

Avaliação da força muscular respiratória de crianças segundo a classificação do índice de massa corporal

Assessment of respiratory muscle strength in children according to the classification of body mass index

George Jung da Rosa¹, Camila Isabel S. Schivinski¹

RESUMO

Objetivo: Avaliar e comparar a força muscular respiratória de escolares eutróficos, com sobrepeso e obesos, bem como identificar variáveis antropométricas e respiratórias que se relacionem com os resultados.

Métodos: Estudo transversal com escolares hígidos de sete a nove anos, divididos em três grupos: Eutróficos, Sobrepeso e Obesos. Aplicou-se o questionário do *International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC)* e avaliaram-se o índice de massa corpórea (IMC), o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), por meio de um leitor digital portátil, e as pressões inspiratórias e expiratórias máximas (PIMáx e PEMáx), medidas por manovacuometria digital. Compararam-se os grupos pelo teste de Kruskal-Wallis. Aplicou-se o coeficiente de correlação de Spearman para analisar correlações entre as variáveis.

Resultados: A PIMáx de escolares eutróficos foi maior que a dos portadores de sobrepeso ($p=0,043$) e a dos obesos ($p=0,013$). A PIMáx correlacionou-se com o percentil e a classificação do IMC ($r=-0,214$ e $r=-0,256$) e a PEMáx, com a estatura ($r=0,328$). Ambas as pressões mostraram forte correlação entre si em todas as análises ($r\geq 0,773$) e fraca correlação com VEF_1 (PIMáx – $r=0,362$ e PEMáx – $r=0,494$). O VEF_1 correlacionou-se com a PEMáx nos três grupos ($r=0,429-0,569$) e com a PIMáx no Grupo Obeso ($r=0,565$). A idade apresentou relação com as variáveis VEF_1 ($r=0,578$), PIMáx ($r=0,281$) e PEMáx ($r=0,328$).

Conclusões: Escolares obesos e com sobrepeso apresentaram valores inferiores de PIMáx em comparação aos eutróficos. Os achados apontam para a influência de variáveis antropométricas na força muscular respiratória em crianças.

Palavras-chave: força muscular; músculos respiratórios; criança; índice de massa corporal.

ABSTRACT

Objective: To assess and compare the respiratory muscle strength among eutrophic, overweight and obese school children, as well as to identify anthropometric and respiratory variables related to the results.

Methods: Cross-sectional survey with healthy school-children aged 7-9 years old, divided into three groups: Normal weight, Overweight and Obese. The International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) questionnaire was applied. The body mass index (BMI) was evaluated, as well as the forced expiratory volume in one second (FEV_1) with a portable digital device. The maximal inspiratory and expiratory pressures (MIP and MEP) were measured by a digital manometer. Comparisons between the groups were made by Kruskal-Wallis test. Spearman's correlation coefficient was used to analyze the correlations among the variables.

Results: MIP of eutrophic school children was higher than MIP found in overweight ($p=0.043$) and obese ($p=0.013$) children. MIP was correlated with BMI percentile and weight classification ($r=-0.214$ and $r=-0.256$) and

Instituição: Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc), Florianópolis, SC, Brasil

¹Udesc, Florianópolis, SC, Brasil

Endereço para correspondência:
Camila Isabel S. Schivinski
Rua Professor Bento Águido Vieira, 55, apto. 304
CEP 88036-410 – Florianópolis/SC
E-mail: cacaiss@yahoo.com.br

Conflito de interesse: nada a declarar

Recebido em: 18/7/2013
Aprovado em: 27/10/2013

MEP was correlated with height ($r=0.328$). Both pressures showed strong correlation with each other in all analyses ($r \geq 0.773$), and less correlation with FEV_1 (MIP – $r=0.362$ and MEP – $r=0.494$). FEV_1 correlated with MEP in all groups ($r: 0.429 - 0.569$) and with MIP in Obese Group ($r=0.565$). Age was correlated with FEV_1 ($r=0.578$), MIP ($r=0.281$) and MEP ($r=0.328$).

Conclusions: Overweight and obese children showed lower MIP values, compared to eutrophic ones. The findings point to the influence of anthropometric variables on respiratory muscle strength in children.

Key-words: muscle strength; respiratory muscles; child; body mass index.

Introdução

O excesso de peso é um problema de Saúde Pública que onera anualmente os cofres públicos em mais de R\$ 488 milhões. A proporção de brasileiros com sobrepeso passou de 42,6% em 2006 para 48,5% em 2011, enquanto o percentual de obesos subiu de 11,4 para 15,8% no mesmo período⁽¹⁾. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), uma em cada três crianças de cinco e nove anos está acima do peso e, na faixa dos dez aos 19 anos, o índice chega a 21,7%, o que representa crescimento de sete vezes nas últimas três décadas⁽²⁾.

O acompanhamento da obesidade mostra que 80% das crianças obesas serão adultos obesos e estudos retrospectivos demonstram que 30% dos adultos obesos foram crianças obesas⁽³⁾. Dentre as complicações associadas à obesidade, destacam-se: hipertensão arterial, diabetes, distúrbios psicossociais relacionados à aceitação no grupo e afastamento das atividades em grupo, apneia do sono e aumento da demanda ventilatória⁽⁴⁾. Esse aumento da demanda ventilatória, muitas vezes, é acompanhado de fadiga aos esforços e limitações para algumas atividades de vida diária.

Também do ponto de vista respiratório, pessoas obesas podem apresentar alterações na distribuição da ventilação, com risco de manifestar anomalias nas trocas gasosas. Comumente, ocorre redução das variáveis espirométricas de capacidade residual funcional e volume de reserva expiratório devido à presença de tecido adiposo acumulado ao redor das superfícies torácica e abdominal⁽⁵⁻⁷⁾. Com a deposição de gordura nesses compartimentos, a complacência pulmonar pode ser reduzida em até 66%, levando a prejuízos à mecânica ventilatória, com aumento do trabalho respiratório,

eventual ineficiência e diminuição da capacidade de gerar força para a ventilação.

Nessa linha, a relação entre a obesidade e a força muscular respiratória (FMR) tem sido estudada, porém sem resultados conclusivos⁽⁷⁻⁹⁾, sobretudo em crianças, nas quais os estudos ainda são escassos. O objetivo deste estudo foi avaliar e comparar a FMR por meio das pressões respiratórias máximas em escolares eutróficos, com sobrepeso e obesos, e identificar variáveis antropométricas e respiratórias que se relacionem com os resultados encontrados.

Método

Estudo transversal realizado na rede escolar dos municípios da região de Florianópolis, SC, no período de fevereiro a abril de 2013. Consentiram com a investigação três instituições de ensino, duas privadas e uma pública. A amostra foi do tipo conveniência e constituída de crianças de sete a nove anos de idade de ambos os sexos. Os critérios de inclusão consistiram na higidez e na capacidade de compreender e executar adequadamente os testes envolvidos na pesquisa.

Comprovou-se a higidez respiratória das crianças por meio do questionário *The International Study of Asthma and Allergies in Childhood* (ISAAC), aplicado aos pais. Esse protocolo é um questionário de sintomas respiratórios utilizado para avaliar a prevalência de asma, rinite e eczema com questões relativas aos últimos 12 meses. Aplicaram-se os módulos: 1) asma⁽¹⁰⁾, no qual se apresentaram questões relacionadas à sibilância: frequência, fatores desencadeantes e gravidade, além do diagnóstico prévio da doença; 2) rinite⁽¹¹⁾, com arguição sobre ocorrência, frequência e intensidade de espirros e coriza, além do diagnóstico médico prévio da doença. Consideraram-se híginas as crianças cuja pontuação do módulo de asma esteve ≤ 5 e, no módulo rinite, ≤ 4 . Também se aplicou um recordatório de saúde da criança, elaborado pelos pesquisadores, constando questões relativas à prática de atividade física, uso de medicamentos, doenças diagnosticadas vigentes ou pretéritas e internações hospitalares, para confirmar a higidez.

Excluíram-se os escolares com história de doença cardiorrespiratória, neuromuscular, reumatológica ou neurológica e aqueles com qualquer doença aguda no momento da coleta ou impossibilidade de realização adequada de algum dos procedimentos de avaliação. Além desses, escolares cujo questionário de saúde tivesse respostas duvidosas quanto à higidez da criança não compuseram a amostra, bem como aqueles com volume expiratório

forçado no primeiro segundo (VEF_1) menor que 80% do predito, segundo Polgar e Weng⁽¹²⁾.

Após consentimento das escolas quanto à participação, conduziu-se a coleta na instituição de ensino, sempre pelo mesmo avaliador, em um espaço reservado. Todos os participantes receberam e devolveram o termo de consentimento livre e esclarecido assinados pelos pais ou responsáveis legais. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Universidade do Estado de Santa Catarina.

Inicialmente, avaliaram-se peso corporal (precisão de 0,1kg) e estatura (precisão de 0,5cm). A obtenção dessas medidas antropométricas foi conduzida com a criança permanecendo com o corpo ereto e alinhado, tendo calcanhares, panturrilhas, glúteos, escápulas e região do occipital tocando o estadiômetro. No momento da avaliação, os participantes vestiam bermuda ou calça do uniforme escolar e camiseta e estavam descalços. Posteriormente, os valores previamente obtidos de 150g para camiseta, 150g para bermuda ou 250g para calça foram subtraídos do valor de peso aferido.

Conhecidos os valores de peso corporal e estatura, calculou-se o índice de massa corpórea (IMC) por meio da calculadora de IMC infantil do Ministério da Saúde⁽¹³⁾. Trata-se de um instrumento que dispõe de campos onde se inserem os dados de peso, estatura, sexo e idade da criança. Uma vez processados, obtém-se o valor do IMC, o percentil e, a partir deste, o diagnóstico de tufismo. Com base nessas informações, reuniram-se as crianças em três grupos, determinados pelo percentil em que a criança se encontrava na curva IMC *versus* idade, a saber: Grupo Eutrófico (GE – para os pertencentes aos percentis maiores que 3 e menores que 85); Grupo Sobrepeso (GS – para os percentis iguais ou maiores que 85 e iguais ou menores que 97); e Grupo Obeso (GO – quando os percentis eram maiores que 97)⁽¹³⁾.

Após a antropometria, o mesmo avaliador realizou a mensuração do VEF_1 , aferido com um monitor digital (PIKo-1, Spire Health, EUA). As medidas foram tomadas seguindo-se as normas e critérios da declaração para função muscular respiratória da *American Thoracic Society* (ATS) e da *European Respiratory Society* (ERS)⁽¹⁴⁾ com a criança sentada, as costas apoiadas no encosto da cadeira, a cabeça alinhada e os membros superiores repousados sobre os inferiores. Utilizou-se um clipe nasal e a criança foi orientada a realizar uma inspiração máxima seguida de expiração forçada, com estímulo verbal. Registrou-se o maior valor de três medidas com intervalo de 30 segundos entre elas, sendo que duas não

deveriam diferir mais do que 0,15L, em um número máximo de cinco manobras. Em não se obtendo medidas aceitáveis, desconsiderou-se o teste.

Em seguida, verificou-se a FMR por meio de um manovacuômetro digital com válvula unidirecional (MVD300, G-MED, Brasil). O sistema de aferição apresenta um orifício de 2mm de diâmetro para evitar fechamento glótico durante a manobra de pressão inspiratória máxima (PIMáx) e reduzir o uso de músculos bucais durante a manobra de pressão expiratória máxima (PEMáx). Após orientações e demonstrações sobre o teste, o avaliador ofereceu incentivo verbal para que o escolar realizasse uma inspiração máxima, seguida de expiração máxima, através de um bocal mantido firmemente ao redor dos lábios para evitar vazamentos. Durante a execução do teste, o escolar permaneceu sentado, com as costas no encosto da cadeira, pés apoiados no chão, membros superiores repousando sobre os inferiores e fez uso de um clipe nasal. Realizaram-se as medidas segundo as normas e critérios da declaração para função muscular respiratória da ATS⁽¹⁵⁾. Para se obter a PIMáx, a criança expirou até o próximo do volume residual e, em seguida, realizou uma inspiração máxima. A PEMáx foi mensurada a partir de uma inspiração próxima da capacidade pulmonar total, seguida de uma expiração máxima. Realizaram-se no mínimo três e no máximo sete manobras para cada uma das medidas de PIMáx e PEMáx. Não sendo obtidas medidas aceitáveis e reprodutíveis, o teste foi considerado inválido. Consideraram-se as medidas satisfatórias quando o valor máximo de três manobras aceitáveis — sem vazamentos e com duração de pelo menos 2 segundos — e reprodutíveis variaram menos de 20% entre si, sendo registrada a maior medida. A cada manobra de cada medida, houve um intervalo de 30 a 40 segundos⁽¹⁵⁾. Entre a aferição da PIMáx e da PEMáx, houve um intervalo de 3 minutos, para evitar o cansaço do escolar avaliado.

Para o cálculo do tamanho amostral, considerou-se o resultado da PIMáx de um estudo-piloto, no qual a mesma apresentou um desvio padrão de 10cmH₂O. Para detectar uma diferença de 5cmH₂O e um poder do teste de 80%, com nível de significância de 5%, estimaram-se 25 escolares em cada um dos grupos⁽¹⁶⁾.

Para análise dos dados, os parâmetros numéricos foram importados para o Microsoft Excel® 2010 e, na sequência, transferidos ao *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 20.0 for Windows para o processamento estatístico. Inicialmente, empregou-se estatística descritiva e de

frequências, sendo os dados expressos em médias e desvio padrão. Aplicou-se o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e, posteriormente, para comparar os três grupos, utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Constatada a diferença entre os grupos, aplicou-se o teste de Mann-Whitney para buscar as diferenças comparando-se dois grupos por vez. Para identificar as correlações entre as variáveis, aplicou-se a correlação de Spearman. O nível de significância considerado foi de 0,05.

Resultados

Somando as três instituições envolvidas, avaliaram-se 112 escolares e 90 fizeram parte da amostra, sendo 30 em cada um dos grupos, com 15 de cada sexo e idades de sete a nove anos. Do total de crianças avaliadas, excluíram-se 16 devido a doença crônica ou aguda vigente, quatro por apresentarem VEF₁ menor que 80% do predito e dois por não concluírem os testes solicitados. A caracterização da amostra de cada um dos três grupos, segundo os dados antropométricos de peso, estatura, IMC e percentil, e as variáveis respiratórias PIMáx, PEMáx e VEF₁ são apresentadas na Tabela 1.

Como já esperado diante da prévia caracterização dos grupos em GE, GS e GO pelo IMC, constatou-se diferença significativa nas variáveis antropométricas de peso ($p < 0,001$), IMC ($p < 0,001$) e percentil ($p < 0,001$), na comparação entre os grupos por meio do teste de Kruskal-Wallis. Das variáveis respiratórias, os grupos diferiram apenas na PIMáx ($p = 0,033$). A análise entre dois grupos de cada vez por meio do teste de Mann-Whitney identificou diferença na PIMáx, com maiores valores para o GE comparado aos outros grupos

(GE – 63,9±9,75 versus GS – 58,6±13,81, $p = 0,043$; GE versus GO – 58,36±16,14, $p = 0,013$), sem diferença significativa entre GS e GO (58,6±13,81 versus 58,36±16, $p = 0,779$). Não houve diferença entre as pressões respiratórias máximas (PRM), segundo o sexo, em nenhum dos três grupos.

Aplicada a correlação de Spearman entre os dados das variáveis da amostra total, observou-se que a idade correlacionou-se com as variáveis de VEF₁ ($r = 0,578$), PIMáx ($r = 0,281$) e PEMáx ($r = 0,328$). Também houve correlação negativa da PIMáx com o percentil e a classificação segundo o IMC (IMCclass) ($r = -0,214$ e $r = -0,256$). As PRM se correlacionaram fortemente entre si ($r = 0,822$) e em menor intensidade com o VEF₁ (PIMáx, $r = 0,362$ e PEMáx, $r = 0,494$). A PEMáx apresentou relação com a estatura ($r = 0,328$) e com o VEF₁ ($r = 0,488$).

Na análise de cada um dos grupos, a idade apresentou valores de correlação, exceto no GS, com o peso (GE – $r = 0,722$; GO – $r = 0,380$) e estatura (GE – $r = 0,772$; GO – $r = 0,513$). O peso correlacionou-se também, como esperado, com a altura (GE – $r = 0,895$; GS – $r = 0,910$; GO – $r = 0,843$) e com o IMC (GE – $r = 0,848$; GS – $r = 0,530$; GO – $r = 0,896$). A PIMáx guardou correlação com a idade somente no GE ($r = 0,389$), com o VEF₁ no GO ($r = 0,565$) e com a PEMáx em todos os grupos (GE – $r = 0,773$; GS – $r = 0,795$; GO – $r = 0,910$). A PEMáx também correlacionou-se com a idade e a estatura no GE ($r = 0,413$ e $r = 0,479$, respectivamente) e com o VEF₁ nos três grupos (GE – $r = 0,531$; GS – $r = 0,429$; GO – $r = 0,569$). O VEF₁, por sua vez, correlacionou-se com a idade (GE – $r = 0,541$; GS – $r = 0,663$; GO – $r = 0,438$), o peso (GE – $r = 0,438$; GS – $r = 0,461$) e a estatura (GE – $r = 0,515$; GS – $r = 0,379$).

Tabela 1 - Caracterização da amostra segundo as variáveis antropométricas e respiratórias

	Eutróficos (n=30)	Sobrepeso (n=30)	Obesos (n=30)	Valor p
Idade (anos)	8,0±0,8	8,0±0,8	8,0±0,8	1,000
Peso (kg)	29,4±5,6	33,0±4,3	43,6±8,8	<0,001*
Estatura (m)	1,32±0,09	1,31±0,07	1,35±0,06	0,055
IMC (kg/cm ²)	16,6±1,5	19,0±1,1	23,5±3,0	<0,001*
Percentil (IMC-idade)	61,3±23,7	91,0±6,5	98,7±0,8	<0,001*
PIMáx (cmH ₂ O)	63,9±9,8	58,6±13,8	58,4±16,1	0,033**
PEMáx (cmH ₂ O)	72,8±16,1	65,7±17,9	69,1±18,9	0,175
VEF ₁ (L)	1,5±0,3	1,5±0,3	1,5±0,3	0,655

Valores expressos em médias e desvios padrão. *Diferença em todas as comparações entre os grupos; **diferença: GE-GS – $p = 0,043$; GE-GO – $p = 0,014$. IMC: índice de massa corpórea; PIMáx: pressão inspiratória máxima; PEMáx: pressão expiratória máxima; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo

Discussão

A musculatura respiratória é a responsável por gerar as diferenças de pressão que asseguram a ventilação pulmonar e, por isso, a medida da FMR é considerada indispensável e de grande utilidade na avaliação de vários estados e enfermidades⁽¹⁷⁾. Entre essas situações clínicas, a preocupação com a obesidade infantil tem sido crescente. No entanto, as implicações da obesidade sobre a FMR ainda não estão bem definidas, o que motivou a presente investigação.

Dentre os resultados obtidos, identificou-se correlação entre a idade e as PRM, tanto na amostra total quanto no GE, o que se encontra em consonância com outros estudos⁽¹⁸⁻²¹⁾. Interessante observar que o evento não se repetiu no GS e no GO, o que pode ser um indicativo do comprometimento das PRM na presença de alteração no trofismo corporal, no caso, do excesso de peso. Tal observação pode ser explicada pelas alterações provocadas pelo acúmulo de gordura nas cavidades torácica e abdominal, o que pode traduzir-se em prejuízo à bomba ventilatória pela alteração funcional da musculatura inspiratória e expiratória⁽⁵⁻⁸⁾.

A idade também se correlacionou com o VEF₁ em todas as análises, sendo que essa variável espirométrica demonstrou estreita relação com a estatura. Tal correspondência é justificada pela proporcionalidade do crescimento corporal e respiratório na infância, que acontecem com o avanço da idade⁽²²⁾. A literatura já tem descrito esse evento^(12,23-25), no qual o ganho de estatura ocorre em função da idade e a função pulmonar é caracterizada pelo aumento dos volumes acompanhando o crescimento durante a infância e adolescência.

Essa linearidade no desenvolvimento somático também pode fundamentar a forte correlação verificada entre PIMáx e PEMáx. No caso dessa relação entre as PRM, outro ponto que sustenta a correlação é a contiguidade anatômica e funcional entre os compartimentos torácico e abdominal. O ato inspiratório, que, *a priori*, ocorre no compartimento torácico, se dá de maneira mais efetiva quando o diafragma encontra uma musculatura abdominal suficientemente forte para lhe dar sustentação no movimento, efetivando o sinergismo muscular. Na amostra composta por crianças hígdas, parece ser adequada a observação de que as pressões crescem de forma conjunta com a idade, proporcionando à criança respostas inspiratórias e expiratórias apropriadas nas situações de aumento de demanda ventilatória⁽²⁶⁾.

Quanto à PIMáx, verificou-se decréscimo nos valores de GE, GS e GO, corroborada pelas correlações negativas — mesmo que fracas — da variável com o percentil e também

com a classificação segundo o IMC. Esse achado pode ser explicado por uma disfunção do diafragma relacionada à deposição de tecido adiposo abdominal e visceral, que levaria a uma desvantagem na relação comprimento-tensão, devido ao estiramento excessivo das fibras musculares. Os efeitos ocorrem principalmente na musculatura inspiratória, sobretudo no diafragma, sendo o prejuízo à função pulmonar agravado conforme o grau de obesidade^(9,27,28). Tais argumentos poderiam justificar também a correlação negativa encontrada entre a PIMáx e as variáveis percentil e classificação do trofismo segundo o IMC, caracterizando o maior grau de sobrepeso/obesidade com maior tendência a prejuízo da FMR. Corroborando essa linha, Santiago *et al*⁽⁸⁾ avaliaram crianças e adolescente agrupados em eutróficos e sobrepeso/obesos de quatro a 15 anos e constataram maiores valores de PEMáx no grupo eutrófico ($p=0,003$). Os pesquisadores discutem uma tendência à diminuição da PIMáx para o grupo sobrepeso/obeso ($p=0,068$), atribuindo o achado à distribuição abdominal da adiposidade e aos seus efeitos sobre as PRM.

Ainda comparando a FMR de obesos e eutróficos, um estudo tailandês⁽²⁹⁾ não encontrou diferenças significantes entre os grupos, na avaliação de crianças de dez a 12 anos. Para Charusisin *et al*⁽²⁹⁾, a adiposidade não interferiu nos resultados da amostra, uma vez que os participantes apresentavam valores de função pulmonar dentro do predito. Outro trabalho⁽⁹⁾, que incluiu crianças maiores e adolescentes (de nove a 17 anos), não evidenciou influência do peso corporal sobre as PRM. Segundo os autores, o achado pode ser decorrente do efeito do constante treinamento exercido pela sobrecarga inspiratória imposta pelo acúmulo do tecido adiposo.

Diferentemente deste estudo, os trabalhos mencionados, que avaliaram a FMR segundo o trofismo, analisaram conjuntamente crianças e adolescentes, o que pode ter influenciado nos resultados obtidos. Isso porque são notáveis as modificações corporais e ventilatórias a partir da transição dessas duas etapas da vida^(12,24,26). Não se encontraram estudos com metodologia semelhante à da presente investigação em crianças de sete a nove anos de idade, impedindo comparações entre os resultados. No que se refere aos valores absolutos de PIMáx e PEMáx, quando tomadas somente as crianças do GE, observa-se que os valores descritos na literatura são maiores que os identificados no presente estudo. Domènech-Clar *et al*⁽²⁰⁾ encontraram, em sua amostra, PIMáx de 79 e 68cmH₂O e PEMáx de 95 e 82cmH₂O para meninos e meninas de oito a dez anos, respectivamente. Nessa mesma linha, valores maiores são apresentados por Wilson⁽¹⁸⁾ e Szeinberg⁽¹⁹⁾, ambos também referenciados pela ATS⁽¹⁵⁾. Essa mesma publicação⁽¹⁵⁾

chama a atenção para a necessidade da regionalização dos valores de referência e consequente cuidado na extrapolação da interpretação dos resultados.

Como discutido, o impacto da obesidade sobre a função ventilatória tem sido frequentemente discutido, evidenciando-se, na presente investigação, seus efeitos especialmente sobre a PIM_{áx}. Considerando o aumento de peso das crianças como um fenômeno de Saúde Pública em contínua expansão, os achados do estudo apontam para a relevância da monitorização da FMR, principalmente nas crianças com maiores índices de massa corpórea, para prevenir possíveis distúrbios respiratórios e seus agravos. Nesse contexto, é importante destacar uma limitação da presente pesquisa quanto à inclusão dos participantes.

O equipamento utilizado para a avaliação respiratória dos escolares, o PIKo-1 (Spire Health, EUA), não fornece o dado de capacidade vital forçada (CVF), inviabilizando a análise da relação VEF₁/CVF para excluir apenas as crianças com doença respiratória de caráter obstrutivo.

Pode-se concluir que escolares obesos e com sobrepeso apresentaram valores inferiores de PIM_{áx}, em comparação aos eutróficos. Houve forte relação entre PIM_{áx} e PEM_{áx}, tendo ambas relação com idade e VEF₁, principalmente no GO. A PIM_{áx} se relacionou com o IMC e a PEM_{áx}, com a estatura, especialmente no GE. Os achados apontam para a influência de variáveis antropométricas na FMR em crianças, bem como para a relação entre a força e o parâmetro espirométrico de VEF₁.

Referências bibliográficas

- Brasil - Ministério da Saúde - Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico. Brasília: Ministério da Saúde; 2012.
- Brasil - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 2010.
- Damiani D, Damiani D, de Oliveira RG. Obesidade—fatores genéticos ou ambientais? *Pediatr Mod* [serial on the Internet]. 2002;38(3) [cited 2002 Mar 2]. Available from: http://www.moreirajr.com.br/revistas.asp?id_materia=1850&fase=imprime
- Mello ED, Luft VC, Meyer F. Childhood obesity: towards effectiveness. *J Pediatr (Rio J)* 2004;80:173-82.
- 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.
- Fiorino EK, Brooks LJ. Obesity and respiratory diseases in childhood. *Clin Chest Med* 2009;30:601-8.
- Salome CM, King GG, Berend N. Physiology of obesity and effects on lung function. *J Appl Physiol* 2010;108:206-11.
- Santiago SQ, Silva ML, Davidson J, Aristóteles LR. Evaluation of respiratory muscle strength in overweight/obese children and adolescents. *Rev Paul Pediatr* 2008;26:146-50.
- Teixeira VS, Fonseca BC, Pereira DM, Silva BA, Reis FA. Evaluation of the effect of childhood and adolescent obesity on the ventilometric properties and muscle strength of the respiratory system. *ConScientiae Saude* 2009;8:35-40.
- Solé D, Vanna AT, Yamada E, Rizzo MC, Naspietz CK. International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) written questionnaire: validation of the asthma component among Brazilian Children. *J Invest Allergol Clin Immunol* 1998;8:376-82.
- Vanna AT, Yamada E, Arruda LK, Naspietz CK, Solé D. International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) written questionnaire: validation of the rhinitis symptom questionnaire and prevalence of rhinitis in schoolchildren in São Paulo, Brazil. *Pediatr Allergy Immunol* 2001;12:95-101.
- Polgar C, Weng TR. The functional development of the respiratory system from the period of gestation to adulthood. *Am Rev Respir Dis* 1979;120:625-95.
- Brasil - Ministério da Saúde - Biblioteca Virtual em Saúde [homepage on the Internet]. Programa Telessaúde Brasil – Cálculo do Índice de Massa Corporal (IMC) [cited 2013 May 15]. Available from: <http://www.telessaudebrasil.org.br/apps/calculadoras/?page=7>
- Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A *et al*. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* 2005;26:319-38.
- American Thoracic Society - European Respiratory Society. ATS/ERS statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:518-624.
- Armitage P, Berry G. The planning of a statistical investigations. In: Armitage P, Berry G, editors. *Statistical methods in medical research*. 2nd ed. Oxford: Blackwell; 1987. p. 179-85.
- Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Respiratory muscle assessment. *Eur Respir Mon* 2005;31:57-71.
- Wilson SH, Cooke NT, Edwards RH, Spiro SG. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in Caucasian adults and children. *Thorax* 1984;39:535-8.
- Szeinberg A, Marcotte JE, Roizin H, Mindorf C, England S, Tabachnik E *et al*. Normal values of maximal inspiratory and expiratory pressures with a portable apparatus in children, adolescents, and young adults. *Pediatr Pulmonol* 1987;3:255-8.
- Doménech-Clar R, López-Andreu JA, Compte-Torrero L, De Diego-Damiá A, Macián-Gisbert V, Perpiñá-Tordera M *et al*. Maximal static respiratory pressures in children and adolescents. *Pediatr Pulmonol* 2003;35:126-32.
- Heinzmann-Filho JP, Vasconcelos Vidal PC, Jones MH, Donadio MV. Normal values for respiratory muscle strength in healthy preschoolers and school children. *Respir Med* 2012;106:1639-46.
- Almeida CC, Zeferino AM, Barros Filho AA. Growth and pulmonary function. *Rev Cienc Med* 1999;8:85-92.
- González Barcala FJ, Cadarso Suárez C, Valdés Cuadrado L, Leis R, Cabanas R, Tojo R. Lung function reference values in children and adolescents aged 6 to 18 years in Galicia. *Arch Bronconeumol* 2008;44:295-302.
- Wang X, Dockery DW, Wypij D, Fay ME, Ferris BG Jr. Pulmonary function between 6 and 18 years of age. *Pediatr Pulmonol* 1993;15:75-88.
- Parazzi PL, Barros Filho AA, Antonio MA, Schivinski CI. Interferência do crescimento na função pulmonar. *Pediatr Mod* 2012;48:214-22.
- Troyer A, Loring SH. Action of the respiratory muscles. In: Troyer A, Loring SH, editors. *Handbook of physiology, the respiratory system, mechanics of breathing*. Hoboken: John Wiley & Sons; 2011. p. 443-61.
- Sharp JT, Druz WS, Kondragunta VR. Diaphragmatic response to body position changes in obese patients with obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1986;133:32-7.
- Parameswaran K, Todd DC, Soth M. Altered respiratory physiology in obesity. *Can Respir J* 2006;13:203-10.
- Charususin N, Jarungjitaree S, Jirapinyo P, Prasertsukdee S. The pulmonary function and respiratory muscle strength in Thai obese children. *Siriraj Med J* 2007;59:125-30.