

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA: CIÊNCIAS MÉDICAS**

**RESISTÊNCIA DAS VIAS AÉREAS – TÉCNICA DO INTERRUPTOR
VERSUS PLETISMOGRAFIA: UMA NOVA ABORDAGEM**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LEANDRO ANTÔNIO GRITTI

PORTO ALEGRE

2010

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Faculdade de Medicina
Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas**

**RESISTÊNCIA DAS VIAS AÉREAS – TÉCNICA DO INTERRUPTOR RINT
VERSUS PLETISMOGRAFIA: UMA NOVA ABORDAGEM**

Leandro Antônio Gritti

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Saldanha Menna Barreto

**Dissertação para a obtenção do título de
mestre apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Medicina: Ciências Médicas da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul**

**Porto Alegre, Maio de 2010
RS – Brasil**

G871r Gritti, Leandro Antônio

Resistência das vias aéreas : técnica do interruptor *versus* pletismografia : uma nova abordagem / Leandro Antônio Gritti ; orient. Sérgio Saldanha Menna Barreto. – 2010.
60 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas. Porto Alegre, BR-RS, 2010.

1. Resistência das vias respiratórias 2. Testes de função respiratória 3. Diagnóstico 4. Pletismografia total 5. Estudo comparativo I. Menna Barreto, Sérgio Saldanha II. Título.

NLM: WF 141

Catálogo Biblioteca FAMED/HCPA

“A persistência dá bons frutos”

Minha Mãe.*

*Na realidade não sei quem é o verdadeiro autor desta frase, mas lembro-me de ouvi-la de minha mãe à muitos anos, provavelmente em um momento de dificuldades. Desde então a tenho sempre em mente.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Sérgio Saldanha Menna Barreto, meu orientador e principal responsável pela realização deste trabalho. Graças à sua generosa acolhida a este ex-residente do Serviço de Pneumologia do HCPA e seu apoio sem hesitação ao meu anseio de tornar-me um mestrando é que esta dissertação foi possível.

À Sra. Brigita Prates, técnica do laboratório de função pulmonar, pela valiosa e fundamental colaboração na execução dos exames utilizados nesta dissertação. À secretária Cleonisse, sempre pronta a ajudar. Ao Sr. Júlio, “colorado” e técnico do laboratório de função pulmonar, sempre com um cafezinho de boas vindas aos que visitam o Serviço de Pneumologia.

Ao colega e amigo Marcelo Gazzana, pelas palavras de estímulo e para mim um exemplo de estudo e de conhecimento médico-científico.

Aos meus ex-professores da Residência em Pneumologia (Dra. Vera, Dra. Rose, Dr. Rogério, Dra Lucélia (*in memoriam*) pela excelência na preceptoria e pelo carinho que sempre nos receberam.

Ao Professor Mário Wagner, pelo olhar diferente sobre os dados e pelos ensinamentos em análise estatística.

À Flávia, minha esposa, pelo apoio e companheirismo e pelo trabalho em dobro enquanto eu me ausentava para as atividades do mestrado.

Dedico esta conquista à minha família: minhas princesas Rafaela e Laura, minha esposa Flávia, minha mãe Norma e meu pai Arude. Aos meus irmãos Isabel, Silvana, Vera e Graciela, Marcelo e Marcos e aos sobrinhos Guilherme, Giulia, Carolina, João Pedro, Lucas, Davi, Luiza e Bárbara. Aos cunhados Ildo, Robledo, Renato, Wagner e Martins e às cunhadas Mara, Cláudia e Tatiana. Aos meus sogros Ivone e Raul (*in memoriam*).

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AUC	Área sob a curva
BTPS	Temperatura corporal e pressão ambiente saturada com vapor d'água
CRF	Capacidade residual funcional
CVF	Capacidade vital forçada
Cm	Centímetro
CmH ₂ O/L/s	Centímetros de água por litro por segundo
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
HCPA	Hospital de Clínicas de Porto Alegre
Hz	Hertz
ICC	Coeficiente de correlação intraclasse
IOS	Oscilometria de impulso
Kpa	Quilopascal
Kpa/L/seg	Quilopascal por litro por segundo
Kg	Quilograma
L	Litros
l	Litros
l/seg	Litros por segundo
mcg	Micrograma
ml/seg	Mililitro por segundo
mm	Milímetro
mseg	Milissegundo
n	Número
p	Nível de significância
PD ₂₀ VEF1	Dose de metacolina que provoca queda de 20% no VEF1
RV	Razão de Verossimilhança
Rva	Resistência das vias aéreas
Rint	Método do interruptor
r	Coeficiente de correlação
s	Segundo
SBPT	Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia
t ₀	Tempo zero

VEF1/CVF	Volume expiratório forçado no primeiro segundo dividido pela capacidade vital forçada (índice de Tiffeneau)
VEF1	Volume expiratório forçado no 1º segundo
VEF1%	Volume expiratório forçado no 1º segundo em percentual do previsto
>	Maior
<	Menor
≥	Maior ou igual
%	Porcentagem
±	Mais ou menos
1º	Primeiro

TABELAS

ARTIGO

Tabela 1- Características principais da população estudada (A), análise da reprodutibilidade das medidas de Rint (B) e análise da correlação entre os métodos Rint e Pletismografia (C).....

Tabela 2 – Cálculo da razão de verossimilhança entre os métodos (Rint e Pletismografia).....37

FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1- Ilustração do equipamento MicroRint utilizado para a medida da Rva pelo método da interrupção.....	15
Figura 2- Exemplo de curva de Pressão x Tempo ideal.....	15
Figura 3- Esquema da obtenção dos dados para o cálculo da Rva pelo Rint.....	16

ARTIGO

Figura 1- Correlação entre a Rva medida pelo Rint e pela pletismografia pré-BD (A) e pós-BD (B).....	34
Figura 2- Diferença de médias de Rva de Rint e Pletismografia	35
Figura 3- Diferença de médias de Rva pelo Rint e pletismografia (Bland & Altmann) em pacientes com VEF1% \geq 60 (A) e em pacientes com VEF1% $<$ 60 (B).....	35
Figura 4- Relação da Rva medida pelo Rint e Pletismografia com ponto de corte de 2,5 cmH ₂ O/L/s para a pletismografia e diferentes pontos de corte (2,5 e 5 cmH ₂ O/L/s) para o Rint.....	36

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
INTRODUÇÃO.....	12
REVISÃO DA LITERATURA.....	13
Descrição do equipamento (MicroRint) e modo de funcionamento.....	13
Fisiopatologia do método da interrupção.....	16
Utilização do Rint e preditores dos valores de referência.....	19
Comparação entre as técnicas de medida da resistência das vias aéreas: Rint <i>versus</i> pletismografia.....	22
JUSTIFICATIVA.....	24
OBJETIVO.....	25
REFERÊNCIAS DA REVISÃO DA LITERATURA.....	25
ARTIGO: Resistência das Vias Aéreas – Técnica do Interruptor Rint <i>versus</i> Pletismografia: Uma Nova Abordagem.....	29
ARTICLE: Airway Resistance – Interrupter Technique (Rint) <i>versus</i> Pletismography: A New Approach.....	45
CONSIDERAÇÕES GERAIS	60

Resistência das Vias Aéreas – Técnica do Interruptor Rint *versus* Pletismografia: Uma Nova Abordagem

RESUMO

Fundamentação: A resistência das vias aéreas (Rva) é a diferença de pressão entre o alvéolo e a boca dividida pela taxa de fluxo. Este parâmetro pode ser obtido pela pletismografia, técnica mais complexa e disponível em poucos centros. O método do interruptor (Rint) é simples, de fácil execução, exigindo pouca colaboração, portátil, baixo custo relativo à pletismografia. Em crianças há valores de referência e correlação com a técnica pletismográfica. Em adultos existem poucos dados de correlação. **Objetivo:** Avaliar a concordância da Rva pelo método do Rint com o método pletismográfico. **Método:** As medidas de Rint foram feitas na expiração, em posição sentada, com clipe nasal e suporte das bochechas. O exame pletismográfico foi realizado da maneira habitual. Realizamos medidas de comparação entre os métodos antes e após a administração inalatória de broncodilatador.

Resultados: Analisamos um total de 87 pacientes de 18 a 82 anos de idade, sendo 52,5% mulheres. Houve concordância entre os métodos ($r=0,8$ e $ICC=0,8$) para pacientes com $VEF_1\% \geq 60$. O Rint também teve boa concordância com a pletismografia no diagnóstico de aumento da resistência das vias aéreas, notadamente para medidas de Rint ≥ 4 cm/H₂O/L/s ($RV > 8$ e índice Kappa 0,73).

Conclusão: O presente estudo identificou que a concordância entre o Rint e a pletismografia é boa em indivíduos menos graves ($VEF_1\% \geq 60$). A concordância no diagnóstico de aumento ou normalidade da Rva entre os dois métodos foi forte. O Rint é um método potencialmente útil na prática assistencial em adultos.

Descritores: Rint; resistência das vias aéreas; pletismografia; método da interrupção.

INTRODUÇÃO

Entende-se por resistência das vias aéreas (Rva) o grau de dificuldade que o fluxo de ar tem para se movimentar através das vias aéreas, sendo este um parâmetro importante na avaliação funcional pulmonar.¹⁻³ A Rva é calculada pela diferença de pressão entre o alvéolo e a boca dividida pela taxa de fluxo.²

Os pacientes com doenças pulmonares tem sido avaliados principalmente pela espirometria e pletismografia de corpo inteiro. A espirometria, exame essencial no diagnóstico e acompanhamento das doenças respiratórias, mede a capacidade ventilatória e se baseia na presença de limitação ao fluxo aéreo definida pela correlação VEF1/CVF. Porém, em situações em que a CVF é reduzida (ex.: obesidade) esta correlação pode ser normal. Nestes casos, o aumento da Rva ou a redução da condutância específica indicam a presença da limitação ao fluxo aéreo.¹

A Rva pode ser obtida com o auxílio da pletismografia, método sensível e reprodutível, porém mais complexo para operar e oneroso, disponível em poucos centros.⁴ A pletismografia permite a determinação da resistência das vias aéreas e dos volumes pulmonares.

O Rint, através da interrupção breve e transitória do fluxo aéreo, estima a pressão alveolar e mede a resistência total da via aérea. Pela técnica da interrupção obtêm-se a resistência da via aérea (componente principal), e as resistências elásticas da parede torácica e do tecido pulmonar, não sendo corrigida para o volume no qual foi obtida. A técnica é executada em respiração em volume corrente, ou seja, próximo à capacidade residual funcional.^{1,5} Em medidas próximas à CRF, a importância relativa (na determinação do fluxo de ar) da Rva aumenta e a da retração elástica, complacência e esforço do paciente se reduzem.¹

O método do interruptor (Rint) é simples, de fácil execução, exige pouca colaboração, portátil, não invasivo e de baixo custo relativo à pletismografia.^{3,6-8} Em crianças (pré-escolares e escolares) há valores de referência e correlação com a resistência medida por pletismografia.^{3,6,8-12} Mas há poucos dados adequados de correlação com pletismógrafo (padrão ouro atual) para a população adulta.

Por estes motivos realizamos um estudo comparativo entre o Rint (método da interrupção) e a pletismografia de corpo inteiro.

REVISÃO DA LITERATURA E DISCUSSÃO

A técnica da interrupção como estimativa da pressão alveolar foi introduzida em 1927 por von Neergaard e Wirz¹³ e baseava-se na idéia de que uma interrupção transitória do fluxo aéreo ao nível da boca, por tempo curto o suficiente para equilibrar as pressões ao longo da via aérea, permitiria estimar a pressão alveolar imediatamente antes da interrupção.

O método da interrupção foi popular no passado por ser simples, de fácil execução e por não ser invasivo.

Posteriormente, em função das dificuldades em se entender o que realmente estava sendo medido, questionamentos quanto a sua validade em pacientes obstruídos e pelo surgimento da pletismografia, o método caiu em desuso.¹⁴

Nos últimos 10 a 20 anos, ressurgiu o interesse pela medida da resistência das vias aéreas através do método da interrupção com novos estudos explicando os resultados obtidos, estudos em populações específicas (crianças pré-escolares e pacientes com dificuldade de realização de manobras expiratórias forçadas) e sua aplicação em testes de broncoprovocação e de avaliação de resposta ao broncodilatador. Além disso, outro fator que contribuiu para renovar o interesse no método foi o desenvolvimento de equipamentos melhores que consideraram características mecânicas do equipamento que poderiam influenciar a medida da Rva, como a velocidade de oclusão da válvula, transdutores de alta performance e sistemas microprocesados.^{7,8,11,14-16}

Descrição do equipamento (Micro Rint) e modo de funcionamento

Uma descrição do equipamento e seu funcionamento foram extraídos do artigo de Chowienczyk et al³ e reproduzida a seguir:

O equipamento (figura 1) para medida da Rint é constituído por uma válvula de interrupção e um transdutor conectados a um minicomputador customizado (unidade eletrônica gerenciadora). O transdutor é conectado a via aérea por uma máscara ou bocal. O sensor de pressão é um elemento piezoelétrico e é conectado a via aérea por um espaço morto de 0,2 ml, sendo acurado nas medidas transitórias de pressão até freqüências de 500 Hz. A interposição de um sensor de fluxo entre o sensor de pressão e a válvula gera

uma pressão dependente do fluxo. A leve válvula é fechada por um motor de alta velocidade.

A oclusão é rápida, dura cerca de 5 mseg (milisegundos) e o escape através da válvula, sob a aplicação de 2 Kpa é menor de 0,001 l/seg (1ml/seg), o que equivale a uma pressão >2000Kpa/l/seg.

Quando a válvula está aberta, a pressão e o fluxo são continuamente monitorados. Quando o fluxo atinge um valor predeterminado (geralmente 0,5 l/s) a válvula é ativada. Aproximadamente 5 mseg após a válvula ter sido acionada, a oclusão estará completa e ela permanecerá nesta posição nos próximos 100 mseg, sendo que este período é praticamente imperceptível ou pouco perceptível para o paciente. Nestes 100 mseg os valores da pressão são armazenados na memória a intervalos de 1 mseg.

A válvula é então aberta e a pressão armazenada é analisada para compor a Rint. O tempo da oclusão da via aérea (t_0) é definido no momento no qual o sinal de pressão atinge 25% da diferença entre o máximo valor do primeiro claramente definido pico de oscilação de pressão e o valor da linha de base. O sinal é então medido através de dois períodos de tempo de 10 mseg, o primeiro centrado no tempo $t_0 + 30$ mseg e o segundo no tempo $t_0 + 70$ mseg. Estes dois valores médios são usados para a retro-extrapolação da pressão transitória ou momentânea ao tempo $t_0 + 15$ mseg.

A figura 2 ilustra uma curva pressão *versus* tempo típica e o método da extrapolação para determinação da pressão alveolar.

A diferença entre a pressão obtida pela retro-extrapolação e a pressão na linha de base imediatamente antes da oclusão é tida como o valor da pressão alveolar no momento da interrupção e o valor de Rint é a razão desta diferença pelo fluxo no momento da oclusão.

Uma chave seletora muda a polaridade do sinal de pressão e a medida pode ser feita na inspiração ou na expiração, conforme se desejar.



Figura 1: MicroRint: equipamento utilizado para a medida da Rva pelo método da interrupção. Foto extraída do material promocional do site da Micro-medical Ltd. (www.micromedical.co.uk/products/proddetail2.asp?spiro id=27)
 Rva: resistência das vias aéreas.

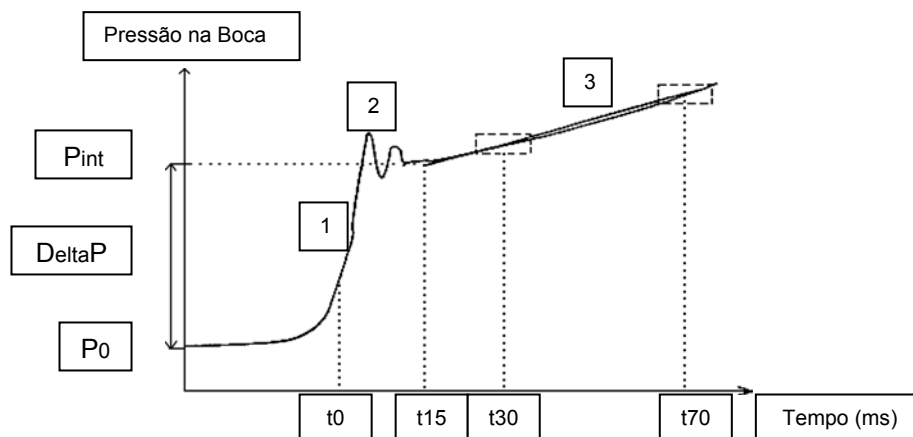


Figura 2: Exemplo de curva de Pressão x Tempo ótima demonstrando a retro-extrapolação. Imediatamente após a oclusão há um aumento rápido da pressão (1), seguido de uma série de oscilações de alta frequência (2) e posteriormente uma fase de mudança lenta da pressão (3). A medida do Rint é obtida pela retro-extrapolação linear entre os pontos t_{70} e t_{30} até o ponto t_{15} pós-oclusão. A pressão na boca é medida antes (P_0) e no momento da oclusão (P_{int}), sendo o Delta P a diferença entre as duas medidas. A Rva obtida pelo Rint é a razão de Delta P pelo fluxo aéreo medido imediatamente antes da oclusão (t_0). Figura adaptada de Chowienczyk PJ et al (1991).
 Rint: resistência pelo método da interrupção. Rva: resistência das vias aéreas.

Fisiopatologia do método da interrupção

De modo simplista, a oclusão do fluxo aéreo ao nível da boca por tempo mínimo o suficiente para equilibrar as pressões dentro das vias aéreas, fornece uma aproximação da pressão alveolar.

O cálculo da resistência pelo método da interrupção é feito pela seguinte equação: Resistência = Pressão/Fluxo.^{1,12}

Isto seria a regra se as vias aéreas fossem rígidas (complacência/elasticidade do sistema respiratório), o ar não fosse compressível ou expansível (inércia) e não levando em conta que a via aérea é muito ramificada o que provoca turbulência no fluxo de ar. Além disso, em indivíduos obstrutivos, a heterogeneidade da distribuição da ventilação é um fator adicional que pode retardar o equilíbrio das pressões ao longo da via aérea.^{2,3,11}

A figura 3 ilustra, esquematicamente, a obtenção dos dados para o cálculo da equação acima.

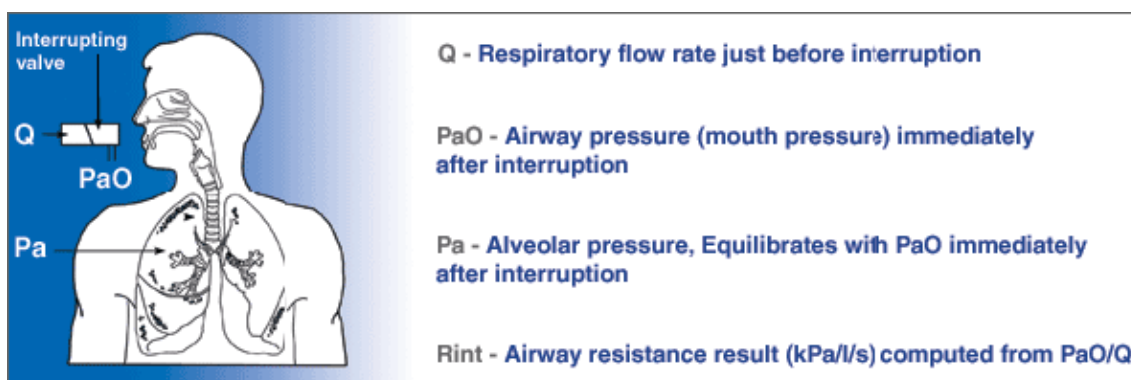


Figura 3: Esquema da obtenção dos dados necessários para o cálculo da Rva pelo Rint. Foto extraída do material promocional do site da Micro-medical Ltd. (www.micromedical.co.uk/products/proddetail2.asp?spiro_id=27)

Rint: resistência pelo método da interrupção. Rva: resistência das vias aéreas.

Conforme vimos na figura 2, após a interrupção do fluxo de ar ao nível da boca, ocorrem três fases distintas. A primeira fase (mudança rápida da pressão) é representativa, principalmente, da queda da pressão resistiva através das vias aéreas, sendo que a segunda fase (oscilações rápidas) se deve a compressão e descompressão do ar dentro das vias aéreas e a elasticidade das mesmas. A terceira fase (mudança lenta da pressão) se deve as características visco-elásticas dos tecidos pulmonares e parede torácica e/ou a heterogeneidade pulmonar.^{5,15}

Conforme Bates JHT et al, a variação de pressão identificada na primeira fase também contém um componente da parede torácica.⁵ Neste estudo, que mediu a pressão traqueal pelo método da interrupção e diretamente a pressão alveolar e pleural em cachorros com a parede torácica íntegra, identificou-se que a variação das pressões nos três compartimentos foi proporcional, mas

que a mudança inicial na pressão traqueal foi maior que a alveolar que foi maior que a pleural.

A técnica do Rint estima a pressão alveolar pela medida da pressão na boca durante a interrupção do fluxo aéreo. De acordo com Bates JHT et al⁵ essa pressão reflete não apenas o componente da via aérea, mas o componente dos tecidos pulmonares e da parede torácica.⁵ Assim sendo, a resistência medida pela técnica da interrupção (Rint) geralmente superestima ou excede a Rva medida pela pletismografia.^{3,11,16,17} Admite-se ainda que a resistência tecidual (pulmão e parede torácica) represente cerca de 20% da resistência total em indivíduos normais.²

A estimativa da pressão alveolar pelo método da interrupção sofre influência de alguns fatores, como a complacência das vias aéreas superiores, o retardo ou tempo para o equilíbrio entre a pressão na boca e a pressão alveolar, além da mudança do ponto de maior resistência ao fluxo aéreo, principalmente na presença de doenças obstrutivas.^{14,16,17,18} Estes fatores interferem na medida da Rva.

Tem-se que, em indivíduos normais, a contribuição das vias aéreas de pequeno calibre (< 2 mm) para a resistência seja de menos de 20% da resistência total. Porém, estudo de Gelb et al¹⁸ demonstrou que em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica grave, as vias aéreas de pequeno calibre eram o principal sítio da resistência ao fluxo aéreo.

Assim, em pacientes com doença obstrutiva das vias aéreas, esta maior contribuição relativa das vias aéreas de pequeno calibre para a resistência pulmonar e a heterogeneidade pulmonar que prolonga o tempo necessário para o adequado equilíbrio das pressões ao longo do sistema respiratório, podem levar a uma subestimativa da Rva pelo Rint nos pacientes obstrutivos mais graves.^{3,11,18,19}

Em relação à complacência das vias aéreas superiores, o adequado apoio das bochechas durante a medida da pressão de oclusão minimiza este efeito,¹⁴ sendo que a medida da Rva pelo Rint é maior com o apoio das bochechas do que sem. Há ainda melhora da correlação com os índices espirométricos,¹⁴ a despeito da reprodutibilidade das medidas não ser diferente.¹⁷ Entretanto, existem estudos como o de Lombardi et al⁸ que não

encontraram diferença significativa na medida do Rint com ou sem o apoio das bochechas.

Outro fator que pode influenciar a medida da resistência das vias aéreas pelo Rint é o algoritmo usado na estimativa da pressão alveolar. Na pletismografia usa-se a média das resistências inspiratórias e expiratórias de vários ciclos respiratórios²⁰. Com o Rint utiliza-se a média ou mediana de várias oclusões na expiração ou inspiração. Há publicações utilizando a mediana¹⁰ com o objetivo de reduzir o impacto de valores extremos e há publicações utilizando a média, pois os valores de Rint tiveram distribuição normal.¹⁹ Conforme trabalho de Bridge e McKenzie²¹ a medida de Rint na expiração foi maior que na inspiração, embora de pouca magnitude (4%; $p < 0,01$) e a diferença entre o uso da média ou mediana foi muito pequena. Para Merkus et al¹⁰, a medida na expiração também foi maior que na inspiração e gerou equações diferentes de predição de valores de Rint. Porém, há estudos⁸ que não encontraram diferença significativa em relação à fase do ciclo respiratório.

A determinação da pressão de oclusão pode ser feita por diferentes algoritmos: retro-extrapolação linear de dois pontos, retro-extrapolação curvilínea de dois pontos, pela média das pressões desde o primeiro pico da interrupção até 25 ms após a interrupção, ao final do período de oscilações rápidas e pela pressão ao final da interrupção.^{16,19,20}

Nestes trabalhos, a medida de Rint ao final da interrupção resultou em valores maiores de Rva. Conforme Phagoo et al^{16,22} a obtenção da pressão de oclusão ao final da interrupção resulta em maiores valores de Rva e o método de retro-extrapolação curvilínea obtém os menores valores, se aproximando mais da Rva medida pelo pletismógrafo, porém foi o algoritmo com a maior variabilidade. O método da retro-extrapolação linear de dois pontos pós-oclusão tem resultado em valores intermediários de Rva e de variabilidade entre os diferentes algoritmos.

Oswald-Mammosser et al,¹⁹ num estudo envolvendo 122 adultos normais, avaliaram 4 algoritmos diferentes de medida da Rva pelo método da interrupção e também encontraram valores maiores da Rva ao se utilizar a estimativa da pressão alveolar ao final da interrupção. Os outros 3 algoritmos (retro-extrapolação linear, regressão linear de toda a curva e a média da pressão de oscilação) foram semelhantes no referido estudo. Este achado,

valores de Rint maiores ao final da interrupção, é explicado pelo fato de que ao estimar-mos a pressão alveolar utilizando-se o final da interrupção (100ms), em indivíduos normais, incluímos aí um efeito do estresse adaptativo do pulmão e parede torácica, da redistribuição do fluxo de ar nas vias aéreas e da atividade muscular.^{19,22}

A reprodutibilidade do método a curto prazo, medida pelo coeficiente de correlação intra-classe tem sido boa, com ICC superior a 0,8 para Rint obtido na fase expiratória.^{8,10} Conforme Chinn²³ um valor de ICC útil deve ser de no mínimo 0,6.

Utilização do Rint e preditores dos valores de referência

Após a descrição de Dubois²⁴ sobre a pletismografia, esta se tornou o método de eleição para a medida da resistência das vias aéreas.

O método da interrupção – Rint ficou restrito aos casos em que a pletismografia não podia ser aplicada, como nas crianças pequenas e idosos/debilitados.

Assim, surgiu uma série de trabalhos de medida da Rva pelo método da interrupção–Rint principalmente em crianças pequenas (pré-escolares).^{6,8,10,25,26}

Estudando uma população geral de 2 a 7 anos de idade, Merkus et al¹⁰ encontraram que a medida na fase expiratória foi maior que na inspiratória e que o melhor preditor do Rint foi a altura. Desenvolveram assim, uma equação de predição baseada na estatura.

Neste mesmo estudo, em relação à validade biológica do Rint, a medida em 12 crianças que desenvolveram infecção respiratória leve e repetiram o teste 10 a 21 dias após, tiveram o resultado do Rint maior na segunda medida. Em 32 crianças que tinham tido asma e/ou eczema e sem sintomas atuais a medida do Rint foi elevada em relação à população de referência.

Já Lombardi et al⁸ estudando 284 crianças pré-escolares de 3 a 6,4 anos de idade não encontraram diferença significativa entre Rint inspiratório e expiratório. Para a equação de predição, em análise univariada, houve correlação entre a medida de Rint com altura, peso e idade. Na análise multivariada, estas correlações se mantiveram para Rint medido na inspiração e a altura foi o mais forte preditor. No entanto, na expiração, o único preditor

pela análise multivariada foi a estatura. Concluíram assim, que a equação de predição baseada na estatura poderia ser suficiente para o uso clínico.⁸

Em um trabalho com 193 crianças brasileiras de 3 a 13 anos de idade, Rech et al²⁷ encontraram que a estatura e o peso corporal foram preditores independentes (regressão múltipla) da medida do Rint. Porém, a estatura foi o preditor mais forte e o utilizado pelos autores para a construção da equação de predição de Rint.

Estudando a mesma faixa etária (3 a 13 anos), Merkus et al²⁸ também já haviam utilizado a altura como preditor independente do Rint, não apenas por ter a relação estatística superior, mas por razões fisiológicas: relação entre o crescimento corporal e o calibre das vias aéreas.

Li et al²⁶, avaliando 509 chineses de 4 à 6 anos de idade, encontraram que na análise por regressão linear múltipla, a altura foi o única variável independentemente correlacionada com o Rint. Neste estudo, ao analisar a variabilidade a curto (10 minutos) e longo (6 semanas) prazo entre as medidas obteve-se um bom grau de concordância com pequena variabilidade (ICC de 0,87 e 0,92, respectivamente).

Já em crianças bem pequenas, de 3 meses à 5 anos de idade, Derman et al²⁵ encontraram correlação (Pearson) com a idade e altura nas crianças com sibilância recorrente que tinham média de idade 1,62 ($\pm 1,43$) anos e altura média de 79,9 ($\pm 12,16$) cm e não encontraram esta correlação com crianças saudáveis (média de idade de 4,05 ($\pm 0,98$) anos e de altura 99,55 ($\pm 6,92$) cm). É possível que este resultado possa ser, pelo menos em parte, atribuído ao fato de que a faixa de variação da idade e altura no grupo saudável ser mais estreita que no grupo de sibilância recorrente. Além disso, a medida do Rint neste estudo foi feita na inspiração e 50 ml acima da capacidade residual funcional. Isto pode, com o crescimento corporal, determinar que a interrupção se dê em progressivamente menores níveis de insuflação pulmonar, reduzindo o impacto da idade e altura na variação do Rint.²⁸ Neste trabalho ainda, como encontrado em outros estudos,¹⁰ a medida basal de Rint foi significativamente maior no grupo de sibilância recorrente do que no grupo saudável.

Em 1999, Bridge, Ranganathan e McKenzie⁶ avaliaram o Rint ambulatorialmente em crianças de 2 a 5 anos de idade em relação a aspectos de execução, reprodutibilidade e reversibilidade com o uso de broncodilatador.

Encontraram que o exame é factível mesmo nas crianças bem pequenas e que apesar de haver uma grande variabilidade, foi demonstrada resposta (redução da Rva) ao broncodilatador que ultrapassou a variação após placebo em indivíduos com passado de sibilância e naqueles com sibilância à época do teste.

Nicole Beydon et al²⁹ estudaram a reprodutibilidade a curto prazo e a resposta ao broncodilatador em crianças de 2 à 6 anos de idade. Seus resultados sugerem uma boa reprodutibilidade e que 35% de redução no Rint pós-broncodilatador seria o ponto de corte para definir resposta ao broncodilatador na população estudada.

Ainda na população pediátrica e adolescente, Kannisto et al³⁰ em 1999 e Song et al³¹ em 2006 avaliaram o método da interrupção para diagnóstico de broncoespasmo induzido pelo exercício. No primeiro estudo foi utilizado uma redução de 15% em relação ao basal na medida do pico de fluxo expiratório associada à tosse ou sibilos como critério diagnóstico e no segundo, uma queda de 10% em relação ao basal na medida do VEF1. Ambos utilizaram um aumento de 15% no Rint em relação ao valor basal como ponto de corte. No primeiro estudo a sensibilidade do Rint foi menor que a medida do pico de fluxo expiratório (padrão ouro no estudo). Já no segundo estudo, o aumento de 15% no Rint após o exercício teve boa sensibilidade e especificidade com igualmente boa concordância com a avaliação através da queda do VEF1 e do pico de fluxo expiratório (Kappa de 0,83 entre Rint e VEF1 e 0,76 entre Rint e pico de fluxo expiratório). Ambos recomendam o método naqueles pacientes com alguma dificuldade no uso do medidor do pico de fluxo e/ou espirometria.

Na população adolescente e adulta, van Altena e Gimeno⁴ estudaram 172 pessoas de 10 à 80 anos de idade e obtiveram equação de predição baseada na altura e idade, sendo que a altura foi o preditor mais importante. A equação foi a seguinte: $Rint_{(kPa/L/s)} = 1,993 - 0,0092 \times Altura_{(cm)} - 0,0009 \times Idade_{(anos)}$.

Comparação entre as técnicas de medida da resistência das vias aéreas (Rint versus pletismografia)

Na avaliação comparativa dos dois métodos, a maioria da literatura mais recente disponível é na população pediátrica.

Oswald-Mammosser et al,¹¹ avaliaram o Rint *versus* pletismografia em 81 crianças de 5 à 18 anos de idade com asma ou fibrose cística. Encontraram que geralmente o Rint excede a medida da Rva feita pela pletismografia, exceto nos indivíduos mais graves. Aqui se identificou uma correlação entre a diferença (Rint – pletismografia) e a severidade da obstrução das vias aéreas. Neste estudo, a medida pletismográfica foi feita em respiração tranqüila (volume corrente). Isto pode ter interferido negativamente na obtenção da Rva pela pletismografia, pois há estudos indicando que as medidas em volume corrente e sem arfar (em equipamentos com correção automática para BTPS) podem subestimar a medida da Rva pela pletismografia.³² Além disso, há dados identificando uma dependência positiva da resistência das vias aéreas em relação à frequência respiratória em crianças pequenas.³³ Entretanto, neste estudo,³³ a introdução da correção eletrônica de BTPS resultou em um aumento significativo na medida da resistência específica das vias aéreas em relação a medida feita com um sistema umidificado e aquecido.

Merkus et al,¹⁰ ao avaliarem a acurácia da técnica da interrupção (Rint) através da comparação do Rint com a pletismografia em 20 indivíduos de 7 a 14 anos (média de 12,9 anos) de idade e com limitação crônica ao fluxo aéreo de leve à grave (VEF1% de 37 a 113) encontraram o seguinte: há uma concordância aceitável entre os dois métodos em pacientes com VEF1% >60. O Rint subestima a medida da Rva em relação ao pletismógrafo nos pacientes mais obstruídos, sendo esta diferença maior na medida em que se reduz o VEF1%. Quando os pacientes com VEF1% < 60 foram excluídos da análise, não foi identificada esta correlação.

Conforme Phagoo et al,¹⁶ comparando Rint com pletismografia em 10 adultos normais, a medida da Rva pelo Rint geralmente excede a da pletismografia. Exceção ocorre quando se utiliza a estimativa da pressão alveolar pelo método de retro-extrapolação curvilinear, onde os valores de Rint são semelhantes aos obtidos pela pletismografia. Entretanto, a retro-extrapolação curvilinear foi o algoritmo com a maior variabilidade.

Chowienczyk et al³ em 1991, compararam o Rint com a pletismografia em 43 indivíduos adultos com graus variados de obstrução (VEF1% - 19 a 107% do previsto). Encontraram uma correlação forte ($r=0,86$) entre os métodos. Quando os dados foram avaliados em termos de diferenças ao redor

da média (Bland e Altman³⁴) identificou-se diferença substancial, com as medidas de Rint excedendo as da pletismografia na maioria dos casos.

Dezessete dos 43 pacientes tinham diagnóstico de obstrução reversível das vias aéreas, sendo assim, mediu-se a Rva por ambos os métodos antes e após a administração de broncodilatador inalatório (800mcg de salbutamol). Neste grupo de 17 pacientes, a mudança média na Rva pela pletismografia (39%) não foi estatisticamente diferente da medida pelo Rint (37%).

Phagoo et al²² em publicação de 1995 compararam as medidas de Rva antes e após broncoprovocação com metacolina em 7 indivíduos adultos normais utilizando a pletismografia, a resistência pulmonar total utilizando balão esofágico em respiração tranqüila (volume corrente) e dobrando-se a frequência respiratória mas mantendo o mesmo volume corrente, a técnica de oscilações forçadas e a medida pelo Rint. Na avaliação da Rva pelo Rint foram utilizados 3 algoritmos: retro-extrapolação curvilinear, retro-extrapolação de 2 pontos e ao final da interrupção. Os valores basais de Rint foram consideravelmente maiores que os obtidos pelos outros métodos, exceto quando Rint foi estimado pela retro-extrapolação curvilinear. Por este algoritmo, a medida de Rint obteve valores semelhantes aos obtidos pela pletismografia, balão esofágico e oscilações forçadas.

Após o uso da metacolina todos os métodos mostraram aumento significativo da Rva, porém o Rint e as oscilações forçadas tiveram um aumento (expresso como percentual em relação ao valor basal) consideravelmente menor que a pletismografia e o balão esofágico.

Avaliando a capacidade discriminatória (sensibilidade, especificidade e valores preditivos dos testes de reversibilidade com broncodilatador) para o diagnóstico de asma pelos métodos pletismográfico, oscilometria de impulso (IOS) e da interrupção-Rint em indivíduos normais e asmáticos de 2 a 5 anos de idade, Nielsen e Bisgaard⁹ encontraram que a pletismografia foi o método com melhor capacidade discriminatória, obtendo uma sensibilidade de 66% e especificidade de 81%, sendo seguida pela medida da resistência à 5 Hz (IOS), pelo Rint e por último pela reatância (IOS) à 5 Hz. O diagnóstico de asma no grupo estudado foi feito em bases clínicas (sinais e sintomas típicos e resposta ao tratamento empregado).

Outros estudos utilizaram o Rint comparando-o com a oscilometria de impulso na detecção de DPOC em idosos³⁵ e na avaliação de obstrução das vias aéreas e sua reversibilidade com broncodilatador em crianças³⁶, situações nas quais a oscilometria foi melhor. Ainda comparando Rint, oscilações forçadas e VEF1 na avaliação de obstrução ao fluxo aéreo e resposta ao broncodilatador, Boccaccino et al³⁷ estudaram 28 crianças com asma leve e 20 crianças saudáveis e encontraram que as oscilações forçadas e o Rint tem maior sensibilidade que o VEF1 em detectar reversibilidade da broncoconstrição em asmáticos leves. Panagou et al,³⁸ na avaliação da responsividade brônquica à metacolina, obteve boa correlação com o PD₂₀VEF1, sendo mais sensível que o VEF1 em termos de reatividade brônquica (razão dose-resposta).

JUSTIFICATIVA

A disponibilidade da pletismografia em poucos centros, seu elevado custo de aquisição e a necessidade de efetiva cooperação do paciente para sua execução tornaram necessária a avaliação do método da interrupção como uma alternativa de potencial utilidade na determinação da resistência das vias aéreas em situações em que não se disponha ou não se possa utilizar o exame pletismográfico.

OBJETIVO

Realizar uma avaliação comparativa entre o método da interrupção e o pletismográfico na avaliação da resistência das vias aéreas em adultos para fins de aplicação clínica.

REFERÊNCIAS DA REVISÃO DA LITERATURA

- 1- Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes Para Testes de Função Pulmonar. J Bras Pneumol. 2002;28(3):139-50.
- 2- West, J B. Fisiologia Respiratória Moderna. 5ª ed. São Paulo:Editora Manole;1996.p.83-108.
- 3- Chowienczyk PJ, Lawson CP, Lane S, Johnson R, Wilson N, Silverman M,

- et al. A flow interruption device for measurement of airway resistance. *Eur Respir J.* 1991;4(5):623-8.
- 4- van Altena R, Gimeno F. Respiratory Resistance Measured by Flow- Interruption in a Normal Population. *Respiration* 1994;61(5):249-54.
 - 5- Bates JHT, Abe T, Romero PV, Sato J. Measurement of alveolar pressure in closed-chest dogs during flow interruption. *J Appl Physiol.* 1989;67(1):488-92.
 - 6- Bridge PD, Ranganathan S, McKenzie AS. Measurement of airway resistance using the interrupter technique in preschool children in the ambulatory setting. *Eur Respir J.* 1999;13(4):792-6.
 - 7- Kannisto S, Vanninen E, Remes K, Korppi M. Interrupter Technique for Evaluation of Exercise - Induced Bronchospasm in Children. *Pediatr Pulmonol.* 1999;27(3):203-7.
 - 8- Lombardi E, Sly PD, Concutelli G, Novembre E, Veneruso G, Frongia G, Bernardini R, Vierucci A. Reference values of interrupter respiratory resistance in healthy preschool white children. *Thorax.* 2001;56(9):691-5.
 - 9- 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.
 - 10- Merkus PJFM, Mijnsbergen JY, Hop WCJ, de Jongste JC. Interrupter Resistance in Preschool Children - Measurement Characteristics and Reference Values. *Am J Resp Crit Care Med.* 2001;163(6):1350-5.
 - 11- Oswald-Mammosser M, Charloux A, Donato L, Albrecht C, Speich JP, Lampert E, Lonsdorfer J. Interrupter Technique Versus Plethysmography for Measurement of Respiratory Resistance in Children With Asthma or Cystic Fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 2000;29(3):213-20.
 - 12- Micro Medical Ltd (homepage on the Internet). United Kingdom. Acessado em 23 de julho de 2009. Available from: http://www.micromedical.co.uk/products/proddetail2.asp?spiro_id=27
 - 13- Neergaard K von, Wirz K. Die Messung der Strömungswiderstände in den Atemwegen des Menschen, insbesondere bei Asthma und Emphysem. *Z Klin Med* 1927;105:51-82 in: van Altena R, Gimeno F. Respiratory Resistance Measured by Flow-Interruption in a Normal Population.

- Respiration. 1994; 61(5):249-54.
- 14- Bates JHT, Sly PD, Kochi T and Martin JG. The effect of a proximal compliance on interrupter measurement of resistance. *Respir Physiol.* 1987; 70(3):301-12.
 - 15- Kessler V, Mols G, Bernhard H, Haberthür C, Guttman J. Interrupter airway and tissue resistance: errors caused by valve properties and respiratory system compliance. *J Appl Physiol.* 1999;87(4):1546-54.
 - 16- Phagoo SB, Watson RA, Pride NB, Silverman M. . Accuracy and sensitivity of the interrupter technique for measuring the response to bronchial challenge in normal subjects *Eur Respir J.* 1993;6(7):996-1003.
 - 17- 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.
 - 18- Gelb AF, Gobel PH, Fairshter R, Zamel N. Predominant Site of Airway Resistance in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Chest.* 1981;79(3):273-6.
 - 19- Oswald-Mammoser M, Charloux A, Enache I, Lonsdorfer-Wolf E, Geny B. A comparison of four algorithms for the measurement of interrupter respiratory resistance. *Respir Med.* 2009;103(5):729-35.
 - 20- Pao CS, Healy MJR, McKenzie SA. Airway Resistance by the Interrupter Technique: Which Algorithm for Measuring Pressure? *Pediatr Pulmonol.* 2004;37(1):31-6.
 - 21- 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.
 - 22- Phagoo SB, Watson RA, Silverman M, Pride NB. Comparison of four methods of assessing airflow resistance before and after induced airway narrowing in normal subjects. *J Appl Physiol.* 1995;79(2):518-25.
 - 23- Chinn S. Statistics in respiratory medicine.2. Repeatability and method comparison. *Thorax.* 1991;46(6):454-6.

- 24- Dubois AB, Botelho SY, Comroe JH Jr. A new method for measuring airway resistance in man using a body plethysmograph: values in normal subjects and in patients with respiratory disease. *J Clin Invest.* 1956; 35(3):327-34.
- 25- 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.
- 26- Li AM, Lam HS, So HK, Leug M, Tsen T, Au CT, Chang ABC. Interrupter Respiratory Resistance in Healthy Chinese Preschool Children. *Chest.* 2009;136(2):554-60.
- 27- Rech VV, Vidal PCV, Melo Júnior HT, Stein RT, Pitrez PMC, Jones MH. Resistência de vias aéreas em crianças medida pela técnica do interruptor: valores de referência. *J Bras Pneumol.* 2008;34(10):796-803.
- 28- Merkus PJFM, Arets HGM, Joosten T, Siero A, Brouha M, Mijnesbergen JY, et al. Measurements of interrupter resistance: reference values for children 3-13 yrs of age. *Eur Respir J.* 2002;20(4):907-11.
- 29- Beydon N, M'Buila C, Bados A, Peiffer C, Bernard A, Zaccaria I, et al. Interrupter resistance short-term repeatability and bronchodilator response in preschool children. *Respir Med.* 2007;101(12):2482-7.
- 30- Kannisto S, Vanninen E, Remes K, Korppi M. Interrupter Technique for Evaluation of Exercise-Induced Bronchospasm in Children. *Pediatr Pulmonol.* 1999;27(3):203-7.
- 31- 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.
- 32- Peslin R, Duvivier C, Vassiliou M, Gallina C. Thermal artifacts in plethysmographic airway resistance measurements. *J Appl Physiol.* 1995;79(6):1958-65 in: Oswald-Mammoser M, Charloux A, Donato L, Albrecht C, Speich JP, Lampert E, et al. Interrupter Technique Versus Plethysmography for Measurement of Respiratory Resistance in Children With Asthma or Cystic Fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 2000; 29(3):213-20.
- 33- Klug B, Bisgaard H. Measurement of the specific airway resistance by plethysmography in young children accompanied by an adult. *Eur Respir J.* 1997;10(7):1599-605.
- 34 - Bland JM e Altman DG. *Statistical Methods for Assessing Agreement*

- Between Two Methods of Clinical Measurement. *Lancet*. 1986;1(8476):307-10.
- 35- Guo Yan-fei, Sun Tie-ying, François Herrmann, Jean-Paul Janssens. Comparison of airway resistance measurements by the forced oscillation technique and the interrupter technique for detecting chronic obstructive pulmonary disease in elderly patients. *Chin Medical J*. 2005;118(22):1921-4.
- 36- Delacourt C, Lorino H, Fuhrman C, Herve-Guillot M, Reinert P, Harf A, et al. Comparison of the Forced Oscillation Technique and the Interrupter Technique for Assessing Airway Obstruction and its Reversibility in Children. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001;164(6):965-72.
- 37- Boccaccino A, Peroni DG, Pietrobelli A, Piacentini G, Bodini A, Chatzimichail A, et al. Assessment of variable obstruction by forced expiratory volume in 1 second, forced oscillometry, and interrupter technique. *Allergy Asthma Proc*. 2007;28(3):331-5.
- 38- Panagou P, Kottakis I, Tzouvelekis A, Anevlavis S, Bouros D. Use of interrupter technique in assessment of bronchial responsiveness in normal subjects. *BMC Pulm Med*. 2004;4:11-6.

ARTIGO

Artigo elaborado segundo as normas editoriais do Jornal Brasileiro de Pneumologia. Código de submissão nº - 2348

Resistência das Vias Aéreas – Técnica do Interruptor (Rint) versus Pletismografia: Uma Nova Abordagem.*

Gritti LA,¹ Menna Barreto SS.²

Resumo

Fundamentação A resistência das vias aéreas (Rva) é a diferença de pressão entre o alvéolo e a boca dividida pela taxa de fluxo aéreo. Este parâmetro é obtido pela pletismografia, técnica mais complexa, disponível em poucos centros. O método do interruptor (Rint) é de fácil execução, exige pouca colaboração, portátil, baixo custo relativo à pletismografia. Em crianças há valores de referência e correlação com a técnica pletismográfica. Em adultos existem poucos dados de correlação. **Objetivo:** Avaliar a concordância da medida da Rva pelo Rint com o método pletismográfico. **Método:** Rint foi medido na expiração, em posição sentada, com clipe nasal e suporte das bochechas. O exame pletismográfico foi realizado da maneira habitual. Foram realizadas medidas antes e após a administração inalatória de broncodilatador.

Resultados: Avaliamos 99 pacientes de 18 a 82 anos de idade, sendo 52,5% mulheres. Houve boa concordância entre os métodos ($r=0,8$ e $ICC=0,8$) para pacientes com $VEF_1\% \geq 60$. O método Rint subestimou a Rva em indivíduos mais graves em relação à pletismografia, porém uma medida de resistência por $Rint \geq 4$ cm/H₂O/L/s tem boa concordância ($RV > 8$ e coeficiente Kappa 0,73) com o diagnóstico de aumento da resistência das vias aéreas ($> 2,5$ cm/H₂O/L/s) feito por pletismografia. **Conclusão:** O presente estudo identificou que a concordância entre o Rint e a pletismografia é boa em indivíduos menos graves. A concordância para um diagnóstico de aumento da resistência das vias aéreas entre os dois métodos também foi forte. O Rint é um método potencialmente útil na prática assistencial em adultos.

Palavras-chave: Pletismografia; Resistência das Vias Respiratórias; Técnicas de diagnóstico do sistema respiratório; Testes de função respiratória; Obstrução das vias respiratórias/diagnóstico.

Airway Resistance – Interrupter Technique (Rint) *versus* Plethysmography: a
New View.*

Gritti LA¹, Menna Barreto SS².

Summary : Airway resistance (Raw) is the pressure difference between alveolus and the mouth divided by the airflow rate. This parameter is obtained by plethysmography, a more complex technique available in few centers. The interrupter method (Rint) is simple, easy to perform, demanding little collaboration; it is portable, low cost when compared to plethysmography. In children it has reference values and correlation to the plethysmographic technique. In adults there are few correlation data. **Objective**: To assess the agreement of the airway resistance measurements between Rint and plethysmography. **Method**: Rint measurements was performed on expiration, with patients in seated position, with a nose clip and cheek support. The plethysmography exam was carried out by the usual way. Measures were taken before and after the administration of inhaled broncodilatador. **Results**: We analyzed 99 patients from 18 to 82 years of age, 52.5% of which were women. There was a good agreement between the methods ($r=0,8$ and $ICC=0,8$) for patients with $VEF1\% \geq 60$. Rint also had a good agreement with plethysmography in the diagnostic of Raw increase, especially for Rint measures ≥ 4 cm/H₂O/L/s (LR >8 and Kappa coefficient 0,73).

Conclusion: The present study identified that agreement between Rint and plethysmography is good in less severe individuals. Diagnostic agreement of increase or normality of Raw between the two methods was strong. Rint is a potentially useful method in adults care practice.

Keywords: Plethysmography; Airway Resistance; Diagnostic techniques, respiratory system; Respiratory function tests; Airway obstruction/diagnosis.

* Trabalho realizado no Programa de Pós-Graduação em Medicina: Clínica Médica. Serviço de Pneumologia do HCPA. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre (RS) Brasil.

1. Médico Pneumologista – TE-SBPT – Mestrando em Clínica Médica: UFRGS.

2. Professor Doutor Titular da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. - Chefe do Serviço de Pneumologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Medicina - Clínica Médica da UFRGS.

Introdução

Entende-se por resistência das vias aéreas (Rva) o grau de dificuldade que o fluxo de ar tem para se movimentar através das vias aéreas, sendo este um parâmetro importante na avaliação funcional pulmonar.¹⁻³ A Rva é calculada pela diferença de pressão entre o alvéolo e a boca dividida pela taxa de fluxo aéreo.

A Rva pode ser obtida com o auxílio da pletismografia, método sensível e reprodutível, porém mais complexo e oneroso, disponível em poucos centros.⁴

O Rint, através da interrupção breve e transitória do fluxo aéreo, estima a pressão alveolar e mede a resistência total da via aérea. Por esta técnica obtêm-se a resistência da via aérea e as resistências elásticas da parede torácica e do tecido pulmonar, não sendo corrigida para o volume pulmonar no qual foi obtida. A técnica é executada em respiração em volume corrente, próximo à capacidade residual funcional.^{1,5}

Em medidas próximas à CRF, a importância relativa (na determinação do fluxo de ar) da Rva aumenta e a da retração elástica, complacência e esforço do paciente se reduzem.¹ Temos ainda que a resistência tecidual representa cerca de 20% da resistência total em indivíduos normais.²

O método do interruptor (Rint) é simples, de fácil execução, exige pouca colaboração, portátil, não invasivo e de baixo custo relativo à pletismografia.^{3,6-8} Em crianças há valores de referência e correlação com a resistência medida por pletismografia,^{3,6,8-12} mas em adultos há poucos dados de correlação com o pletismógrafo.

Os pacientes com doença pulmonar tem sido avaliados principalmente pela espirometria e pletismografia de corpo inteiro. A espirometria mede a capacidade ventilatória e se baseia na presença de limitação ao fluxo aéreo definida pela correlação VEF1/CVF. Porém, em situações em que a CVF é reduzida (ex. obesidade) esta correlação pode ser normal. Nestes casos, o aumento da Rva ou a redução da condutância específica indicam a presença da limitação ao fluxo aéreo.¹

A pletismografia permite a determinação dos volumes pulmonares e da resistência das vias aéreas.

Nosso propósito foi o de realizar uma avaliação comparativa entre o método da interrupção e o pletismográfico na avaliação da resistência das vias aéreas em adultos para fins de aplicação clínica.

Métodos

Avaliamos 99 pacientes incluídos sequencialmente, com idade entre 18 e 82 anos, que se dirigiram ao laboratório de função pulmonar do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) – Rio Grande do Sul para a realização de prova funcional pulmonar, no período de junho de 2006 à janeiro de 2007.

As medidas de Rint foram feitas na rotina do serviço e as variáveis necessárias como o peso, altura, sexo e idade foram obtidas para todos os pacientes.

O aparelho utilizado para medir a Rva pelo método da interrupção foi o Micro Rint-Micro Medical Ltda, já descrito,^{3,10} sendo o exame feito com o paciente sentado, com clipe nasal, leve hiperextensão cervical e com apoio das bochechas.^{10,13} A pressão na boca foi estimada por retro-extrapolação linear de dois pontos (70 e 30 ms) pós-oclusão até o ponto de 15 ms após o fechamento da válvula. O disparo, aleatório e automático, da válvula de oclusão ocorria no pico de fluxo da expiração.

Foram realizadas seis oclusões antes e seis após o uso inalatório de salbutamol 400 mcg via spray dosimetrado com espaçador de pequeno volume.

O cálculo da resistência é feito com a seguinte equação:

$$\text{Resistência} = \text{Pressão/Fluxo.}^{1,12}$$

Foram analisados apenas os pacientes com pelo menos 3 medidas tecnicamente adequadas de Rint, conforme critérios já publicados^{3,10}.

O aparelho (Micro Rint) foi calibrado pela empresa responsável pela assistência técnica da marca antes de serem iniciadas as medidas.

Para a medida de RVA pela pletismografia utilizou-se o equipamento Master Screen Body (Erich Jaeger – Alemanha), pelo método de Dubois.¹⁴

Os pacientes realizavam as medidas de Rint e depois a pletismografia e ambas eram repetidas após 15 minutos do uso do broncodilatador inalatório.

O tamanho amostral mínimo calculado foi de 38 pacientes. Foi incluído número maior em função da possibilidade de perdas, pela facilidade de incluir pacientes no estudo e para a eventual necessidade de avaliação de subgrupos.

Os valores previstos para a espirometria, assim como o algoritmo de interpretação seguiram as normas da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT).

A análise compreendeu a realização de medidas de correlação e concordância (r de Pearson, coeficiente de correlação intra-classe (ICC), razão de verossimilhança (RV), coeficiente Kappa e de Youden, curva ROC, teste t)¹⁸⁻²³ de Rint com a resistência total obtida pela pletismografia bem como estratificação conforme o VEF₁%. Os valores de Rint e resistência total por pletismografia foram dados em cmH₂O/L/s. O pacote estatístico utilizado foi o SPSS versão 17.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do HCPA.

Resultados

Foram inicialmente avaliados 99 pacientes, destes, 12 pacientes pré e 10 pacientes pós-broncodilatador não conseguiram realizar a medida da resistência pela pletismografia e/ou não tinham 3 medidas adequadas de Rint. Analizamos os dados de 87 pacientes antes e de 90 pacientes após o uso do broncodilatador.

Os resultados principais estão sumarizados na tabela 1 abaixo, seguida da exposição descritiva dos mesmos.

Tabela 1- Características principais da população estudada (A), análise da reprodutibilidade das medidas de Rint (B) e análise da correlação entre os métodos Rint e Pletismografia (C)

A							
	CVF% média	VEF1% (mín-máx)	Rint cmH ₂ O/l/s média (DP)	Resist. Total Pletismografia (cmH ₂ O/l/s) média (DP)l	Idade Anos média(DP)	Altura Cm média(DP)	Peso Kg média(DP)
Pré-BD	74,42	63,61 (22,2-118,3)	4,38 (±1,91)	6,35 (± 4,72)	57,3 (±14,6)	161,9 (±8,6)	71,33 (±15,1)
Pós-BD	78,48	67,47 (26-123,4)	3,52 (±1,61)	4,52 (± 3,10)			

B				C			
Rint				Correlação entre Rva por Rint e Pletismografia			
	Geral	VEF1% ≥60	VEF1% <60		Geral	VEF1% ≥60	VEF1% <60
CV Pré-BD	14,5% (±8,31)	16,76% (± 8,61)	11,5% (± 6,93)	r pré-BD	0,74 (p<0,01)	0,80	0,67
CV Pós-BD	14,8% (± 10,03)	15,80% (± 8,27)	13,6% (± 11,71)	R pós-BD	0,64 (p<0,01)	0,72	0,49
ICC Pré-BD	0,87	0,83	0,88	CV pré-BD	25,6%	17,2%	37,6%
ICC Pós-BD	0,88	0,86	0,84	CV pós-BD	23,9%	18,9%	30,1%
				ICC pré-BD	0,55	0,80	0,28
				ICC pós-BD	0,53	0,68	0,23

Dos 99 pacientes, 52 (52,5%) eram mulheres.

A média de idade foi 57,3 (± 14,58) anos, variando de 18 a 82 anos. A altura média foi 161,92 (± 8,6) cm e o peso 71,33 (± 15,1) Kg.

Os valores médios de VEF₁% e CVF% pré-broncodilatador (pré-BD) foram 63,61% e 74,42% variando, o VEF₁%, de 22,2% a 118,3%.

Os valores médios de VEF₁% e CVF% pós-broncodilatador (pós-BD) foram 67,47% e 78,48% variando, o VEF₁%, de 26% a 123,4%.

Aproximadamente metade (53%) dos indivíduos tinham VEF₁% pré-BD maior ou igual à 60% do previsto.

Nove pacientes (9,1%) tiveram espirometria classificada como distúrbio ventilatório restritivo, 24 pacientes (24,2%) tiveram espirometria normal, 6 pacientes (6,1%) classificados como distúrbio combinado e os outros 60 pacientes (60,6%) tinham distúrbio ventilatório obstrutivo.

A média de Rint pré-BD foi 4,38 (\pm 1,91) e o pós-BD foi 3,52 (\pm 1,61) cmH₂O/L/s.

O coeficiente de variação (CV) médio das medidas de Rint pré-BD foi 14,5% (\pm 8,31) e pós-BD foi 14,8% (\pm 10,03).

O ICC médio foi 0,87 entre as três primeiras medidas de Rint em um intervalo de confiança (IC) de 95%. Para as medidas de Rint pós-BD o ICC foi 0,88.

Nos pacientes com VEF₁% \geq 60, os coeficientes de variação foram 16,76% (\pm 8,61) e 15,80% (\pm 8,27) com ICC de 0,83 e 0,86 pré e pós-BD, respectivamente.

No grupo com VEF₁% $<$ 60 os respectivos coeficientes de variação foram 11,5% (\pm 6,93) e 13,6% (\pm 11,71) com ICC de 0,88 e 0,84 pré e pós-BD.

A média da resistência total pela pletismografia (RTot) pré-BD foi de 6,35 (\pm 4,72) e o pós-BD de 4,52 (\pm 3,10) cmH₂O/L/s.

O coeficiente de correlação geral (r) entre os métodos foi de 0,737 (p $<$ 0,01) nas medidas pré-BD e r = 0,642 (p $<$ 0,01) nas medidas pós-BD.

A relação acima é ilustrada graficamente pela figura 1 abaixo.

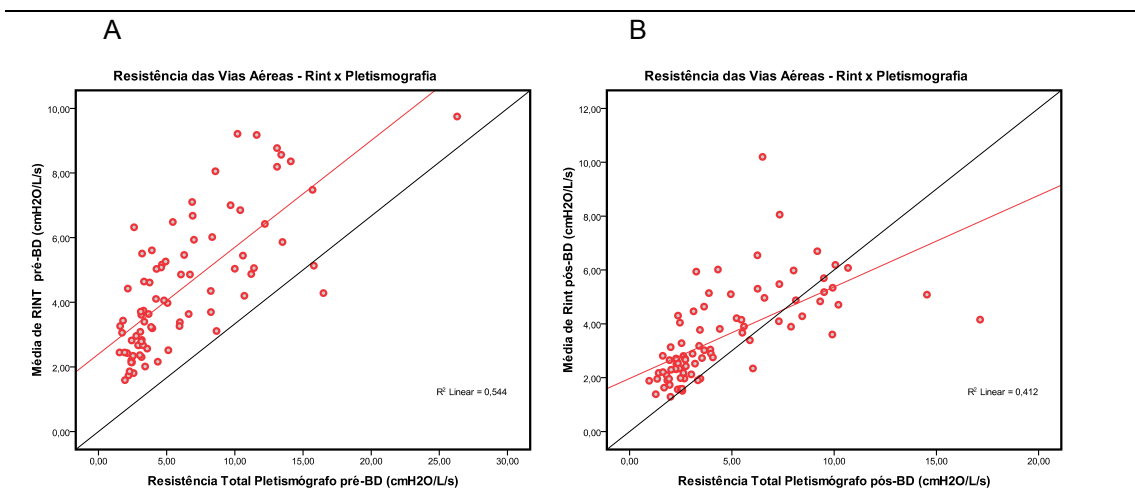


Figura 1 – A) Correlação (r=0,74) entre a Rva medida pelo Rint e pela pletismografia pré-BD. B) Correlação (r=0,64) entre a Rva medida pelo Rint e pela pletismografia pós-BD. As resistências estão expressas em cmH₂O//s.

Rva: resistência de vias aéreas. Rint: método da interrupção.

Na análise de concordância entre os dois métodos (Rint versus Pletismografia) observamos um CV de 25,6% pré-BD e 23,9% pós-BD com um ICC de 0,55 pré e 0,53 pós-BD.

Esta concordância geral é visualizada no gráfico de diferença de médias ilustrado na figura 2.

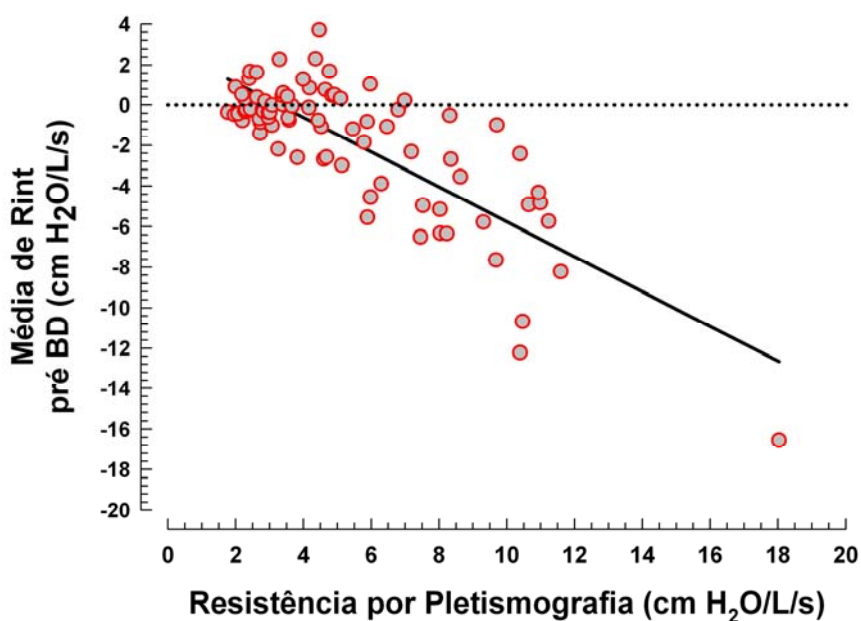


Figura 2 –Diferença de médias de Rva por Rint e pletismografia. Coeficiente de Correlação Intra-classe (ICC) de 0,55. Rva: resistência das vias aéreas. Rint: método da interrupção.

Estratificando-se os pacientes pelo VEF1%, no grupo de VEF1% \geq 60 obtivemos um $r=0,80$, um CV de 17,2% e um ICC de 0,80 pré-BD. Na fase pós-broncodilatador obteve-se um $r=0,72$, um CV de 18,9% com um ICC de 0,68.

No grupo com VEF1% $<$ 60 obtivemos um $r=0,67$, um CV de 37,6% e um ICC de 0,28 pré-BD e encontramos um $r=0,49$, um CV de 30,1% com um ICC de 0,23 pós-BD. Isto pode ser representado pela divisão da figura 2 em dois novos gráficos ilustrados na figura 3.

A

B

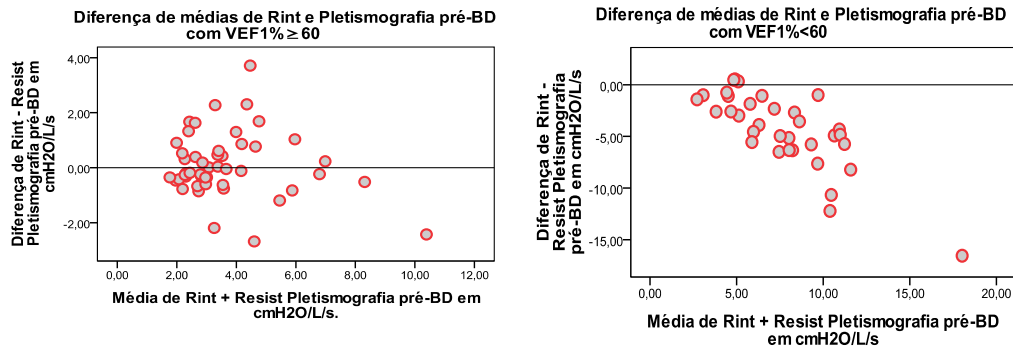


Figura 3. A) resistência de vias aéreas (Rva) em pacientes com VEF%≥60: $r=0,80$ e $ICC=0,80$. B) Rva em pacientes com VEF1%<60: $r=0,67$ e $ICC=0,28$
Rva: resistência de vias aéreas. Rint: Rva pelo método da interrupção.

Graficamente, o comportamento das medidas pós-BD é semelhante ao dos dados pré-BD.

Por ambos os métodos houve queda da Rva à medida que o VEF1% aumentou.

Avaliamos ainda a concordância entre os métodos através da análise de sensibilidade e especificidade e razão de verossimilhança, além de teste Kappa.

Dicotomizamos nossa amostra em normais ($Rva \leq 2,5\text{cmH}_2\text{O/L/s}$) e alterados ($Rva > 2,5\text{cmH}_2\text{O/L/s}$) com base na pletismografia e procedeu-se a construção de uma curva ROC (*Receiver operator characteristic*) onde se obteve uma área sob a curva (AUC) de 0,87. Aplicamos o índice de Youden, cujo resultado foi 0,62, correspondendo a uma sensibilidade de 69,1% e especificidade de 92,8% do Rint em relação ao diagnóstico pletismográfico de Rva alterada.

Na aplicação do teste Kappa, obteve-se um Kappa ajustado para prevalência de 0,73 (IC95%:0,34 – 0,78), correspondendo à 87% de concordância diagnóstica.

Posteriormente, plotamos a relação entre os dois métodos em um gráfico de dispersão de pontos (Figura 4) e definimos diferentes pontos de corte para o Rint.

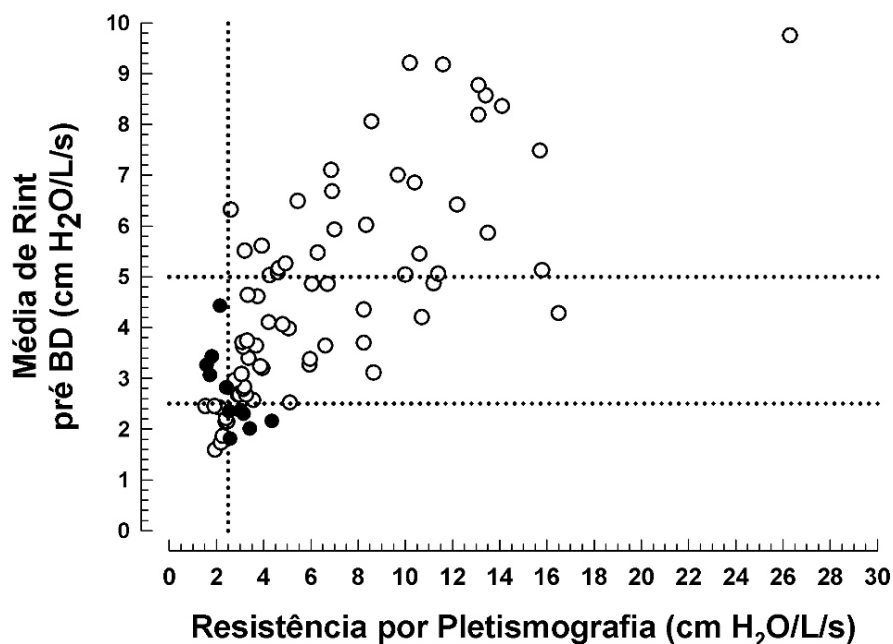


Figura 4 – Relação da resistência de vias aéreas medida pelo Rint e Pletismografia com ponto de corte estabelecido de 2,5 cmH₂O/L/s para o padrão ouro (pletismografia) e diferentes pontos de corte para o Rint (2,5 e 5 cmH₂O/L/s). Os pontos marcados em preto são os discordantes e os em vermelho concordantes entre os métodos. Rint: Resistência pelo método da interrupção.

Com base na Figura 4, construímos uma tabela (Tabela1) para o cálculo da razão de verossimilhança.

Tabela 1 – Cálculo da razão de verossimilhança entre os métodos (Rint e Pletismografia), estratificando-se o Rint em 4 categorias de Rva em cmH₂O//s.

Rint cmH ₂ O/L/s	Pletism. >2,5 cmH ₂ O/L/s	Pletism. ≤2,5 cmH ₂ O/L/s	RV (n)
1	1	3	0,07
2	5	6	0,17
3	22	4	1,13 (26)
4	40	1	8,24 (41)
Total (n)	(68)	(14)	(82)

0,13(n=15)

(n): número de casos. Rva: Resistência de vias aéreas. Rint: Resistência pelo método da interrupção. RV: razão de verossimilhança.

Obtivemos assim uma RV de 8,24 e 0,13 quando as medidas da Rva pelo Rint forem ≥ 4 ou < 2 cmH₂O/L/s, respectivamente.

Nos pacientes (n=15) que apresentaram resposta ao broncodilatador pela espirometria houve redução, em relação ao valor pré-BD, da Rva de 34,2% para o Rint e 39,5% para a pletismografia, estatisticamente não significante (p=0,27). Em um destes pacientes o Rint aumentou após o uso do broncodilatador.

Nos pacientes em que houve redução da Rva pós-BD, 44% (34/77) no grupo Rint e 48,6% (35/72) no grupo pletismografia tiveram variação $\geq 30\%$ em relação aos valores pré-BD.

Do total de pacientes, 18 no Rint e 19 na pletismografia tiveram aumento da Rva no pós-BD.

Discussão

Nós comparamos a medida da Rva pelo método de interrupção (Rint) com a obtida pelo método pletismográfico, procurando por uma correlação potencialmente útil para o emprego do Rint na prática clínica.

As características de cada método já são conhecidas e disponíveis na literatura avaliada.

Neste estudo, o VEF₁% variou de 22,2% a 118,3% indicando a presença de indivíduos muito graves até normais, do ponto de vista da espirometria. Esta heterogenidade de gravidade impacta na correlação entre os métodos como será discutido abaixo.

Em relação à perda de 12 pacientes pré-BD e 10 pacientes pós-BD acreditamos que não influencia na análise, pois o n efetivamente estudado neste trabalho é bem superior ao n mínimo calculado.

Nosso trabalho apresenta dados da variabilidade de Rint semelhantes aos da literatura. Obtivemos valores de CV médio de 14,5% pré-BD, próximo do obtido por outros autores como Chowienczyk et al e van Altena e Gimeno que encontraram um CV médio de 16,3% e 14,4%, respectivamente.^{3,4}

Phagoo et al encontraram um CV médio de 16% quando utilizou-se a retro-extrapolção linear para a determinação da pressão de oclusão.¹⁵

Em crianças de 2,5 a 5 anos de idade, Bridge e McKenzie encontraram um CV do Rint expiratório de 15,5% no pré-BD e de 18,1% pós-BD.¹⁶ Em nosso trabalho, o Rint pós-BD foi de 14,8%.

Já Oswald-Mammoser et al¹⁷, em adultos, encontraram CV médios menores que 10%.

Em nosso estudo, utilizamos o resultado final da Rva da pletismografia, donde não temos o CV médio para este método. Entretanto, dados da literatura indicam que o CV médio da pletismografia (13,2%) tem sido um pouco menor que o do Rint.³

A reprodutibilidade das medidas de Rint foi considerada boa (ICC=0,87) em nosso estudo. Conforme Chinn um valor de ICC útil deve ser de no mínimo 0,6.¹⁸

Em relação aos valores médios de Rva pelos dois métodos, estudos prévios^{3,11} demonstraram que as medidas do Rint são geralmente maiores que as da pletismografia. Valores maiores de Rint poderiam ser explicados pelo fato de que este mede não apenas a Rva, mas também um componente da parede torácica e do parênquima pulmonar.⁵

O algoritmo utilizado para se estimar a pressão alveolar também pode influenciar, pois medidas baseadas na determinação da pressão ao final da oclusão têm resultado em valores maiores de Rint em relação à outros algoritmos como o da retro-extrapolção linear.^{15,17}

Outro fator que poderia explicar diferenças nas medidas entre os dois métodos seria a heterogeneidade do comprometimento das vias aéreas, além de que o tempo (100 ms) poderia não ser suficiente para equilibrar a pressão alveolar pelo Rint.¹¹ Estes dois últimos fatores porém, subestimariam a medida da Rva pelo Rint.^{11,17}

Em nosso trabalho, utilizando-se da análise de diferenças ao redor da média¹⁹ sem estratificação pela gravidade da obstrução ao fluxo aéreo, encontramos que os valores de Rint geralmente subestimam a Rva comparando-se com a pletismografia.

No entanto, ao estratificarmos os pacientes pela gravidade da doença com base no VEF1%, identificamos que os valores de Rint oscilam ao redor da média naqueles pacientes com VEF1% \geq 60 e, que nos pacientes mais graves (VEF1% < 60) é que houve uma inequívoca subestimativa da Rva em relação à pletismografia.

Esta dicotomia de comportamento do Rint em relação à pletismografia é facilmente visível na análise gráfica (Bland & Altman)¹⁹ das figuras 2 e 3.

Nelas identifica-se que quanto maior é a resistência medida pelo pletismógrafo, maior é a diferença para menos na medida feita pelo Rint.

Oswald-Mammoser et al¹¹ encontraram que a medida de Rint foi maior que a pletismografia exceto nos pacientes mais graves, nos quais, como em nosso estudo, a pletismografia obteve valores de Rva maiores que os do Rint. Entretanto, o estudo de Oswald-Mammoser et al pode ter subestimado a medida da Rva pela pletismografia, pois foi medida em volume de ar corrente e sem arfar.

Esta menor Rva do Rint nos doentes mais graves poderia ser explicada pela presença da hiperinsuflação pulmonar e pela dependência da resistência em relação ao volume pulmonar em que foi medida. Além disso, na curva de Rint a oscilação inicial é amortecida e há uma tendência ao arredondamento da linha de pressão (curva pressão-tempo) nos mais obstruídos, o que pode trazer dificuldades na retro-extrapolação.¹¹

Naturalmente, não se espera uma correlação perfeita entre dois métodos diferentes.¹⁹ No presente estudo, encontramos uma concordância geral medida pelo ICC, sem estratificação pelo VEF1%, baixa.

O Rint, no geral, obteve uma medida subestimada da RVA em relação à medida feita pelo pletismógrafo, principalmente em doentes mais graves. À despeito disto identificamos forte correlação ($r=0,80$) entre os métodos em indivíduos menos graves ($VEF1\% \geq 60$), semelhante à outros estudos³ e também uma boa concordância¹⁸ ($ICC = 0,80$) nestes mesmos indivíduos.

Quando construímos uma curva ROC, dicotomizando os resultados em normais ou alterados baseados na pletismografia obtivemos uma AUC de 0,87. Conforme Bland & Altman,²⁰ a área sob a curva representa a probabilidade que uma pessoa com a doença tem de obter um valor mais alto do exame em teste que uma pessoa sem a doença. Ao considerarmos que um teste é inútil se a AUC for igual a 0,5 e que o valor máximo (teste perfeito) tem $AUC = 1$ ²¹, o valor por nós encontrado é considerado bom.

No mesmo sentido aplicamos o índice de Youden²², cujo resultado foi 0,62, correspondendo a uma sensibilidade de 69,1% e especificidade de 92,8% para um diagnóstico de aumento de Rva ($Rint \geq 4 \text{ cmH}_2\text{O/L/s}$ correspondendo a pletismografia $>2,5 \text{ cmH}_2\text{O/L/s}$).

Acreditamos ser satisfatório tal resultado de sensibilidade e especificidade ao se considerar a facilidade de aplicação do Rint e a vantagem econômica em relação à pletismografia.

Ampliando a análise, empregamos a RV. Conforme Grimes & Schulz²³ uma RV próxima de 1 tem pequeno efeito na tomada de decisão, já valores altos ou baixos podem mudar de modo importante a probabilidade de doença. Conforme os mesmos autores, uma RV entre 5 e 8 é considerada moderada, ótima quando acima de 10.

Avaliamos ainda a concordância diagnóstica entre os métodos através da aplicação do coeficiente Kappa, dicotomizando os resultados em normais ou alterados pela pletismografia.

Obtivemos assim, uma $RV > 8$ para medidas de $Rint \geq 4$ cmH₂O/L/s e um índice Kappa de 0,73, ambos considerados bons.^{23,24} Em relação à RV para valores de $Rint \leq 2$ cmH₂O/L/s, o valor obtido ($RV=0,13$) indica uma baixa probabilidade de que a Rva esteja alterada nestes pacientes. Contudo, o pequeno número (15) de pacientes com $Rint \leq 2$ cmH₂O/L/s impõe limitações à esta afirmação.

Ambos o métodos demonstraram uma relação inversa da resistência das vias aéreas com o VEF1%.

Avaliando-se a resposta ao broncodilatador, encontramos que naqueles pacientes que apresentaram resposta pela espirometria a queda na resistência das vias aéreas foi semelhante nos dois métodos, dado concordante com outros estudos.³

Salientamos que a pletismografia está disponível em poucos centros urbanos e de pesquisa e há escassa informação atual sobre o uso do Rint em adultos. Poucos estudos tentaram obter valores de referência como van Almena & Gimeno (1994)⁴ ou comparando o Rint com a oscilometria de impulso no diagnóstico de DPOC em idosos feita por Guo Yan-fei et al (2005)²⁵ ou ainda comparando com a espirometria em teste de broncoprovocação feita por Panagou et al(2004).²⁶

No artigo mais recente (2009)¹⁷, Oswald-Mammoser apresenta, em adultos, algoritmos para estimação da pressão alveolar pelo Rint, não é feita correlação com a pletismografia.

Em nossa análise a concordância diagnóstica entre os métodos foi forte.

O presente estudo identificou que a concordância entre os dois métodos de medida da Rva é boa em indivíduos menos graves, como denotam os coeficientes de correlação de Pearson (r) e o ICC de 0,80. Nestes indivíduos, a medida do Rint teve uma oscilação tanto para mais quanto para menos em relação à pletismografia. Já nos indivíduos mais graves houve uma clara subestimativa da medida da RVA medida pelo Rint em relação à pletismografia.

Nosso estudo procurou ampliar a análise comparativa desta ferramenta, Rint, dando um enfoque mais prático e elementos mais objetivos de correlação com a pletismografia. Com isso, acreditamos poder fornecer algum subsídio para o uso parcimonioso do Rint na prática clínica de adultos.

Concluimos que o método da interrupção (Rint), é um instrumento útil e que poderia prescindir-nos da realização de pletismografia em determinados casos, notadamente se a medida de Rint fosse ≥ 4 cmH₂O/L/s, com boa segurança diagnóstica.

Referências:

- 1.Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes Para Testes de Função Pulmonar.J Bras Pneumol. 2002;28(3):139-50.
- 2.West, J B. Fisiologia Respiratória Moderna. 5ª ed. São Paulo:Editora Manole;1996.p.83-108.
- 3.Chowiencyk PJ, Lawson CP, Lane S, Johnson R, Wilson N, Silverman M,et al. A flow interruption device for measurement of airway resistance. Eur Respir J.1991;4(5):623-8.
- 4.van Altena R, Gimeno F. Respiratory Resistance Measured by Flow- Interruption in a Normal Population. Respiration.1994;61(5):249-54.
- 5.Bates JHT, Abe T, Romero PV, Sato J. Measurement of alveolar pressure in closed-chest dogs during flowinterruption.J Appl Physiol.1989;67(1):488-92.
- 6.Bridge PD, Ranganathan S, McKenzie AS. Measurement of airway resistance using the interrupter technique in preschool children in the ambulatory setting. Eur Respir J.1999;13(4):792-6.
- 7.Kannisto S, Vanninen E, Remes K, Korppi M. Interrupter Technique for Evaluation of Exercise-Induced Bronchospasm in Children. Pediatr Pulmonol. 1999;27(3):203-7.

8. 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.
9. 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.
10. Merkus PJFM, Mijnsbergen JY, Hop WCJ, de Jongste JC. Interrupter Resistance in Preschool Children-Measurement Characteristics and Reference Values. *Am J Resp Crit Care Med*. 2001;163(6):1350-5.
11. Oswald-Mammoser M, Charloux A, Donato L, Albrecht C, Speich JP, Lampert E, et al. Interrupter Technique Versus Plethysmography for Measurement of Respiratory Resistance in Children With Asthma or Cystic Fibrosis. *Pediatr Pulmonol*. 2000; 29(3):213-20.
12. Micro Medical Ltd (homepage on the Internet). United Kingdom. Acessado em 23 de julho de 2009. Available from: http://www.micromedical.co.uk/products/proddetail2.asp?spiro_id=27
13. Bates JHT, Sly PD, Kochi T and Martin JG. The effect of a proximal compliance on interrupter measurement of resistance. *Respir Physiol*. 1987;70(3):301-12.
14. Dubois AB, Botelho SY, Comroe JH Jr. A new method for measuring airway resistance in man using a body plethysmograph: values in normal subjects and in patients with respiratory disease. *J Clin Invest*. 1956;35(3):327-34.
15. Phagoo SB, Watson RA, Pride NB, Silverman M. Accuracy and sensitivity of the interrupter technique for measuring the response to bronchial challenge in normal subjects. *Eur Respir J*. 1993;6(7):996-1003.
16. Bridge PD, McKenzie SA. Aiway resistance measured by the interrupter technique: expiration ou inspiration, mean or median? *Eur Respir J*. 2001;17(3):495-8.
17. Oswald-Mammoser M, Charloux A, Enache I, Lonsdorfer-Wolf E, Geny B. A comparison of four algorithms for the measurement of interrupter respiratory resistance. *Respir Med*. 2009;103(5):729-35.
18. Chinn S. Statistics in respiratory medicine. 2. Repeatability and method comparison. *Thorax*. 1991;46(6):454-6.

19. Bland JM e Altman DG. Statistical Methods for Assessing Agreement Between Two Methods of Clinical Measurement. *Lancet*. 1986;1(8476):307-10.
20. Altman DG, Bland JM. Diagnostic tests 3: receiver operating characteristic plots. *BMJ*. 1994;309(6948):188.
21. Knottnerus JA, van Weel C, Muris JW. Evidence base of clinical diagnosis: Evaluation of diagnostic procedures. *BMJ*. 2002;324(7335):477-80.
22. Youden WJ. Index for rating diagnostic tests. *Cancer*. 1950; 3(1):32-5.
23. Grimes DA, Schulz KF. Epidemiology 3: Refining clinical diagnosis with likelihood ratios. *Lancet*. 2005;365(9469):1500-05.
24. MedCalc.(homepage on the Internet). Belgium. Acessado em 09/05/2009. Available from: <http://www.medcalc.be/manual/kappa.php>
25. Guo Yan-fei, Sun Tie-ying, François Herrmann, Jean-Paul Janssens. Comparison of airway resistance neasurements by the forced oscillation technique and the interrupter technique for detecting chronic obstructive pulmonary disease in elderly patients. *ChinMedical J*. 2005;118(22):1921-4.
26. Panagou P, Kottakis I, Tzouveleki A, Anevlavis S, Bouros D. Use of interrupter technique in assessment of bronchial responsiveness in normal subjects. *BMC Pulm Med*. 2004;4:11-16.

ARTICLE

Airway Resistance – Interrupter Technique (Rint) versus Plethysmography: a New View.*

Gritti LA¹, Menna Barreto SS².

Summary : Airway resistance (Raw) is the pressure difference between alveolus and the mouth divided by the airflow rate. This parameter is obtained by plethysmography, a more complex technique available in few centers. The interrupter method (Rint) is simple, easy to perform, demanding little collaboration; it is portable, low cost when compared to plethysmography. In children it has reference values and correlation to the plethysmographic technique. In adults there are few correlation data. **Objective**: To asses the agreement of the airway resistance measurements between Rint and plethysmography. **Method**: Rint measurements was performed on expiration, with patients in seated position, with a nose clip and cheek support. The plethysmography exam was carried out by the usual way. Measures were taken

before and after the administration of inhaled broncodilatador. **Results:** We analyzed 99 patients from 18 to 82 years of age, 52.5% of which were women. There was a good agreement between the methods ($r=0,8$ and $ICC=0,8$) for patients with $VEF1\% \geq 60$. Rint also had a good agreement with plethysmography in the diagnostic of Raw increase, especially for Rint measures ≥ 4 cm/H₂O/L/s ($LR > 8$ and Kappa coefficient 0,73).

Conclusion: The present study identified that agreement between Rint and plethysmography is good in less severe individuals. Diagnostic agreement of increase or normality of Raw between the two methods was strong. Rint is a potentially useful method in adults care practice.

Keywords: Plethysmography; Airway Resistance; Diagnostic techniques, respiratory system; Respiratory function tests; Airway obstruction/diagnosis.

* Trabalho realizado no Programa de Pós-Graduação em Medicina: Clínica Médica. Serviço de Pneumologia do HCPA. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre (RS) Brasil.

1. Médico Pneumologista – TE-SBPT – Mestrando em Clínica Médica: UFRGS.

2. Professor Doutor Titular da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. - Chefe do Serviço de Pneumologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Medicina - Clínica Médica da UFRGS.

INTRODUCTION

By Airway Resistance (Raw) it is understood the degree of airflow difficulty to move through the airway, this being an important parameter in the pulmonary functional assessment.¹⁻³ Raw is calculated by the difference of pressure of the alveolus and the mouth, divided by the rate of airflow.

Raw may be obtained with the help of pletismography, a sensitive and reproducible method, although more complex and expensive, that is available in few centers.⁴

The Rint method estimates, through the brief and transitory interruption of the airflow, the alveolar pressure and measures the total airway resistance. The Raw as well as the elastic resistance of both the chest wall and the pulmonary tissue is obtained by this technique, not being corrected for the

pulmonary volume in which it was obtained. The technique is carried out at tidal breathing volume, near the functional residual capacity (FRC).^{1, 5}

In measurements close to the FRC, the relative importance of Raw (at determining the airflow) is increased and that of the elastic retraction, complacency and patient effort is reduced.¹ Also, tissue resistance accounts for about 20% of total resistance in normal individuals.²

The interrupter method (Rint) is simple, easy to perform, demands little collaboration, is portable, noninvasive and cost-effective in relation to pletismography.^{3,6-8} There are reference values and correlation with pletismography-measured resistance for children,^{3,6,8-12}, but there are few data regarding correlation with the pletismographer for adults.

Patients with pulmonary disease have been assessed mainly by spirometry and body pletismography. Spirometry measures the ventilatory capacity and is based on the presence of airflow limitation defined by the FEV1/FVC correlation. However, in situations where FVC is reduced (e.g. obesity) this correlation may be normal. In these cases, the increase of Raw or reduction of specific conductance indicates the presence of airflow limitation.¹

Pletismography allows the determination of pulmonary volumes and airway resistance.

Our goal was to make a comparative assessment between the interruption method and the pletismographic one in the assessment of Raw in adults for clinical application purposes.

Methods

We assessed 99 consecutive patients, aging between 18 and 82 years, who attended the pulmonary function laboratory of Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) – Rio Grande do Sul for pulmonary function test between June 2006 and January 2007.

The Rint measures were taken in the service routine and the necessary variables, such as weight, height, gender and age were obtained for all patients.

The device utilized to measure Raw by the interruption method was Micro Rint-Micro Medical Ltda, already described,^{3, 10}, the exam being carried out with the patient in the sitting position, with nose clip, slight cervical hyperextension and cheek support.^{10, 13} The mouth pressure was estimated by

means of linear retro extrapolation of two points (70 and 30 m) post-occlusion up to the 15 m point after the closure of the valve. The random or automatic fire of the occlusion valve used to take place at the peak of the exhaling flow.

Six occlusions were carried out before and six after the use of inhaled salbutamol 400 mcg via metered-dose spray.

The resistance calculation is made with the following equation:

$$\text{Resistance} = \text{Pressure}/\text{Flow}.^{1, 12}$$

Only patients with at least 3 technically adequate Rint measures were analyzed, according to the already published criteria^{3, 10}.

The device (Micro Rint) was calibrated by the company in charge of servicing the brand before the measures started.

For the pletismography-measured Rwa the Master Screen Body (Erich Jaeger – Germany) device was used by the Dubois method.¹⁴

Patients had the Rint measures and then pletismography taken and all of them were repeated 15 minutes after the use of inhaled bronchodilator.

The expected spirometry values, as well as the interpretation algorithm, followed the SBPT standards. The statistic software utilized was SPSS, version 17.

The analysis consisted of the accomplishment of correlation and agreement measures (Pearson's (r), intraclass correlation coefficient (ICC), likelihood ratio (LR), Kappa and Youden coefficient, ROC curve, t-test¹⁸⁻²³) of Rint with the total resistance obtained by the pletismography, as well as stratification according to FEV₁%. The Rint values and total pletismography resistance were provided by cmH₂O/L/s.

The study was approved by the HCPA's Research Ethics Committee.

Results

Ninety nine (99) patients were initially assessed, out of which 12 pre-bronchodilator and 10 post-bronchodilator were not able to accomplish the pletismography resistance measure and/or did not have 3 adequate Rint measures. We analyzed data from 87 patients before and 90 patients after the use of the bronchodilator.

The main results are shown below in table 1, followed by descriptive text.

Table 1- Main characteristics of studied population(A), analysis of Rint reproducibility(B) and correlation analysis between Rint and Pletismography methods(C)

A							
	FVC% mean	FEV1% (min-max)	Rint cmH ₂ O/l/s mean (DP)	Pletismography (cmH ₂ O/l/s) mean (DP)	Age years mean(DP)	Height Cm mean(DP)	Weight Kg Mean(DP)
Pré-BD	74,42	63,61 (22,2-118,3)	4,38 (±1,91)	6,35 (± 4,72)	57,3 (±14,6)	161,9 (±8,6)	71,33 (±15,1)
Post-BD	78,48	67,47 (26-123,4)	3,52 (±1,61)	4,52 (± 3,10)			

B				C			
Rint				Correlation between Rva by Rint and Pletismography			
	Total	FEV1% ≥60	FEV1% <60		Total	FEV1% ≥60	FEV1% <60
VC pre-BD	14,5% (±8,31)	16,76% (± 8,61)	11,5% (± 6,93)	r pre-BD	0,74 (p<0,01)	0,80	0,67
VC post-BD	14,8% (± 10,03)	15,80% (± 8,27)	13,6% (± 11,71)	r post-BD	0,64 (p<0,01)	0,72	0,49
ICC Pré-BD	0,87	0,83	0,88	VC pré-BD	25,6%	17,2%	37,6%
ICC post-BD	0,88	0,86	0,84	VC post-BD	23,9%	18,9%	30,1%
				ICC pre-BD	0,55	0,80	0,28
				ICC post-BD	0,53	0,68	0,23

Fifty two (52) out of the 99 patients, (52.5%) were women.

The mean age was 57.3 (± 14.58) years, varying from 18 to 82 years. The mean height was 161.92 (± 8.6) cm and weight 71.33 (± 15.1) Kg.

The mean values of FEV 1% and FVC% pre-bronchodilator (pre-BD) were 63.61% and 74.42%, FEV₁% varying from 22.2% to 118.3%.

The mean values of FEV 1% and FVC% post-bronchodilator (post-BD) were 67.47% and 78.48%, FEV₁% varying from 26% to 123.4%.

Approximately half (53%) the individuals had FEV₁% pre-BD greater or equal to 60% of the expected.

Nine patients (9.1%) had the spirometry classified as a restrictive respiratory disorder, 24 patients (24.2%) had a normal spirometry, 6 patients (6.1%) classified as a combined disorder and the other 60 patients (60.6%) had an obstructive respiratory disorder.

The mean pre-BD Rint was 4.38 (\pm 1.91) and the post-BD 3.52 (\pm 1.61) cmH₂O/L/s.

The mean variation coefficient (VC) of the pre-BD Rint measures was 14.5% (\pm 8.31) and the post-BD 14.8% (\pm 10.03).

The mean ICC was 0.87 among the three first Rint measures and a confidence interval (CI) of 95%. ICC for the post-BD Rint measures was 0.88.

The variation coefficient for patients with FEV₁% \geq 60 was 16.76% (\pm 8.61) and 15.80% (\pm 8.27) with pre and post-BD ICC of 0.83 and 0.86 respectively.

The respective variation coefficient in the group with FEV₁% < 60 were 11.5% (\pm 6.93) and 13.6% (\pm 11.71), with pre and post-BD ICC of 0.88 and 0.84.

The total resistance mean by pre-BD pletismography (RTot) was 6.35 (\pm 4.72) and the post-BD 4.52 (\pm 3.10) cmH₂O/L/s.

The general correlation coefficient (r) between the methods was 0.737 (p < 0.01) on the pre-BD measures and r = 0.642 (p < 0.01) on the post-BD measures.

The above correlation is graphically presented on figure 1 below.

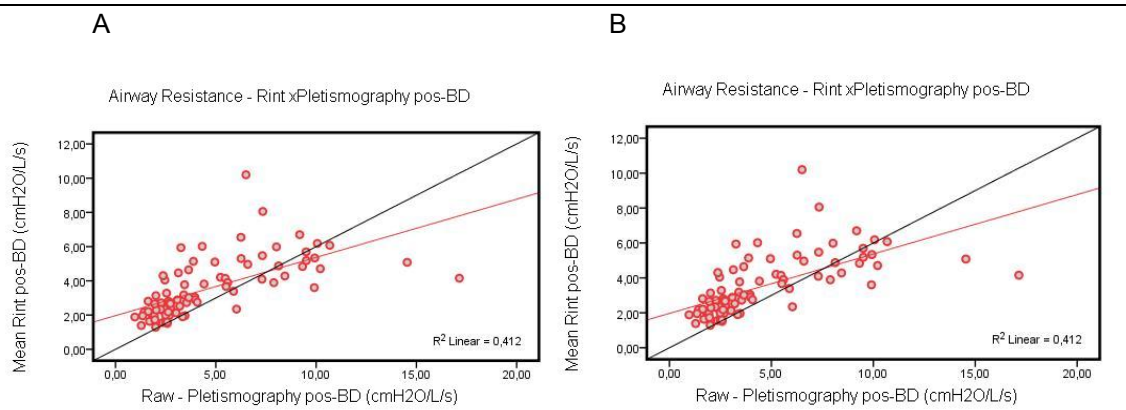


Figure 1 – A) Correlation ($r=0.74$) between Raw by Rint and pre-BD plethysmography. B) Correlation ($r=0.64$) between Raw measured by Rint and post-BD plethysmography. The resistances are expressed in $\text{cmH}_2\text{O/l/s}$. Raw: airway resistance. Rint: the interruption method.

In the agreement analysis between the two methods (Rint *versus* plethysmography) we noticed a VC of pre-BD 25.6% and post-BD 23.9%, with an ICC of pre-BD 0.55 and post-BD 0.53.

This general agreement is visualized on the mean difference chart (Bland & Altman) illustrated on figure 2.

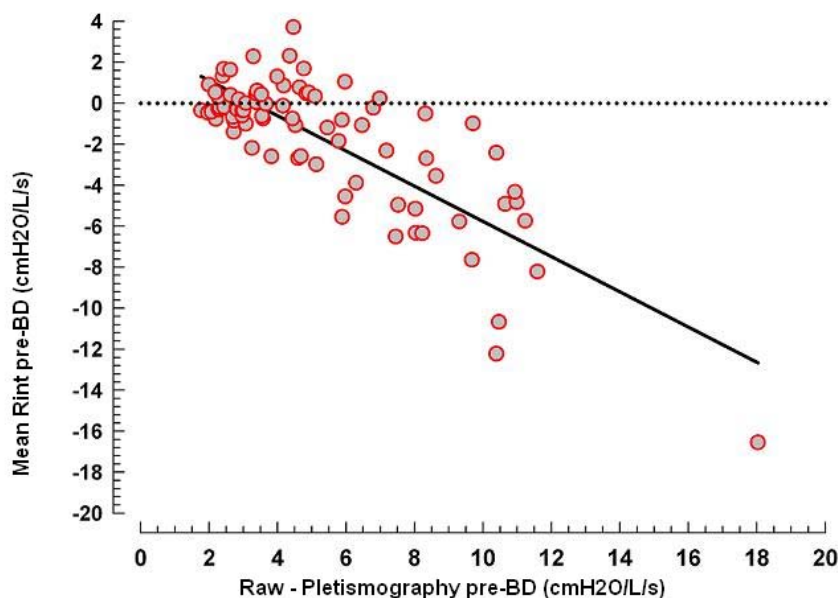


Figure 2 – Mean difference of Raw by Rint and plethysmography (Bland & Altman). Intra-class Correlation Coefficient (ICC) of 0.55. Raw: airway resistance. Rint: the interruption method.

By stratifying patients by FEV1%, we had an $r=0.80$, a VC of 17.2% and an ICC of pre-BD 0.80 in the FEV1% ≥ 60 group. In the post-bronchodilator phase we had an $r=0.72$, a VC of 18.9%, with an ICC of 0.68.

In the group FEV1% < 60 we had an $r=0.67$, a VC of 37.6% and an ICC of pre-BD 0.28 and we found an $r=0.49$, a VC of 30.1%, with an ICC of post-BD 0.23. This may be represented by dividing figure 2 into two new charts illustrated on figure 3.

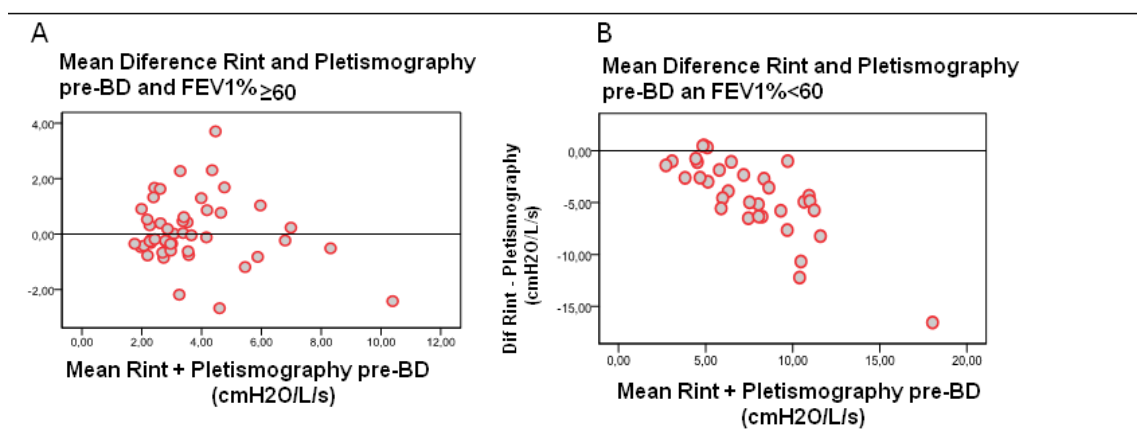


Figure 3. A) Raw in patients with FEV% ≥ 60 : $r=0.80$ and ICC=0.80. B) Airway in patients with FEV1% < 60 : $r=0.67$ and ICC=0.28.

Raw: airway resistance. Rint: Raw by the interruption method.

The behavior of post-BD measures is graphically similar to those of the pre-BD data.

As the FEV1% increased, the airway resistance decreased by both methods.

We also assessed the agreement between the methods by the sensitivity and specificity analysis and likelihood ratio, besides the Kappa test.

We dichotomized our sample in normal ($Raw \leq 2.5\text{cmH}_2\text{O/L/s}$) and altered ($Raw > 2.5\text{cmH}_2\text{O/L/s}$), based on the pletismography and we built an ROC curve (*Receiver operator characteristic*), where an area under the curve (AUC) was 0.87. We applied the Youden index, which result was 0.62, corresponding to a 69.1% Rint sensitivity and 92.8% Rint specificity in relation to the pletismographic diagnostic of altered airway resistance.

In the application of the Kappa test, we obtained an adjusted Kappa for the prevalence of 0.73 (IC95%:0.34 – 0.78), corresponding to 87% of diagnostic agreement.

Later on, we plotting the relation between the two methods on a point dispersion chart (Figure 4) and defined different cut-off points for Rint.

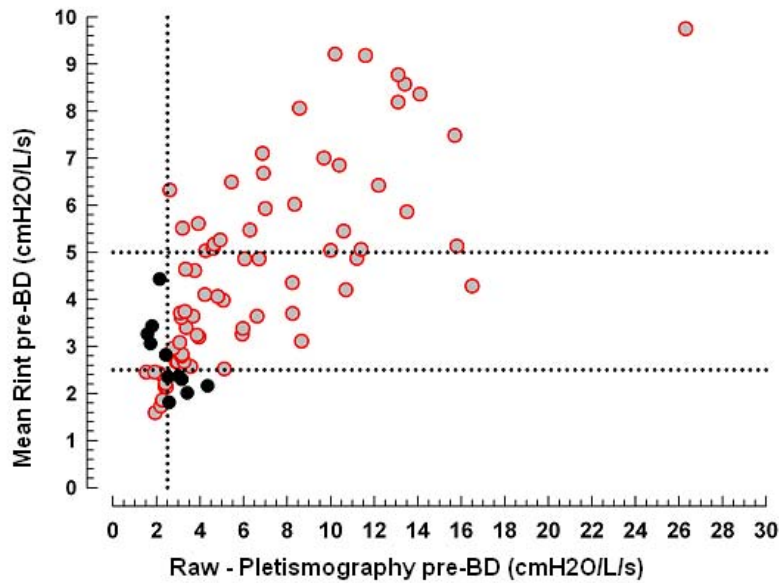


Figure 4 – Relation between airway measured by Rint and pletismography, with a cut-off set up of 2.5 cmH₂O/L/s for the gold standard (pletismography) and different cut-off points for Rint (2.5 and 5 cmH₂O/L/s). The points marked in black are *in* disagreement and those in red are in agreement with the methods. Rint: Resistance by the interruption method.

Based on Figure 4, we built a table (Table 1) to calculate the likelihood ratio.

Table 1 – Calculation of the likelihood ratio between the methods (Rint and pletismography), Rint being stratified into 4 Raw categories in cmH₂O//s.

Rint cmH ₂ O/L/s	Pletism. >2.5 cmH ₂ O/L/s	Pletism. ≤2.5 cmH ₂ O/L/s	LR (n)
1	1	3	0.07
2	5	6	0.17
3	22	4	1.13 (26)
4	40	1	8.24 (41)
Total (n)	(68)	(14)	(82)

(n=15) | 0.13

(n): number of cases. Airway resistance: airway resistance. Rint: Resistance by the interruption method. LR: Likelihood ratio.

We got a LR result of 8.24 and 0.13 when the Raw by Rint is ≥ 4 or < 2 cmH₂O/L/s, respectively.

In patients (n=15) who showed an answer to the bronchodilator by spirometry there was a reduction in relation to the pre-BD value of Raw of 34.2% for Rint and 39.5% for pletismography, statistically not significant (p=0.27). In one of these patients, Rint increased after the use of the bronchodilator.

In the groups with a post-BD Raw reduction, 44% (34/77) in the Rint group and 48.6% (35/72) in the pletismography group the variation was of $\geq 30\%$ in relation to the pre-BD values.

Out of the patients' total, 18 at Rint and 19 at pletismography had an increase of Raw in the post-BD.

Discussion

We compared Raw by the interruption method (Rint) and that obtained by the pletismographic method, looking for a potential correlation useful the use of Rint in the clinical practice.

The characteristics of each method are already known and available in the literature assessed.

In this study, the FEV₁% varied from 22.2% to 118.3%, indicating the presence of very severe to normal individuals, on the spirometry viewpoint. How we discuss below, this heterogeneity will be impact in de correlation between methodos. We believe that the lost of 12 patients pre-BD and 10 patients post-BD doesn't have a significative impact in the analisys, because our studied population was bigger that minimum calculated n.

Our work shows Rint variability data similar to those found in the literature. We got mean VC values of pre-BD 14.5%, near those obtained by other authors, such as Chowienczyk et all and van Altena and Gimeno, who found a mean VC of 16.3% and 14.4%, respectively.^{3,4}

Phagoo et all found a mean VC of 16% by using a linear retro extrapolation to determine the wedge pressure.¹⁵

Bridge and McKenzie found an expiratory Rint VC of 15.5% in the pre-BD and 18.1% in the post-BD in 2.5 to 5 year-old children.¹⁶ In our work the post-BD Rint was 14.8%.

Oswald-Mammoser et al¹⁷ found mean VC lower than 10% in adults.

We used in our study the final result of the Raw given by pletismography, of which we do not have the mean VC for this method. However, data from the literature indicate that the mean pletismography VC (13.2%) has been a little lower than that of Rint.³

The reproducibility of the Rint measures was considered good (ICC-0.87) in our study. According to Chinn, an useful ICC value should be at least 0.6.¹⁸

Previous studies^{3, 11} showed that the Rint measures are typically higher, in relation to Raw mean values, than those of pletismography. Higher Rint values could be explained by the fact that Rint measures not only airway resistance, but also a component of the chest wall and the pulmonary parenchyma.⁵

The algorithm used to estimate the alveolar pressure can also cause an impact. Measures based on the determination of pressure at the end of the wedge have results in higher Rint values in relation to other algorithms, such as that of linear extrapolation.^{15, 17}

Another factor that could explain the differences in the measures of the two methods would be the heterogeneity of the airway endangerment, besides the fact that the time (100 ms) could not be sufficient to balance the alveolar pressure by Rint.¹¹ However, these two last factors would underestimate the measure of Raw by Rint.^{11, 17}

By utilizing the analysis of differences around the mean¹⁹, without stratification by the severity of airflow obstruction, we found in our work that the Rint values typically underestimate the Raw as compared to pletismography. However, at stratifying the patients by the severity of their disease based on the FEV1%, we identified that the Rint values fluctuated around the mean in those patients with FEV1% \geq 60, and that in the more severe patients (FEV1% < 60) there was an unequivocal underestimation of Raw in relation to pletismography.

This dichotomy of Rint behavior in relation to pletismography is easily visible on the graphic analysis (Bland & Altman)¹⁹ of figures 2 and 3. Here we can identify that while increase the resistance measured by the pletismographer, the greater is the difference for the lesser in the measure made by Rint.

Oswald-Mammoser et al¹¹ found that the Rint measure was higher than that of pletismography, except in the most severe patients, in whom

pletismography obtained, such as in study, Raw values higher than those of Rint. However, the study by Oswald-Mammoser et al might have underestimated the Raw by pletismography, for it was measured in tidal volume and without panting.

This lower Rint Raw in the more severe patients could be explained by the presence of pulmonary hyper insufflations and by the dependence of air resistance in relation to the pulmonary volume in which it was measured. Furthermore, the initial fluctuation is absorbed in the Rint curve and the pressure line (pressure-time curve) tends to be rounded in those more obstructed, what can cause difficulties in the retroextrapolation.¹¹

A perfect correlation between the two different methods is obviously not expected.¹⁹ In the present study, we found a low general agreement measured by the ICC, without the stratification by the FEV1%.

In general, the Rint obtained an underestimated measure of air resistance in relation to the measure made by the pletismographer, especially in the more severe patients.

In spite of this, we identified a strong correlation ($r=0.80$) between the methods in less severe individuals ($FEV1\% \geq 60$), similarly to other studies³ and also a good agreement¹⁸ ($ICC = 0.80$) in these same individuals.

When we built a ROC curve, we dichotomized the results in normal or altered, based on pletismography, and obtained an AUC of 0.87. According to Bland & Altman,²⁰ the area under the curve represents the probability of a person with the disease to get a higher value on the exam being tested as compared to a person without the disease. If we consider a test useless when the AUC equals 0.5 and the maximum score (a perfect test) $AUC = 1$ ²¹, the value we found is considered to be a good one.

Likewise, we applied the Youden index²², which result was 0.62, corresponding to a sensitivity of 69.1% and specificity of 92.8% for a diagnostic of increased Raw ($Rint \geq 4 \text{ cmH}_2\text{O/L/s}$ corresponding to pletismography $>2.5 \text{ cmH}_2\text{O/Lvi/s}$).

We believe this sensitivity and specificity result to be satisfactory at considering the easiness of Rint application and the economic advantage in relation to pletismography.

Enhancing the analysis, we used LR. According to Grimes & Schulz²³, a LR near to 1 has a small effect on the decision making, whereas high or low values may significantly change the probability of the disease. According to the same authors, a LR between 5 and 8 is considered moderate and excellent when above 10.

We also assessed the diagnostic agreement between the methods by applying the Kappa coefficient, dichotomizing the results in normal or altered by pletismography.

Thus, we obtained a LR > 8 for Rint measures ≥ 4 cmH₂O/L/s and a Kappa index of 0.73, both considered good.^{23,24} In relation to LR for Rint values ≤ 2 cmH₂O/L/s, the obtained value (RV=0.13) indicates a low probability that Raw is altered in these patients. However, the small number (15) of patients with Rint ≤ 2 cmH₂O/L/s imposes limitations to this information.

Both methods show an inverse relationship of Raw with the FEV1%.

Assessing the answer to the bronchodilator, we found that the decrease of Raw in patients who showed an answer by spirometry was similar in both methods, a data which is in agreement to those of other studies.³

We emphasize that pletismography is available in few urban and research centers and there is scarce current information on the use of Rint in adults. Few studies tried to get reference values, such as van Altena & Gimeno (1994)⁴ or comparing Rint with impulse oscillometry on the diagnostic of DPOC in elderly people, made by Guo Yan-fei et al (2005)²⁵, or still comparing it with spirometry in bronchoprovocation test made by Panagou et al(2004).²⁶

On a more recent article (2009)¹⁷, Oswald-Mammoser shows, algorithms to estimate alveolar pressure in adults by Rint, but a correlation with pletismography is not made.

We found a strong diagnostic agreement between the methods in our analysis.

The present study found a good agreement in Raw measures between the two methods in less severe individuals, as show the Pearson's correlation coefficients (r) and ICC of 0.80. In these individuals, the Rint measure had a fluctuation for both the greater and the lesser in relation to pletismography. For more severe individuals there was a clear underestimation of the Raw measure by Rint in relation to pletismography.

Our study tried to enhance the comparative analysis of the Rint tool, giving it a rather practical approach and more objective elements to plethysmography correlation. With this, we hope we may provide some subsidy for the use of Rint with parsimony in the clinical practice of adults.

We conclude that the interruption method (Rint) is a useful instrument, which could save us from using plethysmography in some cases, especially if the Rint measure were ≥ 4 cmH₂O/L/s, with a good diagnostic safety.

Bibliography:

- 1.Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes Para Testes de Função Pulmonar. J Bras Pneumol. 2002;28(3):139-50.
- 2.West, J B. Fisiologia Respiratória Moderna. 5^a ed. São Paulo:Editora Manole;1996.p.83-108.
- 3.Chowienczyk PJ, Lawson CP, Lane S, Johnson R, Wilson N, Silverman M, et al. A flow interruption device for measurement of airway resistance. Eur Respir J.1991;4(5):623-8.
- 4.van Altena R, Gimeno F. Respiratory Resistance Measured by Flow-Interruption in a Normal Population. Respiration.1994;61(5):249-54.
- 5.Bates JHT, Abe T, Romero PV, Sato J. Measurement of alveolar pressure in closed-chest dogs during flowinterruption. J Appl Physiol.1989;67(1):488-92.
- 6.Bridge PD, Ranganathan S, McKenzie AS. Measurement of airway resistance using the interrupter technique in preschool children in the ambulatory setting. Eur Respir J.1999;13(4):792-6.
- 7.Kannisto S, Vanninen E, Remes K, Korppi M. Interrupter Technique for Evaluation of Exercise-Induced Bronchospasm in Children. Pediatr Pulmonol. 1999;27(3):203-7.
- 8.Lombardi E, Sly PD, Concutelli G, Novembre E, Veneruso G, Frongia G, et al. Reference values of interrupter respiratoryresistance in healthy preschool white children. Thorax. 2001;56(9):691-5.
- 9.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.

10. Merkus PJFM, Mijnsbergen JY, Hop WCJ, de Jongste JC. Interrupter Resistance in Preschool Children-Measurement Characteristics and Reference Values. *Am J Resp Crit Care Med*. 2001;163(6):1350-5.
11. Oswald-Mammoser M, Charloux A, Donato L, Albrecht C, Speich JP, Lampert E, et al. Interrupter Technique Versus Plethysmography for Measurement of Respiratory Resistance in Children With Asthma or Cystic Fibrosis. *Pediatr Pulmonol*. 2000; 29(3):213-20.
12. Micro Medical Ltd (homepage on the Internet). United Kingdom. Acessado em 23 de julho de 2009. Available from: http://www.micromedical.co.uk/products/proddetail2.asp?spiro_id=27
13. Bates JHT, Sly PD, Kochi T and Martin JG. The effect of a proximal compliance on interrupter measurement of resistance. *Respir Physiol*. 1987;70(3):301-12.
14. Dubois AB, Botelho SY, Comroe JH Jr. A new method for measuring airway resistance in man using a body plethysmograph: values in normal subjects and in patients with respiratory disease. *J Clin Invest*. 1956;35(3):327-34.
15. Phagoo SB, Watson RA, Pride NB, Silverman M. Accuracy and sensitivity of the interrupter technique for measuring the response to bronchial challenge in normal subjects. *Eur Respir J*. 1993;6(7):996-1003.
16. Bridge PD, McKenzie SA. Airway resistance measured by the interrupter technique: expiration ou inspiration, mean or median? *Eur Respir J*. 2001;17(3):495-8.
17. Oswald-Mammoser M, Charloux A, Enache I, Lonsdorfer-Wolf E, Geny B. A comparison of four algorithms for the measurement of interrupter respiratory resistance. *Respir Med*. 2009;103(5):729-35.
18. Chinn S. Statistics in respiratory medicine. 2. Repeatability and method comparison. *Thorax*. 1991;46(6):454-6.
19. Bland JM e Altman DG. Statistical Methods for Assessing Agreement Between Two Methods of Clinical Measurement. *Lancet*. 1986;1(8476):307-10.
20. Altman DG, Bland JM. Diagnostic tests 3: receiver operating characteristic plots. *BMJ*. 1994;309(6948):188.
21. Knottnerus JA, van Weel C, Muris JW. Evidence base of clinical diagnosis: Evaluation of diagnostic procedures. *BMJ*. 2002;324(7335):477-80.
22. Youden WJ. Index for rating diagnostic tests. *Cancer*. 1950; 3(1):32-5.

- 23.Grimes DA, Schulz KF. Epidemiology 3: Refining clinical diagnosis with likelihood ratios. Lancet. 2005;365(9469):1500-05.
- 24.MedCalc.(homepage on the Internet). Belgium. Acessado em 09/05/2009. Available from: <http://www.medcalc.be/manual/kappa.php>
- 25.Guo Yan-fei, Sun Tie-ying, François Herrmann, Jean-Paul Janssens. Comparison of airway resistance neasurements by the forced oscillation technique and the interrupter technique for detecting chronic obstructive pulmonary disease in elderly patients. ChinMedical J.2005;118(22):1921-4.
- 26.Panagou P, Kottakis I, Tzouveleki A, Anevlavis S, Bouros D. Use of interrupter technique in assessment of bronchial responsiveness in normal subjects. BMC Pulm Med. 2004;4:11-16.

CONSIDERAÇÕES GERAIS E PERSPECTIVAS

Os dados do presente trabalho demonstram as potenciais vantagens e as limitações do método da interrupção em relação à pletismografia e fornece algum subsídio para o uso parcimonioso do método, basicamente em situações em que não se disponha ou não seja possível a utilização da pletismografia. Demonstrou-se no presente trabalho uma boa correlação/concordância entre o Rint e a pletismografia em doentes com limitação leve ao fluxo aéreo ($VEF1\% \geq 60$). Ainda, naqueles casos em que a resistência das vias aéreas medidas pelo Rint seja $\geq 4 \text{ cm/H}_2\text{O/l/s}$, poderia-se dispensar, a utilização da pletismografia para o diagnóstico de aumento da resistência das vias aéreas. Outra potencial aplicação é a utilização do Rint em testes de broncoprovocação em adultos, uma vez que o Rint poderia ser mais sensível que o $PD_{20}VEF1$ para o diagnóstico de hiperreatividade brônquica.