

# Endurance muscular inspiratória em indivíduos obesos e eutróficos

*Inspiratory muscle endurance in obese and eutrophic individuals*

*La resistencia muscular inspiratoria en individuos obesos y eutróficos*

Aline Dors Hoffmeister<sup>1</sup>, Katieli Santos de Lima<sup>2</sup>, Isabella Martins de Albuquerque<sup>3</sup>, Valderesa Binotto<sup>4</sup>, Carine Cristina Callegaro<sup>5</sup>

**RESUMO** | O objetivo deste estudo foi comparar a endurance muscular inspiratória e as respostas hemodinâmicas de indivíduos obesos e eutróficos. Trata-se de um estudo transversal com amostra composta por 20 indivíduos obesos (31±6 anos, 10 homens, 37,5±4,7 kg/m<sup>2</sup>) e 20 indivíduos eutróficos (29±8 anos, 10 homens, 23,2±1,5 kg/m<sup>2</sup>). A força muscular inspiratória e expiratória foi mensurada por manovacuometria, através da determinação da pressão inspiratória máxima e da pressão expiratória máxima. A endurance muscular inspiratória foi determinada por meio de exercício inspiratório com carga progressiva, iniciado com carga de 50% da pressão inspiratória máxima por 3 minutos, seguidos de incremento de 10% a cada 3 minutos até que o indivíduo fosse incapaz de continuar o teste. Verificou-se que os indivíduos obesos (470 ± 326 seg) apresentaram endurance muscular inspiratória reduzida em comparação com os eutróficos (651 ± 215 seg). A força muscular inspiratória e expiratória não diferiu entre os grupos. O teste de exercício progressivo induziu aumento da pressão arterial sistólica, diastólica e média e da frequência cardíaca, semelhante em indivíduos obesos e eutróficos. Foi possível concluir que embora a endurance muscular inspiratória de indivíduos obesos seja menor que a de eutróficos, as respostas hemodinâmicas induzidas pelo teste de endurance muscular inspiratória foram semelhantes nos dois grupos.

**Descritores** | Obesidade; Volume de Reserva Inspiratória; Hemodinâmica; Pressão Arterial.

**ABSTRACT** | The objective of this study was to compare inspiratory muscle endurance and hemodynamic responses between obese and eutrophic individuals. In this cross-sectional study participated 20 obese individuals (31±6 years old, 10 men, 37.5±4.7 kg/m<sup>2</sup>) and 20 healthy subjects (29±8 years old, 10 men, 23.2±1.5 kg/m<sup>2</sup>). Inspiratory and expiratory muscle strength were measured by a manovacuometry through the determination of the maximum inspiratory pressure (MIP) and the maximum expiratory pressure (MEP), respectively. Inspiratory muscle endurance was determined by an incremental test with an initial load of 50% MIP and increments of 10% MIP every 3 minutes until the individual was unable to continue the test. Obese (470±326 sec) showed a reduction in inspiratory muscle endurance compared to eutrophic individuals (651±215 sec). Inspiratory and expiratory muscle strength did not differ between groups. Inspiratory muscle endurance test induced a similar increase in systolic, diastolic and mean arterial pressure, as well as in heart rate in obese and eutrophic individuals. In conclusion, obese show reduction of inspiratory muscle resistance compared to eutrophic individuals, but the hemodynamic responses induced by inspiratory muscle resistance test did not differ between obese and eutrophic patients.

**Keywords** | Obesity; Inspiratory Reserve Volume; Hemodynamics; Arterial Pressure.

Laboratório de Fisiologia da Universidade de Cruz Alta (Unicruz) – Cruz Alta (RS), Brasil.

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Atenção Integral à Saúde pela Universidade de Cruz Alta (Unicruz) em rede com a Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande Do Sul (Unijuí) – Cruz Alta (RS), Brasil.

<sup>2</sup>Laboratório de Fisiologia da Universidade de Cruz Alta (Unicruz) – Cruz Alta (RS), Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Fisioterapia e Reabilitação e Programa de Pós-Graduação em Reabilitação Funcional da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Santa Maria (RS), Brasil.

<sup>4</sup>Universidade de Cruz Alta (Unicruz) – Cruz Alta (RS), Brasil.

<sup>5</sup>Departamento de Fisioterapia e Reabilitação, Laboratório de Fisiologia e Reabilitação, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Santa Maria (RS), Brasil.

**RESUMEN** | Este estudio pretende comparar la resistencia muscular inspiratoria con las respuestas hemodinámicas de individuos obesos y eutróficos. Se trata de un estudio transversal con la muestra formada por 20 individuos obesos (31±6 años, 10 hombres, 37,5±4,7 kg/m<sup>2</sup>) y 20 individuos eutróficos (29±8 años, 10 hombres, 23,2±1,5 kg/m<sup>2</sup>). La fuerza muscular inspiratoria y espiratoria se midió por manovacuometría, por medio de la evaluación de la presión inspiratoria máxima y la presión espiratoria máxima. Se evaluó la resistencia muscular inspiratoria mediante el ejercicio inspiratorio con carga progresiva, que se inició con un 50 % de carga de la presión inspiratoria máxima durante 3 minutos, siendo aumentada en un 10 % cada 3 minutos hasta que el individuo no pudiese continuar

la prueba. Se encontró que los individuos obesos (470±326 seg) tuvieron menor resistencia muscular inspiratoria comparados a los eutróficos (651±215 seg). La fuerza muscular inspiratoria y espiratoria no difirió entre los grupos. La prueba de esfuerzo progresiva provocó el aumento de la presión arterial sistólica, diastólica y media, así como de la frecuencia cardíaca, tanto en los individuos obesos como en los eutróficos. Se concluyó que, aunque había sido menor la resistencia muscular inspiratoria en los individuos obesos comparados a los eutróficos, las respuestas hemodinámicas de la prueba de resistencia muscular inspiratoria fueron similares en ambos grupos.

**Palabras clave** | Obesidad; Volumen de Reserva Inspiratoria; Hemodinámica; Presión Arterial.

## INTRODUÇÃO

A obesidade pode estar relacionada à redução da força muscular inspiratória, levando ao aumento do esforço inspiratório, do consumo de oxigênio e do gasto energético<sup>1</sup>, que pode contribuir com elevados índices de fadiga diafragmática<sup>2</sup>. Entretanto, estudos sobre a força muscular respiratória (FMR) em obesos mórbidos têm apresentado resultados conflitantes<sup>3</sup>. Uma pesquisa indicou que o excesso de massa corporal não altera a mecânica muscular respiratória<sup>4</sup>, enquanto outra descreveu não haver associação entre FMR e índice de massa corporal (IMC)<sup>5</sup>. Além disso, a força muscular inspiratória e expiratória de obesos encontrava-se dentro dos limites de normalidade quando comparada a indivíduos eutróficos<sup>5</sup>. Em contrapartida, dois estudos apontam um aumento da FMR em obesos mórbidos<sup>6,7</sup>.

Além da falta de consenso sobre a influência da obesidade na FMR, aparentemente a endurance muscular inspiratória permanece sem investigação em obesos. Há apenas um estudo, recentemente publicado, que mostrou associação significativa entre o peso corporal e a endurance muscular inspiratória avaliada através do exercício inspiratório resistido em crianças e adolescentes eutróficos<sup>8</sup>.

Em indivíduos saudáveis, o exercício inspiratório resistido eleva a pressão arterial e a frequência cardíaca<sup>9-11</sup>. Essas respostas hemodinâmicas ao exercício inspiratório resistido podem se alterar em várias condições clínicas, como na insuficiência cardíaca crônica (ICC)<sup>12,13</sup> e no diabetes mellitus<sup>14</sup>.

Os efeitos da obesidade sobre a endurance muscular inspiratória e as respostas hemodinâmicas ao exercício

inspiratório resistido ainda carecem de investigação em indivíduos obesos. Partindo da hipótese de que a endurance muscular inspiratória e as respostas hemodinâmicas encontram-se alteradas em indivíduos obesos, o objetivo desta pesquisa foi comparar a reação de indivíduos obesos e eutróficos ao exercício inspiratório resistido.

## METODOLOGIA

Trata-se de estudo transversal, com amostra de conveniência composta por indivíduos obesos (n=20) e eutróficos (n=20) recrutados através de divulgação dos critérios de inclusão e exclusão nas redes sociais, nas estratégias de saúde da família e em clínicas especializadas no tratamento da obesidade. Todos os voluntários eram sedentários, não fumantes, livres de doenças cardiovasculares, pulmonares, neuromusculares e infecciosas. Foram incluídos indivíduos obesos com IMC > 30 kg/m<sup>2</sup> e eutróficos com IMC ≥ 18,5 e < 25 kg/m<sup>2</sup>, com idade entre 18 e 46 anos. Os indivíduos eutróficos foram pareados por sexo e idade em relação aos obesos. Foram excluídos os indivíduos com problemas de saúde agudos ou reclamações emergentes no último mês (infecções virais ou bacterianas, acidentes, reações alérgicas), doenças do sistema nervoso ou condições que afetassem o entendimento e a participação no estudo, gravidez, diabetes mellitus tipo I, doença arterial coronariana sintomática, disfunção ventricular esquerda, asma brônquica, doença pulmonar obstrutiva crônica, neuropatias crônicas e uso de drogas como corticosteroides ou broncodilatadores.

## Materiais e procedimentos

Em dias distintos, os indivíduos foram submetidos a coleta sanguínea para os exames laboratoriais, avaliação da força muscular inspiratória e expiratória e teste de endurance muscular inspiratória.

## Exames laboratoriais

Após 12 horas de jejum, foram coletados aproximadamente 8ml de sangue dos indivíduos para análise laboratorial da glicemia, dos triglicerídeos e do colesterol total, HDL-C, LDL-C. As amostras foram processadas no mesmo dia da coleta, sendo utilizado o soro para as análises, pelo método enzimático, por meio do aparelho Analisador Automático Biosystems A-25<sup>15</sup>.

## Avaliação da força muscular respiratória

A força muscular inspiratória e expiratória foi determinada pela pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e pela pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>), medidas com um manovacuômetro analógico (Famabras, Brasil), calibrado em cmH<sub>2</sub>O com limite operacional de +/-300cmH<sub>2</sub>O. As manobras respiratórias foram repetidas até encontrar seis medidas com variação menor que 10%. O maior valor obtido foi utilizado como PI<sub>máx</sub> e como PE<sub>máx</sub><sup>16</sup>. Os valores preditos de PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub> para o sexo e a idade foram calculados através da equação de Neder et al.<sup>17</sup>.

## Avaliações antropométricas

O IMC foi calculado pelo peso (kg) dividido pela altura elevada ao quadrado (m<sup>2</sup>), conforme preconizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS)<sup>18</sup>. O peso foi mensurado com uma balança (Plenna Slim Digital, Brasil) e a altura com um estadiômetro (Compacto E210 – Wiso®, Brasil).

As circunferências da cintura e do quadril foram mensuradas com uma fita métrica com escala de 0 a 250 centímetros. O índice cintura-quadril foi calculado dividindo a circunferência da cintura pela circunferência do quadril. As medições foram realizadas com os indivíduos na postura ortostática<sup>19</sup>.

## Avaliação da endurance muscular inspiratória

Primeiramente, foi determinada a PI<sub>máx</sub>. Após 15 minutos de repouso, os indivíduos se sentaram

para a mensuração da pressão arterial, da frequência cardíaca e da saturação de oxigênio arterial. O teste de endurance muscular inspiratória foi realizado com os participantes usando um clipe nasal, enquanto respiravam continuamente através de um bocal conectado a uma resistência inspiratória linear (POWERbreathe, Southam, Reino Unido) de 50% da PI<sub>máx</sub> com incremento de 10% da PI<sub>máx</sub> a cada três minutos, até o momento em que o indivíduo se mostrasse incapaz de continuar o teste. Os indivíduos deviam manter uma frequência respiratória de 15 respirações por minuto, seguindo um sinal auditivo distinto para inspiração e expiração, proveniente de um metrônomo. Foram utilizados como medida da endurance muscular inspiratória o maior valor de pressão inspiratória sustentada por no mínimo 60 segundos (P<sub>thmax</sub>), expresso como percentual da PI<sub>máx</sub> (P<sub>thmax</sub>/PI<sub>máx</sub>)<sup>20,21</sup>, e a duração do teste expressa em segundos.

As variáveis hemodinâmicas foram mensuradas em repouso e ao final do teste de endurance muscular inspiratória. A pressão arterial foi medida no braço não dominante com um esfigmomanômetro (Unilet®, Brasil). O manguito foi posicionado de 2 a 3cm acima da fossa cubital, e o estetoscópio sem compressão excessiva sobre a artéria braquial. A pressão arterial sistólica foi estimada pela ausculta do primeiro som (fase I de Korotkoff) e a pressão arterial diastólica pelo desaparecimento dos sons (fase V de Korotkoff)<sup>22</sup>. A frequência cardíaca e a saturação de oxigênio arterial foram mensuradas por um oxímetro de pulso (Fingertip Pulse Oximeter, China).

Os dados foram analisados, expressos como média e desvio-padrão e distribuídos conforme determinado pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Para análise dos resultados, utilizou-se o software SPSS 22.0. A força e a endurance muscular inspiratória foram comparadas entre obesos e eutróficos por meio do teste t de Student para amostras independentes. A análise de variância para medidas repetidas (ANOVA) foi utilizada para avaliar os efeitos do teste de endurance muscular inspiratória sobre as variáveis hemodinâmicas em indivíduos obesos e eutróficos. A associação entre as variáveis foi analisada através da correlação de Pearson. Foi considerado significativo p<0,05.

## RESULTADOS

Em relação à avaliação clínica, os grupos não diferiram quanto a idade e gênero. Já na avaliação antropométrica, apesar de os indivíduos obesos, conforme esperado,

apresentarem maior peso corporal, maior IMC e maiores medidas de circunferência da cintura e do quadril do que os eutróficos, o índice cintura-quadril não diferiu entre os grupos. Os indivíduos obesos foram estratificados em graus de obesidade: 6 deles como obesos grau I, 9 como obesos grau II e 5 como obesos grau III. A avaliação laboratorial apontou glicemia, triglicerídeos e colesterol total superiores nos indivíduos obesos em comparação com indivíduos eutróficos (Tabela 1).

Tabela 1. Características clínicas dos indivíduos obesos e eutróficos

	Obesos (n=20)	Eutróficos (n=20)	p
Idade (anos)	31,40±6	29,45±8	0,389
Gênero (masculino/feminino)	10 Masculino	10 Masculino	—
Peso (kg)	107,3± 18,7	66,0±8,8	0,001*
Altura (m)	1,68±0,8	1,68±0,1	0,879
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	37,5±4,7	23,2±1,5	0,001*
Circunferência Cintura (cm)	112,8±10	81,7±8,7	0,001*
Circunferência quadril (cm)	121,8±10,3	89,4±8,1	0,001*
Índice cintura-quadril	0,92±0,09	0,91±0,07	0,610
Glicemia jejum (mg/dL)	92,6±12,6	75,65±7,4	0,001*
Triglicerídeos (mg/dL)	128±53	91±32	0,013*
Colesterol (mg/dL)	166±32	147±23	0,046*

IMC: índice de massa corporal. \*p<0,05

A Tabela 2 mostra que a força muscular inspiratória, representada pela PImáx, e a força muscular expiratória, representada pela PEmáx, não apresentaram diferenças significativas entre indivíduos obesos e eutróficos, tanto para os valores absolutos quanto para os preditos para o sexo e idade segundo a equação proposta por Neder et al.<sup>17</sup>. A duração do teste de endurance muscular inspiratória de indivíduos eutróficos (651±215seg) foi maior do que entre os obesos (470±326seg p=0,04), porém a PImáx atingida no final do teste não diferiu significativamente entre os grupos (obesos=77±24cmH<sub>2</sub>O; eutróficos=84±26cmH<sub>2</sub>O, p=0,88). Em repouso, os indivíduos obesos apresentaram pressão arterial sistólica e diastólica e frequência cardíaca maior do que a dos eutróficos. Porém, o aumento da pressão arterial sistólica e diastólica e da frequência cardíaca foi semelhante em ambos os grupos ao final do teste de endurance muscular inspiratória. Já a saturação periférica do oxigênio não foi alterada pelo teste (Tabela 3).

Tabela 2. Valores da força muscular respiratória na amostra

	Obesos (n=20)	Eutróficos (n=20)
PImáx (cmH <sub>2</sub> O)	120,1± 45,1	118,0±31,3
% PImáx predita	105,5±26,1	103,7±25,7
PEmáx (cmH <sub>2</sub> O)	113,5±41,4	121,0±26,0
% PEmáx predita	96,3±24,2	102,2±18,3

PImáx: pressão inspiratória máxima (p=0,814); % PImáx predita: percentual da pressão inspiratória máxima predita para o sexo e idade (p=0,670); PEmáx: pressão expiratória máxima (p=0,496); % PEmáx predita: percentual da pressão expiratória máxima predita para o sexo e idade (p=0,395)

Tabela 3. Respostas hemodinâmicas durante o teste de endurance muscular inspiratória

	Obesos (n=20)		Eutróficos (n=20)		p	p
	Pré	Pós	Pré	Pós		
PAS (mmHg)	133±12 <sup>†</sup>	143±2*	117±12	127±15*	0,001	0,001
PAD (mmHg)	84±12 <sup>†</sup>	93±14*	77±8	81±8*	0,004	0,001
FC (bpm)	84±15 <sup>†</sup>	92±22*	79±9	87±10*	0,001	0,003
SpO <sub>2</sub> (%)	97±1,5 <sup>†</sup>	97±3,6	98 ±1,0	98±1,5	0,021	0,907

PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FC: frequência cardíaca; SpO<sub>2</sub>: saturação periférica oxigênio; <sup>†</sup>p<0,05 vs. repouso; \*p<0,05 vs. não obesos

A duração do teste de endurance muscular inspiratória foi inversamente associada com o IMC (r=-0,37; p=0,020). Porém, não houve associação significativa entre o percentual da PImáx, atingida no teste de endurance muscular inspiratória, com o IMC (r=-0,13; p=0,41), nem correlação entre a PImáx atingida no teste de endurance inspiratória progressiva com o IMC (r=-0,013; p=0,93).

## DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou que a endurance muscular inspiratória de indivíduos obesos é menor em comparação com indivíduos eutróficos. Entretanto, as respostas hemodinâmicas, induzidas pelo exercício inspiratório resistido, foram semelhantes em ambos os grupos.

Partindo do pressuposto de que a endurance muscular inspiratória é importante para a análise das disfunções respiratórias, e que sua avaliação é simples e de fácil aplicabilidade, torna-se relevante o seu estudo na população obesa. Ressalta-se que até o momento não encontramos na literatura nenhum estudo que investigue se a obesidade altera a endurance muscular inspiratória, apenas uma

pesquisa com crianças e adolescentes saudáveis, não obesos, que demonstrou a correlação entre desempenho no teste de endurance muscular inspiratória progressiva e peso e altura<sup>8</sup>.

Nosso estudo mostrou que a endurance muscular inspiratória está inversamente associada ao IMC. A obesidade não alterou as respostas hemodinâmicas ao exercício muscular inspiratório resistido, possivelmente devido à preservação da força muscular inspiratória em obesos. Corroborando esse achado, estudos prévios reportaram que a obesidade não altera a força dos músculos inspiratórios<sup>23</sup>, a qual pode até se encontrar dentro da faixa de normalidade<sup>5</sup>. Em nossa pesquisa a carga de trabalho durante o teste de exercício inspiratório resistido foi semelhante para indivíduos obesos e eutróficos, entretanto a duração de exercício foi maior nos indivíduos eutróficos, sugerindo maior capacidade de trabalho do que em indivíduos obesos. Possivelmente, essa redução na endurance muscular inspiratória está relacionada ao tipo de fibra muscular e perfil metabólico durante a contração muscular<sup>24</sup>.

De fato, o teste de endurance inspiratória mantido até a fadiga pode acumular metabólitos que estimulam os metaborreceptores a ativar o sistema nervoso simpático e a vasoconstrição periférica, elevando a pressão arterial<sup>25,26,11</sup>. Apesar das respostas hemodinâmicas durante o exercício inspiratório resistido se assemelharem entre indivíduos obesos e eutróficos, o mecanismo fisiológico pode diferir entre os grupos. Em estudo prévio, o exercício de prensão manual elevou a pressão arterial média em crianças obesas e eutróficas de forma semelhante, porém o aumento da pressão arterial em crianças eutróficas foi mediado pela elevação da resistência vascular periférica, enquanto nas crianças obesas foi induzido pelo aumento no volume sistólico<sup>27</sup>.

Corroborando pesquisas prévias<sup>28,29</sup>, os indivíduos obesos do presente estudo apresentaram adaptações cardiovasculares como elevação da pressão arterial sistólica, diastólica e média e da frequência cardíaca em repouso. Essas alterações podem ser explicadas pelos efeitos do tecido adiposo visceral no aumento da atividade do sistema nervoso simpático<sup>30</sup> e da angiotensina II, que associada à disfunção endotelial<sup>31</sup> repercute na elevação da resistência vascular sistêmica e, portanto, da pressão arterial<sup>29</sup>.

A relevância clínica desse estudo caracteriza-se pela aplicabilidade da avaliação da endurance muscular inspiratória na população obesa, até então pouco estudada. Além desse aspecto, o achado da diminuição da endurance muscular inspiratória nos indivíduos obesos pode fornecer

informações sobre as limitações impostas pela obesidade na capacidade de exercício físico, o que sugere que a força e a endurance muscular inspiratória podem ser utilizadas para determinar objetivos de programas de treinamento físico<sup>32</sup>.

## CONCLUSÃO

Esse estudo mostrou que, em comparação com indivíduos eutróficos, indivíduos obesos apresentam redução da endurance muscular inspiratória, embora as respostas hemodinâmicas induzidas pelo teste de endurance muscular inspiratória sejam semelhantes nos dois grupos.

## REFERÊNCIAS

1. Mafort TT, Rufino R, Costa CH, Lopes AJ. Obesity: systemic and pulmonary complications, biochemical abnormalities, and impairment of lung function. *Multidiscip Respir Med*. 2016;11(1):28. doi: 10.1186/s40248-016-0066-z
2. Rigatto AM, Alves SCC, Gonçalves CB, Firmo JF, Provin LM. Performance ventilatória na obesidade. *Saúde Rev*. 2005;7(17):57-62.
3. Pazzianotto-Forti EM, Peixoto-Souza FS, Piconi-Mendes C, Rasera-Junior I, Barbalho-Moulim M. Behavior of respiratory muscle strength in morbidly obese women by using different predictive equations. *Braz J Phys Ther*. 2012;16(6):479-86. doi: 10.1590/S1413-35552012000600006
4. 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
5. 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(3):217-22.
6. 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.
7. Hulens M, Vansant G, Lysens R, Claessens AL, Muls E, Brumagne S. Study of differences in peripheral muscle strength of lean versus obese women: an allometric approach. *Int J Obes*. 2001;25(5):676. doi: 10.1038/sj.ijo.0801560
8. Woszezenki CT, Heinzmann-Filho JP, Vendrusculo FM, Piva TC, Levides I, Donadio MVF. Reference values for inspiratory muscle endurance in healthy children and adolescents. *PLoS One*. 2017;12(1):e0170696. doi: 10.1371/journal.pone.0170696
9. St Croix CM, Morgan BJ, Wetter TJ, Dempsey JA. Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex sympathetic activation in humans. *Physiol J*. 2000;529(2):493-504. doi: 10.1111/j.1469-7793.2000.00493.x

10. Sheel AW, Derchak PA, Morgan BJ, Pegelow DF, Jacques AJ, Dempsey JA. Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex reduction in resting leg blood flow in humans. *Physiol J*. 2001;537(1):277-89. doi: 10.1111/j.1469-7793.2001.0277k.x
11. Callegaro CC, Ribeiro JP, Tan CO, Taylor JA. Attenuated inspiratory muscle metaboreflex in endurance-trained individuals. *Respir Physiol Neurobiol*. 2011;177(1):24-9. doi: 10.1016/j.resp.2011.03.001
12. Ribeiro JP, Chiappa GR, Callegaro CC. Contribuição da musculatura inspiratória na limitação ao exercício na insuficiência cardíaca: mecanismos fisiopatológicos. *Rev Bras Fisioter*. 2012;16(4):261-7.
13. Chiappa GR, Roseguini BT, Vieira PJ, Alves CN, Tavares A, Winkelmann ER, et al. Inspiratory muscle training improves blood flow to resting and exercising limbs in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol*. 2008;51(17):1663-71. doi: 10.1016/j.jacc.2007.12.045
14. Corrêa AP, Ribeiro JP, Balzan FM, Mundstock L, Ferlin EL, Moraes RS. Inspiratory muscle training in type 2 diabetes with inspiratory muscle weakness. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1135-41. doi: 10.1249/MSS.0b013e31820a7c12
15. Associação Brasileira de Medicina Diagnóstica; Sociedade Brasileira de Análises Clínicas; Sociedade Brasileira de Cardiologia; Sociedade Brasileira de Diabetes; Sociedade Brasileira de Patologia Clínica. Consenso Brasileiro para a Normatização da Determinação Laboratorial do Perfil Lipídico [Internet]. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Análises Clínicas; 2016 [cited 2018 Oct 9]. 5 p. Available from: [www.sbac.org.br/wp-content/uploads/2017/09/ConsensoOficial\\_PerfilLipidico\\_2016\\_v13.pdf](http://www.sbac.org.br/wp-content/uploads/2017/09/ConsensoOficial_PerfilLipidico_2016_v13.pdf)
16. Callegaro CC, Martinez D, Ribeiro PA, Brod M, Ribeiro JP. Augmented peripheral chemoreflex in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness. *Respir Physiol Neurobiol*. 2010;171(1):31-5. doi: 10.1152/ajpregu.00419.2014
17. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests: II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res*. 1999;32(6):719-27.
18. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica. Diretrizes Brasileiras de Obesidade 2009/2010 [Internet]. 3rd ed. Itapevi: AC Farmacêutica; 2009 [cited 2018 Oct 9]. 83 p. Available from: [http://www.abeso.org.br/pdf/diretrizes\\_brasileiras\\_obesidade\\_2009\\_2010\\_1.pdf](http://www.abeso.org.br/pdf/diretrizes_brasileiras_obesidade_2009_2010_1.pdf)
19. Lima LF, Ghetti FF, Lacerda KC, Silva AA, Luquetti SCPD. Relação entre medidas antropométricas, escolaridade, renda e índice de qualidade da dieta de mulheres climatéricas. *HU Revista*. 2017;42(4):297-305.
20. Martyn JB, Moreno RH, Pare PD, Pardy RL. Measurement of inspiratory muscle performance with incremental threshold loading. *Am Rev Respir Dis*. 1987;135(4):919-23.
21. Dall'Ago P, Chiappa GR, Guths H, Stein R, Ribeiro JP. Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: a randomized trial. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47(4):757-63. doi: 10.1016/j.jacc.2005.09.052
22. Malachias MVB, Souza WKS, Plavnik FL, Rodrigues CIS, Brandão AA, Neves MFT, et al. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. *Arq Bras Cardiol*. 2016;107(3Supl.3):1-81. doi: 10.5935/abc.20160152
23. Woszezenki CT, Heinzmann-Filho JP, Vendrusculo FM, Piva TC, Levides I, Donadio MVF. Reference values for inspiratory muscle endurance in healthy children and adolescents. *PLoS One*. 2017;12(1):e0170696. doi: 10.1371/journal.pone.0170696
24. Magnani KL, Cataneo AJM. Respiratory muscle strength in obese individuals and influence of upper-body fat distribution. *Sao Paulo Med J*. 2007;125(4):215-19. doi: 10.1590/S1516-31802007000400004
25. Tallis J, Hill C, James RS, Cox VM, Seebacher F. The effect of obesity on the contractile performance of isolated mouse soleus, EDL, and diaphragm muscles. *J Appl Physiol*. 2017;122(1):170-81. doi: 10.1152/jappphysiol.00836.2016
26. Sheel AW, Derchak PA, Pegelow DF, Dempsey JA. Threshold effects of respiratory muscle work on limb vascular resistance. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2002;282(5):H1732-H18. doi: 10.1152/ajpheart.00798.2001.
27. Dipla K, Zafeiridis A, Koidou I, Geladas N, Vrabas IS. Altered hemodynamic regulation and reflex control during exercise and recovery in obese boys. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2010;299(6):H2090-H6. doi: 10.1152/ajpheart.00087.2010
28. Trombetta IC, Batalha LT, Rondon MUP, Laterza MC, Kuniyoshi FH, Gowdak MM, et al. Weight loss improves neurovascular and muscle metaboreflex control in obesity. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2003;285(3):H974-H82. doi: 10.1152/ajpheart.01090.2002
29. Pierce GL, Beske SD, Lawson BR, Southall KL, Benay FJ, Donato AJ, et al. Weight loss alone improves conduit and resistance artery endothelial function in young and older overweight/obese adults. *Hypertension*. 2008;52(1):72-9. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.108.111427
30. Negrão CE, Rondon MUPB. Exercício físico, hipertensão e controle barorreflexo da pressão arterial. *Rev Bras Hipertens*. 2011;8(1):89-95.
31. Cerrone LA, Poli VFS, Sanches RB, Andrade-Silva SG, Fidalgo JPN, Nascimento MA, et al. Terapia interdisciplinar e a diminuição da sobrecarga cardiovascular em obesos. *Int J Cardiovasc Sci*. 2017;30(2):128-35. doi: 10.5935/2359-4802.20170039
32. Donato L, Maldaner L, Horn RC, Chaves L, Kohl LM, Albuquerque IM, et al. Treinamento muscular inspiratório em indivíduos obesos: um estudo piloto. *Saúde (Santa Maria)*. 2017;43(2):83-90. doi: 10.5902/2236583423737