

Artigo original**Efeito da obesidade na função pulmonar de uma coorte de adolescentes de São Paulo*****The effects of obesity on pulmonary function in a group of adolescents of São Paulo***

Adriana Marques Battagin, M.Sc.*, Cassio Stipanich**, Vera Stanzani***, Rafaella Rezende Rondelli, M.Sc.*, Simone Dal Corso, D.Sc.*, Carla Malaguti, D.Sc.*

.....
*Universidade Nove de Julho, São Paulo/SP; **Especialista em Fisioterapia Cardiopulmonar, Universidade Nove de Julho, ***Mestranda em Ciências da Reabilitação, Universidade Nove de Julho

Resumo

Alterações funcionais pulmonares têm sido amplamente demonstradas em adultos obesos. Em populações pediátricas esses dados são limitados e conflitantes. O objetivo deste estudo foi contrastar a função pulmonar de adolescentes obesos com eutróficos de uma população local. Este foi um estudo caso-controle envolvendo 14 adolescentes obesos (GO) e 18 adolescentes eutróficos (GE). Espirometria forçada e pressões respiratórias máximas foram obtidas dos voluntários. Nenhuma anormalidade foi observada entre os GO e GE em relação ao volume expiratório forçado no primeiro segundo ($2,5 \pm 0,12$ L vs. $2,5 \pm 0,13$ L, $p > 0,05$) e para capacidade vital forçada (CVF) ($2,73 \pm 0,2$ L vs. $2,85 \pm 0,1$ L, $p = 0,09$), respectivamente. Da mesma forma, para os valores de pressões inspiratórias máxima (PI_{máx}) ($94,0 \pm 9,54$ cmH₂O vs. $96,1 \pm 11,2$ cmH₂O, $p > 0,05$) e pressões expiratórias máximas (PE_{máx}) ($94,2 \pm 9,5$ cmH₂O vs. $99,8 \pm 9,4$ cmH₂O, $p = 0,08$). Embora houvesse uma tendência do GO apresentar valores inferiores de CVF e PE_{máx} e também de PI_{máx} quando comparados aos do GE, estes ainda estiveram dentro dos valores previstos.

Palavras-chave: avaliação em saúde, obesidade, adolescentes.

Abstract

In obese adults pulmonary function abnormalities are well reported. Similar data in the paediatric population are limited and conflicting. This study aimed to assess the effects of adolescent obesity on pulmonary function. It was a case-control study with 14 obese adolescents (OG) and 18 eutrophic (EG). Forced spirometry, maximal inspiratory pressures (MIP) and maximal expiratory pressures (MEP) values were obtained. There were no significance changes in values of OG and EG to forced expiratory volume in 1seg (2.5 ± 0.12 L vs. 2.5 ± 0.13 L, $p > 0.05$), forced vital capacity (FVC) (2.73 ± 0.2 L vs. 2.85 ± 0.1 L, $p = 0.09$), respectively. Similar observations were found in the MIP (94.0 ± 9.54 cmH₂O vs. 96.1 ± 11.2 cmH₂O, $p > 0.05$) and MEP values (94.2 ± 9.5 cmH₂O vs. 99.8 ± 9.4 cmH₂O, $p = 0.08$). Despite of OG has showed tendency to lower FVC and MEP and also MIP values as compared to EG, these values were within of predicted values.

Key-word: health assessment, obesity, adolescents.

Recebido em 18 de junho de 2009; aceito em 03 de setembro de 2009.

Endereço para correspondência: Carla Malaguti, Universidade Nove de Julho, Avenida Francisco Matarazzo, 612 – 1º andar, 05001-100 São Paulo SP; Tel: (11) 3665-9748, E-mail: carlamalaguti@uninove.br

Introdução

A obesidade é conceituada segundo a Organização Mundial de Saúde como uma condição de acúmulo excessivo de gordura corporal que traz prejuízos à saúde do indivíduo. Existe uma variedade considerável no que concerne ao grau de excesso de gordura, sua distribuição e associação com conseqüências para a saúde nos indivíduos obesos [1].

Esta enfermidade está em expansão com prevalência crescente em todas as faixas etárias, tanto em países desenvolvidos quanto naqueles em desenvolvimento, o que a torna epidêmica, sendo considerado o maior problema da saúde pública [2,3]. No Brasil, apesar das diferenças regionais, o incremento do número de crianças e adolescentes com excesso de peso é uma realidade [4].

As implicações da obesidade são dependentes da duração e da gravidade do excesso de peso, podendo estar relacionado a importantes alterações metabólicas como, hiperinsulinemia e resistência periférica à insulina, aumento do risco cardiovascular, complicações ortopédicas e alterações psicossociais, que afetam a saúde ainda na infância, resultando em aumento de doenças e fatores de morbidade entre adolescentes e adultos [5-7]. Além disso, vários mecanismos têm sido propostos para anormalidades da obesidade na função pulmonar [8-10].

Os indivíduos com obesidade acentuada apresentam um aumento da demanda e do esforço respiratório, devido ao aumento do tecido adiposo no tórax juntamente à menor eficiência muscular, decorrente da diminuição da relação massa muscular/massa corporal [11], resultando em redução do volume de reserva expiratório e da capacidade residual funcional, conseqüentemente, ocorrendo microatelectasias periféricas, redução da complacência pulmonar e aumento da resistência respiratória, levando a alteração da relação ventilação/perfusão [11-13]. Frequentemente, este fenótipo é descrito como susceptível à síndrome da apnéia e hipopnéia obstrutiva do sono [14]. Ainda assim, recentes estudos mostraram que a obesidade é um importante fator de risco independente para asma [15]. O sintoma primário mais freqüente relatado pelos indivíduos obesos é a dispnéia aos esforços [16].

Frente à prevalência da obesidade infantil e dados conflitantes acerca da função pulmonar desta população, o objetivo deste estudo foi comparar a função pulmonar e muscular respiratória entre pré-adolescentes obesos e pré-adolescentes eutróficos saudáveis de uma comunidade escolar.

Material e métodos

Este foi um estudo caso-controle, no qual a amostra de conveniência foi recrutada de uma escola comunitária com 246 alunos localizada na zona norte da cidade de São Paulo. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (processo: 132868/2004). Aprovação apropriada da direção

da escola e o consentimento livre e esclarecido dos pais ou responsáveis, foram obtidos de todos os sujeitos previamente ao início do protocolo de estudo. Dos 246 pré-adolescentes previamente triados, 14 foram identificados com obesidade e, portanto, foram convidados a participarem do estudo. Outros 20 pré-adolescentes foram recrutados de uma amostra consecutiva pareados por idade, gênero e que atendiam o critério de estado nutricional para compor o grupo de eutróficos.

Foram incluídos no estudo pré-adolescentes com idade entre 10 e 14 anos. Previamente às medidas, foi realizada uma entrevista que consistiu de perguntas padronizadas relacionadas aos hábitos de vida e doenças prévias e/ou atuais, baseadas nas diretrizes para testes de função pulmonar [17]. Foram excluídos da amostra pré-adolescentes com história de asma progressiva ou outras doenças respiratórias, deformidades posturais, déficit de coordenação e colaboração.

Avaliação antropométrica

Para a obtenção das medidas antropométricas, foi utilizada uma balança calibrada da marca *Welmy*® com plataforma e capacidade de até 150 quilogramas. Para a tomada da estatura foi utilizado o estadiômetro da balança (certificada pelo Inmetro) com limites entre 1,00 e 2,00 metros. A obesidade e o eutrofismo foram determinados através do índice de massa corporal (IMC), calculado pela equação:

$$\text{IMC} = \text{peso (kg)} / \text{estatura}^2 \text{ (m)}$$

Sendo ainda preconizado o valor de percentil maior que 90% para pré-adolescentes obesos e entre 10 e 90% para pré-adolescentes eutróficos. A fonte gráfica para a determinação dos limites de percentil utilizado foram os mesmos recomendados pela Organização Mundial de Saúde [1].

Medidas de pressões respiratórias máximas

Para a mensuração das pressões respiratórias máximas foi utilizado um manovacuômetro da marca *Ger-Ar*®, modelo MV-300, com capacidade de até $\pm 300 \text{ cmH}_2\text{O}$. As medidas das pressões respiratórias máximas foram realizadas com os indivíduos sentados, utilizando clipe nasal e mantendo um bocal firmemente entre os lábios. Foi utilizada neste dispositivo uma válvula de alívio (orifício de 1 mm de diâmetro no circuito) para evitar a contaminação dos resultados da força muscular respiratória pela ação da contração dos músculos da parede bucal.

As medidas de pressões inspiratória máxima (PI_{máx}) foram realizadas solicitando ao adolescente que exalasse todo o volume pulmonar até o volume residual (VR) e em seguida realizasse uma inspiração profunda, contra uma via aérea ocluída sustentando a pressão máxima por pelo menos 1 segundo. As medidas de pressões expiratória máxima (PE_{máx}) foram realizadas solicitando ao ado-

lescente insuflar os pulmões até a capacidade pulmonar total (CPT), e após realizar uma expiração forçada contra uma via aérea ocluída sustentando a pressão máxima por também 1 segundo [17]. Foram consideradas aceitáveis manobras sem vazamentos de ar e reproduzíveis as medidas com variação igual ou inferior a 10% do maior valor [18,19]. As manobras foram repetidas por cinco vezes, com um intervalo de um minuto entre as medidas e o maior valor entre as manobras reproduzíveis foi o selecionado para análise de acordo com os valores de referência para adolescentes propostos por Smyth *et al.* [19].

Espirometria

Para a realização da espirometria foi utilizado o espirômetro portátil da *Cosmed Srl*® modelo *Pony Spirometer*. A manobra para a realização da espirometria consiste em uma inspiração profunda, seguida de manobra expiratória forçada, mantida até que o indivíduo não a tolere mais, ou até que sejam atingidos os critérios de aceitação propostos pelas Diretrizes para Testes de Função Pulmonar da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia [17].

Todos os voluntários realizaram no mínimo três manobras de capacidade vital forçada. Nas manobras espirométricas forçadas, obtêm-se os gráficos fluxo – volume e volume-tempo, além do valor numérico das seguintes variáveis: Capacidade Vital Forçada (CVF), Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo (VEF_1) e relação VEF_1/CVF . Os valores previstos foram obtidos a partir dos valores de referência para crianças e adolescentes descritos por Polgar e Promadhat [20].

Análise estatística

Para análise dos dados foi utilizado o software estatístico SPSS (versão 13.0). Os dados estão apresentados em média e desvio-padrão. A análise comparativa das variáveis espirométricas e de pressões respiratórias máximas entre os pré-adolescentes obesos e eutróficos foram realizadas usando o teste *t* de *Student* não-pareado. Coeficiente de correlação de Pearson foi usado para verificar o nível de associação entre as variáveis de função pulmonar e o índice de massa corpórea. Foi estabelecido como significância estatística $p \leq 0,05$.

Tabela II - Característica de função pulmonar da amostra.

| | Grupo Obeso n = 14 | Grupo Eutrófico n = 18 |
|------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| CVF (L e % prev) | 2,7 ± 0,2 (90,1 ± 9,3) | 2,8 ± 0,1 (100,8 ± 6,4) |
| VEF_1 (L e % prev) | 2,5 ± 0,1 (96,5 ± 9,4) | 2,5 ± 0,1 (107,1 ± 11,2) |
| VEF_1/CVF | 89,9 ± 9,3 | 87,7 ± 8,2 |
| Plmáx (cmH ₂ O e %prev) | 94,0 ± 9,5 (98,2) | 96,1 ± 11,7 (101,9) |
| PEmáx (cmH ₂ O e %prev) | 94,2 ± 9,5 (94,9) | 99,8 ± 9,4 (103,6) |

Os dados estão apresentados como média ± DP; Abreviaturas: IMC = índice de massa corpórea; CVF = capacidade vital forçada; VEF_1 = volume expiratório forçado no primeiro segundo; Plmáx = pressão inspiratória máxima; PEmáx = pressão expiratória máxima.

Resultados

A amostra inicial constituiu de um total de 34 voluntários, entretanto, um adolescente foi excluído por história de asma ou doença respiratória prévia, e outro não conseguiu curvas reproduzíveis nas provas espirométricas (ambos pertenciam ao grupo de pré-adolescentes eutróficos). Desta forma, 32 pré-adolescentes permaneceram no estudo, sendo 14 (11 meninos) categorizados como grupo de obesos de grau I (GO) e 18 (14 meninos) categorizados como grupo de eutróficos (GE) de acordo com o IMC e a média de percentil. Como esperado, as variáveis de estado nutricional (peso, IMC e percentis) foram significativamente diferente entre os grupos (Tabela I).

Tabela I - Características antropométricas da amostra.

| | Grupo obeso n = 14 | Grupo eutrófico n = 18 |
|--------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Gênero | (11 M / 3 F) | (14 M / 4 F) |
| Idade (anos) | 12,6 ± 1,4 | 12,5 ± 1,2 |
| Peso (kg) | 68,1 ± 8,5* | 46,1 ± 9,6 |
| Estatuta (cm) | 157,7 ± 7,0 | 154,4 ± 7,8 |
| IMC (kg/m ²) | 28,3 ± 1,9* | 19,2 ± 2,6 |
| Curva Percentil | 96,5 ± 0,9* | 57,9 ± 23,3 |

Os dados estão apresentados como média ± DP; Abreviaturas: M = gênero masculino; F = gênero feminino; IMC = índice de massa corpórea; * Diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre o grupo obeso e eutrófico.

Os valores espirométricos obtidos de ambos os grupos estiveram dentro dos valores de referência da normalidade. Adicionalmente, quando comparados os valores obtidos de CVF, VEF_1 e VEF_1/CVF , não foi observada nenhuma diferença estatisticamente entre os grupos, embora o grupo obeso tenha apresentado tendência a menores valores de CVF quando comparados ao grupo eutrófico (Tabela II).

Ao se compararem os valores absolutos das pressões inspiratórias máximas entre os grupos de obesos e eutróficos nenhuma diferença foi observada. Por outro lado, ao se compararem os valores absolutos das pressões expiratórias máximas, pode-se notar que o grupo obeso apresentou tendência a valores inferiores aos dos eutróficos. Entretanto, as variáveis de função muscular respiratória (PI_{máx} e PE_{máx})

de ambos os grupos estiveram dentro dos valores de referência da normalidade (Tabela II).

Nas análises de correlações do GO, não foram observadas correlações significativas entre o IMC e os valores obtidos de CVF ($r = -0,18$; $p = 0,52$), VEF₁ ($r = -0,12$; $p = 0,69$), VEF₁/CVF ($r = -0,26$; $p = 0,35$), PImáx ($r = 0,03$; $p = 0,92$) e PEmáx ($r = 0,03$; $p = 0,90$).

Discussão

A proposta deste estudo foi avaliar o efeito da obesidade na função pulmonar de uma coorte de pré-adolescentes. Nenhuma anormalidade funcional ventilatória e muscular respiratória foram observadas em ambos os grupos de pré-adolescentes obesos e eutróficos de acordo com os valores de normalidade. Entretanto, observou-se tendência à redução dos valores obtidos de CVF, PImáx e PEmáx no grupo de pré-adolescentes obesos.

Diversos estudos têm demonstrado que a obesidade é um importante fator de risco para diversas doenças, inclusive as doenças respiratórias. E de forma oposta, a perda de peso nesses indivíduos está associada com a melhora dos sintomas respiratórios [21]. Elevados IMC têm sido habitualmente associados à redução da CVF, VEF₁, capacidade pulmonar total, capacidade residual funcional, volume residual e função muscular respiratória em adultos [22]. Contudo, em crianças e pré-adolescentes estas associações ainda não são consistentes.

Desta forma, é ainda passível de discussão se a obesidade em pré-adolescentes estaria, ou não, inversamente relacionada a uma possível disfunção do sistema respiratório nesta população.

O estudo de Lazarus *et al.* envolvendo uma amostra de 2464 crianças e pré-adolescentes evidenciou que a função ventilatória (CVF e VEF₁) reduziu proporcionalmente ao aumento de massa gorda. A porcentagem de massa gorda foi estimada por medidas de prega cutânea, o que pode ter sido mais sensível para identificar essa associação do que o IMC [23]. Estudos similares mostraram associação da obesidade com redução dos volumes pulmonares estáticos e da capacidade de difusão pulmonar em adolescentes, sugerindo que a esta última acompanha possivelmente alterações no interstício pulmonar [7,8,24-26]. Entretanto, cabe salientar que em dois destes estudos, estas associações foram encontradas com o indicador de obesidade obtida pela absorciometria de raios-X de dupla energia (DEXA), e as mesmas associações não foram observadas com o IMC.

Redline *et al.* mostraram ainda elevados riscos de distúrbios respiratórios do sono em crianças e adolescentes obesos [27]. Embora os resultados do presente estudo demonstrem uma tendência na redução da CVF dos pré-adolescentes do grupo obeso, possivelmente, com ocorrência de erro do tipo II neste subgrupo, este achado poderia sugerir um impacto do excesso de massa corpórea na função pulmonar. Todavia,

nenhuma inferência pode ser aqui aventada, uma vez que não houve redução suficiente para que se possa atribuir, categoricamente, que houve efeito do excesso de peso na função pulmonar.

O IMC é o mais utilizado marcador da obesidade, porém este índice não fornece informações sobre a distribuição da gordura no corpo. E embora a magnitude da obesidade esteja associada ao comprometimento da função respiratória, a presença de gordura na região abdominal é um fator ainda mais forte nesta associação [28]. No presente estudo, o IMC foi utilizado para a classificação do estado nutricional associado às curvas de percentis conforme recomendados pela Organização Mundial de Saúde.

A deposição de gordura visceral é um processo idade-dependente. Um estudo mostrou que em crianças e adolescentes obesas, a adiposidade é predominantemente subcutânea, o que não constitui um alto risco nessa fase [29]. Portanto, o uso do IMC pode ser adequado para associar à função pulmonar nesta população especificamente mais jovem.

Corroborando com nossos resultados Boran *et al.* não observaram nenhuma alteração na função pulmonar, como também nenhuma associação entre estado nutricional e parâmetros antropométricos numa coorte de crianças brasileiras obesas [30]. Da mesma forma Fung *et al.* não encontraram associação entre função pulmonar e meninos obesos [31]. Este mesmo comportamento foi observado no estudo de Eisenmann *et al.* com crianças e pré-adolescentes obesos e eutróficos, excetuando-se as crianças obesas, nas quais evidenciou-se redução na CVF, VEF₁ e nos fluxos expiratórios forçados (FEF₂₅₋₇₅) [32].

É provável que a ausência de anormalidade da função pulmonar observada no presente estudo, possa ser atribuída ao fato de que a amostra de pré-adolescentes obesos do nosso estudo é classificada como obesidade de grau I (leve). Em outros termos, a existência de maior excesso de massa corporal, que caracterize obesidade mais acentuada, talvez ajude a explicar seu efeito negativo na função pulmonar. Em comparação com controles eutróficos, os pré-adolescentes obesos aqui estudados não apresentaram redução da força muscular respiratória, embora se observe uma tendência à redução desta no grupo obeso comparado aos controles eutróficos.

A despeito da escassez de estudos abordando este tema, nossos resultados estão de acordo com os de Magnani *et al.*, os quais não observaram influência do excesso de peso na força muscular respiratória de adultos obesos candidatos à cirurgia bariátrica [33]. Por outro lado, ainda que as características da amostra sejam muito semelhantes ao nosso estudo, no qual pré-adolescentes apresentavam estado nutricional como obeso grau I (leve), resultados distintos foram encontrados no estudo de Santiago *et al.*, no qual as pressões respiratórias máximas foram significativamente menores em crianças e adolescentes obesos/obesos comparados aos eutróficos [34].

Um possível mecanismo que pode explicar a redução da força muscular respiratória em pacientes obesos de grau acen-

tuado é a existência do comprometimento da complacência da parede tóraco-abdominal. Entretanto, em situações de obesidade de grau leve, nenhum outro estudo mostrou essas alterações.

Resultados ainda mais discrepantes foram observados no estudo de Pedrozo *et al.* no qual os adolescentes obesos/obesos grau I apresentaram força muscular respiratória melhor que a de adolescentes eutróficos [35]. Uma possível explicação é que pacientes obesos que não apresentam redução da função muscular respiratória podem ter desenvolvido mecanismos adaptativos contra a sobrecarga imposta pelo tecido adiposo [36].

Um ponto passível de discussão é a questão do crescimento não-linear da estatura do adolescente com relação as suas vias aéreas, defendido por Xvan *et al.* e Dornelles *et al.* que constataram uma cessação no crescimento da estatura, porém com um acréscimo contínuo do VEF₁, deixando clara a hipótese de que o desenvolvimento somático não acompanha o crescimento visceral. Como a amostra deste estudo foi de adolescentes em plena fase de esporão de crescimento este fato pode ter mascarado os resultados, entretanto, isto é minimizado quando se estabelece um grupo controle com a mesma faixa etária do grupo de estudo, o que foi feito no presente estudo [37,38].

As correlações não significativas entre o IMC e as variáveis espirométricas (CVF, VEF₁ e VEF/VEF₁) e de função muscular (PI_{máx} e PE_{máx}), podem ser explicadas, provavelmente, pelo IMC refletir a massa gorda e a massa magra em conjunto. Adicionalmente, este índice não discrimina o padrão de distribuição de gordura (i.e., um padrão mais "central"). Talvez, a bioimpedância elétrica ou a DEXA que distingue a massa gorda da massa magra e seu padrão de distribuição corporal, pudesse evidenciar associações significantes desta com a função pulmonar.

Até o presente momento, não há evidências estabelecendo uma relação linear entre a função pulmonar e o aumento do peso corporal, embora, alguns estudos mostraram que a perda de peso melhora a função pulmonar [21,22].

Em nosso estudo certamente houve algumas limitações. Primeiro, a amostra relativamente pequena, que pode ter propiciado a ocorrência de erro tipo II. Segundo, o estado nutricional foi avaliado pelo IMC, não sendo utilizadas outras medidas antropométricas como circunferências segmentares e de pregas cutâneas. E por fim, nenhum questionamento quanto ao nível de atividade física foi realizado, podendo haver influência desta variável na função pulmonar de alguns adolescentes.

Conclusão

Em linhas gerais, os resultados do presente estudo indicam que parâmetros de função pulmonar em repouso não diferem entre adolescentes obesos e eutróficos. Todavia, diante do fato de que adolescentes obesos apresentam grande risco de se tornarem adultos obesos com distúrbios ventilatórios, é de

fundamental importância adotar medidas preventivas como programas de condicionamento aeróbico, orientação alimentar e apoio psicológico para essa população. Adicionalmente, consideramos crucial a realização de avaliações longitudinais da função pulmonar a fim de se diagnosticar precocemente possíveis anormalidades, e caso houver, prontamente oferecer a melhor estratégia de tratamento.

Referências

1. World Health Organization (WHO). Obesity. Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO. Consultation on Obesity. Geneva: WHO; 1997.
2. Center for disease control and prevention. National Center for Health Statistics [online]. [citado 2008 March 28]. Disponível em URL: <http://www.cdc.gov/growthcharts>.
3. Yanovski S. Obesity. N Engl J Med 2002;346:591-602.
4. Mello ED, Luft VC, Meyer F. Obesidade infantil: como podemos ser eficazes? J Pediatr 2004;80:173-82.
5. Deane S, Thompson A. Obesity and the pulmonologist. Arch Dis Child 2006;91:188-91.
6. Ramin A, Rising R, Cedillo M, Lifshitz F. Obesity in children. In: Lifshitz F, ed. Pediatric endocrinology. 4th ed. New York: Marcel Dekker; 2003. p. 823-58.
7. Queenberry CP, Caan B, Jacobson A. Health service use health care costs among members of a health maintenance organization. Arch Internal Med 1998; 158:466-72.
8. Inselma LS, Milanese A, Deurloo A. Effects of obesity on pulmonary function in children. Pediatr Pulmonol 1993;16:130-7.
9. Mallory GB, Fiser DH, Jackson R. Sleep-associated breathing disorders in morbidly obese children and adolescents. J Pediatr 1989;115:892-7.
10. Bosisio E, Sergi M, Di Natale B, Chiumello G. Ventilatory volume flow rates, transfer factor and its components (membrane component, capillary volume) in obese adults and children. Respiration 1984;45:321-6.
11. Fonseca JGM, Silva MKS, Felix DS. Obesidade – uma visão geral. Rev Bras Clin Med 2002;1/2:257-78.
12. Pankow W, Podszus T, Gutheil T, Penzel T, Peter JH, Von Wichter P. Expiratory flow limitation and intrinsic positive end-expiratory pressure in obesity. J Appl Physiol 1998;85:1236-43.
13. Zerah F, Harf A, Perlemunter L, Lorino H, Lorino AM, Atlan G. Effects of obesity on respiratory resistance. Chest 1993;103:1470-6.
14. Poulain M, Doucet M, Major GC, Drapeau V, Sériès F, Boulet LP, Tremblay A, Maltais F. The effect of obesity on chronic respiratory diseases: pathophysiology and therapeutic strategies. CMAJ 2006;174:1293-9.
15. Sin DD, Jones RL, Man SF. Obesity is a risk factor for dyspnea but not for airflow obstruction. Arch Intern Med 2002;162:1477-81.
16. Norman AC, Drinkard B, McDuffe JR, Ghorbani S, Yanoff LB, Yanovski JA. Influence of excess adiposity on exercise fitness and performance in overweight children and adolescents. Pediatric 2005;115:690-6.
17. DTFP - Publicação Oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. J Pneumol 2002;28:155-62.

18. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res* 1999;32:719-27.
19. Smyth RJ, Chapman KR, Rebeck AS. Maximal inspiratory and expiratory pressures in adolescents. Normal values. *Chest* 1984;86:568-72.
20. Polgar G, Promadhat V. Pulmonary function testing in children: techniques and standards. 1ª ed. Philadelphia: WB Saunders; 1971. p.87-122.
21. Aaron SD, Fergusson D, Dent R, Chen Y, Vandemheen KL, Dales RE. Effect of weight reduction on respiratory function and airway reactivity in obese women. *Chest* 2004;125:2046-52.
22. Chinn DJ, Cotes JE, Reed JW. Longitudinal effects of change in body mass on measurements of ventilatory capacity. *Thorax* 1996;51:699-704.
23. Lazarus R, Colditz G, Berkey CS, Speizer FE. Effects of body fat on ventilatory function in children and adolescents: cross-sectional findings from a random population sample of school children. *Pediatr Pulmonol* 1997;24:187-94.
24. Chaussain M, Gamain B, La Torre AM, Vaida P, de Lattre J. Respiratory function at rest in obese children. *Bull Eur Physiol Pathol Respir* 1977;13:599-609.
25. Li AM, Chan D, Wong E, Yin J, Nelson EA, Fok TF. The effects of obesity on pulmonary function. *Arch Dis Child* 2003;88:361-3.
26. Pérez-Padilla R, Rojas R, Torres V, Borja-Aburto V, Olaiz G. The Empece Working Group. Obesity among children residing in Mexico City and its impact on lung function: a comparison with Mexican-Americans. *Arch Med Res* 2006;37:165-71.
27. Redline S, Tishler PV, Schluchter M, Aylor J, Clark K, Graham G. Risk factors for sleep-disordered breathing in children. Associations with obesity, race, and respiratory problems. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:1527-32.
28. Lazarus R, Sparrow D, Weiss ST. Effects of obesity and fat distribution on ventilatory function: the normative aging study. *Chest* 1997;111:891-8.
29. Brambilla P, Manzoni P, Sironi S, Simone P, Del Maschio A, di Natale B, et al. Peripheral and abdominal adiposity in childhood obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1994;18:795-800.
30. Boran P, Tokuc G, Pisgin B, Oktem S, Yegin Z, Bostan O. Efeito da obesidade na função ventilatória. *J Pediatr* 2007;83:171-6.
31. Fung KP, Lau SP, Chow OK, Lee J, Wong TW. Effects of overweight on lung function. *Arch Dis Child* 1990;65:512-5.
32. Eisenmann JC, Arnall DA, Kanuho V, Interpretter C, Coast JR. Obesity and pulmonary function in Navajo and Hopi children. *Ethn Dis* 2007;17:14-18.
33. Magnani KL, Cataneo AJ. Respiratory muscle strength in obese individuals and influence of upper-body fat distribution. *São Paulo Med J* 2007;125:215-9.
34. Santiago SQ, Silva MLP, Davidson J, Ritha LC. Avaliação da força muscular respiratória em crianças e adolescentes com obeso/obesos. *Rev Paul Pediatr* 2008;26:146-50.
35. Pedrozo MD, Trevisan ME, Moraes EZC. Função muscular respiratória de adolescentes com obeso/obesidade grau I e eutróficos. *Fisioter Mov* 2007;20:121-2.
36. Domingos-Benício NC, Gastaldi AC, Perecin JC, Avena KM, Guimarães RC, Sologuren MJJ, et al. Influência do peso corporal sobre as pressões respiratórias máximas nas posições sentada, deitada e em pé. *Rev Bras Fisioter* 2003;7:217-22.
37. Xvan W, Peat JK, Toelle BG. Lung function growth and this relation to airway hyperresponsiveness and recent wheeze. Results from a longitudinal study. *American. Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:1820-4.
38. Dornelles NA, Filho NAR, Riedi CA, Boguszewski MC, Barros JA. Valores espirométricos de crianças e adolescentes com baixa estatura. *J Pneumol* 2003;29:182-7.