em relação ao pulmão D, especialmente nas comparações que envolviam a região superior (Tabela 3, $p < 0,001$).

Os achados de distribuição do FSP diferente entre os dois pulmões na BVA não têm paralelo para comparação na literatura consultada. Menna-Barreto²⁰ determinou a distribuição da perfusão pulmonar com ^{99m}Tc-MAA em 15 adultos jovens normais, e observou diferença significativa de fluxo entre ambos os pulmões: o direito foi maior do que o esquerdo em nove indivíduos, igual em três e inferior em três. Outros estudos, citados por Menna-Barreto⁸, referem que, em termos relativos, o pulmão direito tem um fluxo sanguíneo maior do que o pulmão esquerdo.

O achado de maior perfusão nas regiões superiores na BVA poderia ser parcialmente explicado por considerações já realizadas em pacientes adultos. De acordo com

West², nas regiões pulmonares superiores, o adulto tem vasculatura passível de recrutamento e distensão em condições de maior exigência de trocas, especialmente se for considerado o modelo de zonas de perfusão pulmonar, no qual as regiões superiores dos pulmões são menos perfundidas em condições normais de indivíduos na posição ereta. É possível que isso também ocorra na criança, ainda que em menor intensidade, pela sua postura não ereta nos períodos mais precoces da vida. Sabe-se que ocorrem importantes alterações no desenvolvimento dos vasos pulmonares no primeiro ano de vida. Davies e Reid observaram que as artérias pulmonares de lobos superiores crescem em diâmetro mais rapidamente do que as de lobos inferiores no lactente²¹.

Da mesma forma, considerando a presença de resposta a estímulos hipóxicos pelo desequilíbrio V/Q difuso da BVA, seria compreensível o redirecionamento do fluxo sanguíneo para regiões melhor ventiladas, no caso, as superiores. Além de uma provável resposta hipóxica vasoconstritora aumentada nos vasos das bases pulmonares em relação aos dos ápices²², é possível que a responsividade à hipóxia alveolar aguda não seja tão intensa na criança quanto no adulto, conforme observação de Rendas e cols., que sugerem um aumento de responsividade à medida que avança o desenvolvimento pulmonar²³. O pulmão do lactente seria mais responsivo à hipóxia crônica do que o do adulto, justamente pela configuração da sua vasculatura arterial pulmonar²⁴.

Quando comparados os gradientes da distribuição da perfusão pulmonar no eixo ântero-posterior de todas as regiões em ambos os pulmões, observou-se que foi significativamente menor do que 1,0 apenas na região inferior do pulmão esquerdo (Figura 2), contrariando a expectativa de uma maior densidade de FSP nas áreas mais dependentes, ou seja, na região posterior em relação à anterior do pulmão, como descrito por West², em adultos.

A criança, especialmente o lactente, que ainda não adotou a postura ereta, além de não obedecer ao padrão de influência gravitacional dominante, mesmo no eixo ântero-posterior da posição supina, possivelmente sofre a influência do fechamento das suas vias aéreas nas regiões dependentes. Na BVA, em função do aumento da capacidade residual funcional (CRF), mesmo respirando em condições fisiológicas (com CRF normal), poderia inverter esse gradiente. Os estudos relacionados à comparação de posições supina e prona para melhorar a oxigenação de pacientes com lesão pulmonar aguda grave dão conta de que sempre existe um gradiente ântero-posterior $< 1,0$, em adultos, em qualquer uma das posições, mesmo respirando normalmente²⁵. Em função da postura do lactente, os achados poderiam também indicar a adequação do conceito de gradiente de fluxo sanguíneo hilo-periferia para essa faixa etária. Tal observação foi feita por Walther e cols., estudando cordeiros não anestesiados, na posição prona, quando observaram que a distribuição do fluxo sanguíneo pulmonar nesses

animais obedece mais a um gradiente hilo-periferia do que a um gradiente vertical²⁶.

A amostra do presente estudo foi constituída de pacientes muito jovens e, portanto, com o seu desenvolvimento pulmonar pós-natal ainda em evolução, e possivelmente com uma estrutura vascular pulmonar ainda muito peculiar. Inúmeras características, tanto das vias aéreas quanto da vasculatura pulmonar, estariam ainda em processo de transição entre o período fetal e a sua configuração pós-natal precoce.

Não se evidenciou distribuição de fluxo sanguíneo pulmonar com característica de expressar o padrão da relação ventilação-perfusão em lactentes jovens hospitalizados com bronquiolite viral aguda. Ocorreu apenas uma tendência de redirecionamento da distribuição do fluxo sanguíneo para as regiões pulmonares superiores, possivelmente pelo recrutamento de capilares colapsados nessas regiões.

Referências bibliográficas

- Comroe JH. Fisiologia da respiração. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 1977. p.295.
- West JB. Fisiologia respiratória moderna. 5ª ed. São Paulo: Ed. Manole; 1996. p.178.
- Fishman AP, Elias JA, Fishman JA, Grippi MA, Kaiser LR, Senior RM. Fishman's Pulmonary Diseases and Disorders. 3ª ed. New York: McGraw-Hill; 1998. p.2780.
- Chernick V, Lopez-Majano V, Wagner HN, Dutton RE. Estimation of differential pulmonary blood flow by bronchspirometry and radioisotope scanning during rest and exercise. *Am Rev Respir Dis* 1965;92:958-62.
- Palevsky HI. Pulmonary circulation. In: Grippi MA, ed. Pulmonary Pathophysiology. Philadelphia: JB Lippincott Co.; 1995. p.179-94.
- Wohl MEB, Chernick V. Bronchiolitis, state of art. *Am Rev Resp Dis* 1978;11:759-81.
- Beasley JM, Jones S. Continuous positive airway pressure in bronchiolitis. *Br Med J* 1981;283:1506-8.
- Menna-Barreto SS. Contribuição da cintilografia pulmonar perfusional quantitativa com partículas ao estudo da distribuição regional do fluxo sanguíneo pulmonar [tese]. Porto Alegre (RS, Brasil): Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1988.
- Wood DW, Downes JJ, Lecks HI. A clinical scoring system for the diagnosis of respiratory failure. *Am J Dis Child* 1972;123:227-8.
- Rice RP, Loda F. A roentgenographic analysis of respiratory syncytial virus pneumonia in infants. *Radiology* 1966;87:1021-27.
- Shaw KN, Bell LM, Sherman NH. Outpatient assessment of infants with bronchiolitis. *Am J Dis Child* 1991;145:151-5.
- Welliver JR, Welliver RC. Bronchiolitis. *Pediatr Rev* 1993;14:134-9.
- Green M, Brayer AF, Schenkman KA, Wald ER. Duration of hospitalization in previously well infants with respiratory syncytial virus infection. *Pediatr Infect Dis J* 1989;8:601-5.
- Mulholland EK, Olinsky A, Shann FA. Clinical findings and severity of acute bronchiolitis. *Lancet* 1990;335:1259-61.
- Wang EEL, Milner RA, Navas L, Maj H. Observer agreement for respiratory signs and oximetry in infants hospitalized with lower respiratory infections. *Am Rev Respir Dis* 1992;145:106-9.
- Wohl MEB. Bronchiolitis. In: Chernick V, Boat TF. *Kendig's disorders of the respiratory tract in children*. 6th ed. Philadelphia: WB Saunders Co.; 1998. p.473-85.
- Fischer GB. Fatores prognósticos para a bronquiolite viral aguda [dissertação]. Porto Alegre (RS, Brasil): Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1994.
- Simoes EAF, Roark R, Berman S, Esler LL, Murphy J. Respiratory rate: measurement of variability over time and accuracy at different counting periods. *Arch Dis Child* 1991;66:1199-203.
- Darville T, Yamauchi T. Respiratory syncytial virus. *Pediatr Rev* 1998;19:55-61.
- Menna-Barreto S, Ludwig EB, Marroni BJ, Goldim JR. Distribuição regional do fluxo sanguíneo pulmonar em ortostatismo. *J Pneumologia* 1985;11:190-2.
- Davies G, Reid L. Growth of the alveoli and pulmonary arteries in childhood. *Thorax* 1970;25:669-81.
- Dawson A. Regional pulmonary blood flow in sitting and in supine man during and after acute hypoxia. *J Clin Invest* 1969;48:301-10.
- Rendas A, Branthwaite M, Lennox S, Reid L. Response of the pulmonary circulation to acute hypoxia in the growing pig. *J Appl Physiol* 1982;52:811-4.
- Wohl MEB. Developmental physiology of the respiratory system. In: Chernick V, Boat TF. *Kendig's Disorders of the Respiratory Tract in Children*. 6th ed. Philadelphia: WB Saunders Co.; 1998. p.19-26.
- Mure M, Nyrén S, Jacobsson H, Larsson SA, Lindahl SGE. High continuous airway pressure level induces ventilation/perfusion mismatch in the prone position. *Crit Care Med* 2001;29:959-64.
- Walther SM, Domino KB, Glenn RW, Polissar NL, Hlastala MP. Pulmonary blood flow distribution has a hilar-to-peripheral gradient in awake, prone sheep. *J Appl Physiol* 1997;82:678-85.

Endereço para correspondência:

Dr. Paulo R.A. Carvalho

Av. Encantado, 249

CEP 90470-420 – Porto Alegre, RS

Fone/fax: 51 3330.6334

E-mail: carvalho@conex.com.br