

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE PREVENÇÃO E REABILITAÇÃO EM FISIOTERAPIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM PRESCRIÇÃO CLÍNICA DO EXERCÍCIO

RICARDO ANDRÉ DE SOUZA

**EFEITO DO TREINO MUSCULAR VENTILATÓRIO NO METABORREFLEXO
RESPIRATÓRIO E NA PERFORMANCE DE CORREDORES DO SEXO
MASCULINO: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

CURITIBA

2020

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE PREVENÇÃO E REABILITAÇÃO EM FISIOTERAPIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM PRESCRIÇÃO CLÍNICA DO EXERCÍCIO

RICARDO ANDRÉ DE SOUZA

**EFEITO DO TREINO MUSCULAR VENTILATÓRIO NO METABORREFLEXO
RESPIRATÓRIO E NA PERFORMANCE DE CORREDORES DO SEXO
MASCULINO: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Especialização em Prescrição Clínica do Exercício Do Setor Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial para conclusão da Especialização em Prescrição Clínica do Exercício.

Orientador(a): Prof^a Dr^a Ana Carolina Brandt de Macedo

CURITIBA

2020

Efeito do Treino Muscular Ventilatório no Metaborreflexo Respiratório e na Performance de Corredores do Sexo Masculino: Revisão Bibliográfica

Ricardo André de Souza

RESUMO

INTRODUÇÃO: Nos últimos anos o cenário da fisiologia do exercício tem dado especial atenção à resposta ventilatória ao exercício. Durante atividades esportivas, atletas realizam hiperventilações respiratórias para manter uma adequada troca gasosa e podem chegar à fadiga muscular. Para tal, aventa-se a hipótese de que em situações de aumento metabólico a disponibilidade de oxigênio diminui. Fazendo necessário o recrutamento da musculatura acessória para auxiliar o diafragma que tem sua ação diminuída ao longo do exercício. Tal recrutamento continua a reduzir a eficiência da mecânica respiratória, aumentando as exigências metabólicas e ativando sensorialmente o sistema nervoso central, desencadeando o metaborreflexo. Este é considerado um mecanismo adaptativo para salvaguardar a função pulmonar e a perfusão da musculatura respiratória em altas demandas. **OBJETIVOS:** Verificar o efeito do treinamento muscular ventilatório no metaborreflexo respiratório e sua capacidade de aumentar a performance de corredores do sexo masculino. **MÉTODOS:** Trata-se de uma revisão bibliográfica de artigos indexados nas bases de dados Medline, Lilacs, Pubmed, Scielo, PEDRO, Cochrane. **CONCLUSÃO:** A presente revisão demonstrou ser escasso a quantidade de estudos sobre treinamento muscular inspiratório e seus efeitos no metaborreflexo respiratório em corredores do sexo masculino. Sugere então, a realização de mais estudos com corredores do sexo masculino afim de elucidar tais ganhos.

Palavras-chave: Treinamento muscular inspiratório. Metaborreflexo, Corredores.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o cenário da fisiologia do exercício tem dado especial atenção à resposta ventilatória ao exercício (Dempsey et al. 2005; Shell et al. 2002) e o sistema respiratório tem sido apontado como um fator limitante para o ganho de performance (Romer e Polkey, 2008). Durante atividades esportivas, atletas realizam hiperventilações respiratórias para manter adequada troca gasosa. (Júnior et al., 2018; Segizbaeva et al., 2015). Nestes casos o desempenho da musculatura respiratória encontra-se diminuída e alguns fatores limitantes podem ser encontrados, tais como o aumento do trabalho respiratório, hipoxemia arterial induzida pelo exercício, dispneia e fadiga muscular. (Polla et al., 2004)

A fadiga muscular pode ser definida como perda da capacidade do desenvolvimento de força e de velocidade contrátil, resultante de atividade muscular em sobrecarga (ATS, 2002). Quando executado em alta demanda, o exercício pode levar à fadiga da musculatura periférica e diafragmática. Para tal, aventa-se a hipótese de que em situações de aumento metabólico a disponibilidade de oxigênio diminui. Fazendo necessário o recrutamento da musculatura acessória para auxiliar o diafragma que tem sua ação diminuída ao longo do exercício (Polla et al., 2004). Tal recrutamento continua a reduzir a eficiência da mecânica respiratória, aumentando as exigências metabólicas e ativando sensorialmente o sistema nervoso central, desencadeando o metaborreflexo (Stccoix et al., 2000).

O metaborreflexo muscular inspiratório é considerado um mecanismo adaptativo para salvaguardar a função pulmonar e a perfusão da musculatura respiratória em altas demandas (Seals et al. 2002). Uma vez identificado o acúmulo de metabólitos, a diminuição da oferta de sangue e oxigênio para esta musculatura, há alteração de fibras metabossensitivas e estimulação das vias aferentes mecanossensitivas tipo III e quimiossensitivas tipo IV, que mediadas pelo sistema nervoso simpático, acabam gerando série de ajustes cardiovasculares durante o exercício, dentre eles: vasoconstrição periférica e redistribuição do fluxo sanguíneo para os músculos respiratórios, levando os músculos periféricos à fadiga (Dempsey et al. 2005; Shell et al. 2002; Stccoix et al. 2000).

Os músculos respiratórios são morfologicamente e funcionalmente músculos estriados esqueléticos e deveriam responder ao treinamento de força da mesma forma que os músculos esqueléticos periféricos (Zhang et al. 2013). A primeira descrição do treinamento da musculatura respiratória data de 1976, por Leith e Bradley, como estratégia terapêutica. Consiste em impor sobrecarga aos músculos inspiratórios através de dispositivos com limiar de pressão, que oferecem controle de carga para a musculatura envolvida. Estes, apresentam uma válvula unidirecional, de sentido inspiratório, que se abre após a carga pressórica pré ajustada ser vencida (Moodie et al., 2011).

A utilização do treinamento muscular inspiratório (TMI) tem sido empregado como estratégia para minimizar os efeitos do exercício de alta intensidade sobre o organismo. Apesar de seus mecanismos de melhora permanecerem especulativos, podemos destacar a melhor capacidade de geração de força e atraso da fadiga muscular respiratória, uma redistribuição do fluxo sanguíneo respiratório ao aparelho locomotor e diminuição na percepção de desconforto respiratório (Hajghanbari et al., 2013). Dempsey et al., (2006) e McConnel et al., (2005) acrescentaram que o treinamento muscular inspiratório gera um ciclo que preserva o fluxo sanguíneo para os músculos respiratórios, reduzindo o acúmulo de metabólitos, atenuando o acúmulo de lactato e diminuindo a estimulação do sistema nervoso simpático e tendo como consequência o retardo do metaborreflexo respiratório (Romer et al., 2003)

Os estudos com TMI são amplamente utilizados no tratamento e reabilitação de patologias (Huang et al., 2011) mas também podem ser utilizados em pessoas saudáveis e atletas, como os corredores de maratona (Johnson et al., 2007). Postula-se então, que o treinamento muscular ventilatório seja capaz de reduzir a fadiga prematura dos músculos respiratórios quando submetidos a moderada/máxima demanda em atletas treinados levando assim a uma melhora do desempenho esportivo (Verges et al., 2010). Portanto, o presente estudo tem por objetivo realizar uma revisão bibliográfica para verificar a eficácia do treinamento muscular inspiratório na performance de corredores.

2 METODOLOGIA

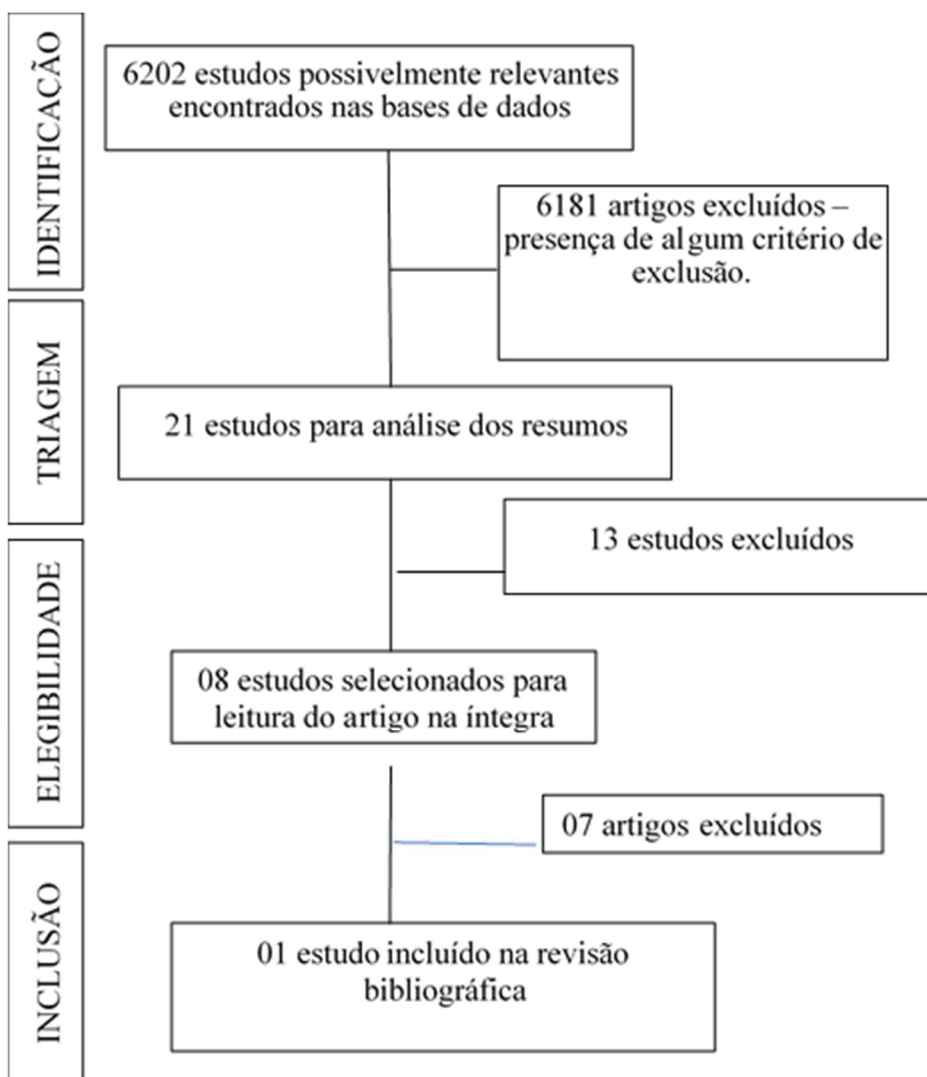
Trata-se de uma revisão bibliográfica de artigos indexados nas bases de dados *Medline*, *Lilacs*, *Pubmed*, *Scielo*, PEDRO, Cochrane. Para a busca foram utilizadas as seguintes expressões em inglês: inspiratory muscle training, ventilatory muscle training, associados com as seguintes expressões: central fatigue, metaborreflex, endurance, run, running.

As buscas foram limitadas por artigos encontrados na íntegra, sendo pré-selecionados através dos títulos e da leitura dos resumos, com base nos seguintes critérios de inclusão: indivíduos do sexo masculino, corredores, treinamento inspiratório muscular, avaliação pré e pós intervenção. Critério de exclusão: amostra com mulheres, indivíduos e estudos relacionados a algum tipo de doença, artigos de revisão, estudos realizados com animais. Quando o título e o resumo não forneceram informações suficientes, os autores realizaram a leitura do artigo na íntegra e definiram sua inclusão ou não nesse estudo.

3 RESULTADOS

Foram encontrados ao todo 6202 artigos. Após a leitura dos títulos foram excluídos 6181 artigos que não faziam parte dos critérios de inclusão. Após realizada a leitura dos resumos dos 21 artigos restantes, restaram apenas 08 artigos para leitura na íntegra. Assim feito, 07 artigos foram excluídos, por não serem elegíveis; 02 porque os testes eram realizados com atletas de futebol e rugby; 01 por não utilizar atletas corredores em sua amostra; 02 por serem estudos avaliativos e comparativos entre grupos e não contemplar intervenção; 02 por conter mulheres na amostra (FIGURA 1).

FIGURA 1. ETAPAS REALIZADAS NO PROCESSO DE SELEÇÃO E MOTIVOS DE EXCLUSÃO.



FONTE: O autor (2020)

O único artigo incluído foi o de Edwards et al. (2008) que consistiu em observar o desempenho de corredores em um teste de 5000m antes e após 4 semanas de TMI. Neste estudo foram avaliados 16 sujeitos e divididos em 02 grupos: treinados (TRA=08) e placebo (PLA=08). Ambos receberam intervenção com condicionamento cardiovascular e com TMI. Porém, apenas o grupo TRA recebeu treinamento muscular inspiratório (TMI) com carga, sendo este, o diferencial. Consistia em realizar diariamente, inspirações com carga que permitisse completar 30 incursões máximas (TABELA 1)

TABELA 1. CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO

Referencias	Design do estudo	N	Grupos	Frequencia	Resultados
Edwards et al, 2008	Randomizado	16	- TRA (n=8) - PLA (n=8)	-30 insp máx/dia/4sem com resistência -30 insp máx/dia/4sem com resistência “nula”	- VO2 - PImáx - T 5000m

FONTE: O autor (2020)

Foram coletados os seguintes dados: Pressão inspiratória máxima (PImáx); medidas espirométricas basais: CVF, VEF1 e VVM, teste incremental de potência aeróbica máxima (VO2máx), limiar aeróbico (Tvent) e análise do lactato sanguíneo.

4 DISCUSSÃO

A presente revisão evidenciou que são escassos os estudos sobre o efeito do treinamento muscular em corredores do sexo masculino.

No único estudo (Edwards et al., 2008) encontrado de acordo com os critérios de inclusão e exclusão foi verificada diferenças significativas apenas na PImáx que aumentou para o grupo TRA (14,5 (6,8)%; p, 0,01) quanto para o grupo PLA (alteração 7,8 (7,4)%; p, 0,01). O VO2máx melhorou em ambos os grupos e não houve diferença entre os grupos na mudança de desempenho (%) em nenhuma das medidas. O principal indicativo foi que o uso simultâneo de TMI e treinamento cardiovascular resultou em um desempenho médio do teste contrarrelógio de 5000m melhorado (TRA: 4,3 (1,6)%), comparado com uma condição placebo (2,2 (1,9)%), mas não foi capaz aumentar o VO2máx em maior extensão do que o treinamento cardiovascular sozinho (TRA: +2,1 (2,3)%, PLA: +1,3 (2,4)%).

Os autores propõem que a falta de suporte à mudança de desempenho no VO2max e no limiar aeróbico complica uma interpretação reducionista das adaptações positivas de desempenho induzidas por TMI. A presença de um

regulador central (cérebro) e diversos fatores que melhoram a percepção de esforço sugerem que não há variável única que possa controlar essa alteração em ensaios temporais e a TMI pode influenciar positivamente estas percepções. Testes pós-treinamento repetidos são necessários para confirmar se a alteração do desempenho induzida pela TMI é uma característica temporária da percepção alterada ou uma adaptação do organismo de longo prazo.

Esses achados diferem em partes do estudo realizado por Hartz et al. (2018) em que após 12 semanas de TMI em jogadores de handebol, os resultados mostraram melhora significativa nas $PI_{máx}$, e também do $VO_{2máx}$. O treinamento consistiu em realizar diariamente, de forma progressiva ao longo das semanas. De 1ª a 4ª semana 50% da $PI_{máx}$; da 5ª a 8ª semana, 60% da $PI_{máx}$ e da 9ª a 12ª semana, 70% da $PI_{máx}$. Uma possibilidade para tal diferença, seria o protocolo TMI aplicado e também o tempo de intervenção, cuja diferença é de 8 semanas a mais neste. O principal resultado deste estudo foi a demonstração de que a alta intensidade do TMI por 12 semanas com cargas de até 70% da $PI_{máx}$ proporcionou importante e significativos aumentos no $PI_{máx}$, $PE_{máx}$ ventilação voluntária máxima (VVM) em jogadores amadores de rugby.

Outros estudos (Romer et al. 2002; Nick et al. 2009; Tong et al. 2008) demonstraram que o TMI em atletas de diferentes áreas teve efeitos positivos no desempenho físico, força muscular respiratória e $PI_{máx}$, com carga de treinamento de 50% da $PI_{máx}$. No entanto, não há ainda um protocolo específico quanto ao percentual a ser adotado na carga de treinamento. Os autores sustentam com esses resultados a hipótese de que os benefícios da TMI a 80% do $PI_{máx}$ atenuam a resposta pressórica, reduzem o acúmulo metabólico, a fadiga muscular e reduzem o fluxo sanguíneo nos membros inferiores durante a indução de atividade meta-reflexa.

Romer et al. (2001) realizaram um estudo onde avaliaram o uso da TMI em 24 atletas do sexo masculino de diferentes modalidades (futebol, rugby, hóquei de campo e basquete) por 6 semanas. Foram realizadas 30 inspirações 2 vezes por semana com carga equivalente a 50% da $PI_{máx}$. Não obteve melhora nos tempos totais de corrida, porém além do aumento da $PI_{máx}$ após intervenção, observou-se também melhora no tempo de recuperação, dado este, que ainda não haviam sido observados em outros estudos. Segundo os autores,

os aumentos significativos no $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ sugerem que as melhorias representam uma resposta genuína ao treinamento e que os dados obtidos suportam a ideia de que a TMI atenua o lactato sanguíneo e as respostas perceptivas ao exercício de resistência submáximo.

Kellens et al. (2011) avaliaram a influência do TMI em dezenove esportistas recreativos (3 a 7 horas de atividade por semana) do sexo masculino por 8 semanas. Realizaram 2 vezes por dia 30 inspirações com carga 85% da $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ e obtiveram resultados expressivos no aumento da $\dot{V}O_{2\text{máx}}$.

Romer et al. (2010) estudaram o efeito do TMI em 16 ciclistas de estrada treinados do sexo masculino e, após um período de seis semanas, com objetivo de observar possível melhora em teste contra relógio. O grupo de treinamento muscular inspiratório realizou 30 esforços inspiratórios dinâmicos duas vezes ao dia por 6 semanas contra uma carga limiar de pressão equivalente a 50% $\dot{V}O_{2\text{máx}}$. Este estudo não demonstrou melhora significativa no $\dot{V}O_{2\text{máx}}$.

Dezesseis sujeitos saudáveis do sexo masculino foram avaliados por Witt et al. (2007) antes e após TMI por cinco semanas. O protocolo de treinamento utilizava-se de 50% da $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, 1X/dia, seis dias por semana. Houve no grupo experimental um aumento significativo da $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ após o treinamento, o que não fora observado no grupo placebo. Os autores afirmam haver diversas limitações neste estudo que merecem destaque. Primeiramente, o emprego um teste de pressão volitiva ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$ e $\dot{V}E_{\text{máx}}$) em vez de um teste eletromiográfico para a avaliação da força muscular inspiratória e expiratória. Apesar da melhora da $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ no grupo experimental sugerir fortemente um aumento da força muscular inspiratória global, não está claro quais adaptações fisiológicas estão por trás disto. O aumento do impulso central, o aumento do recrutamento das unidades motoras, a contratilidade muscular inspiratória aumentada e a hipertrofia muscular inspiratória são todas as explicações possíveis para o aumento da $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ observado após a TMI.

Hursh et al. (2019), avaliaram o efeito do TMI em quatorze atletas treinados após seis semanas e obtiveram uma melhora significativa de 1,4% no tempo total de desempenho no teste contra relógio de 20 km de ciclismo e concluíram que a TMI, seguindo este protocolo resultou em melhorias na força e resistência muscular respiratória destes indivíduos.

Estudo realizado por Vasconcelos et al (2017), avaliou 24 atletas de basquete, do sexo feminino. Os sujeitos que compuseram o grupo experimental receberam TMI pelo período de 04 semanas, realizando 30 inspirações a 50% da P_{lmáx}. Esta aumentou significativamente, e no grupo controle permaneceu inalterado. Concluíram que 04 semanas de TMI aumentam a capacidade dos músculos respiratórios em atletas de basquete. Porém não houve alteração nas capacidades aeróbicas e pareceu não aliviar as restrições respiratórias no pico do exercício.

Vasconcelos et. al (2017) afirmam não haver respostas claras, mas parece haver uma forte necessidade de mais trabalho sobre o papel dos mecanismos respiratórios na limitação do desempenho, incluindo a interação entre fadiga muscular respiratória, treinamento muscular. Corroborando com o achado no estudo de Edwards et al, 2015.

O mecanismo pelo qual o TMI melhora o desempenho do exercício para todo o corpo ainda não está claro. Acreditamos que o motivo da melhora é multifatorial, mas pode incluir os efeitos do treinamento muscular inspiratório sobre a intensidade com que os esforços respiratórios e periféricos são percebidos.

5 CONCLUSÃO

A presente revisão demonstrou ser escasso a quantidade de estudos sobre treinamento muscular inspiratório e seus efeitos no metaborreflexo respiratório em corredores do sexo masculino. E a literatura atual que realiza a intervenção com outros esportes, ainda que com resultados expressivos, não obteve ainda um consenso referente sua eficácia. Sugere então, a realização de mais estudos com corredores do sexo masculino afim de elucidar tais ganhos.

REFERÊNCIAS

DEMPSEY, J. A., ROMER, L., RODMAN, J., MILLER, J., and SMITH, C. Consequences of exercise-induced respiratory muscle work. *Respir. Physiol. Neurobiol.* 2006 151, 242–250

SHELL et al. Threshold effects of respiratory muscle work on limb vascular resistance. *J Physiol Heart Circ Physiol* 282: H1732–8, 2002

ROMER L.M, POLKEY M.I. Exercise induced respiratory muscle fatigue: implications for performance. *J Appl Physiol.* 2008; 104(3): 879-88.

JÚNIOR, et al. Effects of high-intensity inspiratory muscle training in rugby players. *Rev Bras Med Esporte – Vol. 24, no 3 – Mai/Jun, 2018*

Segizbaeva M.O. et al. Effects of Inspiratory Muscle Training on Resistance to Fatigue of Respiratory Muscles During Exhaustive Exercise. *Adv Exp Med Biol.* 2015; 840:35-43

POLLA B, et al. Respiratory muscle fibers: specialization and plasticity. *Thorax.* 2004; 59(9): 808–17.

ATS AMERICAN THORACIC SOCIETY /EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY (ATS/ERS). Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166: 518-624.

STCROIX, C.M, MORGAN, B.J, WETTER, T.J., DEMPSEY, J.A. Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex sympathetic activation in humans. *J Physiol.* 2000; 529: 493-504.

SEALS, D. R. Robin Hood for the lungs? a respiratory metaboreflex that “steals” blood flow from locomotor muscles. *J. Physiol.* 2001 537:2.

ROMER L.M., MCCONNELL A.K. Specificity and reversibility of inspiratory muscle training. *Med Sci Sports Exerc.* 2003 Feb;35(2):237-44.

MOODIE, L. et al. Inspiratory muscle training increases inspiratory muscle strength in patients weaning from mechanical ventilation: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 2011 v. 57 (4): 213-221.

JOHNSON et al. Inspiratory muscle training improves cycling time-trial performance and anaerobic work capacity but not critical power. *Eur J Appl Physiol.* 2007; 101:761-70

HUANG, C.H., YANG, G.G., WU, Y.T., LEE, C.W. Comparison of inspiratory muscle strength training effects between older subjects with and without chronic obstructive pulmonary disease. *J Formos Med assoc.* 2011; 110:518-26.

HAIJGHANBARI, B et al. Effects of respiratory muscle training on performance in athletes: A systematic review with meta-analysis. *J Strength Cond Res.* 2013; 27(6): 1643–1663.

VERGES, S., BACHASSON, D., AND WUYAM, B. Effect of acute hypoxia on respiratory muscle fatigue in healthy humans. *Respir. Res.* 2010 11:109.

ZHANG, D., GONG, H., LU, G. GUO, H., LI, R., ZHONG, N., POLKEY, M.I., LUO, Y. Respiratory motor output during an inspiratory capacity maneuver is preserved despite submaximal exercise. *Respir Physiol Neurobiol.* 2013 Oct 1;189(1):87-92.

EDWARDS, A.M., WELLS, C., & BUTTERLY, R. Concurrent inspiratory muscle and cardiovascular training differentially improves both perceptions of effort and 5000 m running performance compared with cardiovascular training alone. *British journal of sports medicine*, 2008. 42(10), 823-827.

HARTZ et al. Effect of inspiratory muscle training on performance of handball athletes. *Journal of Human Kinetics* - volume 63/2018

ROMER, L.M., MCCONNELL, A.K., JONES, D.A. Effects of inspiratory muscle training on time-trial performance in trained cyclists. *J Sports Sci.* 2002; 20(7):547-62.

NICK C.R., MORGAN D.W., FULLER D.K., CAPUTO J.L. The influence of respiratory muscle training upon intermittent exercise performance. *Int J Sports Med.* 2009;30(1):16-21

TONG, T.K. et al. (2008) The effect of inspiratory muscle training on high-intensity, intermittent running performance to exhaustion. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 33(4), 671-681.

KELLENS, I. et al. Entraînement de la force des muscles inspiratoires chez le sujet sportif amateur. *Revue des maladies respiratoires* (2011) 28, 602—608

VASCONCELOS et al. The influence of inspiratory muscle training on lung function in female basketball players - a randomized controlled trial. *Porto Biomed. J.* 2017; 2(3):86–89