



RELAÇÕES ENTRE MEDIDAS INSPIRATÓRIAS E ANTROPOMÉTRICAS DE INDIVÍDUOS JOVENS E SAUDÁVEIS: UMA ANÁLISE EM CONDIÇÕES DE NORMÓXIA E HIPÓXIA NORMOBÁRICA

Palavras-Chave: Músculos inspiratórios, hipóxia, medidas antropométricas

Autores (as):

Michaela Baldin, FCA – UNICAMP

Lara Soares de Araujo, FCA – UNICAMP

Alvaro Miguel do Nascimento Zamarim, FCA - UNICAMP

Carolina Cirino, FCA – UNICAMP

Marcelo Papoti, EEFERP - USP

Claudio Alexandre Gobatto, FCA - UNICAMP

Fúlvia de Barros Manchado Gobatto, FCA - UNICAMP

INTRODUÇÃO:

A força dos músculos inspiratórios pode ser estimada por medidas de pressão que são obtidas por meio das vias aéreas ou diafragmáticas (McCool *et al.*, 1997). A medida direta de pressão do diafragma (transdiafragmática – P_{di}) é um método invasivo (Caruso *et al.*, 2015). Por outro lado, a pressão inspiratória máxima (P_Imáx), medida não invasiva que estima a força dos músculos inspiratórios, é o método mais utilizado na prática clínica (Caruso *et al.*, 2015, Areias *et al.*, 2020) e como parâmetro prescritivo para o treinamento desses músculos (Minahan *et al.*, 2015; Areias *et al.*, 2020, Lorca-Santiago *et al.*, 2020). A P_Imáx representa a força global dos músculos inspiratórios, sendo mensurada por um equipamento denominado manovacuômetro (Neder *et al.*, 1999; Caruso *et al.*, 2015, Areias *et al.*, 2020). Essa mensuração apresenta relevância para o diagnóstico de doenças que acometem o sistema respiratório e neuromusculares e, por ser realizada por um aparelho portátil e por método não invasivo, torna-se uma ferramenta acessível (Caruso *et al.*, 2015).

Embora importante para o contexto esportivo, grande parte dos estudos que avaliaram os parâmetros inspiratórios acima reportados relataram os valores de modo absoluto, sem considerar as medidas corporais totais (à exemplo, massa e estatura) para relativizar os resultados, algo que poderia ser melhor explorado. Ainda, o tamanho da caixa torácica estimado por medidas de circunferência dessa região poderia ser adotado para providenciar as relativizações, possibilitando a comparação de resultados entre indivíduos de ambos os sexos e atletas de diferentes modalidades de maneira mais precisa e confiável.

O mecanismo da inspiração, além sofrer alterações pelas características corporais, também pode sofrer influência do ambiente, ocasionando alterações funcionais e estruturais no organismo. A hipóxia, que se refere à restrição de oxigênio, por exemplo do ambiente, pode motivar a diversas alterações metabólicas decorrentes da exposição à essa situação, tais como algumas adaptações hematológicas (Girard, Brocherie e Millet, 2017) e diferentes impactos nos sistemas muscular, circulatório e respiratório, contribuindo para a melhora de performance em algumas modalidades (Vargas-Pinilla, 2014). Por tais motivos, a linha de investigação que associa o treinamento físico a diferentes condições de hipóxia vem sendo fortalecida, com propostas que envolvem diferentes regimes, dentre eles o uso de tendas para simular a hipóxia ocasionada pela altitude, mas em condição normobárica.

Por fim, ainda não está estabelecido na literatura se essa relação entre medidas antropométricas e parâmetros inspiratórios pode ser afetada por condição de hipóxia sistêmica, como àquela propiciada por exposição à câmara hipóxica e normobárica. Considerando que o treinamento respiratório é capaz de diminuir a sensação de fadiga de músculos respiratórios e esse meio vem sendo timidamente aplicado no contexto dos programas em altitude, conhecer os impactos da hipóxia sobre a P_{Imáx} e o S-index, em especial quando relativizados por medidas antropométricas, pode contribuir com a ciência e aplicações em esferas esportivas.

METODOLOGIA:

Para realização deste estudo foram necessárias três sessões de avaliação. Na primeira, os participantes foram informados sobre o projeto de pesquisa, responderam ao Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), anamnese e, os que atenderam os critérios de inclusão e não apresentaram os critérios de exclusão, foram convidados a assinar o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE). Em seguida, foram submetidos aos protocolos para obtenção das medidas antropométricas. Após essa avaliação, todos realizaram uma familiarização com os equipamentos que foram utilizados nas próximas avaliações. Nas sessões subsequentes, realizadas aleatoriamente, os participantes foram submetidos à avaliação das medidas inspiratórias em condições de normóxia (exposição aos níveis de oxigênio do ambiente) apresentando uma fração inspirada de oxigênio (FIO₂) é de ~19,5% e, hipóxia (exposição à níveis reduzidos de oxigênio) a uma FIO₂ equivalente a 14,5% (~3000m). Em ambas as sessões, os participantes foram submetidos à avaliação da pressão inspiratória máxima (P_{Imáx}).

Para a estimativa do percentual de gordura corporal (%) foi utilizado o protocolo de Σ 7DC proposto por Jackson e Pollock (1978).

A pressão inspiratória máxima (P_{Imáx}) avalia a força inspiratória global. Ao realizar o teste, os participantes permaneceram sentados e realizaram o esforço inspiratório iniciado a partir do volume residual após expiração máxima (Cirino *et al.*, 2021). Os participantes efetuaram o esforço inspiratório máximo contra um bocal ocluído com um pequeno vazamento de ar para minimizar o uso dos músculos bucais e o fechamento glótico. Cada participante realizou 5 esforços de inspiração máxima sem

vazamento de ar perioral com 1 min de intervalo entre elas (Neder *et al.*, 1999). As inspirações foram sustentadas por 1s para registrar a maior pressão inspiratória, sendo considerada a medida de maior valor entre as inspirações reprodutíveis, ou seja, com variação de valores $\leq 10\%$ (Neder *et al.*, 1999). Para obtenção dessa medida utilizou-se o manovacuômetro analógico (± 300 cmH₂O) (Ger-ar®, São Paulo, Brasil). Todos os participantes utilizaram um clipe nasal para evitar o vazamento de ar pelas narinas.

Para a análise estatística, foi realizada a estatística descritiva de média e desvio padrão. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade pelo teste de Levene. Teste t-Student pareado comparou as medidas inspiratórias nas duas condições ambientais (normóxia vs hipóxia). A correlação produto-momento de Pearson foi aplicada entre os valores da medida inspiratória com as medidas antropométricas dos participantes. O nível de significância utilizado foi de $p \leq 0,05$

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A tabela 1, apresenta os resultados das variáveis antropométricas e estimativas de composição corporal dos indivíduos jovens, saudáveis do sexo masculino e, das variáveis inspiratórias (PI_{máx} e PI_{máx} Relativa) avaliadas em sessões de hipóxia e normóxia.

Tabela 1. Caracterização das amostras. Composição corporal dos participantes, coletadas em ambiente de normoxia, com as variáveis inspiratórias coletadas em sessões de normóxia e hipóxia.

Variáveis	Homens (n=11)
<i>Massa Corporal (Kg)</i>	81,08±17,59
<i>Estatura (m)</i>	1.75±0.09
<i>Envergadura (cm)</i>	176,77±9,6
<i>Variáveis Inspiratórias</i>	
<i>PI_{máx} (CmH₂O) Normóxia</i>	130±19,68
<i>PI_{máx} Relativa (cmH₂O. kg⁻¹) Normóxia</i>	1,70±0,42
<i>PI_{máx} (CmH₂O) Hipóxia</i>	122,27±16,94
<i>PI_{máx} Relativa (cmH₂O. kg⁻¹) Hipóxia</i>	1,56±0,33

Resultados apresentados em média±desvio padrão. Pressão Inspiratória Máxima (PI_{máx})

A partir dos resultados obtidos em ambos os ambientes, de normóxia e hipóxia, pode-se observar que os valores de PI_{máx} (tanto absolutos como relativos), não apresentaram diferença significativa em relação à condição ambiental (normóxia vs hipóxia). Também não foram identificadas correlações significantes da PI_{máx} absoluta com os parâmetros antropométricos. Entretanto, ao relativizá-la pela massa corporal, correlação inversa e significativa foi visualizada não apenas com a massa corporal, mas com a envergadura, em ambas as condições de oferta de O₂ (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Correlação entre as variáveis inspiratórias no ambiente normóxico com as variáveis antropométricas coletadas em ambiente normóxico.

Normóxia			
	n=11	PI _{máx}	PI _{máx} Relativa
Massa Corporal (Kg)	r	0,14	-0,7
	P	0,68	0,02*
Estatura (m)	r	0,11	-0,56
	P	0,74	0,08
Envergadura (cm)	r	-0,03	-0,67
	P	0,93	0,02*

Tabela 3. Correlação entre as variáveis inspiratórias no ambiente hipóxico com as variáveis antropométricas coletadas em ambiente normóxico.

Hipóxia 3000m			
	n=11	PI _{máx}	PI _{máx} Relativa
Massa Corporal (Kg)	r	0,29	-0,75
	P	0,39	0,01*
Estatura (m)	r	0,23	-0,56
	P	0,49	0,07
Envergadura (cm)	r	0,16	-0,65
	P	0,64	0,03*

A figura 1, que demonstra os valores obtidos em ambiente de normóxia, a PI_{máx} relativa apresentou uma correlação inversa com a massa corporal (MC) e envergadura, indicando que, quanto maior for a PI_{máx} relativa, menor os resultados antropométricos. Na figura 2 estão expressos os valores obtidos em ambiente de hipóxia, que tem como característica uma menor oferta de oxigênio. A PI_{máx} relativa apresentou uma correlação inversa com a massa corporal (MC) (figura A), envergadura (gráfico B).

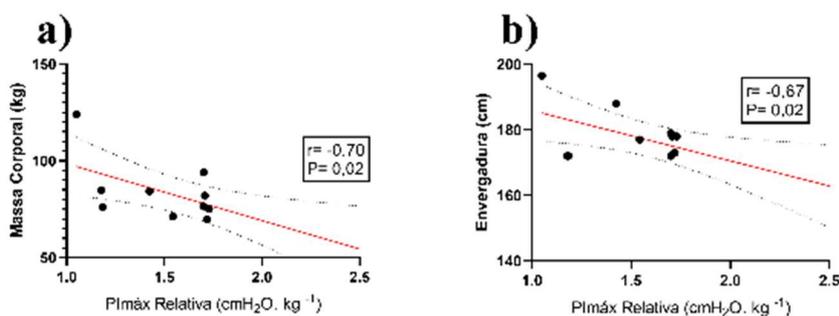


Figura 1. Correlação da pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) relativizada com parâmetros antropométricos em condição de normóxia (n=11). P≤0,05.

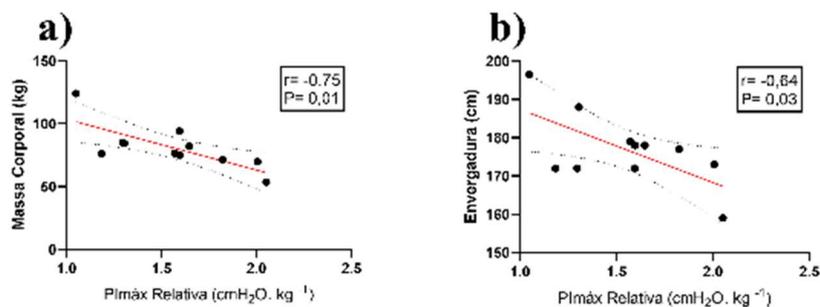


Figura 2. Correlação da pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) relativizada por resultados antropométricos, em condição de hipóxia (n=11) P≤0,05.

Dentre as medidas antropométricas, a estatura pode apresentar influência sobre a capacidade pulmonar (Bairapareddy *et al.*, 2021). A estatura também parecer estar relacionada com as medidas inspiratórias obtidas em testes que mensuram ou estimam a capacidade ventilatória do pulmão (Delgado e Bajaj, 2024; Green, Mead e Turner, 1974).

No caso de nosso estudo, as sessões avaliativas em duas condições ambientais foram conduzidas de maneira aguda. Nesse sentido, os resultados de P_{Imax} absolutos e relativizados não sofreram a influência da hipóxia. Outro ponto a se destacar é que a relativização das medidas inspiratórias pela massa corporal, resultou em diversas correlações com a composição corporal, em ambos os ambientes, o que pode favorecer a comparação desses parâmetros respiratórios em cenários diferentes, já que, evidencia, que de maneira aguda a hipóxia não altera os valores de P_{Imáx}.

CONCLUSÕES:

A partir desse estudo pode-se concluir que, ao menos de modo agudo, a determinação da P_{Imáx} não foi influenciada pela condição de hipóxia. Após a relativização das medidas inspiratórias por uns parâmetros antropométricos, correlações desse parâmetro com a massa corporal e envergadura foram observadas em ambas as condições ambientais, isso sugere que as medidas inspiratórias efetuadas sofrem influência das medidas corporais, o que deve ser considerado em estudos futuros, tanto para intervenções em normóxia como em hipóxia.

BIBLIOGRAFIA

- AREIAS, G. DE S. *et al.* Concurrent Validity of the Static and Dynamic Measures of Inspiratory Muscle Strength: Comparison between Maximal Inspiratory Pressure and S-Index. **Brazilian journal of cardiovascular surgery**, v. 35, n. 4, p. 459–464, 1 ago. 2020.
- BAIRAPAREDDY, K. C. *et al.* Maximal Respiratory Pressures and Maximum Voluntary Ventilation in Young Arabs: Association with Anthropometrics and Physical Activity. **Journal of multidisciplinary healthcare**, v. 14, p. 2923–2930, 2021.
- CARUSO, P. *et al.* Diagnostic methods to assess inspiratory and expiratory muscle strength. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 41, n. 2, p. 110–123, abr. 2015.
- CIRINO, C. *et al.* Complex network model indicates a positive effect of inspiratory muscles pre-activation on performance parameters in a judo match. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 11148, 27 maio 2021.
- DELGADO, B. J.; BAJAJ, T. **Physiology, Lung Capacity**. [s.l.: s.n.].
- GIRARD, O.; BROCHERIE, F.; MILLET, G. P. Effects of Altitude/Hypoxia on Single- and Multiple-Sprint Performance: A Comprehensive Review. **Sports Medicine**, v. 47, n. 10, p. 1931–1949, 27 out. 2017.
- GREEN, M.; MEAD, J.; TURNER, J. M. Variability of maximum expiratory flow-volume curves. **Journal of Applied Physiology**, v. 37, n. 1, p. 67–74, jul. 1974.
- LORCA-SANTIAGO, J. *et al.* Inspiratory Muscle Training in Intermittent Sports Modalities: A Systematic Review. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 12, 21 jun. 2020.
- MCCOOL, F. D. *et al.* Maximal inspiratory pressures and dimensions of the diaphragm. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 155, n. 4, p. 1329–34, abr. 1997.
- MINAHAN, C. *et al.* Repeated-sprint cycling does not induce respiratory muscle fatigue in active adults: measurements from the powerbreathe® inspiratory muscle trainer. **Journal of sports science & medicine**, v. 14, n. 1, p. 233–8, mar. 2015.
- NEDER, J. A. *et al.* Reference values for lung function tests: II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 32, n. 6, p. 719–727, jun. 1999.
- VARGAS-PINILLA, O. C. Exercise and Training at Altitudes: Physiological Effects and Protocols. **Ciencias de la Salud**, v. 12, n. 1, p. 115–130, 16 jan. 2014.