
**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA/PEDIATRIA E
SAÚDE DA CRIANÇA
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

LETÍCIA MASTELLA PEREIRA

**ESTUDO PILOTO DE VALORES DE REFERÊNCIA DE
PLETISMOGRAFIA PARA CRIANÇAS DE 06 A 12 ANOS DE IDADE**

**PORTO ALEGRE
2012**

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA
MESTRADO EM PEDIATRIA E SAÚDE DA CRIANÇA

**Estudo Piloto de Valores de Referência de Pletismografia para
Crianças de 06 a 12 anos de Idade**

LETÍCIA MASTELLA PEREIRA

Dissertação de Mestrado apresentada
à Faculdade de Medicina da PUCRS
para obtenção do título de Mestre em
Medicina, concentração em Pediatria/
Saúde da Criança

Orientador: Marcus Herbert Jones

PORTO ALEGRE, 2012

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

P436e Pereira, Letícia Mastella

Estudo piloto de valores de referência de pletismografia para crianças de 06 a 12 anos de idade / Letícia Mastella Pereira. Porto Alegre: PUCRS, 2012.

074 f.: gráf. Inclui um artigo científico para submissão à publicação.

Orientador: Prof. Dr. Marcus Herbert Jones.

Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Medicina e Ciências da Saúde. Mestrado em Pediatria e Saúde da Criança.

Rosária Maria Lúcia Prenna Geremia
Bibliotecária CRB 10/196

Dedicatória:

Ao meu marido **Paulo César**, pelo incentivo, auxílio, amor e paciência.

Aos meus pais **Yoste e Iêda**, responsáveis por minha formação pessoal e profissional através de seus exemplos, sabedoria e amor.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por minha vida e saúde;

Aos meus pais, Yoste e Maria lêda, por terem me proporcionado estudo de qualidade, incentivado o gosto pela leitura e busca de conhecimentos, além de vibrarem sempre com minhas conquistas.

Ao meu marido, Paulo César, pelo incentivo e paciência durante a execução desse estudo, pelas horas sem dormir para me orientar na estatística e formatação e pelo amor dedicado sempre.

Ao meu irmão, Yoste, que mesmo distante fisicamente, acredita em minha capacidade de alcançar objetivos.

A minha “quase filha”, Helena, por entender quando era hora de dormir, para que eu ficasse acordada em frente ao computador.

Ao meu orientador, Marcus Herbert Jones, pela dedicação, disponibilidade e entusiasmo, mesmo com as dificuldades do caminho.

Ao CNPq pela bolsa de incentivo à pesquisa.

Aos meus colegas do Laboratório de Fisiologia Respiratória, principalmente, Paula Vidal, Giovana Santos, João Paulo Heinzmann Filho e Rita Mattiello pela ajuda em todo o processo desse estudo.

À Carla Rothmann, secretária do curso de pós-graduação, que sempre me orientou no que precisei.

Às escolas que permitiram a entrega dos questionários às crianças e principalmente aos pais que se dispuseram a participar do estudo levando seus filhos para a realização do exame.

A todos aqueles que não foram citados aqui, mas que de alguma maneira me auxiliaram nessa conquista: muito obrigada!

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa	15
1.2 Objetivo	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

CAPÍTULO II

ARTIGO DE REVISÃO	19
REFERÊNCIAS	35

CAPÍTULO III

ARTIGO ORIGINAL	39
REFERÊNCIAS	62

CAPÍTULO IV

CONCLUSÕES	67
------------------	----

APÊNDICES

APÊNDICE I	70
APÊNDICE II	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cabine Pletismográfica.....	23
Figura 2 – Pneumotacógrafo	23
Figura 3 – Medida da resistência das vias aéreas por pletismografia	24
Figura 4 – Representação gráfica de uma alça de resistência com obturador aberto.	25
Figura 5 – Traçado obtido com obturador fechado.....	26
Figura 6 – Equilíbrio térmico na pletismografia.....	28
Figura 7 – Esforços variáveis na determinação da resistência das vias aéreas	28
Figura 8 – Alças de medida de resistência.....	29
Figura 9 – Indicações e contra-indicações de testes de função pulmonar	30
Figura 10 – Grampo nasal.....	47
Figura 11 – Bocal descartável	47
Figura 12 – Filtro descartável	47
Figura 13 – Distribuição TLC x Estatura.....	53
Figura 14 – Distribuição FRC x Estatura	54
Figura 15 – Distribuição RV x Estatura.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação de gravidade da obstrução ao fluxo aéreo pela medida da resistência	32
Tabela 2 – Distribuição dos testes realizados por faixa etária em meninos.....	44
Tabela 3 – Distribuição dos testes realizados por faixa etária em meninas.....	45
Tabela 4 – Aceitabilidade das manobras pletismográficas	50
Tabela 5 – Valores Pletismográficos: Z score de acordo com os valores previstos	51
Tabela 6 – Valores Pletismográficos: Z score de acordo com os valores previstos	51
Tabela 7 – Valores Pletismográficos: Z score de acordo com os valores previstos	52
Tabela 8 – Valores Pletismográficos: Z score de acordo com os valores previstos	52

LISTA DE SIGLAS

ATS	American Thoracic Society (Sociedade Torácica Americana)
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CI	Capacidade Inspiratória
CVF	Capacidade Vital Forçada
CVL	Capacidade Vital Lenta
DLD	Division of Lung Diseases (Divisão de Doenças Pulmonares)
DP	Desvio Padrão
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
ERS	European Respiratory Society (Sociedade Respiratória Européia)
FRC	Functional Residual Capacity (Capacidade Residual Funcional)
Gva	Condutância das Vias Aéreas
He	Hélio
IPB	Instituto de Pesquisas Biomédicas
Kpa	Kilo pascal
l	litro
L	Comprimento do tubo
OMS	Organização Mundial de Saúde
P	Pressão
Palv	Pressão alveolar
Pbc	Pressão na boca
Pplet	Pressão na cabine
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
r	Raio do tubo

RV	Residual Volume (Volume Residual)
RV / TLC	Relação entre volume residual e capacidade pulmonar total
$\Delta p / \Delta p_{plet}$	Relação entre pressão e pressão na cabine
SBPT	Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia
sRaw	Resistência específica das vias aéreas
SUS	Sistema único de saúde
TLC	Total Lung Capacity (Capacidade Pulmonar Total)
TGV	Volume de gás torácico
V	Fluxo
VRE	Volume residual expiratório
μ	Viscosidade
>	Maior

RESUMO

Introdução: Os testes de função pulmonar são ferramentas importantes no diagnóstico e manejo de doenças respiratórias em adultos e crianças. A pletismografia corporal é um método rápido e acurado para mensurar volumes pulmonares e resistência de vias aéreas. Publicações recentes apresentam valores de referência de pletismografia para crianças em populações de diversas raças e faixas etárias distintas. Surgindo, assim o interesse em gerar valores de crianças saudáveis para a população local.

Objetivo: Avaliar a viabilidade de gerar valores de referência para as variáveis de pletismografia em crianças de 06 anos a 12 anos de idade.

Métodos: Estudo transversal realizado no período entre março e dezembro de 2011, onde 32 crianças saudáveis com idades entre 06 e 12 anos foram selecionadas em duas escolas de ensino fundamental de Porto Alegre – RS. Foram mensurados volumes pulmonares absolutos de FRC, RV e TLC bem como a resistência de vias aéreas (sRaw). O sucesso foi definido quando a criança produziu pelo menos duas curvas aceitáveis e reprodutíveis.

Resultados: 19 crianças tiveram seus exames validados. Após comparação dos parâmetros obtidos com os valores preditos de referência e com resultados encontrados por estudo chileno, se observou tendência a valores de volumes pulmonares diferenciados de ambos os estudos já publicados.

Conclusão: Os valores de volumes pulmonares encontrados são menores dos que os valores de referência usados em comparação. Estas diferenças podem estar relacionadas a características antropométricas das populações devido a diferentes aspectos étnicos.

Palavras-chave: pletismografia; crianças; valores de referência; escolares.

ABSTRACT

Introduction: The pulmonary function tests are important tools in the diagnosis and management of respiratory diseases in adults and children. The body plethysmography is a fast and accurate method to measure lung volumes and airway resistance. Recent publications have reference values for children plethysmography in populations of different races and different ages. Emerging, so the interest in generating values of healthy children to the local population.

Aim: To evaluate the feasibility of generating reference values for the variables of plethysmography in children aged 06 years to 12 years of age.

Methods: A survey was conducted between march and december 2011, where 32 healthy children aged between 06 and 12 years were selected from two elementary schools of Porto Alegre – RS. Absolute lung volumes were measured FRC, RV and TLC as well as airway resistance (sRAW). Success was defined when the child produced at least two acceptable and reproducible curves.

Results: 19 children had their tests validated. After comparing the parameters obtained with the reference and predicted values with results found by chilean study, the observed trend values of different lung volumes of both studies already published.

Conclusion: The values of lung volumes found are smaller than the reference values used in comparison. These differences may be related to anthropometric characteristics of populations due to different aspects of ethnicity.

Key words: plethysmography; children; reference values; school.

CAPITULO I

1 INTRODUÇÃO

As doenças respiratórias têm apresentado prevalência elevada nos últimos anos na população mundial¹. No Brasil, o índice de internações hospitalares decorrentes dessas patologias é bastante alto, sendo que em nosso estado, devido ao inverno rigoroso e alterações bruscas de temperatura, a situação se agrava².

Com o objetivo de diagnosticar e acompanhar a evolução de doenças respiratórias em adultos e crianças, os testes de função pulmonar são excelentes aliados. Um desses testes é a pletismografia corporal, considerada um método bastante eficaz na mensuração de volumes pulmonares e resistência de vias aéreas (sRaw)³.

A pletismografia de corpo inteiro determina o volume de gás torácico bem como a resistência das vias aéreas. Os pletismógrafos podem ser de pressão variável e volume constante, volume variável e pressão constante e de fluxo variável com volume e pressão constantes. Os primeiros são os mais comuns. A medida do volume pulmonar se baseia na lei de Boyle, que reza que o volume de um gás em temperatura constante varia inversamente com a pressão aplicada⁴.

Durante o exame, o paciente fica dentro de uma caixa hermeticamente fechada onde realiza inspirações e expirações através de um bocal e fazendo uso de um grampo nasal.

Embora o desenvolvimento das técnicas para a mensuração da função pulmonar, especialmente da resistência específica das vias aéreas, tenha iniciado há mais de um século, somente nas duas últimas décadas esses testes tomaram impulso em pediatria, tornando-se extremamente úteis em estudos epidemiológicos, na avaliação de crianças portadoras de patologias pulmonares e nos estudos funcionais de crianças asmáticas. Com este enfoque, as publicações mais atualizadas, que têm recomendado cuidados na

seleção dos equipamentos a serem utilizados, critérios para a escolha de valores referenciais e normatização da execução e da interpretação dos testes funcionais, preconizam uma abordagem diferenciada para a faixa etária pediátrica^{5,6}.

Estudos recentes sobre valores de referência de pletismografia em crianças e adolescentes foram realizados em diversas populações que mostram resultados distintos entre si, reforçando a importância de gerar equações locais, a partir de controles saudáveis. Neste aspecto, este trabalho de Mestrado foi conduzido na busca da viabilidade em se obter valores de referência pletismográfica para crianças de nossa população específica, uma vez que a American Thoracic Society (ATS) sugere que em cada local onde são realizados testes de função pulmonar sejam produzidos os próprios valores de referência, a partir de uma seleção aleatória de indivíduos sem doença pulmonar^{7,8,9}.

Em nosso laboratório são estudadas funções pulmonares de crianças portadoras de patologias pulmonares como a asma, bem como valores de referência em outras provas de função pulmonar como a espirometria. Dessa forma, optamos por avaliar crianças saudáveis de 06 a 12 anos de idade de duas escolas de Porto Alegre – RS através de um estudo piloto, a fim de, se viável for, futuramente, se obter um banco de dados para valores de referência de pletismografia em nosso município. O tema foi também discutido em um artigo de revisão. Logo após é apresentado o artigo original, que deu nome a essa dissertação.

1.1 Justificativa

A obtenção de valores de referência de pletismografia em crianças na faixa etária de 06 a 12 anos tem fundamental importância para a interpretação de exames realizados por portadores de patologias pulmonares encaminhados ao nosso laboratório, bem como para futuros estudos que busquem uma melhor descrição dos impactos de prematuridade, infecções virais, doenças

pulmonares obstrutivas, poluição entre muitos outros fatores, no desenvolvimento do sistema respiratório.

Tendo em vista a crescente demanda por estudos funcionais pulmonares em crianças portadoras de doenças respiratórias, houve o interesse em se avaliar a viabilidade de gerar valores de referência a partir da nossa população.

Com esta intenção, foi realizado o presente estudo, onde um pequeno grupo de crianças, de ambos os sexos, foi avaliado.

1.2 Objetivo

Avaliar a viabilidade de gerar valores de referência para as variáveis de pletismografia em crianças de 06 anos a 12 anos de idade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization. 2011.
 2. Ministério da Saúde. Anuário Estatístico de Saúde do Brasil – 2001. URL: <http://portal.saude.gov.br/plic/plicações/anuario2001>.
 3. Menna Barreto SS, Cavalazzi AC. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. Determinação dos volumes pulmonares: métodos de mensuração dos volumes pulmonares. J. Pneumol 2002; 28 (3): 95 – 100.
 4. Pereira CAC, Moreira MAF. Pletismografia – Resistência das vias aéreas. J Pneumol 2002. 28 (3) p. 141.
 5. Kirkby J, Stanojevic S, Welsh L, Lum S, Badier M, Beardsmore C, Custovic A, Nielsen K, Paton J, Tomalak W, Stocks J, Asthma UK. Reference equations for specific airway resistance in children: the Asthma UK initiative. Eur Respir J 2010. 36 (3) p.622.
 6. Rodrigues JC, Cardieri JMA, Bussamra MHCF, Nakaie CMA, Almeida MB, Filho LVFS, Adde FV. Diretrizes para testes de função pulmonar. Provas de função pulmonar em crianças e adolescentes. J Pneumol 2002. 28 (3) p. 207.
 7. Subbarao P, Lebecque P, Corey M, Coates AL. Comparison of spirometric reference values. Pediatr Pulmonol. 2004 Jun; 37(6) p. 515.
 8. Falaschetti E, Laiho J, Primatesta P, Purdon S. Prediction equations for normal and low lung function from the Health Survey for England. Eur Respir J. 2004 Mar; 23(3) p. 456.
 9. American Thoracic Society. Standardization of spirometry. 1994 update. Am J Respir Crit Care Med 787–790.
-

CAPITULO II

ARTIGO DE REVISÃO

Título: Pletismografia corporal em crianças saudáveis

INTRODUÇÃO

As doenças respiratórias crônicas em crianças, especialmente asma, fibrose cística e seqüelas de bronquiolite e da prematuridade têm apresentado prevalência elevada nos últimos anos, com isso, muitos estudos estão em andamento com o objetivo de descrever a evolução natural dessas doenças e o impacto na função e no desenvolvimento pulmonar.

Estimativas recentes da Organização Mundial de Saúde – OMS (2004), mostram que aproximadamente 64 milhões de pessoas sofrem de DPOC e 3 milhões de pessoas morreram em decorrências dessas enfermidades. A OMS prevê que a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica – DPOC se tornará a terceira maior causa de morte no mundo até 2030¹.

Estas doenças têm também um papel de destaque na morbidade da população, sendo freqüente causa de absenteísmo na escola e no trabalho, além de exercer enorme pressão sobre os serviços de saúde².

No Brasil, as doenças respiratórias agudas e crônicas também ocupam posição de destaque. Entre as principais causas de internação no Sistema Único de Saúde – SUS, em 2001, estas doenças ocuparam o segundo lugar em freqüência, sendo responsáveis por cerca de 16% de todas as internações do sistema³.

Testes de Função Pulmonar

Os testes de função pulmonar e, particularmente, a espirometria são ferramentas importantes no diagnóstico e manejo de doenças respiratórias em adultos e crianças. No entanto, a espirometria não fornece valores pulmonares absolutos, ou seja, volume residual (RV), capacidade residual funcional (FRC) e capacidade pulmonar total (TLC).

Vários métodos são utilizados visando avaliar esses volumes, tais como a pletismografia corporal, a técnica de diluição de gases, principalmente o hélio

(He), sendo este medido em circuito aberto ou fechado (respiração única ou múltipla, respectivamente), assim como o nitrogênio; existem ainda o lavado de nitrogênio e os métodos radiográficos, os quais podem ser feitos de duas maneiras, uma planimétrica e outra elipsóide. Entre os métodos citados acima, a pletismografia e o método de diluição do He, são os mais utilizados para mensuração dos volumes pulmonares^{4,5}.

Pletismografia Corporal

A pletismografia de corpo inteiro iniciou na década de 50 com o objetivo de mensurar os volumes pulmonares, pressão alveolar e resistência das vias aéreas^{6,7}.

Em 1956, Dubois mensurou a resistência das vias aéreas (Rva) por pletismografia pela primeira vez⁸.

A resistência é modelada pela lei de Poiseuille, que relaciona a queda de pressão friccional associada com o fluxo aéreo à área de secção transversal da via aérea, para a viscosidade específica do gás⁹:

$$P = \frac{\mu LV}{\pi r^4}$$

P = pressão

μ = viscosidade

L = comprimento do tubo

V = fluxo

r = raio do tubo

A medida da resistência é feita com base na aplicação da lei de Ohm, na qual **Resistência = Pressão/Fluxo**, podendo ser então definida como a diferença de pressão entre o alvéolo e a boca, dividida pela taxa de fluxo, ou como a pressão necessária para produzir um fluxo de 1L/s para dentro e para fora dos pulmões⁹.

Quando a resistência das vias aéreas é medida por pletismografia, a pressão alveolar é estimada após oclusão de um obturador, situado ao nível da boca. Além disso, são feitas as mensurações do volume de gás intratorácico e da condutância das vias aéreas. A medida do volume pulmonar se baseia na lei de Boyle, que afirma que o volume de um gás em temperatura constante varia inversamente com a pressão aplicada. A condutância das vias aéreas (Gva), ou seja, o inverso da resistência é o fluxo gerado por unidade de pressão através das vias aéreas, sendo fornecida juntamente com a Rva^{9,10}.

O pletismógrafo corporal é composto de um sistema computadorizado acoplado a uma cabine hermeticamente fechada e que possui sensores que captam variações de pressão internas com grande sensibilidade, as quais variam com mudanças no volume do tórax. Estas variações de pressão refletem, portanto em variações de volume pulmonar^{8,9}. Na cabine existe um pneumotacógrafo com uma válvula solenóide permitindo o registro contínuo e instantâneo do fluxo aéreo. Esta válvula é comandada do exterior e permite bloquear o fluxo aéreo.

As variações de pressão na boca e na caixa pletismográfica são apresentadas como linhas de inclinação/deflexão (eixos y e x) em um mostrador osciloscópico que atualmente é computadorizado⁴. A Figura 1 ilustra uma cabine pletismográfica e a Figura 2 mostra o pneumotacógrafo dentro da cabine.



Figura 1 – Cabine Pletismográfica



Figura 2 – Pneumotacógrafo

Dentre os testes de função pulmonar, a pletismografia é considerada um método rápido e acurado para medir os volumes pulmonares absolutos e resistência de vias aéreas (sRaw)^{4, 9, 11}.

A calibração deve ser efetuada diariamente, em duas etapas: calibração do fluxo e do integrador com injeções de volume e dos transdutores de pressão com a geração de pressões conhecidas⁹. Quando há um fluxo maior de pacientes, a calibração deve ser realizada uma vez por turno do dia.

A Rva é mensurada enquanto o paciente está dentro de um pletismógrafo de volume constante, idealizado para medir variações de pressão e fluxo. Duas manobras são requeridas: 1) arquejo com o obturador aberto; 2) arquejo com o obturador fechado⁹. A figura 3 mostra a medida da sRaw em uma cabine pletismográfica.

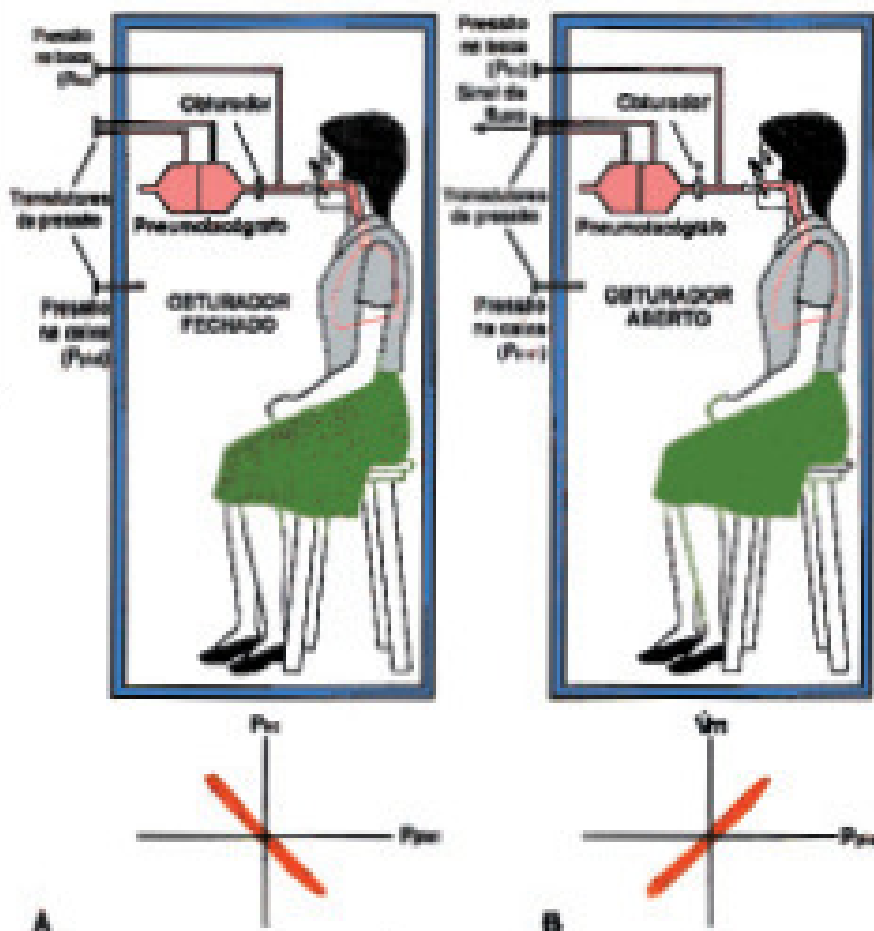


Figura 3 – Medida da resistência das vias aéreas por pletismografia

Fonte: Pereira CAC, Moreira MAF. Pletismografia – resistência das vias aéreas. J Pneumol 2002; 28: 141.

Durante a manobra de arquejo (semelhante à respiração de um cachorro cansado) com o obturador aberto, a pressão na cabine (P_{plet}) e o fluxo são mensurados e mostrados, de modo que a inclinação da relação (isto é, $\Delta P/\Delta P_{plet}$) possa ser determinada. Durante a expiração, a P_{plet} diminui porque o gás nos alvéolos é comprimido pela pressão necessária para gerar o fluxo⁹. A figura 4 mostra a representação gráfica de uma alça de resistência com obturador aberto.

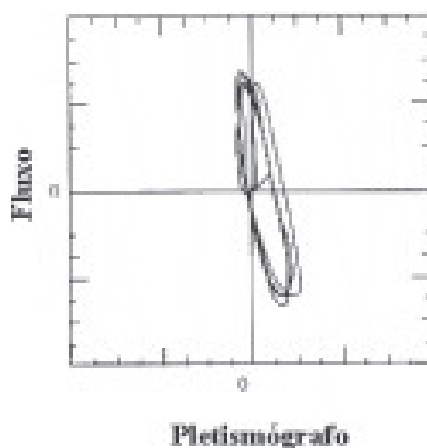


Figura 4 – Representação gráfica de uma alça de resistência com obturador aberto.

Logo após a manobra de arquejamento com o obturador aberto, o obturador é fechado e o paciente arqueja contra ele (como se estivesse respirando contra as costas da mão sobre a boca). As mudanças na pressão pletismográfica (ΔP_{plet}) são então medidas e expostas de modo que a inclinação da relação possa ser determinada (Figura 5). A R_{va} é obtida da razão das duas inclinações.

$$R_{va} = \frac{\Delta P_{bc} / \Delta P_{plet}}{\Delta V / \Delta P_{plet}}$$

P_{bc} = pressão na boca

Ou

$$R_{va} = \frac{\Delta P_{bc}}{\Delta V}$$

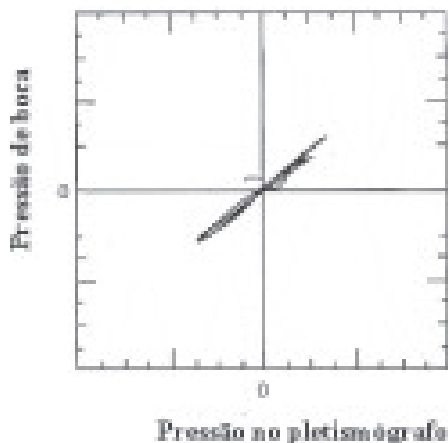


Figura 5 – Traçado obtido com obturador fechado

Realização do Teste

Previamente, se deve orientar o paciente ou responsável (no caso de crianças) a não realizar refeições nem atividades físicas pelo menos 1 hora antes da pletismografia. No caso de adultos, também não se deve fumar ao menos 1 hora antes do teste. Além disso, broncodilatadores devem ser suspensos antes do exame.

O técnico responsável deve ligar o equipamento e deixar aquecer pelo tempo adequado (em torno de 30 minutos) e calibrar o sensor de fluxo e a cabine ao menos uma vez por dia ou por turno quando o número de pacientes for maior.

O procedimento completo deve ser explicado e demonstrado ao paciente quantas vezes forem necessárias. Além disso, para reduzir a ansiedade, enfatizar que o teste é rápido (menos de 5 minutos) e que poderá ser interrompido a qualquer momento e ter a porta da cabine aberta.

A porta do pletismógrafo é então fechada e se aguarda o equilíbrio térmico.

O teste se inicia com o paciente sentado dentro da cabine fechada, em posição ereta, pés apoiados no chão, lábios firmemente fechados ao redor do bocal, usando um grampo nasal. O indivíduo é instruído, então, a iniciar respirações calmas (“normais”), uma expiração forçada, seguida de uma inspiração profunda, quando volta a respirar “normalmente”. Solicita-se que o

paciente sustente as bochechas com as mãos espalmadas e inicie o arquejamento (sem apoiar os cotovelos ou elevar os ombros).

A frequência deve situar-se entre 90-150 respirações por minuto (60 a 90 em casos de obstrução moderada / acentuada ao fluxo aéreo). Quando um número de arquejos tecnicamente aceitáveis é obtido (tipicamente 3), o obturador bucal é fechado, permitindo a medida do volume pulmonar no qual a Rva foi obtida⁹.

As alças com o obturador aberto devem ser fechadas (ou quase) e lineares (não elípticas), particularmente na faixa de $\pm 0,5L/s$. O traçado inteiro deve estar visível e dentro da faixa de pressão calibrada (mostrada na tela). A alça Pbc/Pplet deve ser fechada ou quase fechada⁸. Durante a coleta dos dados com o obturador fechado, o tempo deve ser curto ($\leq 2s$), para evitar desconforto.

As medidas são feitas durante o fluxo aéreo e o fechamento do obturador é meramente um dispositivo de calibração para expressar Pplet em termos de Palv. O fechamento do obturador permite calcular a condutância específica das vias aéreas (Gva)⁹.

Se o paciente tiver condições, as manobras são repetidas até que se obtenham ao menos duas manobras aceitáveis e reproduzíveis, sendo oito manobras o máximo de tentativas por exame devido ao cansaço do sujeito⁴.

Geralmente, quando o paciente sente-se confortável durante o teste, os resultados são mais consistentes e aceitáveis e serão obtidos em menor tempo.

Algumas condições patológicas resultam em vazamento no sistema (como tímpanos perfurados, vazamento na peça bucal ou grampo nasal mal colocado). Variações diurnas na função pulmonar causam diferenças, devendo se repetir na mesma hora do dia⁹.

A qualidade da pletismografia é comprometida quando não se alcança o equilíbrio térmico antes do início do teste. A Pplet com a via aérea aberta é usada como uma função da Palv apenas quando não há variação de

temperatura e umidade do gás, para tanto, o equilíbrio térmico é atingido aproximadamente em 1 a 3 minutos, dependendo do tamanho do indivíduo e do volume da câmara. Instabilidade térmica pode ser reconhecida durante o teste pela presença de desvio no traçado, causando variações do sinal na tela. Este desvio torna impossível a verificação precisa das mudanças da pressão alveolar^{8,9}. A figura 6 ilustra este fato.

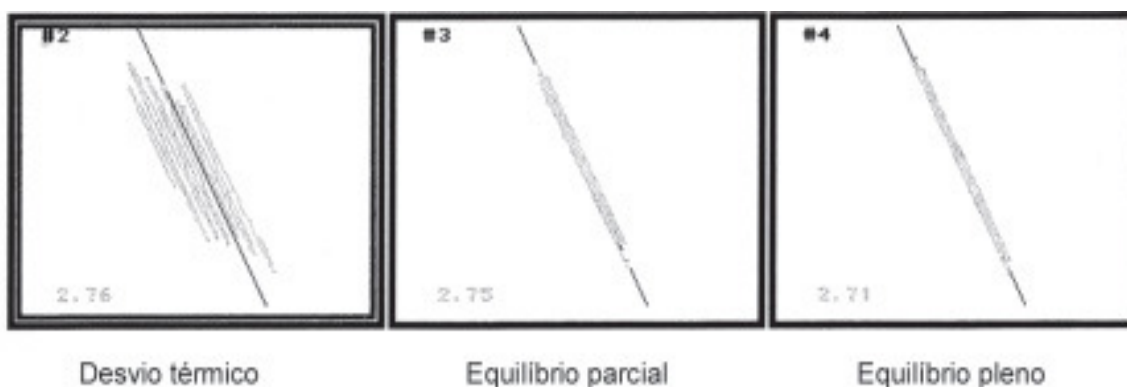


Figura 6 – Equilíbrio térmico na pletismografia

Outra falha bastante comum está relacionado à orientação inadequada, levando a um esforço muito grande do paciente, como mostra a figura 7.

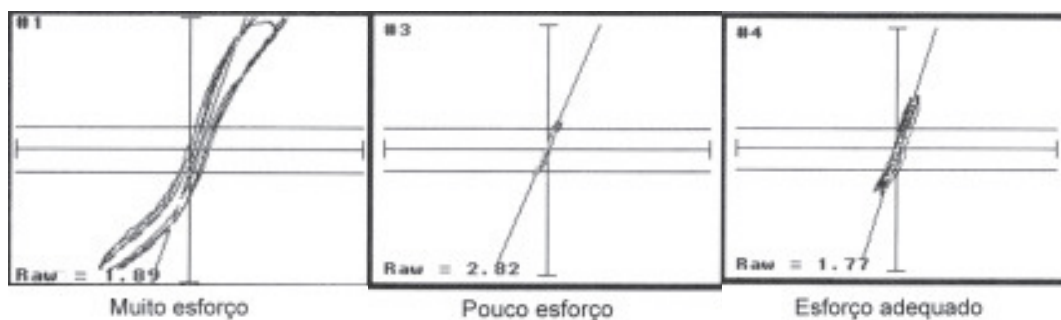


Figura 7 – Esforços variáveis na determinação da resistência das vias aéreas

Outros padrões que denotam problemas técnicos são ilustrados na Figura 8.

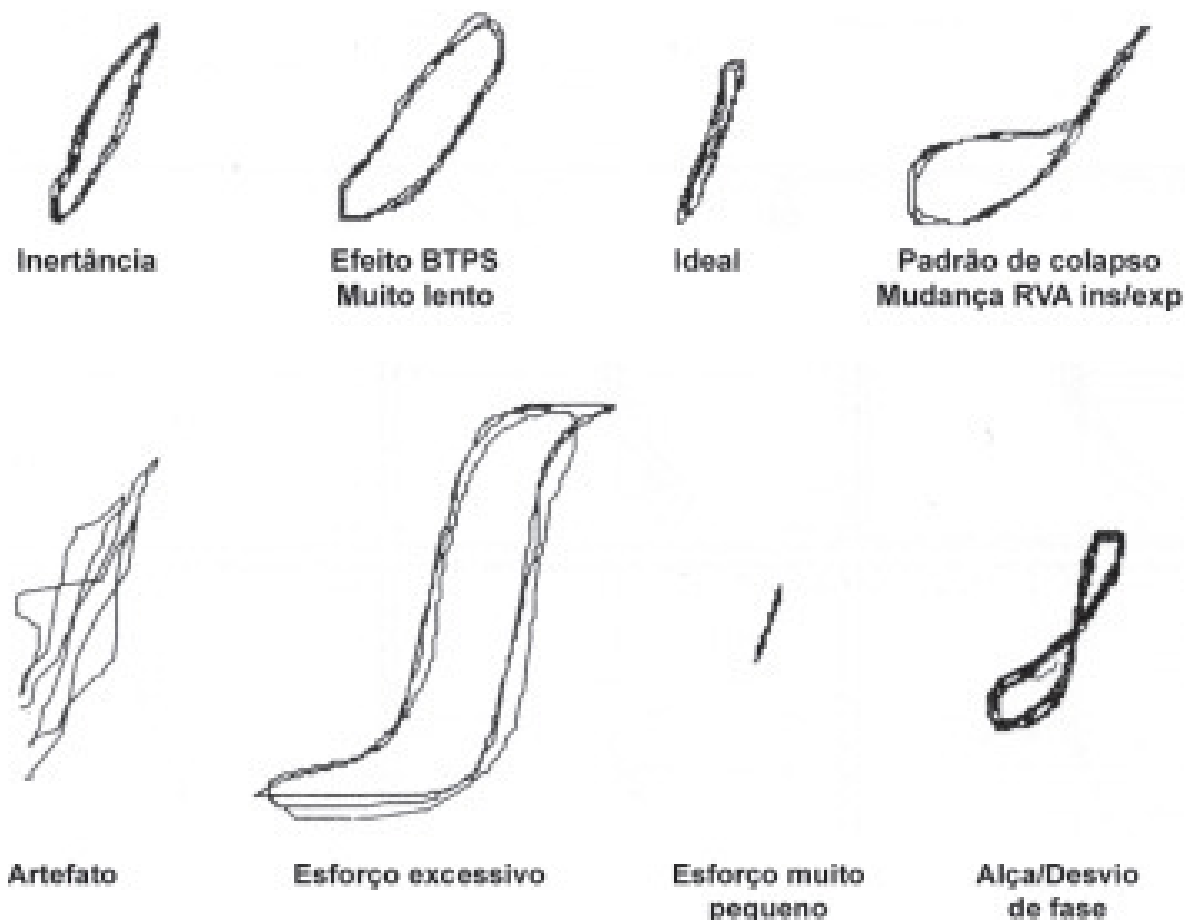


Figura 8 – Alças de medida de resistência

Fonte: Pereira CAC, Moreira MAF. Pletismografia – resistência das vias aéreas. J Pneumol 2002; 28: 146.

Testes de Função Pulmonar em Crianças

A avaliação da função das vias aéreas em crianças tem importante papel na identificação do diagnóstico clínico, estabelecimento da gravidade do distúrbio ventilatório, acompanhamento de doenças pulmonares, seguimento e orientação ao tratamento adequado, avaliação pulmonar antes de grandes cirurgias e em estudos populacionais. No entanto, exige adaptação de técnicas projetadas para adultos e/ou aplicação de técnicas que não exijam manobras respiratórias complexas^{12,13,14,15}. A figura 9 indica outras indicações dos testes de função pulmonar, bem como contra-indicações¹⁵.

<p>INDICAÇÕES:</p> <p>A) Detectar a presença de doença pulmonar:</p> <ol style="list-style-type: none">1) História de sintomas pulmonares: dispnéia, chiado, tosse, dor torácica, ortopnéia2) Alterações de exame físico: anormalidades da caixa torácica, alterações na ausculta pulmonar3) Alterações radiológicas ou gasométricas <p>B) Quantificar a gravidade de doença já diagnosticada:</p> <ol style="list-style-type: none">1) Doença pulmonar (doença pulmonar obstrutiva crônica, asma, fibrose cística, doença intersticial)2) Doença cardíaca (insuficiência cardíaca congestiva)3) Doença neuromuscular (síndrome de Guillain-Barré) <p>C) Avaliar os efeitos de exposição ocupacional ou ambiental (fumo, poeiras)</p> <p>D) Avaliar objetivamente o efeito de terapias (broncodilatador, corticóide, antiarrítmicos, diuréticos, ressecção pulmonar, reabilitação pulmonar)</p> <p>E) Avaliar o risco de procedimentos cirúrgicos (lobectomia, pneumectomia, esternotomia, procedimentos abdominais)</p> <p>F) Avaliar invalidez ou deficiência</p> <p>CONTRA-INDICAÇÕES:</p> <ul style="list-style-type: none">• Hemoptise• Angina recente• Descolamento da retina• Crise hipertensiva• Edema pulmonar

Figura 9 – Indicações e contra-indicações de testes de função pulmonar

Fonte: Rodrigues JC, Cardieri JMA, Bussamra MHCF, Nakaie CMA, Almeida MB, Silva Filho LVF, Adde FV. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. Provas de função pulmonar em crianças e adolescentes J. Pneumol 2002; 28:207.

A mensuração pletismográfica da resistência das vias aéreas (sRaw) é um método não-invasivo de investigação útil para discriminar doença pulmonar em crianças pequenas, utilizando manobras expiratórias forçadas. Seu uso em manejo clínico, no entanto, foi limitado pela falta de consenso sobre a metodologia de dados, equipamentos e de referência^{16,17}.

A mensuração da sRaw por pletismografia pode ser realizada a partir dos 2 anos de idade¹⁸.

Bisgaard e Nielsen relataram que o procedimento para medição do TGV (volume de gás torácico) é pouco tolerado por crianças pequenas, que muitas vezes se recusam ou que realizam a manobra de respiração contra o obturador fechado insatisfatoriamente. Acreditam que omitir esta última etapa fornece medidas de sRAW e facilita muito o processo, permitindo seu uso mesmo em crianças pequenas, como sugerido em 1976 por Dab e Alexander, mas não tendo sido reavaliada até a década recente^{18,19,20}.

Outra maneira de facilitar a realização da pletismografia em uma criança que se recusa a entrar no pletismógrafo sozinho ou não é cooperativo, é a entrada de um adulto junto na cabine. Os valores de sRaw medidos por esse procedimento mostram boa concordância com valores obtidos com a criança sozinha. Ainda se pode utilizar máscara facial ao invés de bocal e clipe nasal^{18,21}.

Idealmente, a interpretação da pletismografia deve ser feita por comparação com valores de referência, preferencialmente da população local. Existem algumas equações de referência em uso na atualidade que estão incluídas nos equipamentos de função pulmonar.

Quando o local não tem os seus próprios valores de referência, a American Thoracic Society (ATS) e European Respiratory Society (ERS) recomendam o uso de valores de referência pletismográficos publicados por Zapletal et al. baseadas em crianças caucasianas saudáveis^{22,23,24}.

A Sociedade Chilena de Doenças Respiratórias recomenda o uso de valores de referência de Knudson quando os valores locais não estão disponíveis. No entanto, Gutiérrez et al. publicaram valores espirométricos normais para crianças e adultos saudáveis do Chile, relatando valores entre 9% e 19% maior do que Knudson et al, sugerindo a possibilidade de diferenças antropométricas entre populações do Chile e da América do Norte^{25,26}.

A Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT) em suas Diretrizes para Testes de Função Pulmonar de 2002¹⁵ sugere que os valores normais para pletismografia adotados sejam:

$$Rva = 0,5 \text{ a } 2,50 \text{ cmH}_2\text{O/L/s}$$

$$Gva/Vp = 0,12 \text{ a } 0,37 \text{ L/s/cmH}_2\text{O}$$

No entanto a SBPT relata poucos estudos para valores de referência em pletismografia. Em um destes, um grupo de 85 pacientes com espirometria normal, avaliados na Unidade de Fisiologia Pulmonar do Serviço de Pneumologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (dados não publicados), sem alçaponamento aéreo na pletismografia, o valor da Rva foi de $1,40 \pm 0,85 \text{ cmH}_2\text{O/L/s}$ (0,55 a 2,55) e da Gva/Vp $0,24 \pm 0,12 \text{ L/s/cmH}_2\text{O}$ (0,12 a 0,36)⁹.

A tabela 1 mostra a classificação sugerida pela SBPT de gravidade da obstrução ao fluxo aéreo pela medida da resistência:

Tabela 1 – Classificação de gravidade da obstrução ao fluxo aéreo pela medida da resistência

Rva	Gravidade
2,5-4,4	Leve
4,5-8,0	Moderada
> 8,0	Acentuada

Fonte: Pereira CAC, Moreira MAF. Pletismografia – resistência das vias aéreas. J Pneumol 2002; 28: 150..

Conhecimento atual sobre pletismografia em crianças

Valores de referência espirométricos têm sido obtidos em escolares, mas a confiabilidade nos resultados das medidas não é frequentemente possível, devido à necessidade da cooperação ativa na realização dos testes²⁷.

Em recente estudo, 245 crianças e adolescentes saudáveis de escolas chilenas com idades entre 07 e 18 anos tiveram estudadas suas funções pulmonares. Foram realizadas espirometria e pletismografia corporal em 123

meninas e 122 meninos, onde se mensurou capacidade vital lenta (CVL), capacidade inspiratória (CI), volume de reserva expiratório (VRE), capacidade residual funcional (CRF), volume residual (RV), capacidade pulmonar total (TLC) e RV / TLC. Os valores de volumes pulmonares encontrados foram significativamente maiores do os valores de referência previstos por Zapletal et al.²³ Acredita-se que tais diferenças possam estar relacionadas a diferenças de características da população chilena, sugerindo que tais valores possam ser utilizados como referência nas populações latino-americanas, que podem apresentar volumes pulmonares semelhantes^{23,28}.

Muitos pesquisadores buscam valores de volume pulmonar e Sraw em crianças e adolescentes saudáveis em seus locais de estudo.

Uma evidência deste fato é um estudo multicêntrico recentemente publicado, onde cinco centros contribuíram com 2.872 testes de função pulmonar por pletismografia em crianças saudáveis de 3 a 10 anos de idade, onde as equações de referência foram desenvolvidas para crianças brancas européias em 1908 medições feitas em condições semelhantes¹⁶.

Brutsaert et al.²⁹ estudou crianças e adultos bolivianos saudáveis na busca por volumes pulmonares adequados para aquela população devido a altitude dos Andes bolivianos (3600 m acima do nível do mar) que pode ocasionar influência nos valores.

Sylvester et al.³⁰ encontrou valores menores de volume pulmonar em população afro-caribenha com relação à Zapletal et al.²³.

Weitz et al.³¹ analisou crianças chinesas na busca de seus próprios valores de referência.

Tendo em vista a existência de várias publicações mostrando estudos de valores de referência de pletismografia em crianças, mas sabendo se tratar de uma população diferenciada, se buscou verificar a viabilidade em se encontrar esses dados na faixa etária de 06 a 12 anos em nosso local de estudo.

Bissgard e Nielsen¹⁸ mensuraram sRaw por pletismografia em crianças de 2 a 7 anos de idade. Para tanto fez adaptações, como o uso de máscara ao

invés de bucal e permissão da entrada de um adulto junto da criança na cabine.

Em nossa pesquisa realizamos as manobras de maneira convencional, ou seja, uso de bucal descartável e a criança sozinha na cabine por acreditar que não seriam necessárias adaptações, pois se tratou de uma amostra de idades superiores a seis anos.

A viabilidade deste tipo de pesquisa foi analisada durante o período de nosso estudo.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. 2011.
 2. Anto JM, Vermeire P, Vestbo J, Sunyer J. Epidemiology of chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2001. 17(5) p.982.
 3. Ministério da Saúde. Anuário Estatístico de Saúde do Brasil – 2001. URL: <http://portal.saude.gov.br/plic/plicações/anuario2001>.
 4. Menna Barreto SS, Cavalazzi AC. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. Determinação dos volumes pulmonares: métodos de mensuração dos volumes pulmonares. *J. Pneumol* 2002; 28 (3): 95 – 100.
 5. Pappas GP, Brodtkin CA, Sheppard L, Balmes J, Horike M, Banhart S. The validity of radiographic estimation of total lung capacity in patients with respiratory disease. *Chest* 1998; 114: 513 – 520.
 6. Brugman TM, Morris JF, Temple WP. Comparison of lung volume measurement by single breath helium and multiple breath nitrogen equilibration methods in normal subjects and COPD patients. *Respiration* 1986; 49: 52-60.
 7. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, Crapo RO, Burgos F, Casaburi R et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J* 2005; 26: 948-68.
 8. Dubois AB, Botelho SY, Comroe JH. 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: 327-35.
 9. Pereira CAC, Moreira MAF. Pletismografia – resistência das vias aéreas. *J Pneumol* 2002; 28: 139-50.
 10. Wanger, JL, Clausen A, Coates, OF, et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur Respir J* 2005; 26: 511 – 522.
 11. Pesola GR, Magari RT, Dartey-Hayford S, Coelho-D' Costa V, Chinchilli VM. Total lung capacity: single breath methane dilution versus plethysmography in normals. *Respirology* 2007; 12: 291 – 294.
 12. Snow M. Airway resistance measurements. *Respir Care Clin N Am* 1997;3:235-45.
-

-
13. Black J, Baxter-Jones AD, Gordon J, Findlay AL, Helms PJ. Assessment of airway function in young children with asthma: comparison of spirometry, interrupter technique, and tidal flow by inductance plethysmography. *Pediatr Pulmonol* 2004;37(6):548-53.
 14. Larsen GL, Kang JK, Guilbert T, Morgan W. Assessing respiratory function in young children: Developmental considerations. *J Allergy Clin Immunol* 2005;115(4):657-66; quiz 667.
 15. Rodrigues JC, Cardieri JMA, Bussamra MHCF, Nakaie CMA, Almeida MB, Silva Filho LVF, Adde FV. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. Provas de função pulmonar em crianças e adolescentes *J. Pneumol* 2002; 28 (3):
 16. Kirkby J, Stanojevic S, Welsh L, Lum S, Badier M, Beardsmore C, Custovic A, Nielsen K, Paton J, Tomalak W, Stocks J; Asthma UK. Reference equations for specific airway resistance in children: the Asthma UK initiative. *Eur Respir J*. 2010 Sep;36(3):622-9. Epub 2010 Feb 11.
 17. Oswald-Mammosser M, Llerena C, Speich JP, Donata L, Lonsdorfer. Measurements of respiratory system resistance by the interrupter technique in healthy and asthmatic children. *Pediatr Pulmonol* 1997;24(2):78-85.
 18. Bisgaard H, Nielsen KG. Plethysmographic Measurements of Specific Airway Resistance in Young Children. *Chest July 2005 128:1 355-362; doi:10.1378/chest.128.1.355]*
 19. Dab I, Alexander F. A simplified approach to the measurement of specific airway resistance. *Pediatr Res* 1976; 10:998–999
 20. Dab I, Alexander F. Lung function measured with a whole body plethysmograph: standard values for children and young adults. *Acta Paediatr Belg* 1979; 32:259–267
 21. Klug B, Bisgaard H. Measurement of the specific airway resistance by plethysmography in young children accompanied by an adult. *Eur Respir J* 1997; 10:1599–1605
 22. Stocks J, Quanjer Ph H. Reference values for residual volume, functional residual capacity and total lung capacity. ATS Workshop on Lung Volume Measurements. Official Statement of the European Respiratory Society. *Eur Respir J* 1995;8:492-506.
 23. Zapletal A, Samanek M, Paul T. Lung function in children and adolescents. Methods and references values. *Prog Respir Res* 1987;22:83–112.
-

-
24. American Thoracic Society. Standardization of spirometry. 1994 update. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;149:1255–1276.
 25. Gutiérrez M, Rioseco F, Rojas A, Casanova D. Reference spirometric values for the Chilean population at sea level. *Rev Med Chile* 1996;124:1295–1306.
 26. Knudson R, Lebowitz M, Holberg C, Burros B. Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging. *Am Rev Respir Dis* 1983;127:725–734.
 27. Merkus PJ, Mijnsbergen JY, Hop WC, de Jongste JC. Interrupter resistance in preschool children: measurement characteristics and reference values. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163(6):1350-5.
 28. Caussade S, Pulgar D, Vega-Briceno L, Viviani P, Diaz C, Contreras I, Sanchez I. Plethysmographic Lung Volumes in Normal Chilean Children and Adolescents. *Pediatric Pulmonology* 2008; 43: 866-873.
 29. Brutsaert TD, Soria R, Caceres E, Spielvogel H, Haas JD. Effect of developmental and ancestral high altitude exposure on chest morphology and pulmonary function in Andean and European/ north American natives. *Am J Hum Biol* 1999;11: 383–395.
 30. Sylvester KP, Milligan P, Patey RA, Rafferty GF, Greenough A. Lung volumes in healthy afro-caribbean children aged 4-17 years. *Pediatr Pulmonol* 2005;40: 109–112.
 31. Weitz CA, Garruto RM, Chin C, Liu J, Liu R, He X. Lung function of Han Chinese born and raised near sea level and at high altitude in western China. *Am J Hum Biol* 2002;14: 494–510.
-

CAPÍTULO III

ARTIGO ORIGINAL

Título: Estudo Piloto de Valores de Referência de Pletismografia para Crianças de 06 a 12 anos de Idade

RESUMO

Introdução: Os testes de função pulmonar são ferramentas importantes no diagnóstico e manejo de doenças respiratórias em adultos e crianças. A pletismografia corporal é um método rápido e acurado para mensurar volumes pulmonares e resistência de vias aéreas. Publicações recentes apresentam valores de referência de pletismografia para crianças em populações de diversas raças e faixas etárias distintas. Surgindo, assim o interesse em gerar valores de crianças saudáveis para a população local.

Objetivo: Avaliar a viabilidade de gerar valores de referência para as variáveis de pletismografia em crianças de 06 anos a 12 anos de idade.

Métodos: Estudo transversal realizado no período entre março e dezembro de 2011, onde 32 crianças saudáveis com idades entre 06 e 12 anos foram selecionadas em duas escolas de ensino fundamental de Porto Alegre – RS. Foram mensurados volumes pulmonares absolutos de FRC, RV e TLC bem como a resistência de vias aéreas (sRaw). O sucesso foi definido quando a criança produziu pelo menos duas curvas aceitáveis e reprodutíveis.

Resultados: 19 crianças tiveram seus exames validados. Após comparação dos parâmetros obtidos com os valores preditos de referência e com resultados encontrados por estudo chileno, se observou tendência a valores de volumes pulmonares diferenciados de ambos os estudos já publicados.

Conclusão: Os valores de volumes pulmonares encontrados são menores dos que os valores de referência usados em comparação. Estas diferenças podem estar relacionadas a características antropométricas das populações devido a diferentes aspectos étnicos.

Palavras-chave: pletismografia; crianças; valores de referência; escolares.

ABSTRACT

Introduction: The pulmonary function tests are important tools in the diagnosis and management of respiratory diseases in adults and children. The body plethysmography is a fast and accurate method to measure lung volumes and airway resistance. Recent publications have reference values for children plethysmography in populations of different races and different ages. Emerging, so the interest in generating values of healthy children to the local population.

Aim: To evaluate the feasibility of generating reference values for the variables of plethysmography in children aged 06 years to 12 years of age.

Methods: A survey was conducted between march and december 2011, where 32 healthy children aged between 06 and 12 years were selected from two elementary schools of Porto Alegre – RS. Absolute lung volumes were measured FRC, RV and TLC as well as airway resistance (sRAW). Success was defined when the child produced at least two acceptable and reproducible curves.

Results: 19 children had their tests validated. After comparing the parameters obtained with the reference and predicted values with results found by chilean study, the observed trend values of different lung volumes of both studies already published.

Conclusion: The values of lung volumes found are smaller than the reference values used in comparison. These differences may be related to anthropometric characteristics of populations due to different aspects of ethnicity.

Key words: plethysmography; children; reference values; school.

INTRODUÇÃO

Os testes de função pulmonar são excelentes aliados na confirmação ou elucidação de hipóteses diagnósticas, no acompanhamento de doenças pulmonares, na determinação do envolvimento pulmonar em certas patologias, na monitorização da resposta à terapêutica, na avaliação pulmonar antes de grandes cirurgias e em estudos populacionais¹.

Atualmente, a mensuração de volumes pulmonares é obtida, em sua melhor forma, através de pletismografia corporal. Técnica realizada pela primeira vez na década de 50 por Dubois para se obter dados de volumes pulmonares, bem como resistência das vias aéreas^{2,3,4}. Estas variáveis são obtidas quando um indivíduo é posicionado dentro de um pletismógrafo corporal.

O pletismógrafo é um aparelho composto de um sistema computadorizado acoplado a uma cabine, que deve ser hermeticamente fechada e que possui sensores que captam variações de pressão internas com grande sensibilidade, as quais variam com mudanças no volume do tórax. Estas variações de pressão refletem, portanto em variações de volume pulmonar, sendo possível mensurar volumes pulmonares, resistência das vias aéreas (Rva) e condutância das vias aéreas (Gva)^{4,5,6}.

Na cabine pletismográfica há também um pneumotacógrafo com uma válvula solenóide que permite o registro contínuo e instantâneo do fluxo aéreo⁷.

A realização de testes de função pulmonar em crianças exige adaptações de técnicas projetadas para adultos e/ou aplicação de técnicas que não exijam manobras respiratórias complexas¹.

A mensuração da resistência das vias aéreas (sRaw) e volumes pulmonares por pletismografia é viável em crianças pequenas, a partir de dois anos de idade, por ser um método não-invasivo de investigação^{8,9,10}.

Idealmente, a interpretação da pletismografia deve ser feita por comparação com valores de referência, preferencialmente da população local, como sugere a American Thoracic Society (ATS) quando diz que em cada local

onde são realizados testes de função pulmonar sejam produzidos os próprios valores de referência, a partir de uma seleção aleatória de indivíduos sem doença pulmonar^{11,12,13}.

Quando o local não tem os seus próprios valores de referência, a ATS e European Respiratory Society (ERS) recomendam o uso de valores de referência pletismográficos publicados por Zapletal et al.^{14,15}.

Estudos recentes mostram que devido à miscigenação de raças, não se pode afirmar que os valores obtidos em um determinado local de estudo possam ser utilizados em outros, pois as populações têm características diferentes.

Muitos pesquisadores estudam estes dados em crianças, pois a sobrevida em doenças pulmonares nesta população têm aumentado. Com isso há uma necessidade em melhores formas de diagnóstico e acompanhamento destas patologias.

O objetivo desse estudo foi verificar a viabilidade e a necessidade de se obter valores de referência de pletismografia em crianças escolares da população local.

MÉTODOS

População e amostra

Estudo transversal onde 32 crianças com idades entre 06 e 12 anos foram recrutadas em duas escolas de ensino fundamental de Porto Alegre. Pais ou responsáveis preencheram o termo de consentimento informado e um questionário adaptado e validado para doenças respiratórias, recomendado pela American Thoracic Society e Division of Lung Diseases (ATS-DLD-78-C, Anexo I)¹. Ainda foram coletados dados perinatais e informações sobre exposição ao tabagismo.

Foram excluídas do estudo crianças portadoras de doenças pulmonares crônicas, doenças ou sintomas pulmonares agudos relatados ou observados durante a pletismografia, atraso do desenvolvimento neurológico, cardiopatias, anormalidades musculoesqueléticas e história de prematuridade, definida como nascimento antes de 37 semanas de gestação ou peso abaixo de 2500 gramas.

A coleta de dados ocorreu entre março e dezembro de 2011.

Durante esse período, 13 meninos e 19 meninas foram avaliados, sendo que 19 crianças tiveram seus exames validados, 08 meninos e 11 meninas. As perdas ocorreram por não compreensão da técnica, agitação dentro da cabine, desistência durante o exame, curvas inadequadas e número máximo de repetições do teste sem sucesso (oito tentativas).

Um aspecto importante a ser considerado é que nenhuma das crianças havia realizado pletismografia anteriormente. Por serem saudáveis do ponto de vista pulmonar, não realizaram antes deste estudo nenhum tipo de teste de função pulmonar.

Entre os meninos, a faixa etária ficou assim distribuída, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Distribuição dos testes realizados por faixa etária em meninos

IDADE (anos)	AVALIADOS (n=13)	VALIDADOS (n=8)
06	2	2
07	2	2
08	4	1
09	1	1
10	_____	_____
11	4	2

Entre as meninas, a faixa etária distribuída, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Distribuição dos testes realizados por faixa etária em meninas

IDADE (anos)	AVALIADOS (n=19)	VALIDADOS (n=11)
06	1	_____
07	2	2
08	4	2
09	5	4
10	5	2
11	2	1

Os testes de função pulmonar foram realizados no Laboratório de Fisiologia Respiratória do Instituto de Pesquisas Biomédicas da PUCRS.

Protocolo do estudo

Inicialmente, o projeto foi apresentado para a direção da Escola Municipal de Ensino Fundamental Nossa Senhora de Fátima. Após aprovação, os questionários foram distribuídos nas turmas onde havia estudantes dentro da faixa etária escolhida e as crianças orientadas a solicitar que os pais ou responsáveis respondessem as questões propostas. Após uma semana, os questionários foram recolhidos e analisados de modo a selecionar as crianças saudáveis. A próxima etapa foi realizar ligações telefônicas aos pais, explicar o estudo e convidá-los a participar, levando seus filhos até o Laboratório de Fisiologia Respiratória do Instituto de Pesquisas Biomédicas da PUCRS para realizar a pletismografia. Os testes com esse grupo se iniciaram em março de 2011.

Tendo em vista que houve um grande número de questionários excluídos devido à prematuridade e patologias respiratórias, se buscou outra instituição de ensino. A Escola Rainha do Brasil passou pelas mesmas etapas

descritas anteriormente e em maio do mesmo ano foram iniciados os testes pulmonares com essas crianças.

A pletismografia

Preparo dos pacientes

Ao chegar ao laboratório, os pais eram questionados sobre os sintomas respiratórios recentes. Em caso da criança estar apresentando sinais de infecção respiratória no dia do teste pulmonar, este era reagendado. Eram realizadas aferições do peso (em balança digital) e estatura em pé (em estadiômetro) dos pacientes. Não foi verificada a estatura sentada porque os valores de referência já existente para pletismografia são baseados na estatura em pé.

Logo após, cada criança era orientada a ficar em posição sentada dentro da cabine do pletismógrafo Vmax 22 (*Viasys Healthcare, Hörschberg, Germany*) e se realizava a adequação na altura da cadeira e do bocal. As manobras a serem realizadas eram explicadas e era feito um treinamento antes de se iniciar o teste pulmonar.

Os procedimentos foram realizados pela mesma pesquisadora em todas as crianças estudadas.

Realização da pletismografia

Durante o teste, a crianças permanecia sentada dentro da cabine, fazendo uso de um grampo nasal (Figura 10) e posicionando os lábios ao redor de um bocal (Figura 11) conectado a um filtro (Figura 12) no pneumotacógrafo.



Figura 10 – Grampo nasal



Figura 11 – Bocal descartável



Figura 12 – Filtro descartável

O teste iniciava com a criança realizando respirações calmas, inspirações e expirações sem esforço. Logo que uma linha pontilhada aparecia na tela do computador indicando uma estabilidade da respiração, era solicitada uma expiração máxima forçada seguida de inspiração profunda, quando retornava a respirações tranqüilas. Então, solicitava-se que a criança colocasse as mãos nas bochechas, apertando-as e iniciando o arquejamento (respiração do cachorrinho) com fechamento do obturador. Quando a manobra não era aceitável por dificuldade em continuar respirando com o obturador fechado, era selecionada a manobra de arquejamento com obturador aberto. Das 19 crianças validadas, apenas cinco conseguiram realizar a manobra de arquejo com o obturador fechado, porém sem prejuízo na obtenção na sRaw pois de acordo com Pereira et al.⁵ as medidas são feitas durante o fluxo aéreo e o fechamento do obturador é meramente um dispositivo de calibração para expressar Pplet em termos de Palv.

As manobras eram repetidas por no máximo oito vezes ou até que obtivesse ao menos dois testes aceitáveis e reprodutíveis. Se a criança não conseguisse realizar a pletismografia ou seus testes não fossem aceitáveis, os pais eram convidados a, se possível, retornar em outra oportunidade.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada através do programa JMP versão 6.0.

Para verificar a equivalência dos valores obtidos, os valores medianos dos participantes foram analisados com o teste não paramétrico de Wilcoxon. Escores Z foram calculados a partir dos valores observados de acordo com o gênero em comparação com os valores previstos por Zapletal et al.¹⁵. Calculamos os diferentes percentuais entre o observado e os parâmetros previstos de FRC, RV e TLC de acordo com o gênero. Usamos um ajuste *r* devido a amostra ser muito pequena.

Aspectos éticos

O estudo foi submetido e aprovado pelo CEP-PUCRS (Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do RS) e às normas de

bioética em pesquisa. Os pais ou responsáveis pelos pacientes estiveram de pleno acordo com sua realização, através de preenchimento e assinatura do Termo de Consentimento Informado. Os dados do questionário e os resultados individuais das pletismografias são confidenciais e não foram utilizados para outros objetivos que não estejam descritos no termo de consentimento, bem como a identidade das crianças não foi revelada em nenhum momento. Mesmo que os dados desta população sejam estudados por outros pesquisadores, deverão permanecer em sigilo.

Resultados

Entre as duas escolas, 192 questionários foram selecionados por se tratarem de crianças de 06 a 12 anos de idade, saudáveis sob o aspecto pulmonar e não apresentarem nenhum dos critérios de exclusão. Destes, apenas 32 crianças (13 meninos e 19 meninas) realizaram pletismografia e tiveram seus dados de volumes pulmonares e de resistência de vias aéreas analisados. Um dos motivos pela amostra reduzida foi o fato de que os pais ou responsáveis precisavam se deslocar com as crianças até o nosso laboratório para realizar o teste, uma vez que o pletismógrafo não é portátil.

Conforme os critérios de aceitabilidade, somente 19 (59%) crianças conseguiram realizar pelo menos duas curvas aceitáveis e reprodutíveis, sendo que 13 (41%) não conseguiram ou produziram somente uma curva, reduzindo ainda mais a amostra. Das crianças que conseguiram produzir curvas aceitáveis, 11 (57%) pertencem ao sexo feminino. A Tabela 4 mostra a aceitabilidade das manobras realizadas durante a pletismografia.

Dentre estas 19 crianças, quatro (21%) eram de raça negra e três (15%) eram fumantes passivas.

Tabela 4 – Aceitabilidade das manobras pletismográficas

		Não Aceitável	Aceitável
Sexo	Masculino	5 (38.5)	8 (61.5)
	Feminino	8 (42.2)	11 (57.8)
Idade	06	1 (33.4)	2 (66.6)
	07	0 (0)	4 (100)
	08	5 (62.5)	3 (37.5)
	09	1 (16.7)	5 (83.3)
	10	3 (60)	2 (40)
	11	3 (50)	3 (50)

Resultados são apresentados com o valor absoluto (porcentagem).

Tivemos um índice elevado de crianças que não conseguiram ter seus exames validados (13 crianças – 41%). Destas, quatro se mexeram muito na cadeira giratória da cabine e desconectavam os lábios do bucal, ocorrendo vazamento de ar; três crianças não conseguiram compreender a técnica de arquejamento (cachorrinho), mesmo com o obturador aberto, realizando movimentos descoordenados de ombros (muito esforço); outras duas não quiseram completar o teste por sensação de claustrofobia dentro do pletismógrafo e quatro delas, mesmo parecendo, aos olhos da pesquisadora, estarem realizando as manobras corretamente, tiveram curvas ruins e/ou valores inadequados, impossibilitando a reprodutibilidade do exame.

Optamos por desenvolver equações separadas para meninos e meninas para uma melhor visualização.

Comparamos nossos dados de volumes pulmonares com os valores de referência apresentados por Zapletal et al.¹⁵. Pesquisas recentes têm revelado análises de volumes pulmonares em crianças saudáveis. Em nosso estudo também avaliamos a resistência de vias aéreas (sRaw).

As tabelas 5 e 6 mostram o escore z de acordo com Zapletal et al.¹⁵ e valores encontrados para sRaw, FRC, RV e TLC. Todos os escores z de volumes pulmonares foram menores que zero, devido ao fato que os valores medidos são menores do que a média apresentada por Zapletal et al.¹⁵.

Tabela 5 – Valores Pletismográficos: Z score de acordo com os valores previstos por Zapletal et al.¹⁵ em Meninas

Variáveis	Este Estudo Média ± DP (L)	Zapletal et al. Previsto (L)	Z Score	P
sRaw	0,72 ± 0,16			0,0743
FRC	1,26 ± 0,22	1,40 ± 0,28	-0,49 ± 0,79	0,0429
RV	0,61 ± 0,24	0,74 ± 0,12	-1,07 ± 1,98	0,0522
TLC	2,74 ± 0,48	2,90 ± 0,58	-0,27 ± 0,83	0,1112

p<0,005 (intervalo de confiança)

Tabela 6 – Valores Pletismográficos: Z score de acordo com os valores previstos por Zapletal et al.¹⁵ em Meninos

Variáveis	Este Estudo Média ± DP (L)	Zapletal et al. Previsto (L)	Z Score	P
sRaw	0,63 ± 0,23			0,0438
FRC	1,27 ± 0,57	1,69 ± 0,41	-1,00 ± 1,39	0,2035
RV	0,68 ± 0,28	0,82 ± 0,15	-0,91 ± 1,87	0,1165
TLC	2,78 ± 0,84	3,53 ± 0,82	-0,91 ± 1,02	0,1626

p<0,005 (intervalo de confiança)

Caussade et al.¹⁶ em seu estudo não revela os dados brutos encontrados, mostrando diretamente o Z score de acordo com o previsto por Zapletal et al.¹⁵. As tabelas 7 e 8 mostram nossos dados comparados aos valores exibidos pela pesquisa chilena. Todos os volumes pulmonares

encontrados tiveram um escore z de acordo com Zapletal et al. menores que os publicados por Caussade et al.¹⁶ para uma faixa etária semelhante (7 a 11 anos de idade).

Tabela 7 – Valores Pletismográficos: Z score de acordo com os valores previstos por Zapletal et al.¹⁵ em Meninas

Variáveis	Dados deste Estudo Média ± DP (L)	Z Score Zapletal et al.	
		Este estudo	Caussade et al.
sRaw	0,72 ± 0,16		
FRC	1,26 ± 0,22	-0,49 ± 0,79	0,61 ± 1,44
RV	0,61 ± 0,24	-1,07 ± 1,98	1,77 ± 1,97
TLC	2,74 ± 0,48	-0,27 ± 0,83	0,60 ± 1,18

Tabela 8 – Valores Pletismográficos: Z score de acordo com os valores previstos por Zapletal et al.¹⁵ em Meninos

Variáveis	Dados deste Estudo Média ± DP	Z Score Zapletal et al.	
		Este estudo	Caussade et al.
sRaw	0,63 ± 0,23		
FRC	1,27 ± 0,57	-1,00 ± 1,39	0,54 ± 0,14
RV	0,68 ± 0,28	-0,91 ± 1,87	1,90 ± 0,25
TLC	2,78 ± 0,84	-0,91 ± 1,02	0,43 ± 0,13

Os dados de volumes pulmonares encontrados mostraram escore Z menores com relação aos valores de referência para crianças publicados por Zapletal et al.¹⁵ e também quando comparados com Caussade et al.¹⁶ que analisou crianças chilenas que nasceram e vivem em Santiago. Embora seja uma amostra pequena, se tem uma tendência a encontrar, com o aumento de amostragem, valores diferentes de Zapletal et al.¹⁵.

As diferenças percentuais entre os valores de volumes pulmonares observados e os valores de referência previstos por Zapletal et al.¹⁵ para o grupo feminino foram as seguintes: FRC foi de 10% menor que o valor previsto, RV foi de 17% menor e TLC foi 5% menor que o previsto. No grupo masculino, FRC foi de 24% menor que o valor previsto, RV foi de 17% menor e TLC foi de 21% menor que o valor previsto.

As figuras 13, 14 e 15 mostram os volumes pulmonares em relação à estatura deste estudo e valores encontrados por Caussade et al.¹⁶ em equações exponenciais.

**TLC x Estatura da amostra estudada e valores encontrados por
Caussade et al.¹⁶ em Meninos e
Meninas**

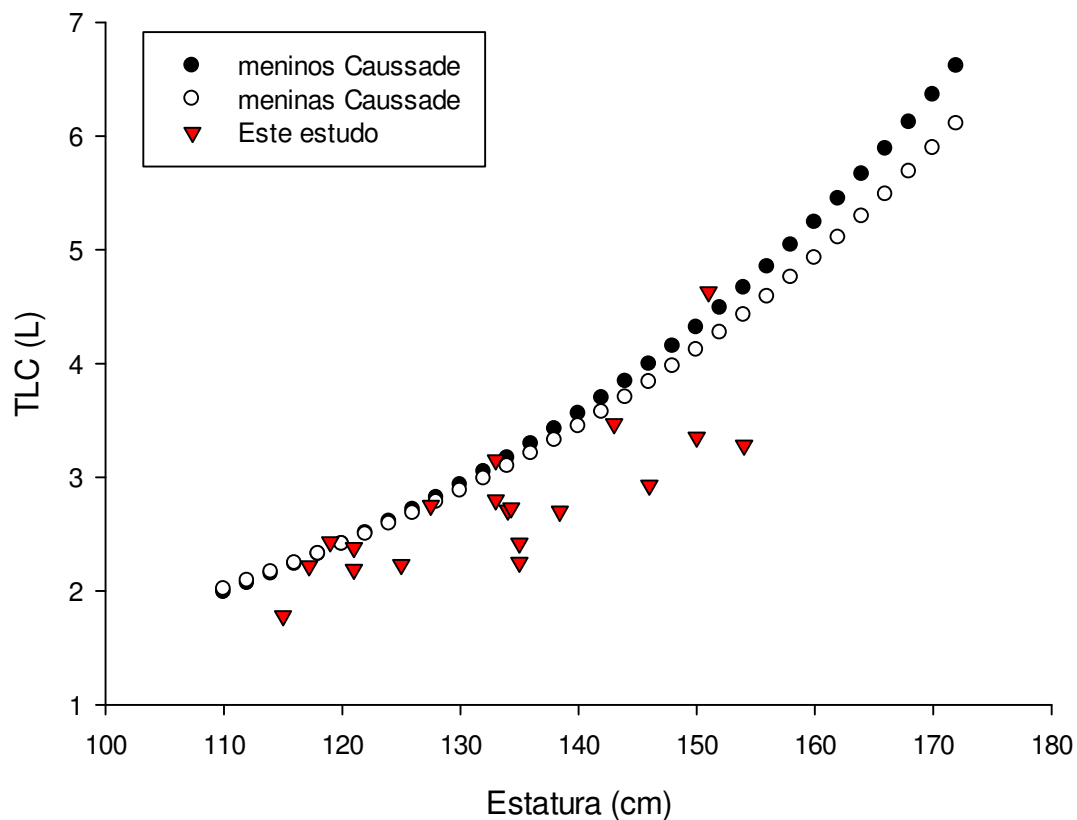


Figura 13 – Distribuição TLC x Estatura

FRC x Estatura da amostra estudada e valores encontrados por Caussade et al.¹⁶ em Meninos e Meninas

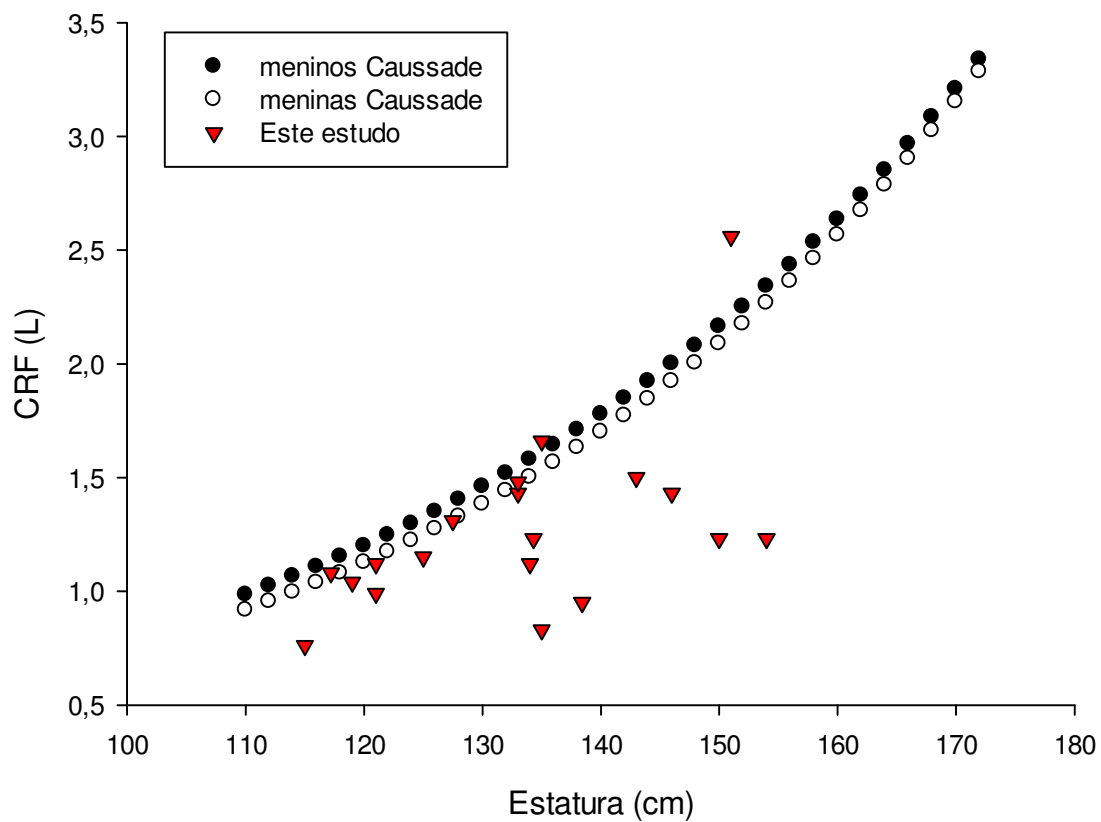


Figura 14 – Distribuição FRC x Estatura

RV x Estatura da amostra estudada e valores encontrados por Caussade et al.¹⁶ em Meninos e Meninas

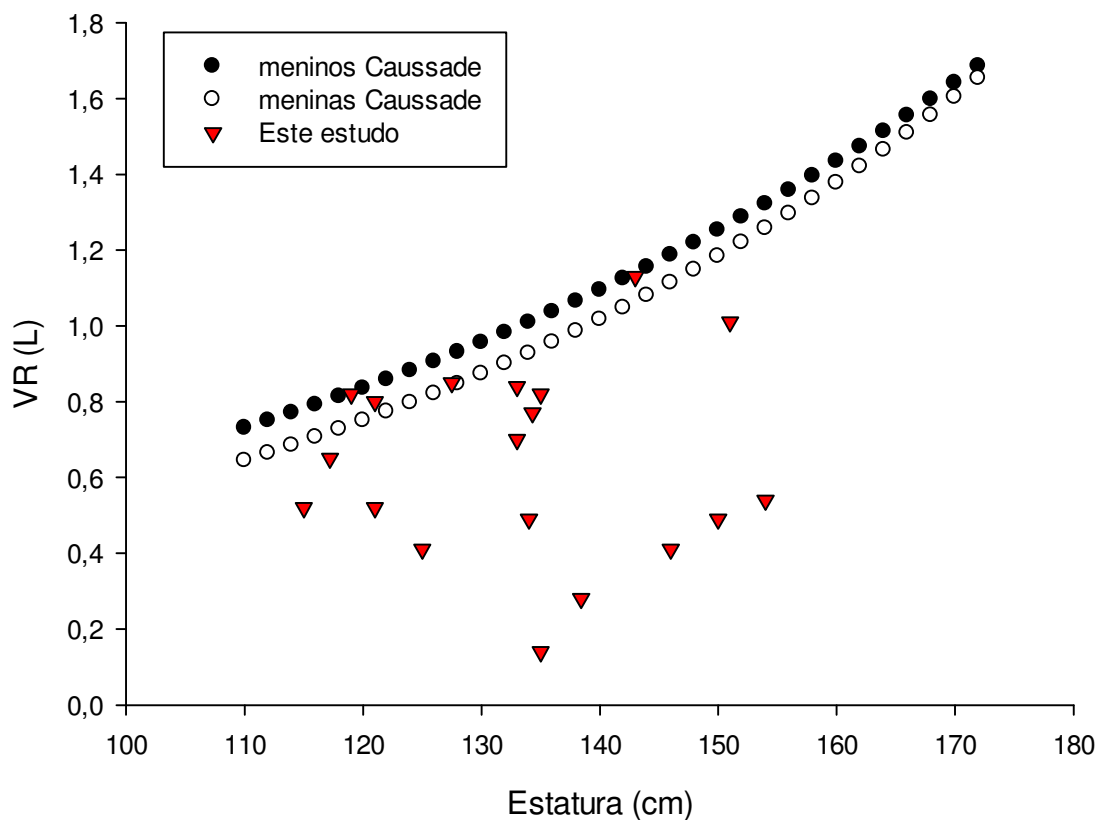


Figura 15 – Distribuição RV x Estatura

Embora se trate de uma amostra pequena, se observa uma tendência a valores menores dos que os encontrados por Caussade et al.¹⁶ em seu estudo.

Discussão

Este estudo foi realizado como precursor de uma busca por valores de referência de pletismografia para crianças escolares de nossa região, tendo em vista que cada vez mais as pesquisas sugerem que sejam estabelecidas diferenças entre as populações devido a fatores étnicos. Verificou-se que existe uma tendência em se obter valores diferenciados dos previstos por Zapletal et al.¹⁵, bem como dos valores encontrados por estudo chileno.

A American Thoracic Society (ATS) e European Respiratory Society sugerem que em locais onde não tenham sido estabelecidos valores de referência se utilize os valores publicados por Zapletal et al. para crianças e adolescentes^{14,15}.

Knudson et al. e Zapletal et al. estabeleceram valores de referência de pletismografia para crianças e adolescentes^{17,15}. Mas estes podem não ser adequados a nossa população.

No presente estudo, se aplicou um questionário adaptado e validado para doenças respiratórias recomendado pela American Thoracic Society and Division of Lung Diseases (ATS-DLD-78-C)^{18,19}. Muitos estudos de valores de referência utilizam questionário como forma de identificação de sujeitos saudáveis, bem como aqueles que em algum período de vida apresentou doença ou sintomas respiratórios^{20,21,22}.

Todas as mensurações pletismográficas foram realizadas pela mesma pesquisadora, sendo este um fator importante a ser considerado devido à técnica utilizada e seu esclarecimento e exemplificação às crianças. Outro ponto é o fato de que todos os sujeitos realizaram o teste pela primeira vez na vida. Como se tratou de indivíduos saudáveis, nenhum deles tinha realizado outro teste de função pulmonar anteriormente.

Publicações anteriores revelam que é possível aplicar pletismografia em pediatria a partir de 02 anos de idade, mesmo que sejam feitas adaptações¹⁰. Em muitos estudos, as crianças conseguem ao menos duas curvas aceitáveis delineadas corretamente na tela e reprodutíveis^{16,22}, sendo também este nosso

critério utilizado na validação dos testes realizados. Observamos que o sucesso está intimamente relacionado com a idade da criança, ou seja, quanto mais velha, maior é a compreensão da técnica.

Em seu estudo, Gutiérrez comparou valores espirométricos mensurados em crianças chilenas normais com os valores publicados por Knudson et al. e encontrou variáveis significativamente maiores^{23,17}. Em pesquisa mais recente, Caussade et al. encontrou a mesma situação quando comparou valores de crianças e adolescentes saudáveis com idades entre 07 e 18 anos com os valores de referência de Zapletal et al.^{16,15}.

Em nosso estudo, mesmo com um número reduzido de amostra, se pode observar uma tendência a valores de referência menores aos previstos por Zapletal et al.¹⁵. E ainda menores que os encontrados por Caussade et al.¹⁶.

Sylvester et al. encontrou valores significativamente menores em volumes pulmonares por pletismografia em crianças afro-caribenhas com relação a Zapletal et al.^{24,15}, assim como Poll e Greenough²⁵ observaram em valores de FRC mensurados pelo método de diluição de hélio comparando as mesmas populações.

Cabe salientar que Sylvester et al. e Coultas et al. atribuíram as discrepâncias de valores entre as populações devido a diferenças antropométricas^{24,26}.

O aumento da estatura durante a puberdade é devido principalmente pelo crescimento do tronco. Esse comprimento torácico é desproporcional à altura. Sendo que em meninos, ocorre também um aumento na largura do tórax. Entre 03 e 18 meses após o início da puberdade, se observa alterações da função pulmonar^{27,28,29}.

Em nosso estudo, as estaturas variaram entre 115 e 151 cm para meninos e entre 117 e 154 cm para as meninas, sendo avaliadas apenas crianças de 06 a 12 anos (11 anos e 11 meses), não compreendendo essa fase de estirão de crescimento da puberdade. Para relacionar as alturas com os volumes pulmonares observados, foi utilizada equação polinomial de grau 6 a

fim de abranger um maior número de amostras do que as obtidas com a equação exponencial.

Whittaker et al.³⁰ acredita que fatores como complacência pulmonar e torácica e força da musculatura inspiratória possam explicar as diferenças étnicas de volumes pulmonares.

Dentre as crianças por nós avaliadas e que tiveram seus testes validados, tivemos quatro crianças de raça negra e quinze caucasianas, não sendo uma amostra homogênea capaz mostrar alguma diferença entre os dados relacionados à raça.

Embora a amostra seja reduzida, é de conhecimento de pesquisadores que a maioria da população do Rio Grande do Sul tem origem européia, mas que existe um número expressivo de outras etnias. Mesmo em apenas duas escolas de bairros próximos de Porto Alegre, observamos essa variação entre raças, sendo talvez um fator que dificulte estabelecer valores de referência para uma população bastante miscigenada como a nossa.

No estudo chileno, Caussade et al.¹⁶ comenta que as 245 crianças analisadas vieram de diferentes áreas de Santiago e que 23,4% deles tem origem estrangeira, mas nasceram e vivem no Chile, mostrando também miscigenação entre as raças.

A altitude é outro fator a ser levado em consideração. Brutsaert et al. realizou estudo nos Andes Bolivianos (>3600m do nível do mar) que mostrou que crianças e adultos de origem de localidades de baixa altitude e que migram para altitudes elevadas no início da vida ou que nascem e crescem nestes locais, apresentam um aumento da função pulmonar em comparação com nascidos e criados em baixa altitude³¹. Weitz et al concorda quando estuda crianças chinesas nascidas e criadas em altitudes elevadas (>3000 m) ou que viveram desde a idade de um ano nessa altitude que apresentaram volumes pulmonares maiores que chinesas nascidas e criadas em baixas altitudes³². Ambas as publicações sugerem que com a exposição a altitudes elevadas ocorre uma adaptação do organismo, refletindo em mudanças estruturais no sistema pulmonar.

Gostaríamos de comparar os valores encontrados por Caussade et al.¹⁶ em Santiago no Chile (550 m) com os de nossa amostra de Porto Alegre –RS (10 m) a fim de verificar se essa diferença entre os volumes pulmonares se mantém devido as altitudes. No entanto, se trata de um estudo piloto, com poucos casos avaliados, sendo esta uma sugestão para estudos futuros.

Assim como em nosso estudo, Caussade et al.¹⁶ excluiu crianças fumantes, mas aceitou fumantes passivos em 25% dos participantes de sua pesquisa. Dentre os nossos casos validados haviam 03 fumantes passivos. Estudos recentes mostraram valores espirométricos levemente inferiores, mas não estatisticamente significativos, em crianças com exposição à fumaça do cigarro dos pais^{34,35}.

Com relação ao peso corporal, Caussade et al. e Kain et al. encontraram uma maior prevalência de obesidade em crianças de 07 a 13 anos comparadas à adolescentes^{16,35}. No entanto, os autores do estudo chileno, não utilizaram o peso como indicador da função pulmonar devido a elevada variância dentro de cada grupos. Em equações preditivas de pletismografia, Zapletal et al.¹⁵ também inclui apenas a estatura. Em nossa pesquisa, nenhuma das crianças apresentou obesidade em cálculo de Índice de Massa Corporal (IMC) e três indivíduos têm sobrepeso, mas não relacionamos este dado com os volumes pulmonares encontrados em concordância com publicações anteriores.

Em nosso estudo também foi avaliada a resistência de vias aéreas (sRaw), não comentada por Caussade et al.¹⁶, mas encontrada em outras publicações. sRaw é independente de altura e sexo, facilitando a interpretação das mensurações^{36,37,38}. Hans e Nielsen analisaram a sRaw de 121 crianças saudáveis de 02 a 07 anos de idade (61 meninos e 60 meninas) com cerca de 20 indivíduos por faixa etária onde nenhuma mensuração mostrou correlação significativa com sexo, idade, peso e altura¹⁰. Devido à diferença entre a faixa etária deste estudo, não foi possível estabelecer uma comparação.

Os critérios de reprodutibilidade sugeridos por Rodrigues et al. para que se tenha maior confiabilidade nos dados, é que se obtenha pelo menos dois testes aceitáveis e reprodutíveis com valores bem semelhantes. Em crianças

escolares a diferença máxima aceitável é de 5% da FRC entre a melhor e a segunda curva. Se estes critérios não forem obtidos após oito tentativas, o teste deve ser interrompido¹. Em nosso estudo, estes critérios foram seguidos. Das 32 crianças avaliadas, apenas 19 conseguiram realizar curvas aceitáveis, ou seja, uma perda de 41%. As que não conseguiram ter seus testes validados, mesmo após as oito tentativas, foram convidadas a retornar em outro dia. No entanto, devido à dificuldade dos pais em se deslocar com as crianças ao laboratório, apenas duas retornaram. Estas tiveram seus testes validados, levando a se pensar que a compreensão prévia da técnica melhora sua execução.

De todos os questionários distribuídos entre as duas escolas, os excluídos foram em sua maioria por doença pulmonar prévia e/ou baixo peso ao nascimento. Das 192 crianças saudáveis selecionadas (66 de uma escola e 126 de outra) apenas 32 compareceram para realização do teste.

Talvez a maior limitação deste estudo tenha sido o fato de o pletismógrafo não ser um instrumento portátil, estando, portanto localizado no Laboratório de Fisiologia Respiratória do Instituto de Pesquisas Biomédicas (IPB) da Faculdade de Medicina da PUCRS, localizado no Hospital São Lucas da mesma universidade, obrigando os pais ou responsáveis a se deslocar até este local com as crianças. Muitos chegavam a fazer o agendamento e não compareciam. Outro fator limitador é o fato de serem sujeitos saudáveis, que no entendimento de alguns pais, não precisariam se submeter a teste de função pulmonar. Somado a isto, podemos citar a não compreensão da técnica (principalmente na manobra de arquejamento), sensação de claustrofobia dentro da cabine e agitação na cadeira giratória do pletismógrafo, levando a geração de curvas e valores inadequados.

No entanto, as publicações atuais trazem a pletismografia como sendo um teste de avaliação de volumes pulmonares de excelente qualidade, sendo realizado com sucesso, inclusive pela população pediátrica.

Contudo se sugere a continuidade do estudo a fim de se obter uma maior amostragem e com isso poder utilizar os valores como referência para

nossa população. Indica-se, também a possibilidade de instalar um dispositivo de travamento da cadeira da cabine, já que as crianças (especialmente as menores de oito anos) tendem a girar o corpo e com isso desconectando a boca do bucal, prejudicando a qualidade dos resultados.

REFERÊNCIAS

1. Rodrigues JC, Cardieri JMA, Bussamra MHCF, Nakaie CMA, Almeida MB, Silva Filho LVF, Adde FV. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. Provas de função pulmonar em crianças e adolescentes J. Pneumol 2002; 28 (3):
 2. Brugman TM, Morris JF, Temple WP. Comparison of lung volume measurement by single breath helium and multiple breath nitrogen equilibration methods in normal subjects and COPD patients. Respiration 1986; 49: 52-60.
 3. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, Crapo RO, Burgos F, Casaburi R et al. Interpretative strategies for lung function tests. Eur Respir J 2005; 26: 948-68.
 4. Dubois AB, Botelho SY, Comroe JH. 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: 327-35.
 5. Pereira CAC, Moreira MAF. Pletismografia – resistência das vias aéreas. J Pneumol 2002; 28: 139-50.
 6. Wanger, JL, Clausen A, Coates, OF, et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. Eur Respir J 2005; 26: 511 – 522.
 7. Menna Barreto SS, Cavalazzi AC. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. Determinação dos volumes pulmonares: métodos de mensuração dos volumes pulmonares. J. Pneumol 2002; 28 (3): 95 – 100.
 8. Kirkby J, Stanojevic S, Welsh L, Lum S, Badier M, Beardsmore C, Custovic A, Nielsen K, Paton J, Tomalak W, Stocks J; Asthma UK. Reference equations for specific airway resistance in children: the Asthma UK initiative. Eur Respir J. 2010 Sep;36(3):622-9. Epub 2010 Feb 11.
 9. Oswald-Mammosser M, Llerena C, Speich JP, Donata L, Lonsdorfer. Measurements of respiratory system resistance by the interrupter technique in healthy and asthmatic children. Pediatr Pulmonol 1997;24(2):78-85.
 10. Bisgaard H, Nielsen KG. Plethysmographic Measurements of Specific Airway Resistance in Young Children. *Chest July 2005 128:1 355-362; doi:10.1378/chest.128.1.355*
 11. Klug B, Bisgaard H. Measurement of the specific airway resistance by plethysmography in young children accompanied by an adult. Eur Respir J 1997; 10:1599–1605
-

-
12. Subbarao P, Lebecque P, Corey M, Coates AL. Comparison of spirometric reference values. *Pediatr Pulmonol*. 2004 Jun; 37(6) p. 515.
 13. Falaschetti E, Laiho J, Primatesta P, Purdon S. Prediction equations for normal and low lung function from the Health Survey for England. *Eur Respir J*. 2004 Mar; 23(3) p. 456.
 14. Stocks J, Quanjer Ph H. Reference values for residual volume, functional residual capacity and total lung capacity. *ATS Workshop on Lung Volume Measurements. Official Statement of the European Respiratory Society. Eur Respir J* 1995;8:492-506.
 15. Zapletal A, Samanek M, Paul T. Lung function in children and adolescents. Methods and references values. *Prog Respir Res* 1987;22:83–112.
 16. Caussade S, Pulgar D, Vega-Briceno L, Viviani P, Diaz C, Contreras I, Sanchez I. Plethysmographic Lung Volumes in Normal Chilean Children and Adolescents. *Pediatric Pulmonology* 2008; 43: 866-873
 17. Knudson R, Lebowitz M, Holberg C, Burros B. Changes in the normal maximal exiratory flow-volume curve with growth and aging. *Am Rev Respir Dis* 1983;127:725–734.
 18. Esteves A SD, Ferraz M. Adaptation and validity of the ATS-DLD-78-C questionnaire for asthma diagnosis in children under 13 years of age. *Braz Ped News*. 1999;1:3-5.
 19. Beydon N, Davis SD, Lombardi E, Allen JL, Arets HG, Aurora P, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: pulmonary function testing in preschool children. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007 Jun 15;175(12):1304-45.
 20. Zapletal A, Chalupova J. Forced expiratory parameters in healthy preschool children (3-6 years of age). *Pediatr Pulmonol*. 2003 Mar;35(3):200-7.
 21. Vijayan V.K, Reetha A.M, Kuppurao K.V, Venkatesan P, and Thilakavathy S. Pulmonary Function in Normal South Indian Children Aged 7 to 19 Years [Indian J Chest Dis Allied Sci 2000; 42:147-156.
 22. Ip M.M, Karlberg E.M, Chan K-N, Karlberg J.E, Luk K.K, Leong J.Y. Lung Function Reference Values in Chinese Children and Adolescents in Hong Kong II. Prediction Equations for Plethysmographic Lung Volumes *Am J Respir Crit Care Med* Vol 162. pp 430–435, 2000
 23. Gutiérrez M, Rioseco F, Rojas A, Casanova D. Reference spirometric values for the Chilean population at sea level. *Rev Med Chile* 1996;124:1295–1306
-

-
24. Sylvester KP, Milligan P, Patey RA, Rafferty GF, Greenough A. Lung volumes in healthy afro-caribbean children aged 4-17 years. *Pediatr Pulmonol* 2005;40:109–112.
 25. Pool JB, Greenough A. Ethnic variation in respiratory function in young children. *Respir Med* 1989;83:123–125.
 26. Coultas DB, Howard ChA, Skipper BJ, Samet JM. Spirometric prediction equations for Hispanic children and adults in New Mexico. *Am Rev Respir Dis* 1988;138:1386–1392.
 27. Hussain K, Preece M. Applied physiology: understanding growth. *Curr Pediatr* 2001;11:364–368.
 28. Rosenthal M, Cramer D, Bain SH, Denison D, Bush A, Warner JO. Lung function in white children aged 4 to 19 years: II. Single breath analysis and plethysmography. *Thorax* 1993;48:803–808.
 29. Wang X, Dockery D, Wypij D, Gold D, Speizer F, Ware JH, Ferris BG Jr. Pulmonary function growth velocity in children 6 to 18 years of age. *Am Rev Respir Dis* 1993;148:1502–1508.
 30. Whittaker AL, Sutton AJ, Beardsmore CS. Are ethnic differences in lung function explained by chest size? *Arch Dis Neonatal Ed* 2005;90:F423–F428.
 31. Brutsaert TD, Soria R, Caceres E, Spielvogel H, Haas JD. Effect of developmental and ancestral high altitude exposure on chest morphology and pulmonary function in Andean and European/ north American natives. *Am J Hum Biol* 1999;11:383–395.
 32. Weitz CA, Garruto RM, Chin C, Liu J, Liu R, He X. Lung function of Han Chinese born and raised near sea level and at high altitude in western China. *Am J Hum Biol* 2002;14:494–510.
 33. Moshhammer H, Hoek G, Luttmann-Gibson H, Neuberger M, Antova T, Gehring U, Hrubá F, Pattenden S, Rudnai P, Slachtova H, Zlotkowska R, Fletcher T. Parental smoking and lung function in children. An international study. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 173:1255–1263.
 34. Eisner M, Forastiere F. Passive smoking, lung function and public health. *Letter Am J Respir Crit Care Med* 2006;173:1184–1185.
 35. Kain J, Olivares S, Romo M, Leyton B, Vio F, Cerda R, González R, Giadallah A, Albala C. Nutritional status and aerobic capacity among children attending public elementary schools in Chile. *Rev Med Chile* 2004;132:1395–1402.
-

36. Doershuk CF, Fisher BJ, Matthews LW. Specific airway resistance from the perinatal period into adulthood: alterations in childhood pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1974; 109:452–457
37. Leben M, von der Hardt H. Airway resistance, airway conductance, specific airway resistance, and specific airway conductance in children. *Pediatr Res* 1983; 17:508–513
38. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005 Aug;26(2):319-38.
-

CAPÍTULO IV

CONCLUSÕES

A pletismografia corporal, embora tenha iniciado na década de 50, consiste em um tema de pesquisa bastante atual, tendo em vista ser considerado um teste de função de grande qualidade na obtenção de volumes pulmonares absolutos e resistência de vias aéreas.

Aliado a isto, se tem observado uma maior sobrevida de crianças portadoras de doenças respiratórias, requerendo cada vez mais, testes de função pulmonar fidedignos na confirmação de diagnósticos e conduta terapêutica ao longo da vida destes indivíduos.

Valores de referência para escolares são estudados por vários pesquisadores em diversas populações. Dados divergentes nos levam a buscar dados de referência específicos para cada local de avaliação de volumes pulmonares por pletismografia.

Os volumes pulmonares absolutos e resistência de vias aéreas foram mensurados em um pequeno grupo de crianças saudáveis em idade escolar de Porto Alegre – RS. Estabelecemos a existência de diferenças entre volumes pulmonares quando comparados com valores de referência já publicados e atualmente utilizados.

Embora tenha se tratado de um estudo piloto, se verificou uma tendência a se obter valores diferenciados dos previstos por Zapletal et al¹⁵, bem como dos encontrados por estudo atual realizado em país latino. Esta possível descoberta é importante para que se utilizem valores de referência adequados a nossa população.

Este estudo demonstrou, também, que embora em uma amostra reduzida, a maioria das crianças entre seis e doze anos de idade conseguiu produzir curvas pletismográficas aceitáveis e reprodutíveis (59%). A viabilidade foi comprovada, mas devem ser feitas adaptações para que um maior número de crianças consiga ter seus testes validados.

Realizar pletismografia nesta faixa etária é de grande importância para se avaliar e tratar pacientes com doença pulmonar longitudinalmente, desde a infância até a idade adulta.

APÊNDICES

APÊNDICE I

QUESTIONÁRIO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS

Escola: _____ Data: ____/____/____

Nome da criança: _____

Responsável: _____

Endereço: _____

Telefone p/ contato: _____

Dados demográficos da criança:

1. Data de nascimento: ____/____/____ Peso de nascimento: _____

2. Idade gestacional: _____ semanas.

3. Foi prematuro (menos de 37 semanas de gestação)? SIM () NÃO ()

4. Sexo: Masculino () Feminino () Raça: _____

Perfil sócio-econômico familiar

5. Escolaridade do pai (anos de estudo): _____

6. Escolaridade da mãe (anos de estudo): _____

7. Nº de filhos: _____

Tabagismo

8. O pai fumante? SIM () NÃO () Mãe fumante? SIM () NÃO ()

9. O cuidador (quem cuida) da criança fuma? SIM () NÃO ()

Doenças respiratórias

10. Seu filho já apresentou chiado no peito que causou falta de ar ou fôlego curto? SIM () NÃO ()

a) Se sim, teve 2 ou mais dessas crises? SIM () NÃO ()

b) Alguma vez precisou tomar remédio para aliviar essas crises? SIM () NÃO ()

11. Seu filho já teve episódio de tosse, cansaço, chiado, dor no peito ou apenas falta de ar após jogos ou exercícios? SIM () NÃO ()

12. Costuma tossir na maioria dos dias ou noites, por 3 meses seguidos ou mais, durante o ano?
SIM () NÃO ()

13. Durante os últimos 3 anos seu filho apresentou alguma doença respiratória que a afastou das suas atividades normais por 3 dias ou mais? SIM () NÃO () Quantas doenças: _____(por ano)

14. A criança foi hospitalizada por doença pulmonar grave ou "com catarro no peito" antes dos 2 anos de idade? SIM () NÃO ()

15. A criança apresentou algumas das seguintes doenças e, caso sim, em que idade?

- | | | |
|----------------------|-----------------|--------------|
| ○ Bronquiolite | SIM () NÃO () | Idade: _____ |
| ○ Bronquite | SIM () NÃO () | Idade: _____ |
| ○ Bronquite asmática | SIM () NÃO () | Idade: _____ |
| ○ Pneumonia | SIM () NÃO () | Idade: _____ |

16. Foi feito diagnóstico de asma, bronquite asmática ou bronquite alérgica? SIM () NÃO ()
a) Seu filho utiliza medicamentos frequentemente para asma? SIM () NÃO ()

17. Na família há casos de asma?

() Pai () Mãe () Irmãos () Avós paternos () Avós maternos

APÉNDICE II
