

FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA EM ADOLESCENTES OBESOS E NÃO-OBESOS.

Respiratory Muscle Strength in obese and non-obese adolescents.

RESUMO: Objetivo: verificar a relação entre a força muscular respiratória e o sobrepeso/obesidade em adolescentes. **Métodos:** Este estudo é de caráter transversal, a amostra foi composta de 133 estudantes, 76 do sexo masculino e 57 do sexo feminino, com idade entre 13 e 18 anos. Os estudantes foram divididos em dois grupos (eutróficos e sobrepeso/obesidade) levando em conta o Índice de Massa Corporal, valores estabelecidos pela OMS. Para estimar a força muscular respiratória foram usadas as pressões estáticas: pressão inspiratória máxima (Pimáx) e pressão expiratória máxima (Pemáx). **Resultados:** Observou-se que os meninos, tanto do grupo eutrófico quanto sobrepeso/obesidade, apresentaram força muscular inspiratória ($p < 0,001$ para eutróficos e $p = 0,046$ para sobrepeso/obesidade) e expiratória ($p < 0,001$ para ambos os grupos) maiores que as meninas. Quando comparados os adolescentes de mesmo sexo e grupos diferentes encontrou-se diferença significativa apenas na Pimáx do sexo feminino ($p = 0,03$) no grupo sobrepeso/obesidade. Dos adolescentes avaliados somente cinco jovens tiveram Pimáx dentro do previsto. Além disso, foi encontrado uma relação positiva e significante entre o IMC e a Pimáx. **Conclusão:** Os meninos tiveram melhor desempenho quando comparados às meninas. O grupo feminino com sobrepeso/obesidade teve um melhor desempenho que o grupo eutrófico em Pimáx o que pode ser explicado pela relação entre IMC e a pressão inspiratória máxima em adolescentes.

Palavras-chave: Obesidade. Respiração. Adolescentes.

ABSTRACT: Objective: to verify the relationship between respiratory muscle strength and overweight / obesity in adolescents. **Methods:** This cross-sectional study was composed of 133 students, 76 males and 57 females, aged 13 to 18 years. The students were divided into two groups (eutrophic and overweight / obese) taking into account the Body Mass Index, values established by the WHO. To estimate respiratory muscle strength, static pressures were used: maximum inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP). **Results:** Both obese and obese children had inspiratory muscle strength ($p < 0.001$ for eutrophic and $p = 0.046$ for overweight / obese) and expiratory ($p < 0.001$ for both groups) girls. When comparing adolescents of the same sex and different groups, a significant difference was found only in female MIP ($p = 0.03$) in obese group. Of the adolescents evaluated, only five young people had MIP as expected. In addition, a positive and significant relationship was found between BMI and MIP. **Conclusion:** Boys performed better when compared to girls. The overweight / obese female group had a better performance than the eutrophic group in MIP, which can be explained by the relationship between BMI and maximal inspiratory pressure in adolescents.

Keywords: Obesity. Breathing. Adolescents.

Felipe Carlos Santos Batista¹
Péricles Soares Bernardes²
Ana Paula Nascimento Côrte¹
Guilherme Henrique Costa Serpa³
Betenralen Moraes Miranda⁴
Gabriel Dutra de Jesus Siqueira⁴
Patrícia Espíndola Mota Venâncio⁵
Viviane Soares⁵

- 1- Aluno de graduação em Educação Física – Centro Universitário de Anápolis;
- 2- Professor da Escola SESI – Jundiáí, Anápolis;
- 3- Instituto Docusse de Osteopatia e Terapia Manual, Goiânia;
- 4- Mestre em Ciências da Saúde, Universidade Federal de Goiás, Goiânia;
- 5- Professora do Curso de Educação Física - Centro Universitário de Anápolis;

E-mail: ftviviane@gmail.com

Recebido em: 12/01/2019

Revisado em: 20/02/2019

Aceito em: 27/03/2019

INTRODUÇÃO

Desde 2000 a Organização Mundial de Saúde (OMS) vem considerando a obesidade como uma epidemia de proporções mundiais pelo seu aumento gradual e constante.¹ Estudos realizados no Brasil mostram alta prevalência da obesidade infantil com percentuais entre 16-18% para sobrepeso e entre 7,9-8,9% para obesidade.^{2,3} Mas, ainda há taxas que alcançam 30% dependendo da região do país.⁴ As consequências dessa proporção são o aumento dos fatores de risco cardiovasculares (diabetes, hipertensão) decorrente do crescente percentual de tecido adiposo. Esse aumento estimula a deposição crescente de gordura internamente e externamente à cavidade torácica, propiciando uma barreira mecânica a mobilidade torácica e expansão pulmonar. A alteração mais importante ocorre com a redução da capacidade residual funcional (CRF), causada pela compressão mecânica advinda da adiposidade na região torácica e a diminuição do espaço pulmonar para que ocorra a ventilação.⁵ Com consequente aumento também do trabalho dos músculos respiratórios e maior consumo de oxigênio para se fazer a respiração, ocorre maior sobrecarga imposta aos músculos intercostais pela massa de gordura e a pressão sobre o diafragma contra um abdome distendido.⁶

Vários estudos têm avaliado a função respiratória de adolescentes e indicando alterações obstrutivas e restritivas nessa população.^{7,8} Além das alterações na função respiratória, há o reflexo na capacidade

funcional que reduz as atividades rotineiras.⁹ Assim, para o presente estudo foi hipotetizado que os adolescentes com sobrepeso/obesos de ambos os sexos teriam redução da força muscular respiratória e apresentariam relação inversa entre força respiratória e IMC. Assim, o objetivo foi verificar a relação entre a força muscular respiratória e sobrepeso/obesidade em adolescentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

É um estudo de caráter transversal constituído por uma amostra de conveniência de 133 estudantes, sendo 76 do sexo masculino e 57 do sexo feminino, com idade entre 13 e 18 anos. Foram incluídos os adolescentes matriculados no turno matutino cursando o ensino médio da escola SESI Jundiá em Anápolis-GO. Os adolescentes com doença ou condição clínica (doença cardíaca e crise asmática) relatados por meio do questionário de identificação e informados pela coordenação da escola e os alunos com déficit cognitivo foram excluídos. A amostra foi calculada no software G*Power (versão 3.1.9.2) considerando um poder amostral de 80%, tamanho de efeito médio de 0,15 (para regressão linear múltipla) e nível de significância de 5%, sendo necessário 68 adolescentes. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário de Anápolis sob nº 2.064.213/2017 e pais/responsáveis e adolescentes assinaram o termo de consentimento.

A maturação sexual das crianças e adolescentes foi verificada por auto avaliação, através da aplicação de uma ficha com

desenhos esquemáticos de diferentes estágios de maturação sexual, específicos para o sexo do avaliado (avaliação da pilosidade púbica para ambos os sexos), que foi orientado a indicar em qual estágio ele se identificava atualmente.¹⁰

A massa corporal foi mensurada com uma balança digital (Filizola, modelo 2096 PP, São Paulo, Brasil), com de até 150 kg. Os adolescentes permaneceram com o mínimo de roupa possível e se posicionaram de pé, de costas para o visor. A estatura foi medida por um estadiômetro (Sanny, São Paulo, Brasil) e o adolescente ficou em posição ortostática e realizou uma inspiração máxima e uma apneia respiratória. Após as mensurações do peso corporal e da estatura, o índice de massa corporal (IMC - kg/m²) foi calculado dividindo o peso pela estatura ao quadrado. A classificação dos adolescentes pelo IMC considerou os pontos de cortes do Z-escore (Desnutrição: Z-score < -3; Baixo peso: Z-score ≥ -3 and < -1; Peso normal: Z-score ≥ -1 and ≤ 1; Sobrepeso: Z-score > 1 and ≤ 2; Obesidade: Z-score > 2) da *World Health Organization*.¹⁰ Os estudantes foram divididos em 2 grupos (eutróficos e sobrepeso/obesidade).

A força muscular respiratória foi avaliada por meio de um manovacuômetro digital (MVD-300, Globalmed, Porto Alegre, Brasil). Para estimar a força muscular respiratória foram usadas as pressões estáticas: pressão inspiratória máxima (Pi_{máx}) e pressão expiratória máxima (Pe_{máx}). Antes da realização da manobra, esta foi explicada e demonstrada a cada adolescente e para a realizar o teste, ele foi acoplado a um clip nasal. A manobra para Pi_{máx} foi realizada, a partir de uma expiração máxima

seguida de uma inspiração máxima e sustentada. Já a manobra para mensurar a Pe_{máx} foi realizada a partir de uma inspiração máxima, seguida de uma expiração rápida e sustentada até que o pesquisador ordenasse a interrupção. Os esforços inspiratórios e expiratórios foram sustentados por 1 segundo (s) durante as cinco tentativas. As manobras aceitáveis diferiram em menos de 10%. As equações de referência para calcular os valores preditos foram.⁶

- Sexo feminino

$$Pi_{máx} = -33,854 - (1,814 * idade) - (0,004 * estatura * peso)$$

$$Pe_{máx} = 17,066 + (7,22 * idade)$$

- Sexo Masculino

$$Pi_{máx} = -27,020 - (4,132 * idade) - (0,003 * altura * peso)$$

$$Pe_{máx} = 17,066 + (7,22 * idade)$$

Os dados foram expressos como média, desvio-padrão, frequências e porcentagens. Para comparar as variáveis dos adolescentes eutróficos e sobrepeso/obeso foi utilizado teste *t-Student* (distribuição normal) ou *Mann-Whitney* (distribuição assimétrica). O teste Qui-Quadrado verificou a associação entre IMC e sexo. A variação (Δ) entre as medidas foram calculadas pela diferença das variáveis entre meninos e meninas. Dois modelos de regressão linear múltipla, método *stepwise*, foram construídos tendo como variável independente a Pi_{máx} e Pe_{máx} e os parâmetros de ajuste idade, sexo e puberdade. O valor de p considerado foi <0,05. A análise foi realizada no Statistical Package for Social Science (SPSS).

RESULTADOS

Na tabela 1 estão descritas as características dos adolescentes. Foram observadas diferenças significativas entre os sexos em relação à massa corporal ($\Delta= 8,65\text{kg}$), estatura ($\Delta= 13,32\text{ cm}$), $Pi_{\text{máx}}$ ($\Delta= 20,66\text{ cmH}_2\text{O}$) e $Pe_{\text{máx}}$ ($\Delta= 27,82\text{ cmH}_2\text{O}$). Não houve associação entre IMC e sexo.

Observou-se que os meninos, tanto do grupo eutrófico quanto sobrepeso/obesidade, apresentaram força muscular inspiratória (eutróficos, $\Delta= 21,29\text{ cmH}_2\text{O}$; sobrepeso/obesidade, $\Delta= 17,91\text{ cmH}_2\text{O}$) e

expiratória (eutróficos, $\Delta= 27,35\text{ cmH}_2\text{O}$; sobrepeso/obesidade, $\Delta= 28,88\text{ cmH}_2\text{O}$) maiores que as meninas (Tabela 2). Quando comparados os adolescentes de mesmo sexo e grupos diferentes encontrou-se diferença significativa e as meninas obesas tiveram $Pi_{\text{máx}}$ maior ($\Delta= 12,78\text{ cmH}_2\text{O}$). Dos adolescentes avaliados, somente cinco jovens tiveram $Pi_{\text{máx}}$ dentro do previsto. Nenhum adolescente apresentou pressão expiratória máxima dentro do previsto.

Tabela 1 – Características da amostra (n=133).

	Masculino (n=76)	Feminino (n=57)	P
Idade (anos)	15,95 (1,04)	15,72 (0,86)	0,18
Massa corporal (kg)	67,06 (16,84)	58,45 (13,89)	0,002
Estatuta (cm)	170,88 (7,44)	157,56 (21,94)	<0,001
IMC (kg/m ²)	22,78 (4,67)	22,54 (4,74)	0,77
$Pi_{\text{máx}}$ (cmH ₂ O)	84,42 (26,16)	63,76 (19,79)	<0,001
$Pe_{\text{máx}}$ (cmH ₂ O)	84,57 (23,59)	56,75 (13,51)	<0,001
Classificação do IMC			
Eutrófico	52 (68,4)	41 (71,9)	0,66
Sobrepeso/obesidade	24 (31,6)	16 (28,1)	

Tabela 2 - Força muscular respiratória dos adolescentes (n=133).

	Eutróficos (n=93)			Sobrepeso/obeso (n=40)		
	Masculino (n=52)	Feminino (n=41)	P	Masculino (n=24)	Feminino (n=16)	P
$Pi_{\text{máx}}$ (cmH ₂ O)	81,46 (23,91)	60,17 (18,29)	<0,001	90,86 (30,00)	72,95 (21,09)	0,046
$Pe_{\text{máx}}$ (cmH ₂ O)	84,30 (23,42)	56,95 (14,26)	<0,001	85,13 (24,45)	56,25 (11,75)	<0,001

$Pi_{\text{máx}}$ - pressão inspiratória máxima; $Pe_{\text{máx}}$ - pressão expiratória máxima.

Dois modelos de regressão múltipla foram construídos utilizando a $P_{i\text{máx}}$ e $P_{e\text{máx}}$ como variáveis independentes. O IMC foi utilizado como variável dependente e mostrou relação positiva e significativa com $P_{i\text{máx}}$ ajustado para sexo, idade e maturação sexual (Tabela 3).

Tabela 3 - Regressão linear múltipla entre IMC (variável dependente) com as independentes, $P_{i\text{máx}}$ e $P_{e\text{máx}}$ (n=133).

	β (IC95%)	R ² ajustado	P
Modelo 1			
$P_{i\text{máx}}$	0,05 (0,02 - 0,08)		0,004
Sexo	-0,76 (-2,55 - 0,99)	0,10	0,39
Idade	-0,1 (-0,91 - 0,73)		0,83
Modelo 2			
$P_{e\text{máx}}$	0,03 (-0,01 - 0,07)		0,20
Sexo	-0,48 (-2,48 - 1,52)	0,01	0,63
Idade	-0,10 (-0,92 - 0,76)		0,85

$P_{i\text{máx}}$ - pressão inspiratória máxima; $P_{e\text{máx}}$ - pressão expiratória máxima; IMC- índice de massa corporal. Modelos 1 e 2 ajustados para sexo, idade e maturação sexual.

DISCUSSÃO

Este estudo foi realizado com o objetivo de estabelecer a relação entre a força muscular respiratória (FMR) e o sobrepeso/obesidade em adolescentes. Os achados indicaram que as adolescentes do sexo feminino com sobrepeso/obesidade tiveram maior $P_{i\text{máx}}$ quando comparados aos eutróficos. A regressão múltipla mostrou que há uma relação direta entre a força muscular inspiratória e o sobrepeso/obesidade. No entanto, a $P_{e\text{máx}}$ foi maior no sexo masculino em ambos os grupos, mas não apresentou relação com o IMC.

Os resultados do presente estudo mostraram que as meninas com sobrepeso/obesidade tiveram maior $P_{i\text{máx}}$. A pesquisa de Pedroso et al.¹², também avaliou 28 adolescentes com faixa etária de 11-15 anos e seus resultados mostraram uma maior FMR nos

adolescentes com sobrepeso/obesidade. Mas, há estudos que mostraram força muscular semelhante para adolescentes obesos e não-obesos e os valores de todos dentro do previsto para sexo e idade.^{13,14} Outro fato a ser destacado foi que somente 5 dentre os 133 adolescentes tiveram $P_{i\text{máx}}$ dentro do previsto segundo a fórmula de Doménech-Clar et al.⁶ e quando se tratou de $P_{e\text{máx}}$, nenhum dos adolescentes foi classificado dentro do esperado.

Quando analisados meninos e meninas dos grupos eutróficos e com sobrepeso/obesidade, apenas no sexo feminino foi observado diferença significativa nos valores de $P_{i\text{máx}}$, o mesmo não foi observado na pressão expiratória. Dado este, que coincide parcialmente com os achados de Faria et al. (2014) em uma pesquisa com 92 adolescentes

de 10 a 17 anos, que dividiu os adolescentes em 4 grupos levando em conta obesidade e sexo, indicando que os adolescentes obesos do sexo masculino tiveram um resultado pior quando comparados aos eutróficos, e no grupo feminino foi encontrado o contrário, as meninas obesas tiveram $P_{i\text{máx}}$ superior.¹⁵

A literatura indica resultados contrários aos do presente estudo. Em dois estudos realizados um com 69 pacientes (4 e 15 anos, eutróficos e sobrepeso/obesos) e outro com 40 adolescentes (8 a 13 anos, eutróficos e sobrepeso/obesos), respectivamente, foi encontrada maior FMR nos grupos de crianças/adolescentes eutróficos em comparação com sobrepeso/obesos.^{16,17} Uma explicação seria que pelo aumento de adiposidade nos músculos, principalmente, nos abdominais que são responsáveis pela expiração e esse acúmulo de gordura nos músculos pode levar a mudanças na capacidade oxidativa e na qualidade das fibras.¹⁸ Outra explicação seria pela menor excursão do diafragma causado pelo acúmulo de gordura na região abdominal ou pelo peso da parede torácica. No primeiro estudo¹⁶ não foi encontrado diferenças significativas entre os sexos, pela ANCOVA (análise de covariância), e foi visto que a idade teve influência nos valores de $P_{i\text{máx}}$.

As vias pelas quais a FMR pode ser maior nos adolescentes obesos, ainda não está clara. Mas, há evidências que na adolescência a caixa torácica pode se adaptar a maior sobrecarga, pois ainda não ocorreu a consolidação das costelas, fato que permitem uma maior mobilidade e, em sequência maior expansão do parênquima pulmonar. Essa via

pode explicar a relação positiva verificada entre $P_{i\text{máx}}$ e IMC no modelo de regressão múltipla do presente estudo. Essas adaptações permitem a manutenção da função respiratória sem grandes repercussões nessa faixa etária. Mas, é certo que a obesidade crônica altera as propriedades da mecânica respiratória e parênquima pulmonar, limita a ação do diafragma, propicia a redução da capacidade funcional residual e aumenta o estímulo neural respiratório no bulbo.^{5,18}

Os achados do estudo mostram que a obesidade infanto juvenil pode não interferir na FMR. Vale ressaltar que o número de adolescentes avaliados no estudo é maior do que os estudos encontrados na literatura, mas ainda não é possível definir as vias pelas quais a força muscular inspiratória é superior em adolescentes com sobrepeso/obesos quando comparados com adolescentes saudáveis. Uma limitação foi à falta da avaliação da função pulmonar, juntamente com a FMR, pois, mesmo com a atuação da bomba respiratória trabalhando de forma contínua e rítmica, deve se levar em consideração a área de condução e troca gasosa devido às restrições ou obstruções que podem ocorrer decorrente da obesidade.

CONCLUSÃO

Os meninos tiveram melhor desempenho quando comparados às meninas. O grupo feminino com sobrepeso/obesidade teve um melhor desempenho que o grupo eutrófico em $P_{i\text{máx}}$, o que pode ser explicado pela relação entre IMC e a pressão inspiratória máxima em adolescentes.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. 2000. (WHO technical report series; 894)
2. Ronque VRV, Cyrino ES, Dórea VR, Júnior HS, Galdi EHG, Arruda M. Prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares de alto nível socioeconômico em Londrina, Paraná, Brasil. *Rev Nutr.* 2005; 18(6):709-17.
3. Bloch KV, Klein CH, Szklo M, Kuschnir MCC, Abreu GA, Barufaldi LA, Veiga GV, Schaan B, Silva TLN, Vasconcellos MT. ERIC: prevalências de hipertensão arterial e obesidade em adolescentes brasileiros. *Rev Saúde Pública* 2016;50 Suppl 1:9s.
4. Balaban, G.S. Prevalência de sobrepeso em crianças e adolescentes de uma escola da rede privada de Recife. *J Pediatr.* 2001; 96-100.
5. Peters U, Suratt BT, Bates JHT, Dixon AE. Beyond Body Mass Index - Obesity and Lung Disease, CHEST. 2017. DOI: 10.1016/j.chest.2017.07.010
6. Teixeira VS, Fonseca BC, Pereira DM, Silva BA, Reis FA. Avaliação do efeito da obesidade infantil e a do adolescente sobre as propriedades ventilométricas e força muscular do sistema respiratório. *ConScientiae Saúde*, 2009;8(1):35-40
7. Assunção, SNFD, Daltro, CHC, Boa Sorte, NC, Ribeiro Júnior, HC, Bastos, ML, Queiroz, CF, Lemos, ACM. Lung function in the absence of respiratory symptoms in overweight children and adolescents. *J Bras Pneumol.* 2014; 40(2):134-41, ISSN 1806-3713.
8. Furtado PR, Campos TF, Mendes REF, Freitas DA, Chaves GSS, Macêdo TMF, Mendonça KMPP. Respiratory muscle strength of brazilian adolescents: obtained and predicted values. *Journal of Human Growth and Development.* 2014; 24(2):168-174.
9. Ferreira, MS, Mendes, RT, Marson, FAL, Zambon, MP, Paschoal, IA, Toro, AADC, Severino, SD, Ribeiro MAGO, Ribeiro, JD. The relationship between physical functional capacity and lung function in obese children and adolescents. *BMC Pulmonary Medicine.* 2014; 14(1):1. ISSN 1471-2466.
10. Tanner JM. *Growth at Adolescence.* 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1962.
11. Onis M, Onyango AW, Borghi E, Silyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin on the World Health Organization.* 2007; 85(9): 660-7.
12. Pedrozo MD, Trevisan ME, Moraes EZC. Função muscular respiratória de adolescentes com sobrepeso/obesidade grau I e eutróficos. *Fisioter Mov.* Curitiba, 2007 Out/Dez; 20(4):137-41.
13. Chaurusin N, Jarungjitaree S, Jirapinyo P, Prasertdukdee S. The Pulmonary Function and Respiratory Muscle Strength in Thai Obese Children. *Siriraj Med J.* 2007; 59: 125-30
14. Costa Júnior D, Peixoto-Souza FS, Araujo PN, Barbalho-Moulin MC, Alves VC, Gomes ELFD, Costa D. Influence of Body Composition on Lung Function and Respiratory Muscle Strength in Children With Obesity. *J Clin Med Res.* 2016;8(2):105-10
15. Faria AG, Ribeiro MA, Marson FA, Schivinski CI, Severino SD, Ribeiro JD, Barros Filho AA. Effect of exercise test on pulmonary function of obese adolescents. *J Pediatr (Rio J).* 2014;90:242-9
16. Santiago SQ, Silva ML, Davidson J, Aristóteles LR. Avaliação da força muscular respiratória em crianças e adolescentes com sobrepeso/obesos. *Rev Paul Pediatr* 2008;26(2):146-50.
17. Silvani IO, Werlang A, Agne T. Avaliação respiratória em crianças obesas e não obesas. *FisiSenectus. Unochapecó.* 2013 Jul/Dez; 1(2):65-72.
18. Ratneswaran C, Murphy P, Hart N, Steier J. Obesity, Respiratory Mechanics and Its Impact on the Work of Breathing, Neural Respiratory Drive, Gas Exchange and the Development of Sleep-Disordered Breathing. *Mechanical Ventilation in the Critically Ill Obese Patient.* 2018. DOI:10.1007/978-3-319-49253-7_2.