

# Doenças Pulmonares Crônicas em Crianças até 12 Anos de Idade e Suas Implicações Fisiológicas e Clínicas em Voos Comerciais

Chronic Lung Diseases in Children Under 12 Years Old and Their Physiological and Clinical Implications in Commercial Flights

Enfermedades Pulmonares Crônicas en Niños Hasta los 12 Años de Edad y sus Implicaciones Fisiológicas y Clínicas en Vuelos Internacionales

Tenente Médica Paula Rosalina Oliveira de Rademaker Itagiba

Pediatra  
Residência pela UERJ  
paulaitagiba@ig.com.br

Tenente Médica Geanny Fagundes de Carvalho

Clínica Médica  
Pós-graduação pela Santa Casa de Misericórdia do Rio de Janeiro  
geannyfc@yahoo.com.br

Instituto de Medicina Aeroespacial (IMAE)  
Rio de Janeiro, RJ

## RESUMO

Voar tornou-se um modo conveniente de deslocar-se por proporcionar rapidez, segurança e fácil acesso. De acordo com a Sociedade Canadense de Pediatria, a cada ano estima-se que 1 bilhão de pessoas deslocam-se em voos nacionais e internacionais em todo o mundo. Paralelamente, tem-se observado um aumento dos passageiros de faixa etária pediátrica. Nos últimos 20 anos, cresceu significativamente a exposição, não só de indivíduos saudáveis, como daqueles com condições respiratórias, a ambientes de baixa pressão parcial de  $O_2$ . As singularidades anatomofisiológicas das crianças e as especificidades das doenças pulmonares crônicas conferem um maior risco para hipóxia, porque podem levar ao desequilíbrio da relação ventilação-perfusão, à vasoconstrição pulmonar e ao broncoespasmo. Este trabalho consiste em uma revisão da literatura e tem como objetivos analisar as implicações fisiológicas e clínicas relacionadas ao voo comercial em crianças até 12 anos de idade com doenças pulmonares crônicas, identificar quais destas doenças podem determinar restrições ou contraindicações à atividade aérea e discutir o uso de  $O_2$  complementar. A conclusão obtida é que existem poucas contraindicações absolutas para a atividade aérea em crianças com doenças pulmonares crônicas. No entanto, os estudos existentes carecem de maior evidência científica. Portanto, para a realização de uma viagem segura, é necessária rigorosa avaliação prévia, tendo o pediatra papel indispensável na coleta de adequada história clínica e nas recomendações durante o voo.

**Palavras-chave:** Crianças. Doenças pulmonares crônicas. Hipóxia. Voo.

Recebido / Received / Recebido  
05/03/12

Aceito / Accepted / Acepto  
23/03/12

## ABSTRACT

*Flying became such a convenient way of travelling because it is easy, quick and safe. According to the Canadian Pediatric Society, each year 1 billion people fly anywhere around the world and it has been reported that the number of passengers under 12 years of age increased in airplane trips. The exposure of healthy children and others with respiratory conditions to low partial pressure ambient increased in the last 20 years. The risk of hypoxia is greater in this population because of its specific anatomy and physiology that can lead to possible ventilation-perfusion mismatch, vasoconstriction and bronchospasm. This article consists of a review of the literature and it aims to analyze the physiological and clinical implications related to commercial flights of chronic lung diseases in children under 12 years of age; to identify which of them may restrain or contraindicate this activity and to discuss the use of oxygen in-flight. We conclude that there are few absolute contraindications. However, current studies portray no scientific evidence. So, a rigorous fly assessment is necessary to promote security. Pediatricians are therefore responsible for an adequate clinical history and recommendations.*

**Keywords:** Children. Chronic lung diseases. Hypoxia. Flight.

## RESUMEN

*Volar se convirtió en un modo conveniente de trasladarse por que proporciona rapidez, seguridad y fácil acceso. Según la Sociedad Canadiense de Pediatría, a cada año se calcula que 1 billón de personas se trasladan en vuelos nacionales e internacionales en todo el mundo. Paralelamente se observa un aumento de los pasajeros en la edad pediátrica. En los últimos 20 años, creció significativamente la exposición a ambientes de baja presión parcial de O<sub>2</sub>, no sólo de individuos saludables, sino de aquellos con condiciones respiratorias. Las singularidades anatómicas y fisiológicas de los niños y las especificidades de las enfermedades pulmonares crónicas presentan mayor riesgo de hipoxia, pues pueden llevar al desequilibrio de la relación ventilación-perfusión, la vasoconstricción pulmonar y al broncoespasmo. Este trabajo es una revisión de la literatura y sus objetivos son hacer un análisis de las implicaciones fisiológicas y clínicas relacionadas al vuelo comercial en niños hasta los 12 años de edad con enfermedades pulmonares crónicas, identificar cuáles de estas enfermedades pueden determinar restricciones o contraindicaciones a la actividad aérea y discutir sobre el uso de O<sub>2</sub> complementar. La conclusión a que se llegó fue que hay pocas contraindicaciones absolutas para la actividad aérea en niños con enfermedades pulmonares crónicas. Sin embargo, los estudios que hay necesitan mayor evidencia científica. Por lo tanto, para realizar un viaje seguro, se necesita rigurosa evaluación anticipada, en que el pediatra tiene un papel indispensable en la búsqueda de historia clínica adecuada y en las recomendaciones durante el vuelo.*

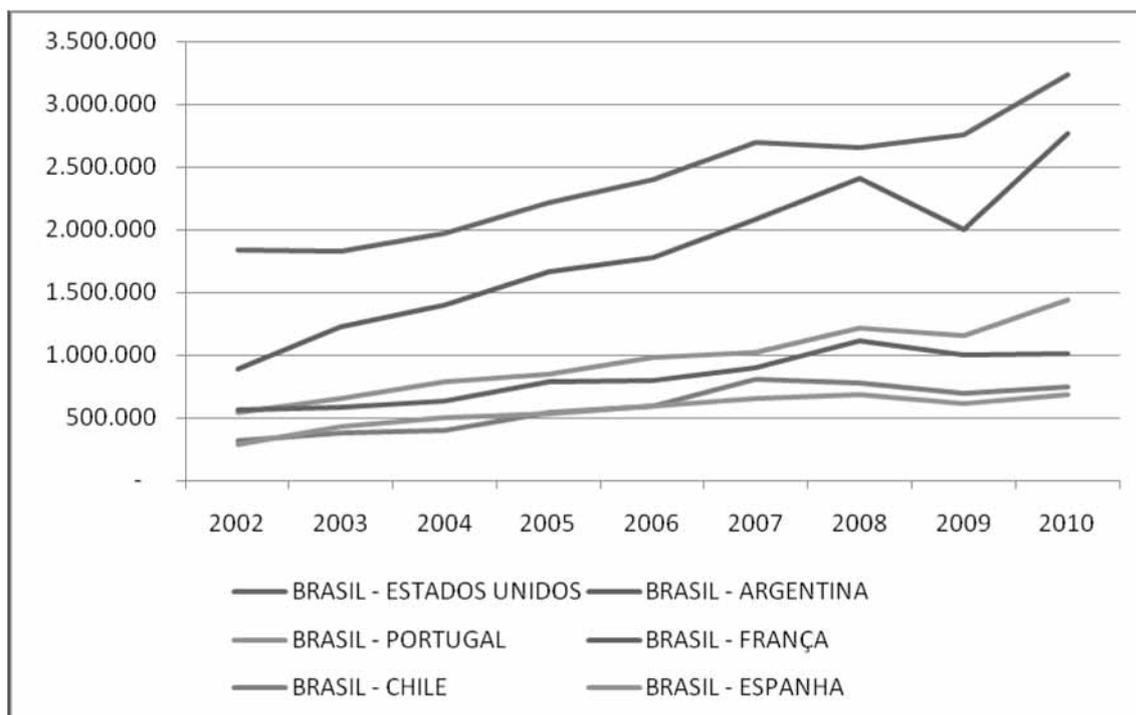
**Palabras-clave:** Niños. Enfermedades Pulmonares Crónicas. Hipoxia. Vuelo.

---

## INTRODUÇÃO

O avião é uma das maiores invenções humanas. Em 1906, Santos Dumont realizou o primeiro voo e concretizou um sonho antigo do homem. A partir deste marco histórico, o mundo foi tomado por importantes mudanças. O transporte aéreo encurtou as distâncias,

transformou os meios de comunicação e de transporte, facilitando a globalização. Voar tornou-se um modo conveniente de deslocar-se por proporcionar rapidez, segurança e fácil acesso (CANADIAN PAEDIATRIC SOCIETY, 2007). No entanto, surgiram novos questionamentos em diversas áreas, dentre elas a da saúde.



**Gráfico 1:** Variação anual de passageiros pagos transportados para o exterior.  
Fonte: SANTOS (2010).

Nos últimos anos, assistimos a uma crescente demanda pelo transporte aéreo, com origens e destinos dentro e fora do país, como pode ser observado (Gráfico 1) nas estatísticas do anuário de 2010 da Agência Nacional de Aviação Civil (SANTOS, 2010).

O tráfego aéreo tem crescido a uma taxa média anual de 4,8% e a projeção para os próximos 20 anos é que seja de 5%. Na Espanha foram registrados 203 milhões de trajetos no ano de 2008. (RODRIGUEZ DE TORRES et al., p.64.e2, 2011).

As razões para esta tendência são o aumento da imigração e emigração, exigências profissionais e familiares, além dos aspectos econômicos, já que o custo das passagens aéreas se tornou mais baixo (RODRIGUEZ DE TORRES, et al.; 2011). Na medicina, com o avanço tecnológico, surgiu a necessidade da rápida transferência de pacientes criticamente enfermos para centros de saúde especializados, como por exemplo, os recém-nascidos prematuros ou portadores de patologias congênitas (RESNICK et al., 2008).

De acordo com a Sociedade Canadense de Pediatria (2007), a cada ano estima-se que 1 bilhão de pessoas deslocam-se em voos nacionais e internacionais em todo o mundo. Paralelamente, tem-se observado um aumento da parcela dos passageiros de faixa etária pediátrica (UDOMITTIPONG et al., 2006). “Nos EUA 4,6 milhões de crianças abaixo de 2 anos de idade voam a cada ano” (RODRIGUEZ DE TORRES et al., p. 64, 2011).

Nas últimas décadas, verificou-se junto às companhias aéreas um aumento das intercorrências médicas relacionadas ao voo, muitas delas envolvendo crianças. Em voos da Air Canada, foram registrados 1,7 incidentes para cada 100.000 passageiros em 1982 e o dobro em 1988. Já na Air France, entre 1989 e 1999, foram solicitados 380 atendimentos médicos (CANADIAN PAEDIATRIC SOCIETY, 2007).

Em uma revisão de relatos médicos na companhia Qantas, em 1993 foram registrados 454 incidentes, sendo 9% infecção respiratória ou asma. Outro estudo em empresa aérea norte-americana apontou que, das 362 intercorrências, 10% foram devido à asma, doença pulmonar pré-existente ou dificuldade para respirar (COKER, 2002). Estes dados apontam a crescente busca pelos deslocamentos aéreos, bem como o aumento da necessidade de eventual suporte clínico.

A grande motivação para a realização deste artigo é estreitar os laços da medicina aeroespacial com a pediatria, uma vez que os trabalhos científicos existentes na literatura direcionados a crianças são escassos, limitados a relatos de casos ou estudos do tipo observacionais. Por este motivo, não existem protocolos bem definidos para guiar uma adequada assistência médica, sistematizada, durante todas as etapas do voo (RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011; SAMUELS et al., 2004).

No entanto, o que se tem constatado é que este grupo, tão particular, é um tripulante em potencial. E

é neste contexto que está inserido o pediatra, que deve ter o conhecimento específico para resolver as questões assistenciais e operacionais.

As doenças pulmonares crônicas na infância, como pneumopatia da prematuridade, asma brônquica, hiperreatividade brônquica, fibrose cística, cistos pulmonares e pneumotórax são relativamente prevalentes. Nos últimos 20 anos, observou-se o aumento significativo da exposição, não só de indivíduos saudáveis, como daqueles com condições respiratórias, a ambientes onde a pressão parcial de  $O_2$  é menor do que a normal (RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011).

Desta maneira, pode-se assumir que, nos próximos anos, mais crianças, hígdas ou não, serão submetidas ao voo e, conseqüentemente, aos riscos de hipóxia. A possibilidade deste evento aumenta sobremaneira com a altitude e com a presença de patologias de base (Quadro 1; RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011; SAMUELS et al., 2004). Crianças com história de afecções respiratórias podem apresentar desde exacerbações de sintomas até eventos fatais (UDOMITTIPONG et al., 2006). Apesar do mecanismo de pressurização das cabines permitir a oferta de uma fração inspirada de  $O_2$  muito próxima à do nível do mar, o ambiente dentro das aeronaves ainda guarda hostilidade e riscos potenciais (RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011).

**Quadro 1:** Doenças pulmonares crônicas associadas a risco aumentado para hipóxia.

Pneumopatia da prematuridade
Fibrose cística
Pneumonias intersticiais
Hiperreatividade brônquica/Asma

Fonte: adaptado de Samuels et al., 2004.

O objetivo deste trabalho, portanto, é analisar as implicações fisiológicas e clínicas relacionadas ao voo comercial em crianças até 12 anos de idade com doenças pulmonares crônicas. Também se propõe a identificar quais destas doenças podem determinar restrições ou contra-indicações à atividade aérea comercial e discutir o uso de  $O_2$  complementar como medida preventiva para evitar possíveis intercorrências durante o voo. Assim, o pediatra será capaz de orientar os pais adequadamente e acompanhar os casos.

## 1 METODOLOGIA

O estudo é do tipo descritivo ecológico e consiste em uma revisão da literatura científica, publicada nas línguas portuguesa, inglesa e espanhola, com a pesquisa de artigos em bibliotecas eletrônicas. Foram consultadas as bases de dados PubMed/MEDLINE, BIREME,

Periódicos CAPES, SciELO, além de *sites* e livros-texto de medicina aeroespacial, empregando-se as seguintes palavras-chave, em diferentes combinações: “child”, “children”, “chronic pulmonary diseases”, “asthma”, “cystic fibrosis”, “hypoxia”, “altitude”, “flight”, “aerospace medicine”.

Foram selecionadas 13 das publicações mais recentes, em bases de dados de acesso livre, entre o ano de 2001 a 2011, e realizado um estudo sobre os principais conceitos da fisiologia de voo, com ênfase nas peculiaridades da faixa etária infantil. Também foram reunidos os resultados de experiências prévias com um subgrupo desta população, as crianças com história de doença pulmonar crônica. Foi feita, ainda, uma análise comparativa entre as principais recomendações atuais a respeito do voo seguro neste perfil específico de pacientes. As orientações formais foram confrontadas e compiladas no presente trabalho.

## 2 EFEITOS DA ALTITUDE E DA HIPÓXIA

Os pulmões têm como função primária a troca gasosa, que depende de um equilíbrio entre a ventilação e a perfusão pulmonar. A distribuição da ventilação e da perfusão é influenciada, por sua vez, pelas forças acelerativa e gravitacional, inclusive em pulmões sadios (PICKARD; GRAY, 2008)

As alterações ambientais relacionadas ao incremento da altitude são extensamente estudadas e correspondem à diminuição da pressão atmosférica, da pressão parcial de  $O_2$ , da densidade, da temperatura e da umidade do ar. O voo também resulta na exposição à vibração, a ruídos e à fadiga (“jet lag”). De todas estas condições físicas, a queda dos níveis de  $O_2$  é a que mais se associa a consequências graves (SAMUELS et al., 2004). A baixa umidade do ar pode levar a uma maior perda insensível de água pelo trato respiratório e a um ressecamento das secreções (RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011). Logo, todos esses fatores podem ser especialmente importantes para os pacientes portadores de doenças pulmonares crônicas.

Segundo a lei de Dalton, em uma mistura gasosa, a pressão de cada gás componente é independente da pressão dos demais. A pressão total é igual à soma das pressões parciais dos componentes (TEMPORAL, 2005). Isto significa dizer que existe uma diminuição exponencial da pressão parcial de  $O_2$  na medida em que se ganha altitude (Tabela 1; UDOMITTIPONG et al., 2006; RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011; SAMUELS et al., 2004; TEMPORAL, 2005). A hipóxia é justificada exatamente pela queda da pressão parcial de  $O_2$  em consequência direta da queda da pressão atmosférica (TEMPORAL, 2005). Os valores da pressão

parcial alveolar e da pressão parcial arterial de O<sub>2</sub> também sofrem redução.

**Tabela 1:** Pressão atmosférica, pressão parcial de O<sub>2</sub> e pO<sub>2</sub> inspirado em diferentes altitudes.

Altitude (m)	Altitude (pés)	Patm (mmHg)	pO <sub>2</sub> (mmHg)	pO <sub>2</sub> inspirado (mmHg)
0	0	760	159	150
1000	3280	674	142	132
2000	6560	596	125	115
3000	9840	526	111	100
5000	16400	405	85	75
8000	26240	267	56	46
10000	32800	198	42	32

Fonte: adaptado de Samuels et al., 2004.

Ao nível do mar, a pressão barométrica é de 760mmHg, com uma pressão parcial de O<sub>2</sub> de 160mmHg, o que representa uma fração inspirada de O<sub>2</sub> de 21% (RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011; SAMUELS et al., 2004). A maioria dos aviões comerciais voa a uma altitude de cruzeiro de 10.000-13.000m (30-40.000 pés) acima do nível do mar (UDOMITTIPONG et al., 2006; RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011; SAMUELS et al., 2004). Nessas condições, a pressão parcial de O<sub>2</sub> é muito baixa, sendo incompatível com a vida (RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011). Por esta razão, as aeronaves têm suas cabines pressurizadas, simulando altitudes mais baixas entre 1.530-2.440m (5-8.000 pés) acima do nível do mar (UDOMITTIPONG et al., 2006; RESNICK et al., 2008; RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011; SAMUELS et al., 2004; (CANADIAN PAEDIATRIC SOCIETY, 2007).

A 8.000 pés, por exemplo, a pressão atmosférica é de 565mmHg e a pressão parcial de O<sub>2</sub> 118mmHg, o que equivale a uma fração inspirada de O<sub>2</sub> de 15-16%. Os sintomas de hipóxia podem começar a surgir entre 3-3.500m (10-12.000 pés) (RODRIGUEZ DE TORRES, et al, 2011). No entanto, existe grande variabilidade de resposta a ela entre os indivíduos (RESNICK et al., 2008; RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011; SAMUELS et al., 2004; TEMPORAL, 2005).

As respostas fisiológicas à diminuição da pressão parcial de O<sub>2</sub> incluem: aumento da ventilação minuto, frequência respiratória, frequência cardíaca, débito cardíaco, fluxo pulmonar e vasoconstricção das artérias e arteríolas pulmonares. Assim, ocorre a redistribuição do fluxo sanguíneo pulmonar às regiões apicais (pouco perfundidas ao nível do mar), podendo levar a uma redução no desequilíbrio da relação ventilação-perfusão e ajudar a manter a pressão parcial de O<sub>2</sub> em um nível aceitável (RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011; SAMUELS, et al.; 2004).

Em crianças maiores e adultos saudáveis, estes efeitos podem levar a uma queda da saturação de O<sub>2</sub> basal, porém sem significado clínico (UDOMITTIPONG, et al, 2006; RODRIGUEZ DE TORRES, et al.; 2011; CANADIAN PAEDIATRIC SOCIETY, 2007). Vários estudos mensuraram esta redução durante voos em crianças entre 6 meses a 14 anos de idade através da oximetria de pulso. A conclusão é que a dessaturação é maior quanto mais longo for o voo e também durante o sono (RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011; CANADIAN PAEDIATRIC SOCIETY, 2007). É provável que nos pacientes com doenças respiratórias crônicas esta redução seja ainda mais acentuada.

Lee *et al.* estudou crianças saudáveis e relatou uma saturação de O<sub>2</sub> média de 98% ao nível do mar, decrescendo para 94-95% durante os voos, sem o aparecimento de repercussões clínicas (UDOMITTIPONG et al., 2006).

Recém-nascidos e crianças abaixo de 1 ano de idade apresentam particularidades anatômicas e fisiológicas que determinam uma resposta à exposição à altitude diferente quando comparada à resposta de adultos. São elas: presença de hemoglobina fetal (desloca a curva de dissociação do O<sub>2</sub> para a esquerda), maior complacência da caixa torácica, maior proporção de arteríolas no leito vascular pulmonar, menor diâmetro das vias aéreas e menor quantidade de alvéolos (Quadro 2; COKER, 2002; RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011; SAMUELS et al., 2004; CANADIAN PAEDIATRIC SOCIETY, 2007). Estas singularidades conferem um maior risco para hipóxia, devido ao desequilíbrio da relação ventilação-perfusão, à vasoconstricção pulmonar e ao broncoespasmo (RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011).

**Quadro 2:** Fatores que aumentam a susceptibilidade de crianças à hipóxia.

Inibição paradoxal do centro respiratório
Caixa torácica de maior complacência
Produção de surfactante reduzida (prematuros)
Proporção aumentada de arteríolas no leito vascular pulmonar
Reatividade aumentada das vias aéreas
Diâmetros das vias aéreas reduzidos
Menor quantidade de alvéolos
Hemoglobina fetal

Fonte: adaptado de Samuels et al., 2004.

Considerando ainda os recém-nascidos, estes podem apresentar uma resposta paradoxal à hipóxia, com inibição do centro respiratório, ocasionando hipoventilação e apnéias. Em geral, por volta da 6<sup>a</sup>-8<sup>a</sup> semana de vida, esta resposta desaparece, podendo permanecer por mais tempo nos prematuros. Ainda não está claro se a exposição a um curto período de

hipóxia pode aumentar o risco de eventos como a Síndrome da Morte Súbita do Lactente. Não existem estudos controlados que comprovem esta associação (RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011).

Outro conceito importante é a lei de Boyle-Mariotte, a qual versa sobre o fenômeno de aerodilatação. À temperatura constante, os volumes ocupados por uma mesma massa gasosa são inversamente proporcionais às pressões que suportam. Portanto, os órgãos cavitários do organismo, como o pulmão, sofrem expansão gasosa consequente à queda da pressão barométrica durante a subida e o inverso ocorre durante a descida (TEMPORAL, 2005).

### 3 DISCUSSÃO

O aconselhamento médico pré-voo de pacientes com doença pulmonar crônica depende dos seguintes fatores: 1) do tipo, da reversibilidade e da gravidade da doença respiratória; 2) da tolerância e da segurança do paciente e 3) da altitude e da duração da viagem (ALVAREZ et al., 2003).

A avaliação deste perfil de indivíduos requer principalmente provas de função respiratória e exames de imagem como radiografia e ou tomografia de tórax (PICKARD; GRAY, 2008).

#### 3.1 PNEUMOPATIA DA PREMATURIDADE

Crianças nascidas com idade gestacional inferior a 32 semanas de gestação e que desenvolvem infecção respiratória viral são mais susceptíveis a episódios de apnéia, porque apresentam padrão respiratório mais imaturo (COKER, 2002).

Em uma revisão retrospectiva de testes de hipóxia (inalação de O<sub>2</sub> a 14-15% por 20 minutos) Udomittipong et al (2006) tentou identificar os fatores clínicos preditivos da utilização de O<sub>2</sub> durante o voo. Dentre as 47 crianças estudadas, 38 (81%) apresentaram queda de saturação abaixo de 85%, indicando a necessidade de O<sub>2</sub> durante a viagem. A saturação basal em ar ambiente foi > 95% para todas as crianças, sugerindo que esta não é uma ferramenta útil de *screening*. A idade no momento em que foi realizado o teste (tanto a idade gestacional calculada pela data da última menstruação quanto a corrigida) foi significativamente preditiva do desfecho do mesmo, independente da gravidade da doença de base. Aquelas que passaram no teste se mostraram significativamente mais velhas que as demais.

As razões para a maior susceptibilidade de crianças jovens à hipóxia não são claras, mas podem estar relacionadas à relativa imaturidade do sistema respiratório,

levando a um aumento do desequilíbrio da relação ventilação-perfusão. Além disso, a resposta à hipóxia nos prematuros parece ser mais pronunciada, principalmente nos primeiros meses de vida, devido à injúria pulmonar decorrente do longo período de ventilação mecânica e oxigenioterapia (UDOMITTIPONG et al., 2006).

Todas as crianças com idade corrigida abaixo de 3 meses falharam no teste e fizeram uso de O<sub>2</sub> complementar no voo. Portanto, uma grande proporção de ex- prematuros abaixo de 12 meses de idade gestacional corrigida está sob alto risco de hipóxia e o teste deve ser indicado (UDOMITTIPONG et al., 2006).

Contudo, segundo Hall et al (2007) ainda se faz necessário validar os testes de hipóxia como bons reprodutores das condições hipobáricas durante o voo, como será discutido adiante.

Resnick et al. (2008) constataram que um número significativo de prematuros (35%) requer O<sub>2</sub> complementar e apresenta sintomas clínicos (15%) de hipóxia durante o voo. Segundo o autor, estas crianças são vulneráveis pela imaturidade do sistema respiratório e pela maior hiperresponsividade pulmonar. Foi realizada uma comparação entre as respostas durante o teste de hipóxia e o voo. Das 16 crianças, 12 (75%) que apresentaram dessaturação menor ou igual 85% e necessitaram de O<sub>2</sub> passaram no teste. A conclusão foi de que o teste não tem valor preditivo para a necessidade de O<sub>2</sub> complementar.

O teste de hipóxia não reproduz a queda gradual na FiO<sub>2</sub>, mensura a resposta à hipóxia isoladamente, não havendo tempo para adaptação. Enquanto isso, o ambiente da cabine expõe estes indivíduos à hipóxia hipobárica. Os fatores fisiológicos que explicam a baixa correlação entre o teste de hipóxia e o voo são: resposta respiratória variável à hipóxia e estado de sono. O único fator que é favorável a uma viagem segura parece ser o intervalo de tempo em que a criança permaneceu sem suporte respiratório (RESNICK et al., 2008).

Estudos prospectivos são necessários para comparar os resultados do teste de hipóxia, manifestações clínicas e o status de oxigenação neste perfil de pacientes. Ainda é fundamental conhecer a influência da prematuridade nos resultados destes testes e o significado clínico de falha nos mesmos (RESNICK et al., 2008).

#### 3.2 ASMA

Um estudo conduzido por Louie e Paré (2004) a respeito das alterações fisiológicas em asmáticos e não-asmáticos na altitude mensurou a broncoconstrição induzida pelo exercício ao nível do mar e em várias altitudes durante estadia de duas semanas no Himalaia.

Os resultados mostraram que na asma moderada houve uma redução significativa do pico expiratório final (PEF) em grandes altitudes. Contrariando a hipótese dos autores, não houve um decréscimo adicional do PEF após exercício. No entanto, observou-se redução significativa da saturação arterial de O<sub>2</sub> nestes indivíduos, o que não ocorreu nos não-asmáticos (LOUIE; PARÉ, 2004).

A exposição a grandes altitudes está associada a um aumento da ventilação por causa das condições do ar, mais rarefeito (hipóxia), frio e seco. A hiperpnéia provocada pela altitude parece ser mais pronunciada que a causada pelo exercício. A conclusão foi de que, em grandes altitudes, asmáticos são mais susceptíveis à hipoxemia devido à resposta de broncoconstricção. O aumento da resistência nas pequenas vias aéreas é secundário à hiperpnéia e condições do ar ambiente (frio e seco) (LOUIE; PARÉ, 2004).

Para a maioria dos asmáticos, o ambiente de cabine não representa um problema adicional. Voar é contraindicado nos casos de asma grave, instáveis ou que necessitaram de hospitalização recente (ALVAREZ et al., 2003). Não existe contraindicação para o voo dos pacientes asmáticos leves e moderados, mas é preciso portar as medicações habituais para uso em eventuais crises, como os sprays inalatórios com seus respectivos espaçadores e corticóides orais, principalmente em trajetos longos (RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011). O paciente deve inclusive portar a receita ou um relatório contendo sua condição clínica atual (COKER., 2002). O aparelho de nebulização também pode ser utilizado, desde que avisado com antecedência à companhia aérea. Segundo Rodriguez de Torres et al (2011), no entanto, este dispositivo possui a mesma eficácia que os sprays. Além disso, os nebulizadores possuem restrições durante o pouso e decolagem, devido à possível interferência elétrica (COKER, 2002).

### 3.3 FIBROSE CÍSTICA

Alguns trabalhos observaram queda de saturação significativa nestes pacientes quando submetidos à hipóxia (RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011). Em 1994, um estudo demonstrou que estas crianças dessaturavam significativamente quando expostas à altitude e que o teste de hipóxia era o melhor preditor da resposta à hipóxia (COKER, 2002).

Recentemente um estudo conduzido por Buchdhal et al (2001) comparou o teste de hipóxia pré-voos (com inalação de O<sub>2</sub> a 15%, simulando a paO<sub>2</sub> encontrada na cabine) e o teste espirométrico como possíveis meios para prever quedas importantes da saturação de O<sub>2</sub>.

Segundo os autores, ambos os testes não são considerados bons preditores da redução da saturação de O<sub>2</sub> durante o voo, apesar de a espirometria ter mostrado melhor resultado. A combinação deles também não se mostrou eficaz (BUCHDAHL et al., 2001).

A baixa umidade do ar dentro da cabine parece aumentar o risco de broncoespasmo e retenção de secreções, ocasionando possível atelectasia pulmonar, segmentar ou lobar (COKER, 2002).

A recomendação prática é que se leve a bordo as medicações para tratar possíveis casos de broncoespasmo associado, como os sprays inalatórios, além de um relatório médico contendo um resumo das condições clínicas da criança, inclusive com as medicações usuais e de resgate (RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011). Também se faz importante a adequada hidratação desses pacientes e o uso de antibióticos, bem como a possibilidade da utilização de enzimas com o intuito de fluidificar as secreções (ALVAREZ et al., 2003). É prudente levar em conta as reagudizações recentes e a necessidade de oxigenioterapia nos meses prévios para orientar os pais adequadamente (RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011).

Em casos duvidosos, pode ser realizada a prova de simulação hipóxica pré-voos. A indicação de oxigenioterapia se baseia no referido teste, na prova de função respiratória e na situação clínica do paciente (BUCHDAHL, 2001; RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011).

### 3.4 INFECÇÕES PULMONARES CRÔNICAS

A maior preocupação é com relação à transmissão da tuberculose pulmonar. No entanto, não existem evidências de que o risco seja maior nas viagens de avião do que nas outras situações que envolvam aglomeração de pessoas por período de tempo prolongado, como o transporte ferroviário ou rodoviário (COKER, 2002; RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011). Estes pacientes não devem voar até que se comprove o controle da doença (culturas negativas) e ocorra melhora clínica (ALVAREZ et al., 2003).

### 3.5 DOENÇA PULMONAR PARENQUIMATOSA DIFUSA

Existem poucos estudos neste grupo de pacientes. É preciso avaliar se há presença de hipertensão pulmonar associada e necessidade do uso de O<sub>2</sub> complementar (COKER, 2002).

### 3.6 PNEUMOTÓRAX PRÉVIO

Existem controvérsias a respeito do tempo em que pacientes com história de pneumotórax recente devem voar. Em geral, as companhias aéreas recomendam esperar até 6 semanas, período de tempo em que pode ocorrer recorrência, porém não há evidência científica suficiente. O risco ocorre na decolagem e pouso, sendo perigoso pela ausência de atendimento médico nestas circunstâncias (COKER, 2002).

Alguns autores consideram liberação para o voo após 1 semana da drenagem e resolução do pneumotórax. Em caso de origem traumática, cirurgia torácica não-complicada ou derrame pleural é prudente esperar 2 semanas. É necessário realizar uma radiografia de tórax antes da viagem para confirmar a expansão pulmonar (RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011).

No entanto, estudos mostraram que a recidiva é maior no primeiro ano após o evento, principalmente nos pacientes com doença pulmonar pré-existente, e quando é realizada a pleurodese não química. A pleurodese cirúrgica parece estar relacionada a baixas taxas de recorrência e não configura restrições. Ainda assim, estes pacientes necessitam realizar aconselhamento médico antes do voo. Portanto, pacientes com doença pulmonar crônica devem evitar voos até um ano após quadro de pneumotórax (COKER, 2002).

### 3.7 MALFORMAÇÕES PULMONARES CÍSTICAS

O pediatra deve informar aos pais que existe risco de barotrauma, ou seja, complicação com rotura e pneumotórax, nas crianças com lesões císticas fechadas, uma vez que aumenta o volume do ar intralesional com a diminuição da pressão atmosférica (RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011).

No entanto, no caso de cisto intrapulmonar com comunicação com a via aérea, esse risco é praticamente inexistente (RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011).

Os pacientes portadores de cistos pulmonares ou que foram submetidos à cirurgia torácica recente, portanto, requerem avaliação cuidadosa, já que estão submetidos ao fenômeno da aerodilatação (RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011).

### 3.8 HIPERTENSÃO PULMONAR

Na hipertensão pulmonar primária e secundária existe o risco de vasoconstrição do leito pulmonar, com insuficiência cardíaca direita. Se classificada como leve, deve-se administrar O<sub>2</sub> complementar durante a viagem. Se considerada grave (graus III e IV), constitui uma

contraindicação ao voo (RODRIGUEZ DE TORRES et al., 2011).

### 3.9 TESTE DE HIPÓXIA E USO DE O<sub>2</sub> COMPLEMENTAR

Em 2002, Coker publicou recomendações para passageiros com doença respiratória crônica, proporcionando *screening* útil para uma avaliação médica prévia. No entanto, enquanto estas orientações são bem fundamentadas com estudos clínicos para adultos, o mesmo não ocorre para crianças (UDOMITTIPONG et al., 2006).

Segundo Coker (2002), recém-nascidos, incapazes de realizar teste espirométrico, devem esperar até uma semana de vida antes de serem autorizados a voar. Os pacientes ex-prematuros que adquirem infecção respiratória não devem viajar até a idade de 6 meses. Lactentes com história pregressa de patologia respiratória no período neonatal devem ser consultados por pediatra e o teste de hipóxia pré-voos deve ser considerado. O mesmo deve ser realizado nas crianças maiores com afecções respiratórias crônicas e FEV1 (volume expiratório final em 1 segundo, ou seja, o volume exalado durante o primeiro segundo de uma expiração forçada iniciada com a capacidade pulmonar total) menor que 50% do esperado (UDOMITTIPONG et al., 2006).

O conhecimento sobre o uso de testes de hipóxia em crianças é escasso (BUCHDAHL et al., 2001; CANADIAN PAEDIATRIC SOCIETY, 2007). Por outro lado, também existe pouca informação sobre as indicações de O<sub>2</sub> complementar para crianças com pneumopatias e que são submetidas à atividade aérea (BUCHDAHL et al., 2001). De acordo com a atualização da British Thoracic Society (BTS) de 2004, uma queda na saturação de O<sub>2</sub> < 90% no decorrer do teste para estas crianças aponta para a necessidade do uso de O<sub>2</sub> complementar durante o voo (UDOMITTIPONG et al., 2006).

Parkins *et al* estudou 34 crianças saudáveis entre 1 a 6 meses de idade durante teste de hipóxia e relatou que a saturação de O<sub>2</sub> média passou de 97,6% a 92,8%. Destas, 4 tiveram dessaturação acentuada, abaixo de 80% (UDOMITTIPONG et al, 2006).

Buchdahl *et al.* (2001) descreveu o uso de testes de hipóxia em uma série de casos de 20 crianças com histórico de doença respiratória. Dezoito pacientes tiveram saturação de O<sub>2</sub> basal normal (> ou = 95%). Destes, 6 apresentaram dessaturação abaixo de 90% e 1 abaixo de 85%. A conclusão foi de que crianças com história de doença pulmonar crônica podem ter saturação em ar ambiente normal, mas podem

dessaturar significativamente quando expostos a O<sub>2</sub> a 15%. Logo, estão sob risco de hipóxia durante o voo e devem ser aconselhados para o uso de O<sub>2</sub> complementar (UDOMITTIPONG et al, 2006; CANADIAN PAEDIATRIC SOCIETY, 2007).

Crianças com fatores de risco conhecidos (hipoxemia, hipercapnia, DPOC ou doença pulmonar restritiva, uso atual de O<sub>2</sub> complementar, história de dificuldade respiratória em voo anterior, reagudizações recentes de doenças pulmonares crônicas ou outras patologias de base crônicas) devem ser cuidadosamente avaliadas, inclusive com dosagem da pressão parcial de CO<sub>2</sub>, que pode sugerir uma reserva pulmonar pequena, levando a riscos potenciais em grandes altitudes (CANADIAN PAEDIATRIC SOCIETY, 2007).

Em geral, por motivo de segurança, os pacientes não podem levar seus cilindros de O<sub>2</sub> cheios, mas podem levá-los vazios. As companhias aéreas disponibilizam o O<sub>2</sub>, porém os fluxos são fixos (2 a 4 L/min), e os custos são variáveis. Hoje estão disponíveis concentradores de O<sub>2</sub> portáteis, que permitem o uso durante a decolagem e o pouso, em ambientes externos (terminais e escalas) e maior mobilidade dentro da aeronave (COKER, 2002).

#### **4 RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA O VOO SEGURO**

1) Uma consulta médica pré-voo com pediatra é altamente aconselhável.

2) Um relatório deve ser elaborado e oferecido aos pais, contendo o trajeto a ser percorrido pelo paciente, as necessidades de logística ou transporte, a descrição detalhada das patologias de base da criança, a condição médica atual, a necessidade de medicação ou materiais médicos (agulhas, seringas, O<sub>2</sub>, cilindros), bem como um plano de ação em caso de emergência, inclusive contendo o contato do seu médico particular.

3) Uso de O<sub>2</sub> complementar caso a caso, conforme a necessidade, com a devida autorização e acordo prévio junto à companhia aérea.

#### **CONCLUSÃO**

Após extensa revisão do assunto, podemos concluir que existem poucas contraindicações absolutas para a atividade aérea em crianças com doenças pulmonares crônicas. No entanto, é notório que os estudos existentes na literatura carecem de maior evidência científica. Com a finalidade de melhorar o conhecimento na área, vários autores sugerem a realização de mais estudos, visando esclarecer os seguintes pontos de lacuna: a definição do real valor preditivo dos testes de hipóxia, espirometria e de esforço, em diferentes grupos de pacientes com doença pulmonar crônica; as especificidades de cada doença em particular, pois cada uma tem fisiopatologia própria, o que pode levar a diferentes respostas à hipóxia; o efeito da baixa umidade na cabine na via aérea; as diferenças encontradas nos trajetos de longa e curta distância; os efeitos do voo na doença intersticial difusa e os benefícios de adiar viagens para aquelas crianças em que o risco de complicações reduz com o tempo. A BTS recomenda ainda a criação de um sistema nacional de informações de incidentes médicos para coleta de dados.

Em suma, para a realização de um voo seguro, é necessária rigorosa avaliação pré-voo, pois além destes pacientes possuírem as particularidades anatomofisiológicas da faixa etária pediátrica, são portadores de patologias específicas com alto potencial para reagudizações. O pediatra deve levar em consideração a história do paciente, com informações do período neonatal (tipo de parto, idade gestacional, presença de doença respiratória e necessidade de oxigenioterapia) e sua condição clínica atual, com dados dos antecedentes de saúde como número de episódios passados de infecção respiratória; data da última exacerbação; uso de medicações de resgate e contínuas; uso de O<sub>2</sub> complementar; valor da saturação basal de O<sub>2</sub>; função pulmonar e resultado do teste de hipóxia, com a finalidade de aconselhar corretamente sobre os riscos e medidas terapêuticas necessárias.

## REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, D. X. et al. **Medical guidelines for air travel**. 2. ed. ASMA, v. 74, n. 5, seção II, 2003.
- COKER, R. **Managing passengers with respiratory disease planning air travel**: British Thoracic Society recommendations. *Thorax*, London, v. 57, n. 4, p. 289-304, 2002. Disponível em: <<http://thorax.bmj.com/content/57/4/289.full.pdf+html>>. Acesso em: 02 abr. 2012
- BUCHDAHL, R. M. et al. **Predicting hypoxaemia during flights in children with cystic fibrosis**. *Thorax*, London, v. 56, n. 11, p. 877-879, 15 jun. 2001. Disponível em: <<http://thorax.bmj.com/content/56/11/877.full.pdf+html>>. Acesso em: 02 abr. 2012.
- CANADIAN PAEDIATRIC SOCIETY. **Air travel and children's health issues**. *Paediatric Child Health*, Ottawa, v. 12, n. 1, p. 45-50, 1 jan. 2007. Disponível em: <<http://www.cps.ca/english/statements/CP/cp07-01.htm>>. Acesso em: 02 abr. 2012.
- HALL, G. L. et al. **Assessing fitness to fly in young infants and children**. *Thorax*, London, v. 62, n. 3, p. 278-279, 2007.
- LOUIE, D.; PARÉ, P. D. Physiological changes at altitude in nonasthmatic and asthmatic subjects. **Canadian Respiratory Journal**, Ontario, v. 11, n. 3, p. 197-199, 3 abr. 2004.
- PICKARD, J. S.; GRAY, G. W. Fundamentals of aerospace medicine. In: **Respiratory diseases: aeromedical implications**. 4. ed. Filadélfia: Lippincott Williams e Wilkins, 2008. cap. 12, p. 306-317.
- RESNICK, S. M. et al. The hypoxia challenge test does not accurately predict hypoxia in flight in ex-preterm neonates. **Chest**, Northbrook, v.133, p. 1161-1166, 05 mai. 2008.
- RODRIGUEZ DE TORRES, O. B. et al. Recomendaciones previas al vuelo y a viajes com exposición a altitud em pacientes com patologia respiratória. **Anales de pediatria**, Barcelona, v. 75, n. 1, p. 64.e1.e11, 22 mar. 2011.
- SAMUELS M. P.; **The effects of flight and altitude**. *Archives of Disease in Childhood*, Staffordshire do Norte, v. 89, p. 448-455, 11 mar. 2004.
- SANTOS, V. C. **Anuário 2010**: anuário do transporte aéreo. 1. volume único. Disponível em:<[www.anac.gov.br](http://www.anac.gov.br)>. Acesso em: 21 ago 2011.
- TEMPORAL, W. F. Lei dos gases. Capítulo II. Páginas 43-50. In:\_\_\_\_\_. **Medicina aeroespacial**. Rio de Janeiro: Luzes, 2005.
- TEMPORAL, W. F. Respiração e circulação. Capítulo IV. Páginas 79-89 In:\_\_\_\_\_. **Medicina aeroespacial**. Rio de Janeiro: Luzes, 2005.
- TEMPORAL, W. F. Hipóxia. Capítulo V. Páginas 91-102. In:\_\_\_\_\_. **Medicina aeroespacial**. Rio de Janeiro: Luzes, 2005.
- UDOMITTIPONG, K. et al. **Pre-flight testing of preterm infants with neonatal lung disease**: a retrospective review. *Thorax*, London, v. 61, n. 4, p. 343-347, 11 jan. 2006.