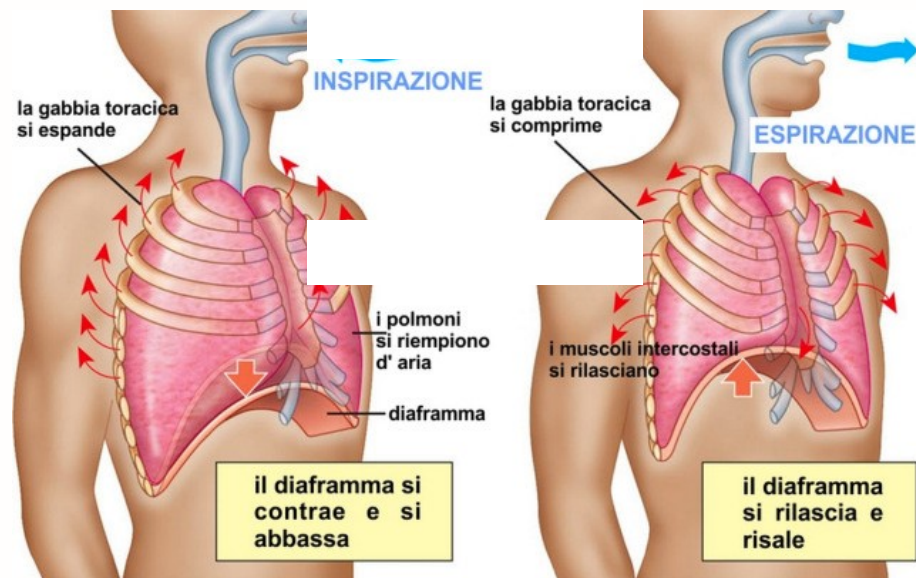
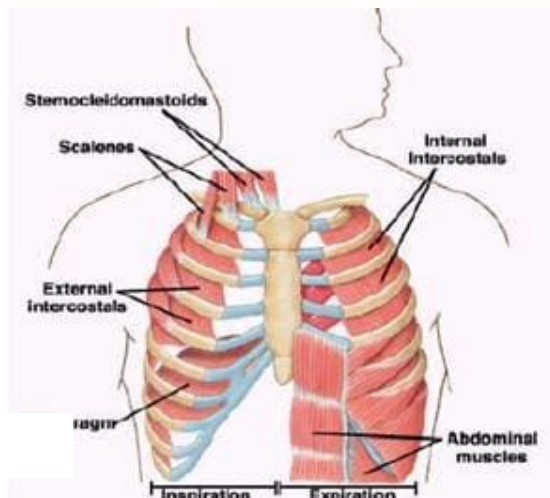


MUSCOLI RESPIRATORI



Lavoro respiratorio è una combinazione di:

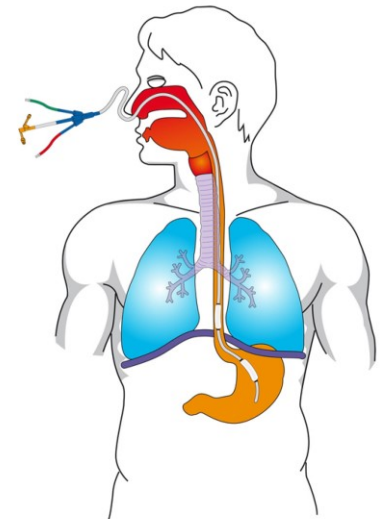
- Lavoro elastico per superare il ritorno elastico del polmone durante inspirazione, e della gabbia toracica durante espirazione.
- Lavoro resistivo per superare le resistenze delle vie aeree.
- Il costo energetico dei muscoli respiratori \uparrow con \uparrow VE e del lavoro respiratorio.
- Durante esercizi di intensità moderata la muscolatura respiratoria richiede circa il 3-6% del consumo di O₂ \rightarrow 10-15% al massimo esercizio \rightarrow 15% in soggetti molto allenati.

MIP = massima pressione inspiratoria: soggetto collegato a boccaglio collegato a rilevatore di pressione. Si parte da «*polmoni vuoti*» (Volume Residuo), si esegue una massima inspirazione, apnea di 1,5 sec e misura

MEP = massima pressione espiratoria : idem ma partenza da «*polmoni pieni*» (CPT)



Pressione Transdiaframmatica: Sniff P_{DI} differenza tra pressione gastrica e pressione esofagea misurata contemporaneamente



UN PO' DI STORIA

1926: non allenabili:

The arms should not be moved. The respiratory muscles and apparatus have been exercised day and night since birth and well know how to breathe. Breathing is entirely self-adjusted and requires nothing more than to be saved from interference.

No artificial exercises, unless a lesion is present, whether they cramp the chest or not, can possibly improve on this self-adjustment possessed by every human being, inherited through many ages. Also, artificial exercises designed to strengthen the muscles of the chest are not breathing exercises. We do not breathe by muscular strength.

Anni-'70-'90 allenamento solo per patologie respiratorie

1976 *J Appl Physiol* (Leith & Bradley) Ventilatory muscle strength and endurance training.

5 settimane, 30-45 min/dì allenamento contro resistenza o iperpnea isocapnica →

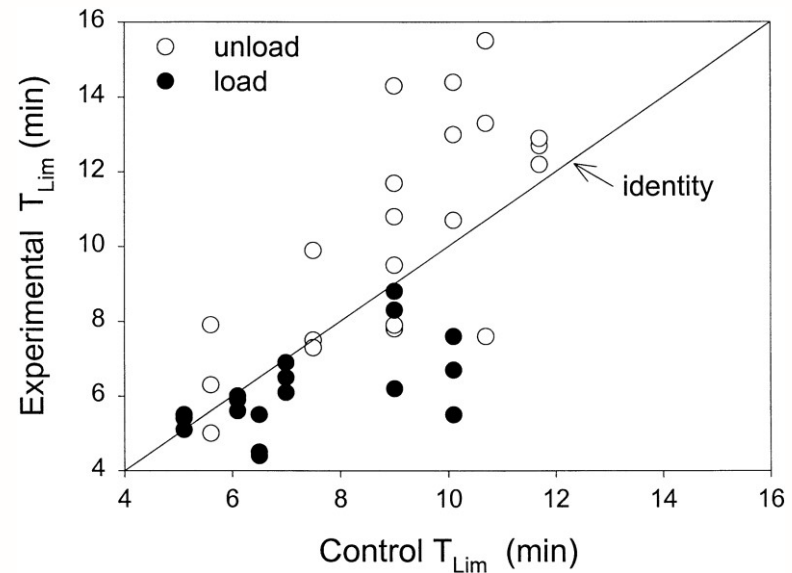
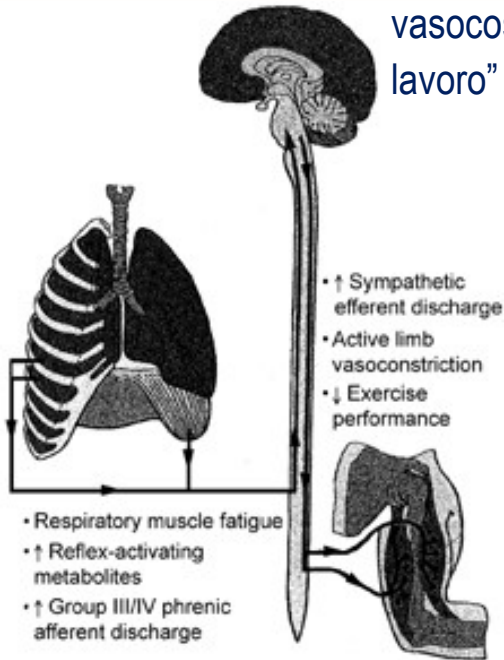
MIP ↑ ~ 55%, CV e TLC ↑ ~ 4%. MVV ↑ ~ 14%

Anni '90.....*Competition for blood flow distribution between respiratory and locomotor muscles: implications for muscle fatigue* Jerome Dempsey, The John Rankin Laboratory of Pulmonary Medicine, Department of Population Health Sciences, University of Wisconsin - Madison,

Robin Hood for the lungs? A respiratory metaboreflex that 'steals' blood flow from locomotor muscles

Seals DR *J Physiol.* 2001

Evidenza sempre più avvincente dell'esistenza di un "metaboreflex" che origina dai mm respiratori e che può modulare la perfusione degli arti attraverso la stimolazione dei neuroni vasocostrittori del sistema nervoso simpatico: il flusso di sangue ai muscoli locomotori "al lavoro" si reduce per questo effetto di vasocostrizione mediato dal simpatico.



Il lavoro respiratorio si riduce di circa il 50% con una ventilazione assistita → riduzione del 7% del consumo di ossigeno e miglioramento della tolleranza all'esercizio

Harms, Dempsey et al JAP 89, 2000

IMT

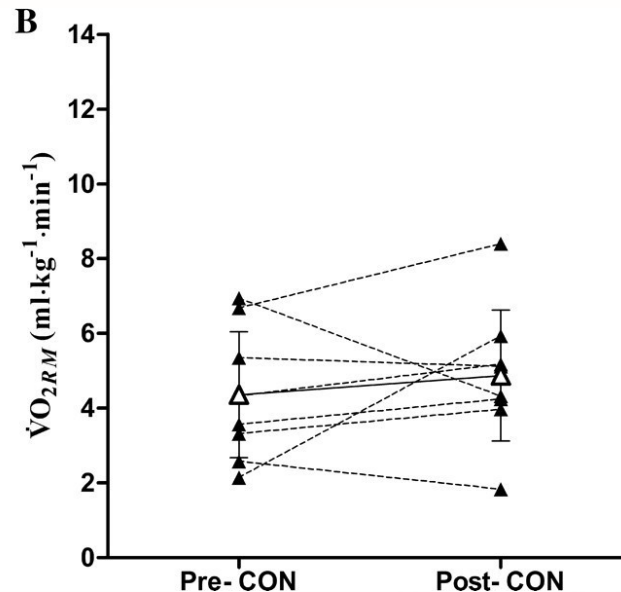
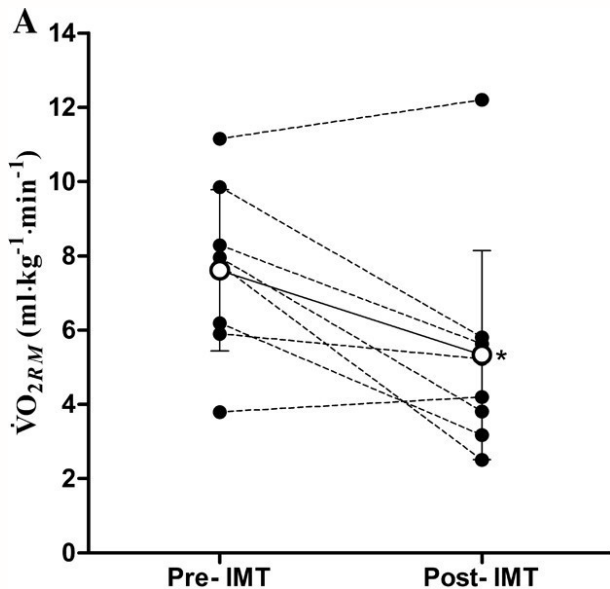
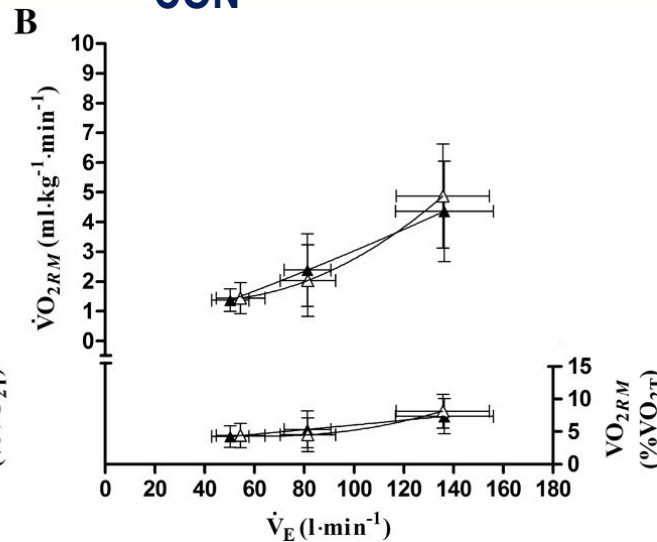
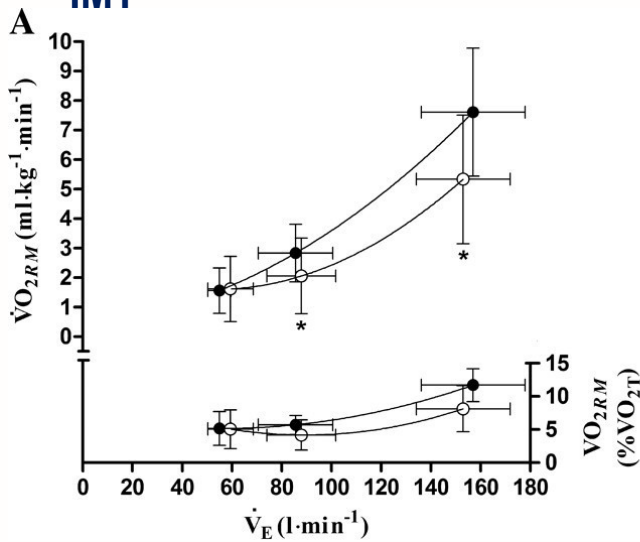
CON

**Iperpnea Volontaria Isocapnica
Prima e dopo ciclo di IMT**

The oxygen cost of voluntary hyperpnea ($\dot{V}O_{2RM}$) and $\dot{V}O_{2RM}$ expressed as a percentage of total oxygen consumption ($\dot{V}O_{2T}$) graphed against \dot{V}_E at low (50% $\dot{V}O_2$ max), moderate (75% $\dot{V}O_2$ max), and high (100% $\dot{V}O_2$ max) exercise intensities

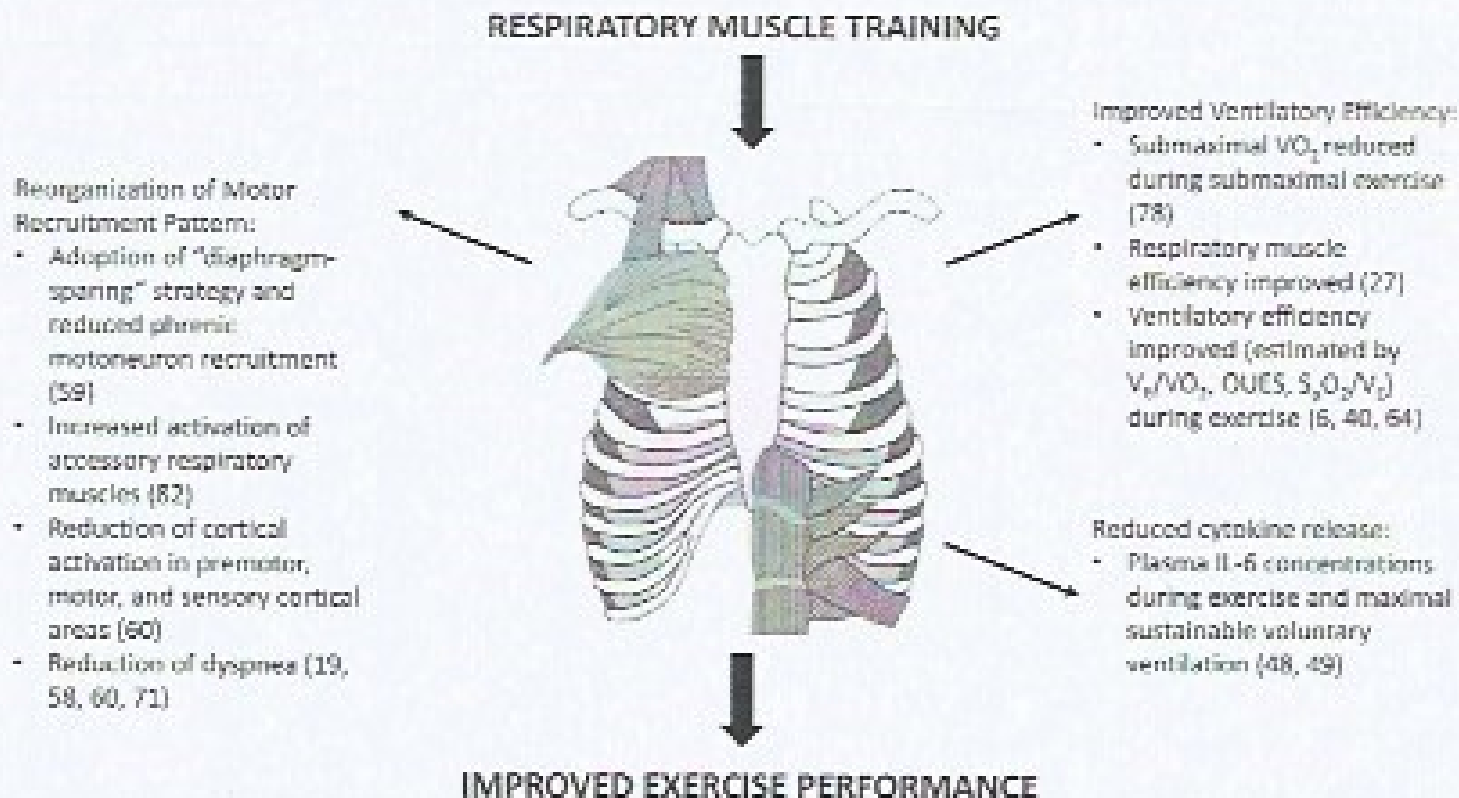
Individual pre- and post-training $\dot{V}O_{2RM}$ values obtained during maximal voluntary hyperpnea (100% $\dot{V}O_2$ max) for both IMT (A) and CON (B) groups. *

Turner LA, JAP 2012
Ferrara, 20-21 settembre 2019



Recent Advancements in Our Understanding of the Ergogenic Effect of Respiratory Muscle Training (RMT) in Healthy Humans: A Systematic Review. J Strenght Cond Res 2018

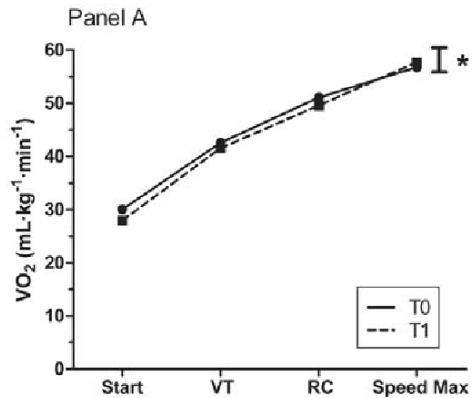
RMT ↑ performance in molte tipologie di esercizio, tra cui: la corsa, il ciclismo, il nuoto, il canottaggio
Effetti fisiologici proposti: ipertrofia del diaframma, switching del tipo di fibre muscolari, migliore economia energetica dei mm respiratori, migliore efficienza ventilatoria, attenuazione del metaboreflex, riduzione della percezione di dispnea.



Pattern Ventilatorio

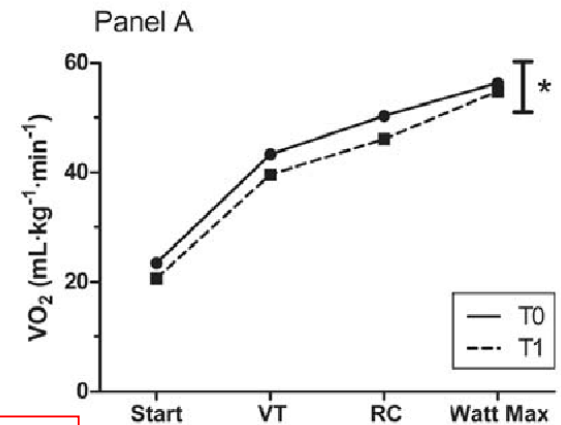
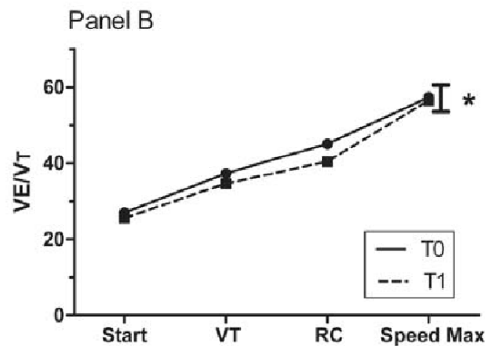
$$VE = V_T \times FR$$

La stessa ventilazione ottenuta da incremento più del volume corrente che della FR è più efficiente in termini di scambio dei gas

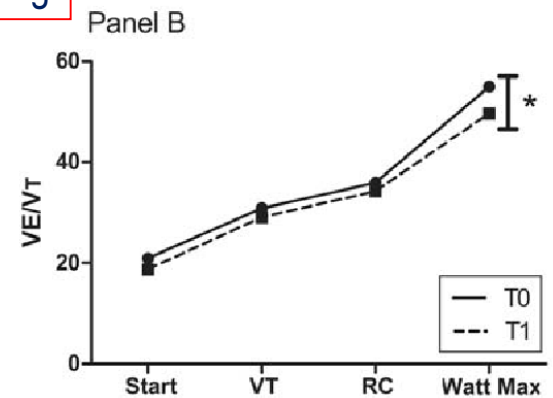


20 Triatleti prima e dopo
4 settimane di RMT con
Iperpnea isocapnica

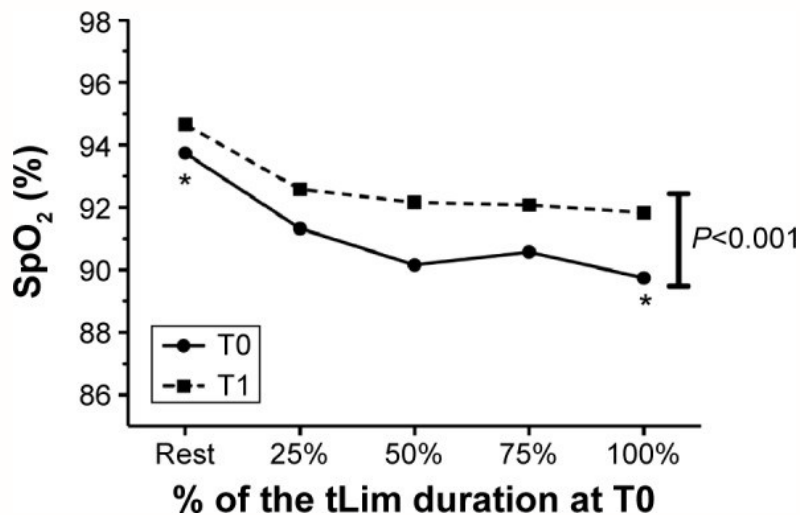
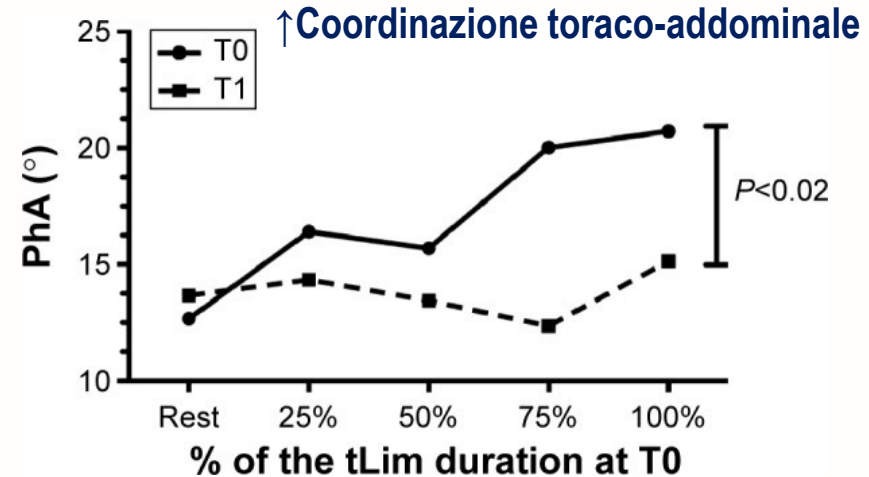
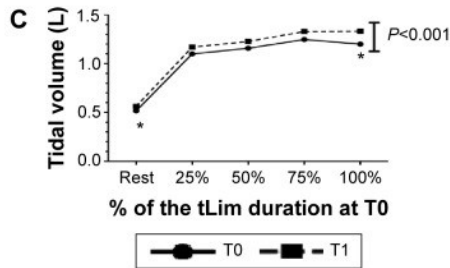
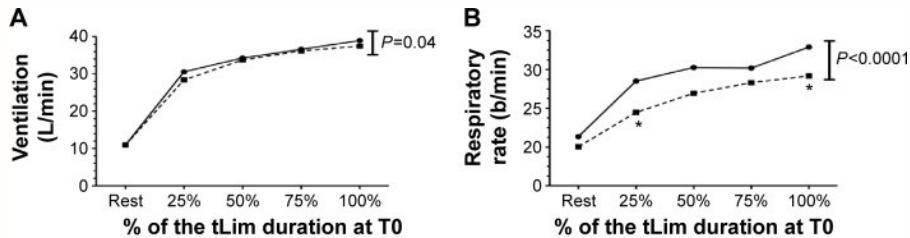
Running



Cycling



RIALLENAMENTO DEI MUSCOLI RESPIRATORI CON IPERPNEA ISOCAPNICA IN COPD



Respiratory muscle pressure

MIP (cmH₂O) 81.5 ± 31.6 91.8 ± 30.6*

Exercise performance

6MWT (meters) 423 ± 71 453 ± 73*

Respiratory muscle training with normocapnic hyperpnea improves ventilatory pattern and thoracoabdominal coordination, and reduces oxygen desaturation during endurance exercise testing in COPD patients. Bernardi E., Cogo A., Int J Chron Obstruct Pulmon Dis, 2015

Adamopoulos S Eur J Heart Fail. 2014. Combined aerobic/inspiratory muscle training vs. aerobic training in patients with chronic heart failure: The Vent-HeFT trial: a European prospective multicentre randomized trial

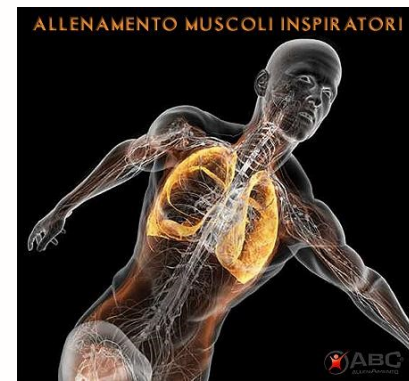
L'allenamento dei muscoli respiratori dovrebbe essere applicato anche nei programmi di riabilitazione cardiaca

Wenninger S J Neurol. 2019 Safety and efficacy of short- and long-term inspiratory muscle training in late-onset Pompe disease (LOPD): a pilot study.

Cicli frequenti di allenamento dei muscoli respiratori migliora la loro forza stabilizzando il diaframma e riducendo il progressivo indebolimento. L'incremento graduale della resistenza inspiratoria è ben tollerato, senza la comparsa di effetti collaterali, purchè i cicli di allenamento siano supervisionati e adattati al singolo paziente (scala della fatica).

Alvarez-Hetrms J Frontiers in Physiology 2019 Putative Role of Respiratory Muscle Training to Improve Endurance Performance in Hypoxia: A Review

L'allenamento dei muscoli respiratori si è rivelato utile anche prima dell'esposizione all'alta quota per ridurre gli effetti negativi dell'ipossia



Muscoli Respiratori: Riallenamento ?

