

## Índice de massa corporal aumentada: qual a influência sobre a força muscular ventilatória?

### Increased body mass index: what is the influence on ventilatory muscular strength?

Wasly Santana Silva<sup>1</sup> , William Santos Mestre<sup>1</sup> , Edvan Santos Silva<sup>1</sup> , Jailson de Souza Santos Junior<sup>2</sup> , David Eduardo Santos Viana<sup>2</sup> , Djeine Silveira Wagnacker<sup>1,2</sup> .

1. Faculdade Adventista da Bahia, Cachoeira, BA, Brasil.  
2. Faculdade do Centro Oeste Paulista, Bauru, SP, Brasil.

#### RESUMO

**Introdução:** A força muscular ventilatória (FMV) e fatores anatômico/biológicos são importantes no funcionamento e manutenção da homeostasia corporal. Dessa maneira, é fundamental o estudo da mecânica respiratória e condições que podem alterá-las. Estudos apontam que a obesidade diminui a Pressão Inspiratória Máxima (PImáx) e Expiratória Máxima (PEmáx), no entanto, esses estudos são contraditórios em seus resultados. **Objetivo:** Verificar se existe diferença entre a FMV de indivíduos obesos e eutróficos. **Métodos:** Estudo observacional comparativo, no qual foram avaliados 40 indivíduos de ambos os sexos, divididos em dois grupos: 20 indivíduos com obesidade grau I e 20 indivíduos eutróficos. Foi considerada aumentada a circunferência abdominal (CA) acima de 102cm para homens e 88cm para mulheres. Aplicado o teste t de Student não pareado bidirecional para comparação entre a Pressão Inspiratória Máxima (PImáx) e Pressão Expiratória Máxima (PEmáx) dos grupos avaliados. Utilizado o programa BioEstat 5.0 e adotado como significativo um  $p < 0,05$ . **Resultados:** A média da PImáx para obesos e eutróficos foi respectivamente de  $147 \pm 73$  vs  $145 \pm 70 \text{ cmH}_2\text{O}$  ( $p = 0,91$ ). Para a PEmáx, a média do grupo obeso e eutrófico foram respectivamente de  $133 \pm 28$  vs  $135 \pm 27 \text{ cmH}_2\text{O}$  ( $p = 0,93$ ). **Conclusão:** Indivíduos sedentários com obesidade grau I associado a aumento da circunferência abdominal não apresentam diferença na PImáx e PEmáx quando comparados a indivíduos eutróficos.

**Palavras-chave:** Obesidade, Avaliação da Capacidade de Trabalho, Desempenho Físico Funcional.

#### ABSTRACT

**Introduction:** Ventilatory muscle strength (VMS) and anatomical / biological factors are important in the functioning and maintenance of body homeostasis. Thus, the study of respiratory mechanics and conditions that can alter them is fundamental. Studies indicate that obesity decreases the Maximum Inspiratory Pressure (MIP) and Maximum Expiratory Pressure (MEP), however, these studies are contradictory in their results. **Objective:** To verify if there is a difference between the VMS of obese and eutrophic individuals. **Methods:** Comparative observational study, in which 40 individuals of both sexes were evaluated, divided into two groups: 20 individuals with grade I obesity and 20 eutrophic individuals. Abdominal circumference was considered to be greater than 102 cm for men and 88 cm for women. Two-way unpaired Student's t-test was applied to compare the Maximum Inspiratory Pressure (MIP) and Maximum Expiratory Pressure (MEP) of the evaluated groups. The BioEstat 5.0 program was used and a  $p < 0.05$  was adopted as significant. **Results:** The mean MIP for obese and eutrophic individuals was  $147 \pm 73$  vs  $145 \pm 70 \text{ cmH}_2\text{O}$ , respectively ( $p = 0.91$ ). For MEP, the mean for the obese and eutrophic group was  $133 \pm 28$  vs  $135 \pm 27 \text{ cmH}_2\text{O}$ , respectively ( $p = 0.93$ ). **Conclusion:** Sedentary individuals with grade I obesity associated with increased waist circumference do not differ in MIP and MEP when compared to eutrophic individuals.

**Key-words:** Obesity, Work Capacity Assessment, Functional Physical Performance.

Recebido em: 26 de novembro de 2020; Aceito em: 13 de dezembro de 2020.

Correspondência: Wasly Santana Silva. Endereço: Rua Santa Maria, Centro, Santaluz - BA, 48880-000.  
[waslyasantana@gmail.com](mailto:waslyasantana@gmail.com).

## Introdução

A obesidade pode trazer alterações na força muscular ventilatória (FMV), causadas pelo acúmulo de gordura nas costelas, diafragma e abdome, reduzindo a complacência da caixa torácica e diminuindo a excursão diafragmática [1].

O método mais utilizado para mensurar a FMV é a manovacuometria, realizada de forma frequente na prática clínica. Nesse teste, duas são as principais variáveis determinantes da FMV: A pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e a Pressão Expiratória Máxima (PE<sub>máx</sub>). A PI<sub>máx</sub>, avalia a força dos músculos inspiratórios, enquanto a PE<sub>máx</sub>, avalia a força dos músculos expiratórios [2].

Na literatura científica existem divergências entre estudos sobre redução da FMV em indivíduos obesos[3]. Carvalho *et al.* [4], em estudo com pessoas obesas e síndrome da apneia obstrutiva do sono, verificou que a função pulmonar (CVF e VEF), PI<sub>máx</sub> e a capacidade física se apresentavam diminuídas nos obesos em comparação a indivíduos eutróficos. Já no estudo conduzido por Magnani e Cataneo [5] verificou-se que a obesidade não diminuiu a FMV (PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub>). Eli M *et al.* [3], em estudo comparando a FMV de obesas mórbidas com eutróficas, obteve resultado surpreendente: as mulheres obesas mórbidas estudadas apresentaram maior PI<sub>máx</sub> do que mulheres eutróficas.

As discrepâncias encontradas na literatura apontam a necessidade de outros estudos que esclareçam melhor a relação FMV/massa gorda corporal. Esses contrapontos podem ser explicados por vieses como o não pareamento dos grupos e o não isolamento do músculo bucinador na mensuração da PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub>. Portanto, diante do exposto, o presente estudo objetivou testar a hipótese de que a FMV é diferente entre indivíduos obesos e eutróficos e verificar se existe correlação entre o IMC e Circunferência Abdominal (CA) com a PI e PE<sub>máx</sub>.

## Métodos

Estudo analítico de corte transversal, no qual foram avaliados 40 indivíduos de ambos os sexos, divididos em dois grupos (14 homens em cada): 20 indivíduos com obesidade grau I e 20 indivíduos eutróficos. Para compor os grupos foi adotado como critério de inclusão CA >102cm para os homens e >88cm para as mulheres no grupo obesidade tipo I, e, necessariamente no grupo eutrófico, a circunferência abdominal estava dentro dos limites considerados normais. Incluídos somente indivíduos sedentários ou irregularmente ativos, de acordo com o questionário internacional de atividade física - versão longa [6].

A estatura foi medida com auxílio de estadiômetro profissional Sanny® (Brasil) com precisão de 0,1cm, executada com os sujeitos descalços e com os glúteos e ombros apoiados em encosto vertical. A massa corporal total mensurada com balança digital Filizola® (Brasil) capacidade máxima de 150kg, aferida pelo Inmetro, com certificado próprio especificando margem de erro de aproximadamente 100g. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado com as medidas de massa e altura, de acordo com a equação de Quetelet: massa(kg)/altura<sup>2</sup>(cm). Os pontos de corte de IMC adotados foram os preconizados pela IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose do Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) [7], ou seja, baixo peso (IMC < 18,5); eutrófica (IMC 18,5-24,9); sobrepeso (IMC 25-29,9) e obesidade (IMC ≥ 30). A CA foi obtida com fita métrica tipo trena da marca Incoterm® (Brasil), com definição de medida de 0,1cm. Foi mensurada

na menor curvatura localizada entre a última costela e a crista ilíaca sem comprimir os tecidos [8]. Os grupos foram pareados por sexo e posteriormente por altura, IMC e CA para que não houvesse viés de amostra.

Adotado como critérios de exclusão indivíduos com doenças pulmonares, fumantes ou ex-fumantes, com infecção em curso ou na última semana, gravidez, déficits de cognição e presença de alterações anatômicas na região torácica. Para analisar tais variáveis, foi feita uma anamnese individualizada acompanhada de posterior palpação e inspeção visual em cada voluntário. Os dados antropométricos da amostra estão apresentados na Tabela I.

**Tabela I.** Parâmetros antropométricos dos grupos obesidade tipo I e eutrófico.

Variáveis	Eutróficos (n=20)	Obesos (n=20)	Valor de p
Massa Corporal (kg)	63±8,6	94±12,7	<0,01
Altura (m)	1,71±0,11	1,70±0,11	0,79
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	21±2,1	32±2,9	<0,01
Idade (anos)	22±3,8	24±6,4	0,15
Circunferência Abdominal (cm)	77±7,2	102±7,8	<0,01

IMC – Índice de Massa Corporal.

### *Critérios Éticos*

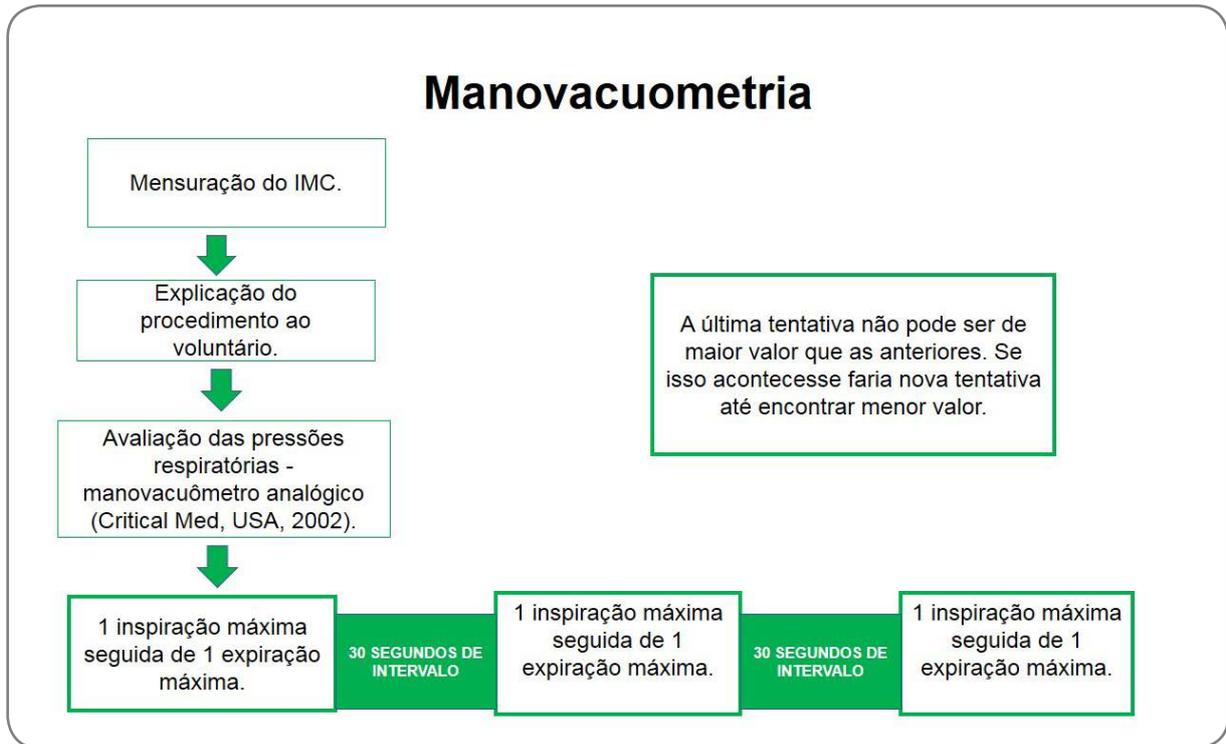
Este estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de ética e pesquisa da Faculdade Adventista da Bahia com CAAE: 1691019.4.0000.0042. Todos os voluntários receberam as informações sobre a pesquisa, momento no qual foram explícitos os riscos e os benefícios que o trabalho poderia gerar segundo a resolução do Conselho Nacional de Saúde 466/12.

### *Coleta de Dados*

Para a medida das pressões respiratórias máximas (PRM), foi utilizado um manovacuômetro analógico (CriticalMed, USA, 2002), com intervalo operacional de 0±300cmH<sub>2</sub>O, devidamente equipado com um adaptador de bocais de plástico rígido, contendo um pequeno orifício de 2mm de diâmetro interno, servindo de válvula de alívio, com o objetivo de prevenir a elevação da pressão na cavidade oral, gerada exclusivamente por contração do musculo bucinador [9]. Foi utilizado bocal circular descartável de papelão (De Marchi).

Antes de iniciar as coletas de dados, os participantes foram esclarecidos sobre o objetivo do estudo e os procedimentos que seriam realizados para a coleta. Além disso, foi demonstrado aos voluntários a maneira correta de realizar as manobras de respiração, ou seja, utilizar o diafragma para inspiração e manter os lábios presos firmemente em torno do bocal para que não houvesse escape de ar [10].

O voluntário foi colocado em sedestação, com a coluna ereta, em seguida orientado a realizar uma manobra de expiração lenta em seguida uma inspiração rápida e forçada com nariz ocluído por um clip nasal. A manobra foi repetida até a identificação do maior valor encontrado, não podendo a última manobra apresentar o maior valor de PI e PEMáx, quando isto ocorreu foi solicitado uma nova manobra, evitando o efeito aprendizado do teste, conforme demonstrado na Figura 1.



**Figura 1.** Procedimentos realizados para coleta das pressões inspiratórias e pressões expiratórias máximas (manovacuometria).

#### *Cálculo de Suficiência Amostral e Análise Estatística*

Foi realizado, inicialmente, cálculo de tamanho amostral, no programa WinPep versão 11.65, baseados em resultados preexistentes na literatura. Utilizando uma diferença de 13cmH<sub>2</sub>O entre as médias de P<sub>I</sub>max e P<sub>E</sub>max e um desvio padrão de 15 para ambos os grupos, com um poder estatístico de 80%, totalizando 40 indivíduos. Todos foram selecionados por conveniência e divididos igualmente em dois grupos (obesos e eutróficos).

Para análise descritiva foi utilizada a média e desvio padrão por se tratar de uma amostra linear, confirmado após o teste de normalidade Shapiro-Wilk, com um  $p = 0,39$ . Para comparação dos valores da PI e P<sub>E</sub>max entre os grupos avaliados foi utilizado o teste t de Student não pareado bidirecional. As correlações entre as variáveis quantitativas (IMC e P<sub>I</sub>max, IMC e P<sub>E</sub>max, CA e P<sub>I</sub>max, CA e P<sub>E</sub>max), foram analisadas utilizando o coeficiente de correlação de Pearson, com nível de significância de 5%. Utilizado o programa BioEstat 5.0 e adotado como significativo um  $p < 0,05$ .

## Resultados

A Tabela II expressa os valores da FMV dos indivíduos estudados. Observa-se que não houve diferença significativa entre os grupos, tanto para PI como para P<sub>E</sub>max ( $p > 0,05$ ). Além disso, a PI e P<sub>E</sub>max se mantiveram homogêneas quando avaliadas por subgrupo de sexo ( $p > 0,05$ ).

A análise da Tabela III demonstrou que não existe correlação entre as variáveis antropométricas e a PI e P<sub>E</sub>max nos cruzamentos IMC e P<sub>I</sub>max, IMC e P<sub>E</sub>max e CA com P<sub>I</sub>max. Porém, existiu correlação moderada no cruzamento CA com P<sub>E</sub>max do grupo eutrófico.

Tabela II. Força muscular ventilatória em obesos e eutróficos.

Variáveis	Grupo Eutrófico	Grupo Obeso	Valor de p
Amostra Total (PImáx)	145±70	147±73	0,91
Amostra Total (PEmáx)	135±27	133±28	0,93
Masculino (PImáx)	199±21,4	205±12,5	0,68
Masculino (PEmáx)	156±10	153±10	0,98
Feminino (PImáx)	64±5,7	60±5,3	0,79
Feminino (PEmáx)	100±5,6	101±8,7	0,86

PEmáx – Pressão expiratória máxima em cmH<sub>2</sub>O; PImáx – Pressão inspiratória máxima em cmH<sub>2</sub>O.

Tabela III. Correlação entre IMC e CA com as variáveis de FMV.

Cruzamentos	Amostra total		Eutrófico		Obeso	
	Valor r	Valor p	Valor r	Valor p	Valor r	Valor p
IMC e PImáx	-0,02	0,90	-0,05	0,82	-0,15	0,52
IMC e PEmáx	-0,29	0,07	-0,04	0,85	0,06	0,80
CA e PImáx	0,14	0,38	0,35	0,13	0,14	0,55
CA e PEmáx	-0,15	0,35	0,46	0,04	0,07	0,78

IMC - Índice de Massa Corporal; CA - Circunferência Abdominal; \* Teste de correlação de Pearson.

## Discussão

Os dados deste estudo mostram que os indivíduos obesos não apresentaram FMV diferentes de indivíduos eutróficos. Além disso, visualizamos que existe correlação positiva entre CA de indivíduos eutróficos com a PEmáx. A força do resultado é dada pelos critérios utilizados para se averiguar essa situação, como a presença do furo do monovacúmetro, inclusão somente de pessoas sedentárias, de ambos os sexos e sem nenhuma enfermidade decorrente da obesidade. Alguns motivos ajudam a explicar os resultados do nosso estudo, dos quais a mutação de fibras musculares esqueléticas, perfil somatotrópico e tipo de obesidade estudada.

Embora a hipertrofia do tecido adiposo imponha desvantagem mecânica no esqueleto axial e apendicular, estudos vêm demonstrando adaptações musculoesqueléticas que, potencialmente, compensam tais desvantagens. Rolland *et al.* [11] mensuraram 1.454 mulheres e verificaram que as obesas estudadas apresentaram maior trofismo muscular que as eutróficas e com exceção da força de preensão palmar, as medidas de força da musculatura global foram significativamente maiores nas mulheres obesas que nas eutróficas. Com isso as prováveis adaptações musculares são reforçadas, possibilitando que indivíduos obesos mantenham a força dos músculos esqueléticos, o que se correlaciona com os resultados do nosso estudo.

Motivos pelo qual os indivíduos obesos estudados não apresentaram menor FMV pode estar diretamente ligado a adaptações na musculatura respiratória. As fibras musculares esqueléticas tipo I tem maiores quantidades de mitocôndrias, o que por sua vez a tornam predominantemente aeróbicas e resistente a fadiga; as fibras tipo II são mais potentes e menos resistentes, subdivididas em duas classes: IIa e IIx respectivamente. Fibras tipo IIa são intermediárias, contêm pequena quantidade de mioglobina e usam a combinação do metabolismo oxidativo e glicolítico para produzir ATP; as fibras tipo IIx são as que possuem maior diâmetro, produzem mais força e dependem primariamente do metabolismo anaeróbico (glicolítico) [12].

Estudos sobre a musculatura esquelética de indivíduos portadores de obesidade tem apontado importantes marcadores mutação de fibras estriadas esqueléticas [13-16]; esses achados demonstram redução na capacidade oxidativa, além de menor número de mitocôndrias e redução no metabolismo oxidativo de ácidos graxos. Tanner *et al.* [17] fizeram biópsias do músculo expiratório reto abdominal de mulheres submetidas a cirurgia abdominal bariátrica; essas mulheres possuíam porcentagem aumentada de fibras musculares tipo IIx e reduzida de fibras tipo I em relação as eutróficas. Esses achados convergem com a ideia levantada neste estudo, já que mesuramos apenas força e não resistência como avaliado em outros estudos [18], portanto sugerimos a hipótese de que os indivíduos obesos estudados apresentam quantidades aumentadas de fibras musculares tipo II o que ajuda a vencer a desvantagem mecânica gerada pela hipertrofia do tecido adiposo.

Estudos [19-21] vêm demonstrando relação entre o somatotipo corporal e o desempenho físico. Para compreender isso é importante salientar as características físicas de cada biótipo: o ectomorfo tem uma composição corporal delgada, caracterizado pelo desenvolvimento da ectoderma; o mesomorfo, desenvolvidos a partir do mesoderma embrionário, tem compleição corporal musculosa ou robusta, com conseqüente aumento da CA, mas se mantendo nos padrões de normalidade de IMC; indivíduos endomorfos são provenientes do desenvolvimento do endoderma e têm compleição corporal pesada ou gorda. Chaouachi *et al.* [21] estudaram a associação entre o perfil somatotrópico e a aptidão física de policiais e verificaram que o somatotipo mesomorfo foi positivamente associado ao aumento de força máxima e explosiva. Motivos pelo qual o aumento da CA que se correlaciona positivamente com PEmáx do grupo eutrófico pode estar ligado a heterogeneidade do perfil somatotrópico desses indivíduos. Diante disso, sugere-se que indivíduos eutróficos, portadores do biótipo mesomorfo apresentam vantagem mecânica em relação aos ectomorfos. Todavia o fato de as pessoas eutróficas não terem sido avaliadas quanto ao biótipo corporal, impossibilitou uma comparação mais específica no grupo para melhores conclusões.

Apesar de alguns estudos [5,22] apontarem diminuição da FMV devido a hipertrofia do tecido adiposo, especialmente na região superior do corpo, é importante salientar que a maioria deles mensuram indivíduos portadores de obesidade mórbida ou super obesos [6] ( $IMC \geq 50kg/m^2$ ). Além disso, grande parte dos estudos que relatam diminuição da FMV em obesos, mensuram também portadores da síndrome da apneia obstrutiva do sono, síndrome da hiperventilação alveolar, dentre outras doenças pulmonares. Em nosso estudo, incluímos apenas indivíduos sedentários sem nenhuma enfermidade decorrente da obesidade.

Costa *et al.* [22] correlacionaram os dados antropométricos de mulheres obesas e eutróficas com a FMV. Neste estudo as mulheres obesas apresentaram maior FMV e não houve correlação entre CA e razão cintura-quadril com a monovacuometria dos dois grupos. A comparação de CA com as variáveis da FMV se assemelha ao do nosso estudo, porém, a amostra daquele autor não foi diferenciada quanto aos tipos de obesidade o que pode explicar as discrepâncias nos resultados da comparação da FMV.

Magnani e Cataneo [6] verificaram que indivíduos obesos grau II e III não apresentaram restrição na PI e PEmáx em comparação com valores preditos na literatura. Além disso, em sua amostra, nota-se que não houve correlação entre aumento da cintura abdominal com diminuição da FMV. Esses resultados corroboram nossa pesquisa, porém, cabe ressaltar que Magnani e Cataneo mensuraram somente indivíduos obesos, não correlacionando CA com as variáveis da FMV dos indivíduos eutróficos, fator avaliado em nosso estudo.

Apesar de os indivíduos obesos não apresentarem diferença na FMV, isso não significa que esta população tenha mais saúde, já que estudos pré-existentes na literatura mostram prejuízos causados pelo aumento da massa gorda [23]. Além disso, já são comprovados os benefícios de uma boa qualidade de vida e da prática de atividades físicas para manutenção da saúde humana [24,25].

Inferindo a aplicação dos resultados dessa amostra, sugerem-se que, apesar da desvantagem mecânica oferecida pela obesidade, mecanismos de ajustes fisiológicos compensam essa problemática nos indivíduos obesos grau I estudados, e nem todos os obesos apresentam comprometimento da musculatura respiratória. Além disso, sugere-se que sejam realizados outros estudos, avaliando o perfil somatotrópico da amostra, além de testes de resistência muscular e não somente de força.

## Conclusão

Os dados estatísticos obtidos de pressão inspiratória expiratória máxima, em ambos os sexos, demonstraram a semelhança do comportamento dos músculos inspiratórios e expiratórios de obesos graus I e eutróficos. Diante disso, nessa amostra de indivíduos concluímos que a obesidade grau I não promove alteração na força muscular ventilatória.

### Agradecimentos

À direção administrativa do Laboratório de Imunopatologia da Faculdade Adventista da Bahia (FADBA), Cachoeira BA - Brasil, onde foram realizadas todas as coletas de dados.

### Potencial conflito de interesse

Nenhum conflito de interesses com potencial relevante para este artigo foi reportado.

### Fontes de financiamento

Não houve fontes de financiamento externas para este estudo.

### Contribuição dos autores

**Desenho da pesquisa:** Silva WS, Wagmacker DS. **Análise estatística:** Wagmacker DS. **Coleta de dados e revisão dos bancos de dados:** Silva WS, Mestre ES, Silva ES. **Escrita do texto científico:** Todos os autores contribuíram com a escrita e revisão do trabalho. **Intelectualmente importante:** Wagmacker DS.

### Vinculação Acadêmica:

Este artigo representa o Trabalho de conclusão de curso de Jailson de Souza Santos Junior e David Eduardo Santos Viana, orientados pela professora Dr<sup>a</sup> Djeyne Silveira Wagmacker no Programa de especialização em Fisiologia do Exercício, pela Faculdade do Centro Oeste Paulista, Bauru, SP, Brasil.

## Referências

1. Santiago SQ, Silva MLP, Davidson J, Aristóteles LR. Avaliação da força muscular respiratória em crianças e adolescentes com sobrepeso/obesos. Rev Paul Pediatr 2008;26(2):146-50. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-05822008000200009>
2. Steier J, Kaul S, Seymour J. et al. The value of multiple tests of respiratory muscle strength. Thorax. 2007;62:975-980. Doi: <http://dx.doi.org/10.1136/thx.2006.072884>
3. Pazzianotto-Forti EM, Peixoto-Souza FS, Piconi-Mendes C, Rasera-Junior I, Barbalho-Moulim M. Comportamento da força muscular respiratória de obesas mórbidas por diferentes equações preditivas. Rev. bras. fisioter. 2012;16(6):479-86. Doi: [10.1590/S1413-35552012000600006](https://doi.org/10.1590/S1413-35552012000600006).
4. Carvalho TMCS, Soares AF, Clímaco DCS, Secundo IV, Lima AMJ. Associação entre função pulmonar, força muscular respiratória e capacidade funcional de exercício em indivíduos obesos com síndrome da apneia obstrutiva do sono. J BrasPneumol. 2018; Aheadof Print:0-0. Doi: <https://doi.org/10.1590/s1806-37562017000000031>

5. Magnani KL, Cataneo AJM. Respiratory muscle strength in obese individuals and influence of upper-body fat distribution. *São Paulo Med J.* 2007;125(4):215-9. Doi: 10.1590/S1516-31802007000400004.
6. Matsudo SMM, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, et al. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev Bras Ativ Fis Saúde.* 2001;6(2):5-12. Doi: <https://doi.org/10.12820/rbafs.v.6n2p5-18>
7. Sposito AC, Caramelli B, Fonseca FAH, Bertolami MC, Afiune Neto A, Souza AD et al. IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose: Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arq. Bras. Cardiol.* 2007;88(Suppl 1):2-19. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2007000700002>.
8. World Health Organization. (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 2000;894(i-xii):1-253.
9. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969;99(5):696-702. Doi: 10.1164/arrd.1969.99.5.696
10. Badr C, Elkins MR, Ellis ER. The effect of body position on maximal expiratory pressure and flow. *Aust J Physiother.* 2002;48(2):95-102.
11. Rolland Y, Lauwers-Cances V, Pahor M, Fillaux J, Grandjean H, Vellas B. Muscle strength in obese elderly women: effect of recreational physical activity in a cross-sectional study. *Am J Clin Nutr.* 2004;79(4):552-7. Doi:10.1093/ajcn/79.4.552
12. Silverthorn DU, Ober William C, Garrison CW, Silverthorn AC. *Human Physiology: an integrated approach.* 2ª ed. Austin, 1992. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801673>
13. Simoneau JA, Veerkamp JH, Turcotte LP, Kelley DE. Markers of capacity to utilize fatty acids in human skeletal muscle: relation to insulin resistance and obesity and effects of weight loss. *FASEB J.* 1999;13(14):2051-60. Doi: <https://doi.org/10.1096/fasebj.13.14.2051>
14. Felber JP, Ferranini E, Golay A, Meyer H, Theibaud D, Curchod B et al. Role of lipid oxidation in pathogenesis of insulin resistance of obesity and type II diabetes. *Diabetes.* 1987;36(11):1341-50. Doi: <https://doi.org/10.2337/diab.36.11.1341>
15. Kelley DE, Reilly JP, Veneman T, Mandarino LJ. Effects of insulin on skeletal muscle glucose storage, oxidation, and glycolysis in humans. *Sou J Physiol.* 1990;258(6Pt1):E923-9. Doi: <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1990.258.6.E923>
16. Newcomer BR, Larson-Meyer DE, Hunter GR, Weinsier RL. Skeletal muscle metabolism in overweight and post-overweight women: an isometric exercise study using (31)P magnetic resonance spectroscopy. 2001;25(9):1309-15. Doi: <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801673>
17. Tanner CJ, Barakat HA, Dohm GL, Pories WJ, Mac Donald KG, Cunningham PR, et al. Muscle fiber type is associated with obesity and weight loss. *Am J PhysiolEndocrinolMetab.* 2002;282(6):1191-6. Doi: <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00416.2001>
18. Oliveira FTO, Petto J, Esquivel MS, Dias CMCC, Oliveira ACS, Aras R. Comparison of the strength and resistance of inspiratory muscles between assets and sedentary. *Rev PesqFisio* 2018;8(2):86-92. Doi: 10.17267/2238-2704rpf.v8i2.1926
19. Ryan-Stewart H, Faulkner J, Jobson S. The influence of somatotype on anaerobic performance. *PloS one,* 2018;13(5):e0197761. Doi: 10.1371/journal.pone.0197761
20. Araújo OA, Cancela MJ, Rocha-Rodrigues, Silvia., & Rodrigues, L. P. Association Between Somatotype Profile and Health-Related Physical Fitness in Special Police Unit. *J Occup Environ Med.* 2019;61(2):e51-e55. Doi: 10.1097/JOM.0000000000001515.
21. Chaouachi M, Chaouachi A, Chamari K, Chtara M, Feki Y, Amri M, Trudeau F. Effects of dominant somatotype on aerobic capacity trainability. *Br J Sports Med.* 2005;39(12):954-9. Doi: 10.1136/bjism.2005.019943
22. Rochester DF, Enson Y. Current concepts in the pathogenesis of the obesity-hypoventilation syndrome. *Am J Med.* 1974;57(3):402-20. Doi: 10.1016/0002-9343(74)90135-1
23. Antunes HKM, Santos RF, Cassilhas R, Santos RVT, Bueno OFA, Mello MT. Exercício físico e função cognitiva: uma revisão. *Rev Bras Med Esporte* 2006;12(2):108-114. Doi: 10.1590/S1517-86922006000200011.
24. Lee SH, Tak YJ, Yi YH, Lee SY, Cho YH, Lee JG et al. Correlations between obesity indices and cardiometabolic risk factors in obese subgroups in women with severe obesity: A multicenter, cross-sectional study. *Obes Res Clin Pract* 2017;11:167-76. Doi: 10.1016/j.orcp.2016.03.014
25. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C. Physical Activity and Public Health: A Recommendation From the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA.* 1995;273(5):402-407. Doi:10.1001/jama.1995.03520290054029.