

Artigo Original

Resistência de vias aéreas em crianças medida pela técnica do interruptor: valores de referência*

Airway resistance in children measured using the interrupter technique: reference values

Viviane Viegas Rech¹, Paula Cristina Vasconcellos Vidal², Hilário Teixeira de Melo Júnior³, Renato Tetelbom Stein⁴, Paulo Márcio Condessa Pitrez⁵, Marcus Herbert Jones⁶

Resumo

Objetivo: A técnica do interruptor é usada para determinar *interrupter resistance* (Rint, medida de resistência das vias aéreas através da técnica do interruptor) durante respiração tranqüila. Este método não-invasivo requer mínima cooperação e, por isso, pode ser útil para avaliar obstrução de vias aéreas em crianças não-colaborativas. Não existem dados publicados de valores de referência para Rint na população brasileira até o momento. O objetivo deste estudo foi definir uma equação para prever a resistência das vias aéreas pela técnica do interruptor em crianças saudáveis de 3 a 13 anos de idade. **Métodos:** Este estudo transversal prospectivo com crianças pré-escolares e escolares em Porto Alegre, Brasil, mensurou Rint durante pico de fluxo expiratório no volume corrente. **Resultados:** Cento e noventa e três crianças completaram as medidas. Estatura, peso corporal e idade mostraram correlação significativa e independente com Rint na análise univariada usando regressão linear. A regressão múltipla com estatura, peso corporal, idade e gênero como variáveis resultou em um modelo no qual somente estatura e peso corporal foram significativos e independentes para predizer Rint. Colinearidade foi identificada entre estatura, peso corporal e idade. **Conclusões:** Valores e equação de referência para Rint em crianças saudáveis foram obtidos e são relacionados a estatura.

Descritores: Testes de função respiratória; Resistência das vias respiratórias; Técnicas de diagnóstico do sistema respiratório; Obstrução das vias respiratórias/diagnóstico; Valores de referência.

Abstract

Objective: The interrupter technique is used for determining interrupter resistance (Rint) during quiet breathing. This noninvasive method requires minimal cooperation and can therefore be useful in evaluating airway obstruction in uncooperative children. To date, no reference values have been determined for Rint in a Brazilian population. The objective of this study was to define a prediction equation for airway resistance using the interrupter technique for healthy children aged 3-13 years. **Methods:** This was a prospective, cross-sectional study involving preschool and school children in Porto Alegre, Brazil, in whom Rint was measured during peak expiratory flow. **Results:** One-hundred and ninety-three children were evaluated. Univariate analysis using linear regression showed that height, weight and age correlated significantly and independently with Rint. Multiple regression with height, weight, age and gender as variables resulted in a model in which only height and weight were significant, independent predictors of Rint. Collinearity was identified among height, weight and age. **Conclusions:** Reference values and an equation for calculating Rint in healthy children were obtained and are adjusted for height.

Keywords: Respiratory function tests; Airway resistance; Diagnostic techniques, respiratory system; Airway obstruction/diagnosis; Reference values.

* Trabalho realizado no Programa de Pós-graduação em Pediatria/Saúde da Criança. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS – Porto Alegre (RS) Brasil.

1. Professora do Curso de Fisioterapia. Universidade Luterana do Brasil – ULBRA – Canoas (RS) Brasil.

2. Aluna do Curso de Pós-graduação em Pediatria/Saúde da Criança. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS – Porto Alegre (RS) Brasil.

3. Mestre em Saúde da Criança. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS – Porto Alegre (RS) Brasil.

4. Professor Adjunto do Departamento de Pediatria. Faculdade de Medicina da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – FAMED/PUCRS – Porto Alegre (RS) Brasil.

5. Professor do Departamento de Pediatria. Faculdade de Medicina da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – FAMED/PUCRS – Porto Alegre (RS) Brasil.

6. Professor da Faculdade de Medicina da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – FAMED/PUCRS – Porto Alegre (RS) Brasil.

Endereço para correspondência: Viviane Viegas Rech. Wienerstrasse, 160B/10, 8020, Graz, Áustria.

Tel 43 67 6308-7893. E-mail: vivirech@hotmail.com

Apoio financeiro: este trabalho foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Recebido para publicação em 7/4/2007. Aprovado, após revisão, em 30/1/2008.

Introdução

Os testes de função pulmonar permitem avaliar a presença de distúrbio ventilatório e estimar a gravidade da doença respiratória. Além disso, entre outros objetivos, eles possibilitam o monitoramento do progresso e da resposta dos indivíduos a intervenções.^(1,2)

A avaliação dos distúrbios ventilatórios em adultos é geralmente feita com manobras expiratórias forçadas (espirometria). Em casos especiais, as medidas de volumes são realizadas através da pletismografia.⁽³⁾

A espirometria, entretanto, requer habilidade e cooperação do indivíduo para sua realização adequada. Em crianças menores de 7 anos de idade, mesmo com o uso de equipamentos com incentivo animado e a qualificação dos avaliadores, os resultados nem sempre são seguros e reprodutíveis.⁽²⁻⁴⁾

Já a pletismografia tem se apresentado como um método sensível e reprodutível para estimar a mudança do calibre dos brônquios. O equipamento, porém, é caro, exige mais do operador e requer da criança uma série de manobras respiratórias que nem sempre são adequadamente executadas.⁽³⁾

Em contraste com os testes citados, *interrupter resistance* (Rint, medida de resistência das vias aéreas através da técnica do interruptor) pode fornecer informações úteis sobre função pulmonar e exigir mínima compreensão e coordenação ativa.^(5,6)

Trata-se de um teste não-invasivo para a estimativa da resistência ao fluxo (avaliação do calibre das vias aéreas), que é importante na determinação da função pulmonar.^(7,8)

A medida se baseia no princípio de que o fluxo de ar é interrompido por um breve período, no qual ocorre um rápido equilíbrio entre a medida de pressão na boca e a pressão alveolar. Através de Rint, registramos o fluxo expiratório imediatamente antes da oclusão pelo obturador e também a pressão na boca imediatamente após a oclusão. A resistência das vias aéreas é calculada dividindo-se a mudança na pressão na boca pelo fluxo expiratório.⁽⁹⁻¹¹⁾ Na Figura 1, apresentamos um diagrama simplificado do funcionamento de Rint e a análise dos dados de pressão e fluxo obtidos durante a manobra. Em pulmões saudáveis, o equilíbrio entre as pressões na boca e a pressão alveolar é quase instantânea. Quando existe aumento da resistência ao fluxo aéreo e da complacência das vias aéreas

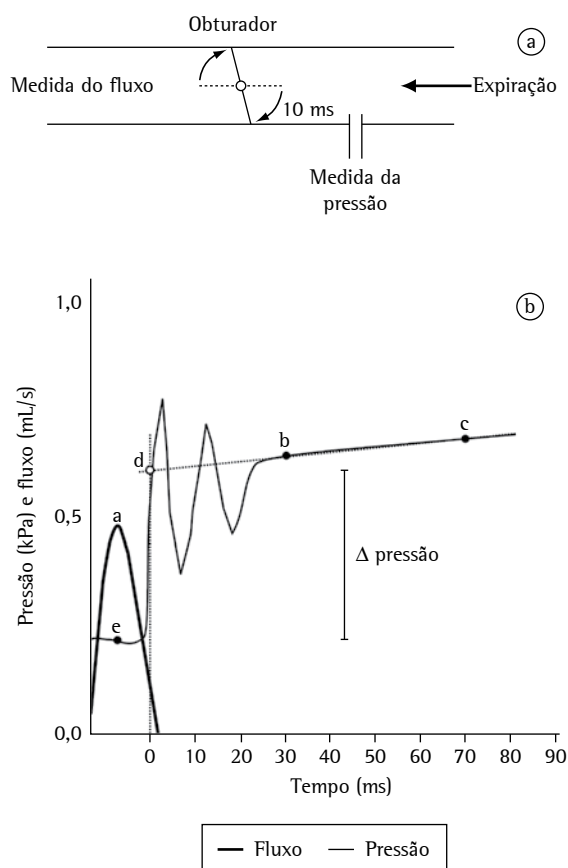


Figura 1 - Diagrama do equipamento e da análise dos dados. 1A. Diagrama esquemático do equipamento. O obturador é fechado em aproximadamente 10 ms; o fluxo (imediatamente antes do início do fechamento) e a pressão quando a oclusão está completa são registradas. 1B. Traçado obtido em 100 ms de oclusão e análise por retroextrapolação linear. Após o início da oclusão (ponto a, mostrado na curva expiratória) observa-se uma rápida redução no fluxo expiratório e uma elevação abrupta na pressão na boca, seguida de uma série de oscilações de alta frequência. Estas oscilações ocorrem devido à inércia e à compressibilidade da coluna de ar nas vias aéreas e dificultam a medida direta da pressão no momento preciso da oclusão. No momento da oclusão completa (ponto d), que ocorre aproximadamente 10 ms após o início (ponto a), a pressão na boca é estimada por retroextrapolação linear, usando a pressão medida 30 e 70 ms após (pontos b e c) como pontos de referência, quando não há mais oscilações rápidas na pressão. A resistência pelo método do interruptor é calculada pela razão entre o fluxo medido no ponto a e a diferença (delta pressão) entre a pressão pré-oclusão (ponto e) e após oclusão (ponto d).

superiores, o tempo de equilíbrio da pressão, após a interrupção, pode ser mais prolongado.^(9,12)

Valores de referência em crianças saudáveis, a partir da técnica do interruptor, têm sido desenvolvidos com o uso de equipamentos disponíveis comercialmente para Rint. O uso do equipamento da Micro Medical (Micro Medical Ltd, Rochester, Kent, Reino Unido) foi referido em publicações por grupos na Holanda^(8-11,13), Itália⁽⁵⁾ e Inglaterra.⁽¹⁴⁾ Utilizando-se o equipamento da Jaeger (Würzburg, Alemanha), foram publicadas equações de referência na Holanda.^(3,15) Na França, foram publicados valores de referência para crianças caucasianas, utilizando um instrumento comercialmente indisponível (Spiroteq apparatus; Dyn'R Ltd, Toulouse, França).⁽¹⁶⁾

Existem evidências de que, mesmo com equipamentos iguais, usados sob condições e calibração controladas cuidadosamente, os resultados de testes de função pulmonar possam ser diversos. A hipótese de que as populações realmente sejam diferentes entre si, geneticamente ou quanto à saúde em geral, tem sido discutida.⁽¹⁷⁾ Essas diferenças observadas entre os resultados reforçam a importância de que equações locais, geradas a partir de controles saudáveis, sejam usadas na análise dos estudos clínicos.

Uma equação de referência para Rint em crianças brasileiras ainda não foi gerada. A partir da geração da equação de valores previstos e respectivos intervalos de confiança será possível a sua aplicação na prática clínica e em pesquisa.

Dessa forma, o propósito desse estudo foi estabelecer uma equação para prever a resistência das vias aéreas em crianças de 3 a 13 anos de idade, em Porto Alegre (RS), usando a técnica do interruptor.

Métodos

Este estudo apresenta um delineamento transversal, analítico e prospectivo. Os valores de referência da medida da resistência das vias aéreas pela técnica do interruptor foram obtidos a partir de crianças saudáveis, selecionadas por conveniência e de forma consecutiva em quatro escolas infantis e em duas escolas de ensino fundamental de Porto Alegre (89,7% de crianças oriundas de escolas públicas e 10,3% de escolas privadas).

Foram excluídas do estudo crianças portadoras de doenças pulmonares crônicas (asma e/ou

sibilância recorrente), doenças ou sintomas respiratórios agudos relatados ou observados durante a medida da Rint, anormalidades esqueléticas e neuromusculares, assim como crianças com história de prematuridade, definida como nascimento antes de 37 semanas de gestação.

Pais e responsáveis preencheram o termo de consentimento informado e um questionário adaptado e validado para doenças respiratórias, recomendado pela *American Thoracic Society* e *Division of Lung Diseases* (ATS-DLD-78-C).⁽¹⁸⁾ Também foram coletados dados perinatais e sobre exposição ao tabagismo. A coleta ocorreu entre abril de 2005 e fevereiro de 2006.

Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital São Lucas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Quanto à realização de Rint, as medidas foram feitas com equipamento portátil denominado MicroRint® (Micro Medical Ltda, Rochester, Kent, Reino Unido).

Através do MicroRint®, o fluxo é medido imediatamente antes da válvula fechar. Durante a respiração em volume corrente, o obturador fecha automaticamente após 10 ms do pico de fluxo expiratório e permanece fechada até 100 ms. A pressão é medida usando dois pontos no método de retro-extrapolação linear.^(5,14,15)

A calibração de fluxo e pressão do MicroRint® foi executada a cada 50 medidas, com precisão de 1%, utilizando um manômetro e uma seringa de 3 L.

As medidas foram realizadas com filtro comercial para Rint por razões de higiene e para prevenir alterações no pneumotacógrafo devido à saliva (mudança a cada duas medidas).⁽¹³⁾

Quanto aos procedimentos e mensurações utilizados no estudo, as crianças foram classificadas como saudáveis de acordo com a resposta dos pais ao questionário enviado. As medidas foram feitas em uma sala da escola.

O peso corporal foi medido utilizando-se balança Glicomed modelo pessoal digital EB710 (Glicomed, Rio de Janeiro, Brasil), e a estatura foi determinada através de um estadiômetro da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, com precisão de 1 mm.

A medida de Rint foi feita com a criança na posição sentada e confortável, de forma voluntária, durante respiração espontânea e tranqüila, utili-

zando bocal descartável de 2,5 cm de diâmetro. A criança foi instruída a colocar o clipe nasal, fechar os lábios ao redor do bocal e posicionar a língua sob o bocal. A face e o queixo foram suportados pelas mãos do investigador para prevenir a perda de energia e reduzir o efeito de complacência das vias aéreas superiores. A cabeça foi mantida em posição neutra (pescoço levemente estendido).^(8,16,19) Pesquisadores treinados no método realizaram as medidas.

O avaliador realizou uma medida de demonstração antes da mensuração da criança, para familiarizá-la com a ação de fechamento durante a interrupção da válvula (som).⁽¹²⁾ As crianças ouviram durante o teste o conto de uma história infantil, na tentativa de reduzir a ansiedade e prevenir respiração anormal.⁽²⁰⁾

Dez interrupções ao fluxo de ar foram feitas no pico de fluxo da expiração não-forçada, de forma seqüencial em dez ciclos respiratórios consecutivos e obtidas durante mensuração tecnicamente satisfatória.^(20,21) Elas ocorreram em frequência aleatória e automática (independentemente do investigador), sendo que a criança não pôde antecipar o momento da medida, mas pôde ouvir o fechamento do obturador.^(14,22) Através dos valores obtidos de Rint, a mediana foi calculada e considerada como a medida do indivíduo.^(14,16) A mensuração foi considerada com sucesso se, no mínimo, cinco medidas adequadas fossem obtidas e quando o coeficiente de variação das medidas fosse $\leq 20\%$.^(16,23,24)

Na execução da medida, foram evitados escapes pelo bocal, extrema extensão ou flexão do pescoço, fechamento das cordas vocais, padrão respiratório irregular, movimentos durante o fechamento do obturador, respiração que não fosse completamente tranqüila, tosse, deglutição e espirro (fluxo excessivo devido à expiração forçada da criança). Caso ocorressem esses fatos, a medida era rejeitada.^(8,19)

Quanto à análise dos dados, como a medida da força de associação linear entre variáveis contínuas foi realizada, o cálculo da amostra foi feito visando um coeficiente de correlação em estudo transversal. Como se pretendia determinar no estudo se o coeficiente de correlação era diferente de zero (coeficiente de correlação esperado igual a 0,25), para um α bidirecional igual a 0,05 e β igual a 0,10, o tamanho da amostra calculado foi de 164 crianças.⁽²⁵⁾ Os dados nominais foram apresentados através de frequência absoluta e porcentagens

e os dados contínuos através de média aritmética e desvio-padrão.

Para o desenvolvimento da equação de predição, que permite calcular a resistência das vias aéreas, tomando como base as variáveis independentes idade, peso, gênero e estatura, foi utilizada a análise de regressão linear múltipla.

A distribuição dos dados foi avaliada quanto à normalidade e à homocedasticidade, e a tendência linear foi verificada. A análise de colinearidade também foi realizada. A reta de regressão foi estimada, e o intervalo de 95% para predição foi determinado.⁽²⁶⁾

Os dados foram analisados utilizando-se o software *Statistical Package for the Social Sciences* versão 11.0. Valores de p menor que 0,05 foram considerados estatisticamente significativos.

Resultados

Entre abril de 2005 e fevereiro de 2006, obtivemos 349 questionários contendo os dados da história respiratória de crianças de 3 a 13 anos. Destes, 152 (43,6%) eram crianças com história de nascimento prematuro e/ou sibilância e foram excluídos do estudo.

Dos 197 considerados sadios do ponto de vista respiratório, 4 crianças (2%) não conseguiram realizar a medida de Rint adequadamente ou se negaram a participar. Medidas aceitáveis de Rint foram obtidas em 193 crianças, sendo que 86 dessas (44,6%) eram meninos. Quanto ao tabagismo dos pais ou responsáveis, 11 desses (5,7%) omitiram a resposta, 84 (43,5%) declararam-se ambos não-fumantes e 98 (50,8%) eram tabagistas. No total de famílias incluídas no estudo, 50 pais (25,9%) eram fumantes, 48 mães (24,9%) fumavam, e somente 21 casais (11,54%) na mesma família fumavam. Outros 43 membros da família ou responsáveis (22,3%) também eram fumantes.

As características demográficas e os dados de Rint da população em estudo são apresentados na Tabela 1.

São apresentados na Tabela 2 os resultados da regressão linear múltipla de Rint (variável dependente) para estatura, idade, peso corporal e gênero.

A partir desses resultados (associação significativa com Rint somente das variáveis estatura e peso corporal), foi realizada a análise de colinearidade. A avaliação do fator de inflação da variância

Tabela 1 – Características demográficas e medida da resistência das vias aéreas através da técnica do interruptor da população de referência.

Idade (n)	Gênero, M:F	Estatura, ^a cm	Peso corporal, ^a kg	Rint, ^a kPa/Ls
3 5 (15)	4:11	105,05 ± 6,14	17,25 ± 3,15	0,88 ± 0,15
5 7 (44)	25:19	119,12 ± 6,88	23,88 ± 4,81	0,77 ± 0,17
7 9 (52)	21:31	128,81 ± 6,20	29,89 ± 7,32	0,64 ± 0,16
9 11 (62)	26:36	141,24 ± 8,26	38,70 ± 10,88	0,57 ± 0,13
11 13 (20)	10:10	152,91 ± 6,62	49,66 ± 10,99	0,52 ± 0,15

^aDados apresentados como média ± desvio-padrão. M: masculino; F: feminino; Rint: medida de resistência das vias aéreas através da técnica do interruptor.

mostrou-se maior que 10 para a variável estatura, a média dos fatores de inflação da variância foi substancialmente maior que 1, sendo que a tolerância foi menor que 0,2 para idade e menor que 0,1 para estatura. Esses aspectos confirmaram a presença de colinearidade no modelo.⁽²⁷⁾

A variável idade apresentou grande correlação ($r = 0,92$) com estatura, o que poderia ser a causa de colinearidade. Além disso, como idade e gênero não alcançaram significância estatística na análise de regressão múltipla apresentada (Tabela 2), essas variáveis foram retiradas do modelo e foi realizada nova análise de regressão. Utilizando somente estatura e peso corporal como variáveis independentes para prever Rint, foi obtido um coeficiente de determinação (R^2) de 0,41 e a colinearidade foi novamente verificada.

Dessa forma, foi desenvolvido um modelo simplificado com apenas estatura como variável independente. Os dados obtidos na análise de regressão linear simples de Rint (variável dependente) com estatura foram os seguintes: o intercepto apresentou coeficiente de regressão de 1,613 e erro-padrão de 0,095. A estatura (em cm) teve coeficiente

de regressão de $-0,0073$, erro-padrão de 0,001 e coeficiente de regressão padronizado de $-0,593$.

Neste modelo citado acima e apresentado na Figura 2, verificamos uma redução estatisticamente significativa ($p < 0,0001$) de Rint, em relação ao crescimento. A estatura, isoladamente, explica 35% da variância de Rint.

Uma análise utilizando somente peso corporal como variável também foi realizada. Porém, sem o ajuste pela estatura, Rint (variável dependente) diminuiu com o aumento do peso corporal, explicando somente 15% da variância.

Quanto à variável idade, quando foi realizada uma análise univariada para verificar a dependência de Rint, foi observada uma correlação estatisticamente significativa entre as variáveis, e a variância explicada foi de 35%.

A equação de regressão linear (análise múltipla) mais econômica para prever Rint na população desse estudo foi:

- Rint (kPa/L.s) = $1,613 + (-0,0073 \cdot \text{estatura em cm})$
- $R^2 = 0,35$; desvio-padrão residual = 0,15

Discussão

Esse estudo é o primeiro a considerar valores e uma equação de referência para Rint na população brasileira. Além disso, outros resultados puderam ser confirmados. Primeiro, confirmou-se que a técnica do interruptor pode ser facilmente realizada em crianças em idade pré-escolar e escolar, pois a aceitabilidade foi excelente (insucesso = 2%). Esse aspecto tem sido levantado em vários trabalhos utilizando Rint como medida de função pulmonar; por isso, há o grande interesse em seu uso em pesquisa clínica e epidemiológica em crianças.^(5,8) Em segundo lugar, Rint está significativa e independentemente associado à estatura, à idade e ao peso. O cresci-

Tabela 2 – Análise de regressão linear múltipla das características físicas e da medida de resistência das vias aéreas através da técnica do interruptor.

Variável	b	Erro-padrão	β
Intercepto	1,877	0,197	-
Estatura (cm)	-0,01032	0,002	-0,838*
Idade (anos)	-0,01432	0,012	-0,176
Peso corporal (kg)	0,00705	0,002	0,473*
Gênero (M = 0; F = 1)	0,01495	0,020	0,041

* $p < 0,0001$. $R^2 = 0,42$; desvio-padrão do resíduo = 0,14; $n = 193$. R^2 : coeficiente de determinação; b: coeficiente de regressão; β : coeficiente de regressão padronizado; M: masculino; F: feminino.

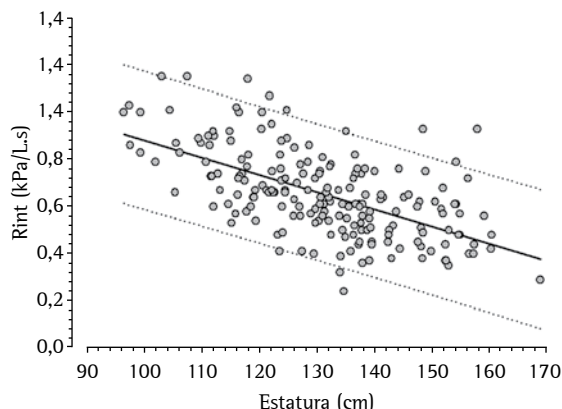


Figura 2 - Regressão linear da medida de resistência das vias aéreas através da técnica do interruptor (Rint) versus estatura. A linha sólida indica a regressão linear, e as linhas pontilhadas indicam o intervalo para predição de 95%.

mento somático reduz a resistência das vias aéreas, sendo correlacionado com a idade, e o aumento de peso tem efeito oposto quando ajustado pela estatura. Essa observação está em concordância com

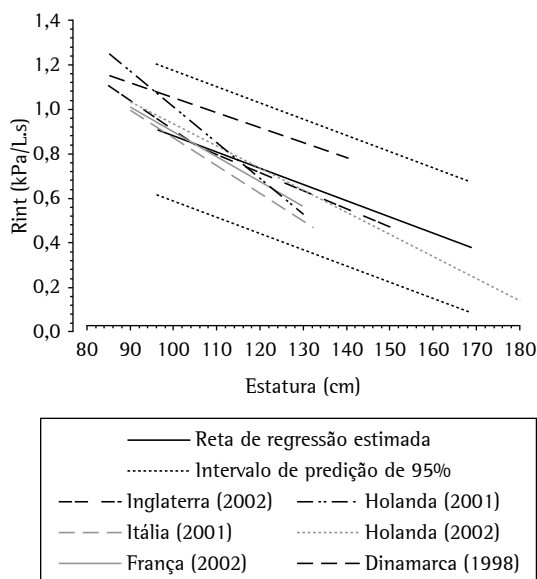


Figura 3 - Equações de regressão linear da medida de resistência das vias aéreas através da técnica do interruptor (Rint) versus estatura. Comparação de equações de regressão linear de Rint versus estatura. A linha sólida indica a regressão linear, e as linhas pontilhadas indicam o intervalo para predição de 95% da equação gerada neste estudo.

publicações recentes sobre a associação de doenças obstrutivas e obesidade.^(28,29)

Quanto aos sujeitos que participaram dessa investigação, a exclusão de crianças nascidas prematuramente foi necessária pelas anormalidades de crescimento e de dinâmica das vias aéreas referidas na literatura.⁽¹⁶⁾

Em relação aos valores de referência de Rint propriamente ditos, em concordância com a maioria dos estudos,^(5,13,15,16) o modelo linear, quando testado, foi considerado melhor do que o modelo exponencial para descrever as relações entre estatura e Rint.^(8,14)

Em nossos resultados, observamos uma correlação inversa significativa com estatura, achado consistente com valores de referência já publicados para Rint, assim como com estudos de resistência das vias aéreas medidas por pletismografia. O argumento fisiológico para o uso da estatura como variável independente é que Rint reflete o aumento das dimensões das vias aéreas durante o crescimento.^(13,15)

Também observamos uma associação entre peso corporal e Rint. Após ajustar a análise de regressão múltipla para a estatura, o peso apresentou associação estatisticamente significativa com a resistência das vias aéreas. Recentemente, o interesse científico pela associação entre asma brônquica e obesidade tem ocorrido, pois tal relação só foi detectada a partir do aumento da prevalência da obesidade e, conseqüentemente, no estudo de grandes bases populacionais documentando essa associação.⁽²⁸⁾ Os estudos sobre o assunto ainda são limitados, e ainda não se determinou se existe relação causal entre obesidade e asma.⁽²⁹⁾

A variável independente, idade, também tem sido utilizada e considerada adequada para prever Rint.⁽¹⁴⁾ No presente estudo, a idade não demonstrou significância estatística na análise de regressão múltipla para Rint após o ajuste para estatura. Isoladamente, demonstrou boa variância explicada para prever Rint; porém, devido à alta colinearidade com estatura, não acrescenta poder ao modelo.

Além disso, a colinearidade também pode trazer problemas ao modelo, tais como dificuldades na avaliação da importância de cada variável na estimativa e o aumento da variância do coeficiente de regressão. Essa alteração na variância desse coeficiente pode gerar uma equação de predição

instável, ou seja, que estime valores de coeficiente de regressão que irão variar para cada amostra.⁽²⁷⁾

Na Figura 3, apresentamos seis equações de referência previamente publicadas e a equação gerada neste estudo. Observa-se uma boa concordância entre a maioria das equações, apresentando pequenas diferenças tanto no intercepto quanto na inclinação.

A relação de Rint e estatura foi descrita linearmente na maioria das análises, com exceção de um estudo realizado na Inglaterra,⁽¹⁴⁾ em que é descrita através de modelo exponencial.

Assim, na equação de referência de Rint, publicada para Holanda em 2001, com maior inclinação ($b = -0,0160$), existe maior influência do crescimento do indivíduo (estatura) na queda da resistência das vias aéreas.⁽¹³⁾

Já no outro extremo, em um estudo na Dinamarca, a inclinação da reta é menor ($b = -0,0067$) e, portanto, a influência da estatura no modelo de regressão é menor.⁽¹⁵⁾ Neste trabalho, foi utilizado outro algoritmo para o cálculo da medida de Rint, através do método do interruptor aberto. Assim, a pressão medida (imediatamente antes que a válvula fosse reaberta) é mais alta do que a calculada através de equipamentos que utilizam dois pontos anteriormente medidos para extrapolação.⁽¹⁴⁻¹⁶⁾ Além disso, foi utilizada máscara com bocal adaptado na coleta de dados. Como a oclusão inspiratória foi programada para ocorrer 50 mL acima da capacidade residual funcional, com o aumento da estatura, as interrupções podem ter ocorrido em níveis de inflação cada vez menores. Isso explicaria a mais baixa inclinação de sua equação de referência.⁽⁸⁾

Quanto à variância explicada (R^2), em ordem crescente, verifica-se que o estudo realizado na Itália tem a menor variância explicada pela análise de regressão realizada (14%),⁽⁵⁾ seguido pelo trabalho na Dinamarca (21%),⁽¹⁵⁾ pelo nosso estudo (35%) e pelos dois estudos realizados na Holanda^(8,13) nos anos 2001 e 2002 (40% e 59%, respectivamente).

No estudo na Itália,⁽⁵⁾ a baixa variância explicada pela equação de referência pode ser justificada pela diferença da padronização da técnica—não houve suporte da face.

O padrão de medida realizado em nosso estudo e nas investigações feitas na Holanda^(8,13) foi similar, bem como o uso do mesmo equipamento.

Os diferentes resultados entre os estudos podem representar diferenças entre equipamentos,

algoritmos, composição genética diversa ou simplesmente condições de saúde das populações, ou seja, reais diferenças nas populações.

Em uma publicação que comparou os coeficientes de regressão das equações dos estudos na França e na Itália, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas.⁽¹⁶⁾ No estudo realizado na Holanda, não foi relatada variabilidade do coeficiente de regressão; portanto, comparações com outros modelos não puderam ser realizadas. Aparentemente, o intercepto e a inclinação são maiores do que nos demais estudos.

Entre as limitações deste estudo, podemos destacar o seguinte: a determinação do grupo de crianças saudáveis foi realizada através de questionário respondido pelos pais, e isso pode omitir crianças que tenham sintomas respiratórios, mas que não são reconhecidos ou percebidos por estes pais; a amostra não foi homogeneamente distribuída quanto aos grupos etários e gênero; exposições ao cigarro (fumante passivo ou durante a gestação) e infecção respiratória no passado não foram utilizadas como critérios de exclusão^(8,13,15,16); e utilizou-se amostragem por conveniência.

Nesse quarto aspecto, para minimizar o possível viés de seleção, todas as crianças que atenderam aos critérios de seleção foram arroladas consecutivamente no estudo durante 10 meses (assegurando variações sazonais durante a coleta).

Cabe ainda citar que na técnica do interruptor, em presença de obstrução severa das vias aéreas, o equilíbrio entre as pressões na boca e pressões alveolares poderá não ser completado no tempo de fechamento da válvula, gerando dificuldades na interpretação de Rint.⁽¹²⁾ A estimativa da pressão resistiva através das vias aéreas pode ser subestimada caso o equilíbrio de pressões se prolongar além do tempo de fechamento da válvula.⁽³⁰⁾

Concluimos que, na análise de regressão linear múltipla, os fatores importantes para determinação do valor de Rint foram estatura e peso corporal. Gênero e idade, quando considerados como variáveis independentes (além de estatura e peso corporal), não mostraram relação estatisticamente significativa para prever Rint. No entanto, como a presença de importante colinearidade foi verificada (entre estatura, peso corporal e idade), a equação de regressão linear é apresentada utilizando somente a variável estatura para prever Rint.

Referências

1. Beydon N, Davis SD, Lombardi E, Allen JL, Arets HG, Aurora P, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: pulmonary function testing in preschool children. *Am J Respir Crit Care Med.* 2007;175(12):1304-45.
2. Child F, Clayton S, Davies S, Fryer AA, Jones PW, Lenney W. How should airways resistance be measured in young children: mask or mouthpiece? *Eur Respir J.* 2001;17(6):1244-9.
3. van Altena R, Gimeno F. Respiratory resistance measured by flow-interruption in a normal population. *Respiration.* 1994;61(5):249-54.
4. Black J, Baxter-Jones AD, Gordon J, Findlay AL, Helms PJ. Assessment of airway function in young children with asthma: comparison of spirometry, interrupter technique, and tidal flow by inductance plethysmography. *Pediatr Pulmonol.* 2004;37(6):548-53.
5. Lombardi E, Sly PD, Concutelli G, Novembre E, Veneruso G, Frongia G, et al. Reference values of interrupter respiratory resistance in healthy preschool white children. *Thorax.* 2001;56(9):691-5.
6. Bridge PD, Ranganathan S, McKenzie SA. Measurement of airway resistance using the interrupter technique in preschool children in the ambulatory setting. *Eur Respir J.* 1999;13(4):792-6.
7. Song DJ, Woo CH, Kang H, Kim HJ, Choung JT. Applicability of interrupter resistance measurements for evaluation of exercise-induced bronchoconstriction in children. *Pediatr Pulmonol.* 2006;41(3):228-33.
8. Merkus PJ, Arets HG, Joosten T, Siero A, Brouha M, Mijnsbergen JY, et al. Measurements of interrupter resistance: reference values for children 3-13 yrs of age. *Eur Respir J.* 2002;20(4):907-11.
9. Hadjikoumi I, Hassan A, Milner AD. Effects of respiratory timing and cheek support on resistance measurements, before and after bronchodilation in asthmatic children using the interrupter technique. *Pediatr Pulmonol.* 2003;36(6):495-501.
10. Derman O, Yaramis A, Kirbas G. A portable device based on the interrupter technique for measuring airway resistance in preschool children. *J Investig Allergol Clin Immunol.* 2004;14(2):121-6.
11. Sly PD, Lombardi E. Measurement of lung function in preschool children using the interrupter technique. *Thorax.* 2003;58(9):742-4.
12. Carter ER, Stecenko AA, Pollock BH, Jaeger MJ. Evaluation of the interrupter technique for the use of assessing airway obstruction in children. *Pediatr Pulmonol.* 1994;17(4):211-7.
13. Merkus PJ, Mijnsbergen JY, Hop WC, de Jongste JC. Interrupter resistance in preschool children: measurement characteristics and reference values. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;163(6):1350-5.
14. McKenzie SA, Chan E, Dundas I, Bridge PD, Pao CS, Mylonopoulou M, et al. Airway resistance measured by the interrupter technique: normative data for 2-10 year olds of three ethnicities. *Arch Dis Child.* 2002;87(3):248-51.
15. Klug B, Bisgaard H. Specific airway resistance, interrupter resistance, and respiratory impedance in healthy children aged 2-7 years. *Pediatr Pulmonol.* 1998;25(5):322-31.
16. Beydon N, Amsallem F, Bellet M, Boule M, Chaussain M, Denjean A, et al. Pre/postbronchodilator interrupter resistance values in healthy young children. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;165(10):1388-94.
17. Chinn S, Jarvis D, Svanes C, Burney P. Sources of variation in forced expiratory volume in one second and forced vital capacity. *Eur Respir J.* 2006;27(4):767-73.
18. Esteves AR, Solé D, Ferraz MB. Adaptation and validity of the ATS-DLD-78-C questionnaire for asthma diagnosis in children under 13 years of age. *Braz Ped News.* 1999;1(3):5.
19. Kooi EM, Vrijlandt EJ, Boezen HM, Duiverman EJ. Children with smoking parents have a higher airway resistance measured by the interruption technique. *Pediatr Pulmonol.* 2004;38(5):419-24.
20. Arets HG, Brackel HJ, van der Ent CK. Applicability of interrupter resistance measurements using the MicroRint in daily practice. *Respir Med.* 2003;97(4):366-74.
21. Nielsen KG, Bisgaard H. Discriminative capacity of bronchodilator response measured with three different lung function techniques in asthmatic and healthy children aged 2 to 5 years. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;164(4):554-9.
22. Bridge PD, McKenzie SA. Airway resistance measured by the interrupter technique: expiration or inspiration, mean or median? *Eur Respir J.* 2001;17(3):495-8.
23. Oswald-Mammosser M, Llerena C, Speich JP, Donata L, Lonsdorfer . Measurements of respiratory system resistance by the interrupter technique in healthy and asthmatic children. *Pediatr Pulmonol.* 1997;24(2):78-85.
24. Beydon N, Pin I, Matran R, Chaussain M, Boulé M, Alain B, et al. Pulmonary function tests in preschool children with asthma. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;168(6):640-4.
25. Hullley SB, Cummings SR, Browner WS, Grady D, Hearst N, Newman TB, et al. Delineando a pesquisa clínica: uma abordagem epidemiológica. Porto Alegre: Artmed Editora, 2003.
26. Callegari-Jacques SM. Bioestatística princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed; 2007.
27. Field A. Regression. In: Field AP. Discovering statistics using SPSS. London: SAGE Publications, 2005. p. 144-217.
28. Chinn S, Rona RJ. Can the increase in body mass index explain the rising trend in asthma in children? *Thorax.* 2001;56(11):845-50.
29. Chinn S. Concurrent trends in asthma and obesity. *Thorax.* 2005;60(1):3-4.
30. McKenzie SA, Bridge PD, Pao CS. Lung function tests for pre-school children. *Paediatr Respir Rev.* 2001;2(1):37-45.