

## L'allenamento dei muscoli respiratori

I muscoli respiratori possono essere classificati in muscoli inspiratori e muscoli espiratori. Il principale muscolo inspiratorio è il diaframma. Vi sono poi altri muscoli tra cui gli sternocleidomastoidei, gli scaleni e gli intercostali esterni che possono essere reclutati a generare la pressione transpolmonare che produce il movimento dell'aria verso gli alveoli. E' proprio ai muscoli dell'inspirazione che si è rivolta l'attenzione degli studiosi che a partire dagli anni 80 hanno indagato la possibilità di allenarli ottenendo una migliore prestazione nei soggetti sani e, soprattutto negli atleti.

Anche in diverse patologie croniche, in particolare nella broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO), si è ricercato un possibile beneficio allenando i muscoli respiratori.

I muscoli respiratori sono muscoli scheletrici, e come tali rispondono in modo specifico e reversibile all'allenamento.

per scaricare il file completo accedere prima all'area riservata (solo per gli utenti registrati)

Antonio Satta

Consulente specialista pneumologo

Ente Ospedaliero Cantonale Lugano (CH)

Swiss Olympic Medical Centre, Locarno (CH)

Centro di Medicina dello Sport Campus Medico Varese (I)

In generale la teoria dell'allenamento vede l'applicazione di differenti metodi.

Basandosi sulla sollecitazione meccanica l'allenamento può essere isometrico, isotonico o isocinetico. Se invece si considera il metabolismo l'allenamento è aerobico, anaerobico o misto.

I muscoli respiratori, come gli altri muscoli, rispondono all'allenamento con modificazioni (reversibili) della struttura o della funzione.

Nel soggetto sano il sistema respiratorio non sembra essere un limite alla massima prestazione fisica, mentre in atleti, particolarmente negli sport a elevato impegno energetico, si sono osservati due possibili fattori limitanti da parte del sistema respiratorio. Il primo, legato al raggiungimento della massima capacità di diffusione dei gas tra alveoli e capillari, è l'ipossiemia arteriosa indotta da esercizio, con conseguente riduzione dell'apporto energetico ai muscoli. Il secondo riguarda proprio i muscoli respiratori, che possono andare incontro a fatica, anche in questo caso indotta da esercizio. In particolare è stata individuato un riflesso (metaboriflesso), attivato proprio dalla fatica dei muscoli respiratori, che attraverso mediatori chimici e vie nervose induce una vasocostrizione a livello dei muscoli scheletrici, riducendo l'apporto energetico e aumentando la percezione dello sforzo e della fatica.

Lo stesso meccanismo è ipotizzato in senso inverso, con un metaboriflesso a partenza dei muscoli scheletrici che influenzerebbe i muscoli respiratori.

Considerando che i due apparati muscolari, sistemico e respiratorio, sono in competizione per l'apporto energetico, appare probabile che esista una sorta di comunicazione reciproca.

In pazienti affetti da broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO) il sintomo dominante è la dispnea da sforzo con conseguente diminuzione della tolleranza all'esercizio fisico. Ciò condiziona le attività quotidiane e riduce notevolmente la qualità della vita. Il limite all'esercizio sembra essere riconducibile a tre ipotesi: un apporto energetico inadeguato ai muscoli respiratori e sistemici, una disfunzione muscolare generalizzata, una alterazione meccanica legata all'iperinflazione dinamica che si verifica durante sforzo. E' probabile la sovrapposizione dei tre diversi meccanismi, con notevole variabilità interindividuale. Almeno due delle ipotesi citate vedono un coinvolgimento diretto dei muscoli inspiratori. Vi è quindi una base razionale a indicare la possibilità di allenare in modo specifico i muscoli respiratori sia per quanto riguarda gli atleti, sia per i soggetti con BPCO.

Metodiche e campi applicazione:

L'allenamento dei muscoli respiratori si attua utilizzando dispositivi che sfruttano due modalità differenti: l'allenamento alla forza, mediante aggiunta di resistenze inspiratorie e allenamento di resistenza, mediante la stimolazione

---

all'iperventilazione cosiddetta "isocapnica", cioè mantenendo costante il livello di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>).

L'allenamento alla forza vede l'applicazione di resistenze all'inizio dell'inspirazione, con un metodo che prende il nome di stimolo di soglia.

L'allenamento con iperventilazione isocapnica, un tempo di difficile utilizzo in quanto le apparecchiature erano complesse, costose, spesso confinate ai laboratori di ricerca, ora è molto più agevole con costi contenuti, grazie alla disponibilità in commercio di sistemi progettati appositamente.

Nel 1976 Leith e Bradley aprono la strada alla ricerca in questo campo. In seguito la letteratura si è via via arricchita di una quantità sempre maggiore di dati sperimentali sull'efficacia dell'allenamento dei muscoli respiratori.

La grande maggioranza dei ricercatori si sono indirizzati alla valutazione dell'allenamento dei muscoli inspiratori (IMT) in due popolazioni: atleti e soggetti con BPCO.

## Atleti

Una importante base razionale deriva da una dimostrazione recente che l'IMT possa agire attraverso una diminuzione della componente di affaticamento dei muscoli respiratori, una conseguente riduzione del metaboriflesso e quindi una maggior disponibilità energetica in periferia.

Vi è la dimostrazione che l'allenamento riduce il lavoro della ventilazione e questo potrebbe essere il meccanismo alla base della diminuzione della fatica.

Per questo motivo l'effetto più studiato in questa popolazione è il miglioramento della prestazione specifica propria di ogni singola specialità. Il ciclismo è probabilmente lo sport più investigato in tal senso, con risultati spesso discordanti. Anche il nuoto e il canottaggio sono stati oggetto di studi. In genere sono gli sport di resistenza quelli in cui è maggiore l'interesse all'allenamento. Un bilancio ad oggi permette di osservare che i risultati sono contrastanti e gli studi che concludono per un miglioramento delle prestazioni dopo IMT sono bilanciati da altri dove questo risultato viene messo in dubbio o addirittura negato. Complessivamente sembra probabile un leggero effetto favorevole sulla prestazione negli sport di resistenza e sembra che l'iperventilazione isocapnica sia la modalità di allenamento preferibile.

## Pazienti BPCO

Nella BPCO è evidente uno squilibrio tra carico meccanico e capacità funzionale dei muscoli respiratori. Tale squilibrio si esprime variabilmente e dipende dalle alterazioni della meccanica toraco-polmonare e dagli adattamenti di compenso.

In generale vi è un aumento del lavoro della ventilazione. I muscoli respiratori sono stimolati più del normale e cercano un compenso: è stata dimostrata una modificazione della loro struttura verso un aumento delle fibre di tipo 1, cioè verso un potenziamento del metabolismo aerobico. Questo comportamento sembra contrastare con gli effetti sistemici della BPCO sui muscoli scheletrici, nei quali si osserva un impoverimento delle fibre ossidative. Questa osservazione depone per una sorta di effetto allenante della malattia. In alcuni pazienti il sovraccarico è accompagnato da debolezza dei muscoli respiratori, particolarmente inspiratori. In questi casi l'insufficienza della ventilazione può portare a un aumento del contenuto di anidride carbonica nel sangue.

Anche nella BPCO i dati in letteratura sugli effetti dell'allenamento sono contrastanti. Gli indicatori di risultato sono differenti e vengono prese in considerazione variabili quali la forza massima dei muscoli respiratori, la dispnea, la capacità

---

di esercizio, la qualità di vita.

Vi è concordia sulla evidenza che l'allenamento migliora la forza inspiratoria, mentre per le altre variabili, che sono indicatori di risultato maggiori, non vi è unanimità. Alcuni studi evidenziano un miglioramento di questi parametri, mentre altri negano un effetto significativo.

Raccogliendo e rivalutando statisticamente i risultati degli studi validi e attendibili con il metodo della metanalisi si è giunti alle seguenti conclusioni.

In generale nei pazienti BPCO l'IMT migliora la performance di forza e resistenza dei muscoli respiratori e riduce la dispnea.

L'IMT apporta un miglioramento significativo sulla capacità funzionale di esercizio solo in pazienti con debolezza dei muscoli inspiratori.

La riabilitazione polmonare rappresenta un'opzione terapeutica fondamentale nei pazienti con BPCO. Le raccomandazioni delle linee guida dettate congiuntamente dalle maggiori società scientifiche europee e nordamericane (European Respiratory Society – ERS e American Thoracic Society – ATS) consigliano di inserire l'allenamento dei muscoli respiratori nei programmi di riabilitazione polmonare solo in pazienti selezionati che presentano una riduzione cronica della forza inspiratoria. Non vi sono dati che supportano la scelta dell'allenamento di forza rispetto a quello di resistenza.

In conclusione anche nella BPCO vi sono evidenze a favore di un utilizzo mirato delle tecniche di allenamento dei muscoli respiratori. Come nel campo sportivo è necessaria ulteriore ricerca per meglio definire campi di applicazione e metodi di allenamento e raggiungere allo stesso tempo un livello di evidenza più elevato.

Antonio Satta

Consulente specialista pneumologo

Ente Ospedaliero Cantonale Lugano (CH)

Swiss Olympic Medical Centre, Locarno (CH)

Centro di Medicina dello Sport Campus Medico Varese (I)

#### Bibliografia:

Aliverti A., Debigaré R., O'Donnell D. J Appl Physiol 2008;105:753-755,

Bailey SG, Romer JL et Al. J Appl Physiol 2010; 10: 1152

Grippo A. et Al. J Appl Physiol 2010;109:367

Hopkins SR. Adv Exp Med Biol. 2006; 588:17

Leith DE, Bradley, J Appl Physiol; 1976; 41(4):508

Ray AD et Al Eur J Appl Physiol 2010; 108: 811

Romer LM et Al. Respir Physiol Neurobiol. 2007 Jun 15; 156(3):353

Romer LM, Dempsey JA., Clin Exp Pharmacol Physiol. 2006 Apr; 33(4):391

European respiratory monograph, 2006; 38

Lötters F, Van Tol TB, Kwakkel G, Gosselink R. Eur Respir J 2002; 20: 570

American Thoracic Society / European respiratory Society statement on Pulmonary Rehabilitation.

Am J Respir Crit Care Med 2006; 173: 1390

