

**Scuola dello Sport**  
Rivista di cultura sportiva

Italia **ConiServizi**

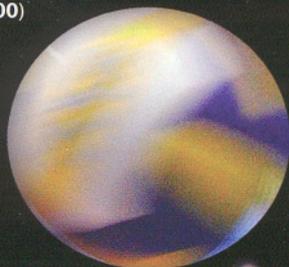
# sds

Pubblicazione trimestrale tecnico-scientifica  
Anno XXVII • numero 76 • Gennaio-Marzo 2008  
Euro 5,90 (numero doppio: Euro 10,00)



**CALZETTI  
MARIUCCI**

e d i t o r i



## **TEORIA DELL'ALLENAMENTO**

L'atleta con doti superiori

## **SPORT E SOCIETÀ**

Sport e sviluppo: un binomio possibile

## **METODOLOGIA DELL'ALLENAMENTO**

Donna e allenamento della forza

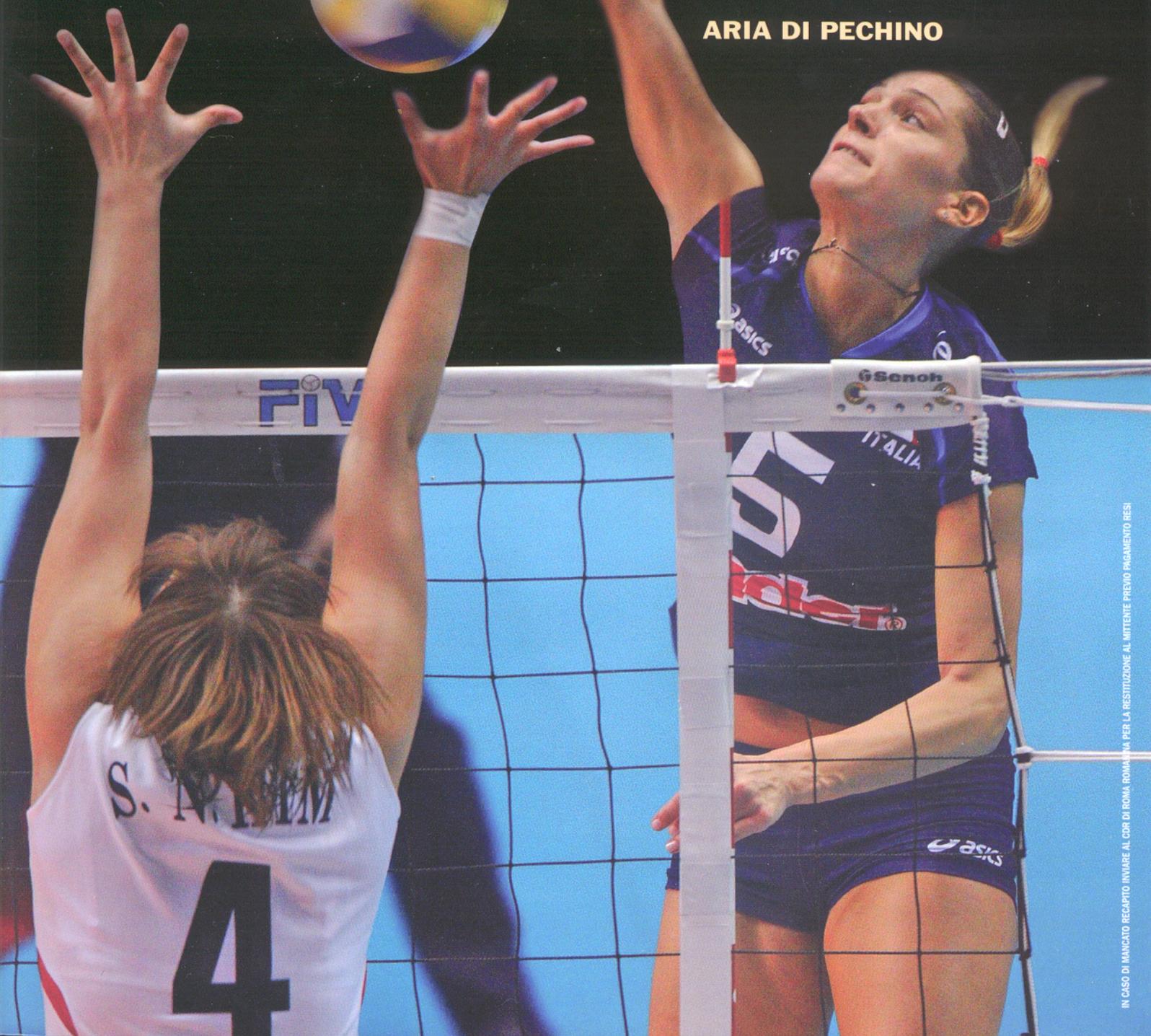
## **SPORT DI COMBATTIMENTO**

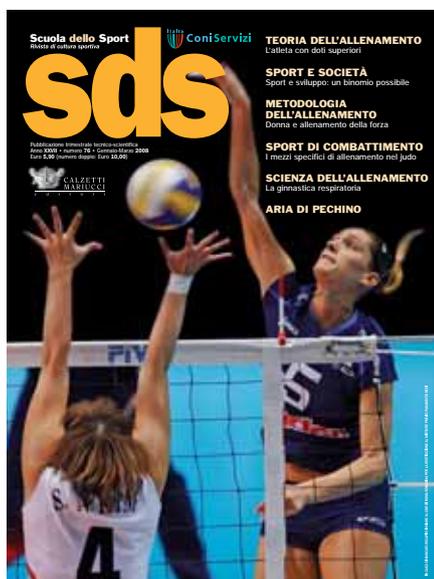
I mezzi specifici di allenamento nel judo

## **SCIENZA DELL'ALLENAMENTO**

La ginnastica respiratoria

## **ARIA DI PECHINO**





SdS/RIVISTA DI CULTURA SPORTIVA ANNO XXVII n. 76

## Sommario

**3**  
**SPORT E SVILUPPO:  
 UN BINOMIO POSSIBILE?**  
 Simone Digennaro  
 L'utilizzo della pratica sportiva  
 in programmi di cooperazione  
 internazionale



**11**  
**L'ATLETA CON DOTI  
 SUPERIORI**  
 Vladimir Issurin, Gilad Lustig  
 Considerazioni su come identificare  
 gli atleti con doti superiori:  
 approcci generali e indicazioni pratiche

**17**  
**DONNA E ALLENAMENTO  
 DELLA FORZA**  
 Vladimir M. Zatsiorski,  
 William J. Kraemer  
 Principi e problemi dell'allenamento  
 della forza con le donne

**29**  
**FORZA E PRESTAZIONE  
 DI RESISTENZA**  
 Antonio La Torre, Luca Agnello,  
 Antonio Dotti, Giampiero Merati,  
 Fabio Rubens Serpiello  
 Allenamento di forza per le discipline  
 di endurance

**41**  
**I MEZZI SPECIFICI  
 D'ALLENAMENTO NEL JUDO**  
 Hans Dieter Heinisch, Gerhard Lehmann  
 Struttura e finalità dei mezzi specifici  
 di allenamento nel judo

**51**  
**UN METODO DI ALLENAMENTO  
 SPECIFICO PER LA VELA  
 OLIMPICA**  
 Claudio Scotton  
 Proposta di un nuovo metodo  
 di allenamento specifico per  
 la Vela olimpica: la simulazione  
 della regata velica al remoergometro

**56**  
**TRAINER'S DIGEST**  
 A cura di Olga Iourtchenko  
 Le particolarità di una alimentazione  
 razionale delle atlete

**57**  
**LA GINNASTICA RESPIRATORIA**  
 Giampietro Alberti, Lucio Ongaro  
 Attività generalizzata e uguale per tutti  
 o finalizzata e individualizzata?

**68**  
**TRAINER'S DIGEST**  
 A cura di Mario Gulinelli  
 Aria di Pechino

**71**  
**Summaries**

Giampietro Alberti,  
*Istituto di Esercizio fisico, salute ed attività  
sportiva, Facoltà di Scienze motorie,  
Università degli Studi di Milano;*  
Lucio Ongaro,  
*Facoltà di Scienze Motorie,  
Università degli Studi di Milano*

## LA GINNASTICA RESPIRATORIA

Attività generalizzata e uguale  
per tutti o finalizzata  
e individualizzata?

FOTO CALZETTI & MARIUCCI EDITORI

Dopo brevi cenni di fisiologia e di meccanica respiratoria e sulla valutazione spirometria, si ricordano sinteticamente le discipline e le attività motorie nelle quali si utilizza la respirazione secondo tecniche derivate dalla cultura occidentale o da quella orientale, con un particolare riferimento a quei metodi e a quelle tecniche che sono, impropriamente, raccolte sotto il termine "ginnastiche dolci". Viene trattato poi il ruolo della respirazione in diverse attività professionali e sportive, il suo legame con la postura, insieme ad alcune considerazioni applicative sulle dinamiche respiratorie nelle discipline sportive. Si espongono infine i risultati di ricerche degli Autori sulla possibile influenza di esercizi specifici di stretching per la gabbia toracica, sul miglioramento dei parametri respiratori e sulla possibilità che un allenamento specifico della muscolatura respiratoria, con esercizi ginnici e l'ausilio di un apparecchio specifico, fosse in grado di migliorare parametri respiratori e capacità di resistenza. Nelle conclusioni, anche sulla base dei risultati di tali ricerche, si mettono in risalto i benefici della ginnastica respiratoria e la necessità che gli atleti integrino il training respiratorio nella loro attività di allenamento.

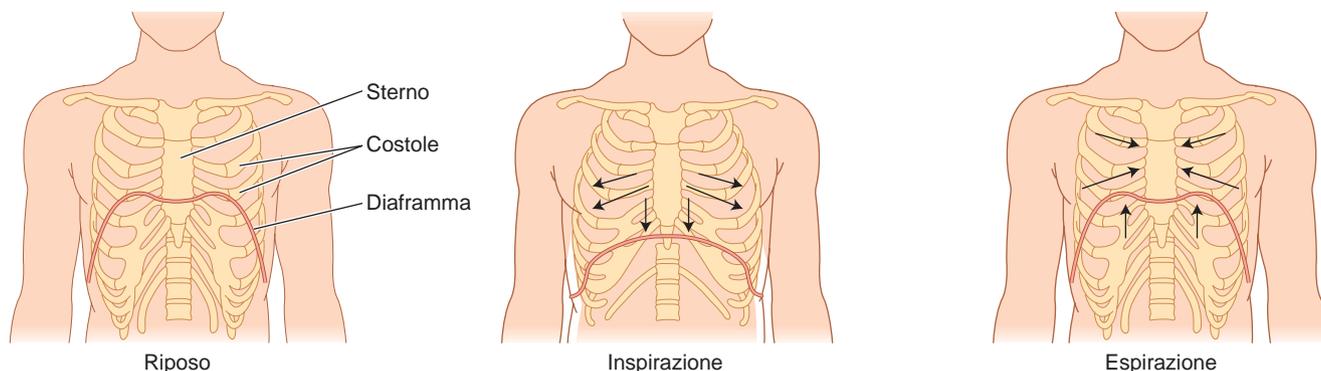


Figura 1 – Visione frontale del corpo e azione del diaframma (da Wilmore, Costill 2005, modificata).

## Introduzione

Perché riteniamo necessario riproporre all'attenzione di chi si occupa di attività motoria e sportiva il tema della ginnastica respiratoria?

I motivi che ci hanno riportato ad interessarci di esercizi di respirazione, sono molti. La nostra attività professionale si è svolta per oltre trent'anni su argomenti a prima vista diversi, ma caratterizzati da aspetti convergenti, che hanno continuamente dato origine a soluzioni condivise prevalentemente mirate a problematiche di natura didattica. Più recentemente abbiamo deciso di affrontare i medesimi argomenti di studio aumentando l'impegno rivolto anche alla cosiddetta "ricerca sul campo".

Così ci siamo dapprima occupati di stimare il miglioramento di alcuni parametri respiratori, provocati da esercizi di *stretching* che influiscono sulla elasticità della gabbia toracica, e di valutare altresì quanto tale vantaggio si dimostrasse permanente. In seguito, la comparsa di uno strumento che consente l'allenamento selettivo dei muscoli respiratori, ci ha spinto a misurare se le variazioni indotte dai "tradizionali" esercizi di ginnastica respiratoria potevano essere poste a confronto con quelle di un training respiratorio mirato e realizzato in condizioni di iperpernea isocapnica. I risultati ottenuti su una popolazione di soggetti non sportivi ha per di più dimostrato che un volume ridotto di esercizi della muscolatura respiratoria era in grado di migliorare i parametri respiratori e la capacità di resistenza. In più l'allenamento selettivo della muscolatura respiratoria, attuato in modalità di iperpernea isocapnica, consentiva di ottenere risultati significativamente migliori.

Un'altra ragione che ci ha indotto a realizzare questo articolo è legata alla constatazione che le varie tecniche per migliorare la funzione respiratoria, proposte dai diversi Autori, contengono indicazioni che spesso risultano tra loro contraddittorie.

Inoltre molti degli studi disponibili in letteratura sono stati realizzati in condizioni

sperimentali spesso "lontane" da quanto si verifica sul campo.

Il modo di respirare è influenzato da molteplici fattori. Alcuni possono essere riferiti a dinamiche respiratorie non corrette, a posture sbagliate, a diminuita mobilità delle strutture scheletriche e anche ad elementi di scarsa coordinazione legati ad abitudini consolidate.

In questi casi "allenare la respirazione" può comportare qualche problema che assomiglia a ciò che capita in allenamenti nei quali è prevista una ripetizione involontaria di un movimento sbagliato: si finisce con allenare il "difetto", l'errore. È un po' quello che succede a chi si avvicina all'esercizio del correre e lo esegue in modo tecnicamente non corretto: i miglioramenti di tipo fisiologico saranno comunque presenti, ma il correre male, in ogni caso, limiterà la prestazione e alla lunga potrebbe generare infortuni di vario genere.

## Brevi rimandi di fisiologia e di meccanica respiratoria

La respirazione è per l'uomo un'attività semplice, prevalentemente automatica e involontaria, ed è di fondamentale importanza per i processi vitali in quanto apporta la sostanza comburente necessaria alle reazioni biochimiche: l'ossigeno. Quindi il gesto respiratorio ha una finalità primaria, che è anche una finalità permanente: l'*ematosi*. Nei tessuti del corpo le cellule, per il loro funzionamento, hanno bisogno di ossigeno fornito attraverso la circolazione sanguigna arteriosa.

La funzionalità cellulare produce l'anidride carbonica veicolata dal sangue venoso verso i polmoni.

Questo doppio fenomeno viene chiamato *respirazione interna*. Si produce a livello dei tessuti e delle cellule.

All'interno dei polmoni si realizza l'*ematosi*, cioè la trasformazione del sangue venoso in sangue arterioso. Essa si produce anche attraverso degli scambi di ossigeno e di anidride carbonica:

- dall'esterno, l'aria entra nei polmoni, ricca di ossigeno,
- dai tessuti, il sangue arriva sempre nei polmoni, ricco di anidride carbonica.

I gas si scambiano attraverso le membrane alveolo-capillari. Dunque l'aria entra dall'esterno del corpo verso i polmoni e viceversa, circa da dodici a diciassette volte per minuto. Questo fenomeno si chiama *respirazione esterna* o *ventilazione*. Si produce a livello dei polmoni.

In questa sede ci occuperemo solamente di questo secondo fenomeno.

L'ossigeno non può essere accumulato nell'organismo umano: bisogna dunque sempre respirare giorno e notte. Ciononostante la ventilazione non sempre si sincronizza al reale bisogno di ossigeno dell'organismo, in quanto spesso contribuisce contemporaneamente ad altri scopi, ad altri avvenimenti; per esempio per accompagnare lo slancio di un arto, per modificare stati emotivi, per sostenere la voce, per accentuare o addolcire una curva vertebrale. Certe situazioni possono anche coesistere nello stesso momento: per esempio ci si può ossigenare e poi soffiare in un flauto per produrre un suono.

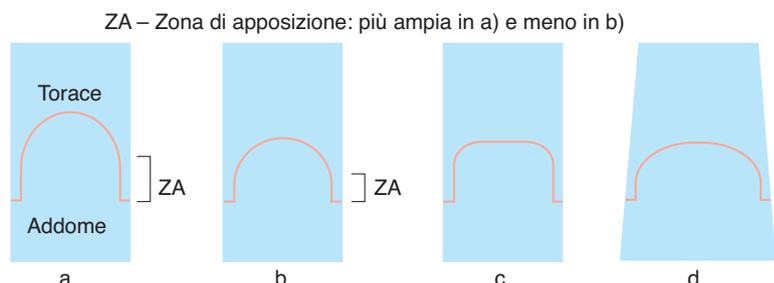
Secondo Calais-Germain (2005) esiste sovente uno scostamento più o meno cosciente e volontario fra i bisogni dell'ematosi e il gesto respiratorio.

Il gesto respiratorio è definito da un'alternanza incessante tra una fase di espansione della gabbia toracica, o *inspirazione*, e una fase di restringimento della stessa, o *espirazione*, inframmezzati da un tempo di pausa, denominato *apnea* a polmoni pieni e *apnea* a polmoni vuoti.

L'inspirazione si manifesta sempre con un'espansione di una parte o della totalità del tronco (gabbia toracica e cavità addominale). Tale espansione può avere, con ampiezze, frequenze e localizzazioni differenti, un carattere attivo o passivo. Il muscolo motore principale dell'inspirazione è il *diaframma*: si localizza come barriera a forma di cupola alla base della gabbia toracica, separandola dalla cavità addominale (figura 1).



Foto CAZZETTI & MARIUCCI EDITORI



**Figura 2 – Meccanismo dell'azione del diaframma sui polmoni, analogo a quello di un pistone in un cilindro espandibile: a – posizione di riposo del diaframma alla fine dell'espirazione; b – inspirazione con abbassamento "a pistone" del diaframma; c – inspirazione con allargamento della cupola diaframmatica senza discesa "a pistone"; d – inspirazione combinata b + c con torace in espansione, più simile all'inspirazione reale.**

Abbassandosi verticalmente verso il basso al momento della contrazione, produce un aumento del volume del torace in un primo tempo verso il basso (figura 2b e 2c); in una seconda fase, legata ad una inspirazione più accentuata, produce un ampliamento antero-laterale delle ultime coste (figura 2d).

La solidità del punto di appoggio del centro frenico del diaframma sulla massa fluida viscerale, tenuta compatta dalla tonicità del torchio addominale e dal pavimento pelvico, viene supportata dall'alto dall'importante tratto fibroso della trachea ed esofago che originano dalla colonna cervicale (figura 3).

Nell'atto inspiratorio forzato possono intervenire, oltre al diaframma, altri gruppi muscolari sinergici e accessori e ciò dipende dal modello respiratorio utilizzato:

- Gli *inspiratori costali*, che elevano le coste a partire dal cingolo scapolo-omeroale: piccolo pettorale, grande pettorale, gran dentato.
- I *muscoli che innalzano le coste a partire dal tratto dorsale della colonna*: gli elevatori delle coste.
- I *muscoli spinali*, che "trazionano" in estensione le vertebre dorsali.
- Il *piccolo dentato posteriore superiore ed inferiore*.
- I *muscoli che elevano le coste a partire dal capo e dal collo*: sterno-cleido-mastoidei, scaleni.

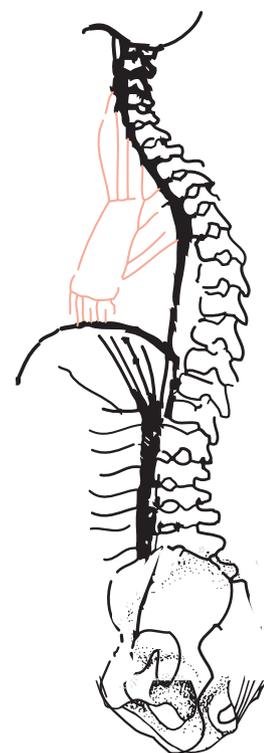
L'*espirazione* si manifesta sempre con una chiusura del ventaglio costale, la contrazione del torchio addominale e a volte, con la flessione della colonna vertebrale, per rinviare l'aria utilizzata dai polmoni verso l'esterno del corpo. Si effettua per volumi, frequenze e localizzazioni diverse e può avere fasi passive ed attive. Il diaframma, in questa fase, si rilassa progressivamente o istantaneamente, ritornando alla sua posizione di riposo con cupola molto pronunciata.

La forza che genera l'espiazione dipende:

- dal *ritorno elastico* del tessuto polmonare;
- dall'azione dei muscoli espiratori.

Per aumentare la quantità d'aria espirata, la velocità e la potenza dell'espiazione intervengono maggiormente:

- i *muscoli addominali* con una netta prevalenza del traverso (considerato da quasi tutti gli Autori il principale antagonista del diaframma);
- i *muscoli del pavimento pelvico*;
- i *muscoli espiratori che agiscono sulle coste*: il triangolare dello sterno (all'interno del torace), il quadrato dei lombi, il piccolo dentato posteriore e inferiore;
- i *muscoli ad azione variabile*, gli intercostali, che sono classificati dalla maggior parte degli Autori come espiratori (gli interni) e inspiratori (gli esterni). Altri



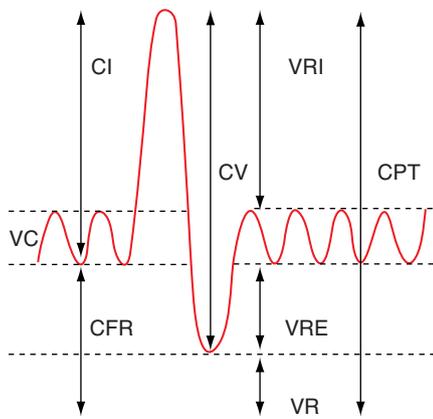
**Figura 3 – Tratto fibroso che collega il centro frenico con la colonna cervicale.**

Autori tra i quali Calais-Germain (2005) li classificano entrambi inspiratori o espiratori a seconda se essi agiscono con punto fisso alto o basso. Tendenzialmente tendono ad avvicinare le coste fra loro (in questo caso fungono da espiratori) o agiscono in contrazione statica, formando una struttura continua e solidale con le coste che viene spostata in blocco in alto o in basso.

Le fasi di *apnea* sono dei momenti di sospensione della ventilazione (tra la fase d'inspirazione e la fase d'espiazione e viceversa) in occasione di movimenti di precisione, di particolare intensità, di stati d'ansia, ecc.

Generalmente queste fasi di apnea sono fisiologiche e sono regolate automaticamente in funzione dei bisogni dell'organismo. Anch'esse possono essere momenti attivi o passivi in diversi modelli respiratori. Le differenti fasi del gesto respiratorio possono essere di diversa ampiezza e ciò consente di definire i seguenti volumi respiratori (figura 4):

**Il Volume Corrente (VC):** è la respirazione a riposo o in una attività fisica blanda; ha piccola ampiezza (1/2 litro circa), si effettua prevalentemente in modo inconsciente e involontario e si regola automaticamente in permanenza secondo i bisogni di ossigeno dell'organismo.



**Figura 4 – I volumi respiratori.** VRI – volume di riserva inspiratoria, VRE – volume di riserva espiratoria, VC – volume corrente, CVF – capacità vitale forzata, CFR – capacità funzionale residua, VR – volume residuo, CI – capacità inspiratoria, CPT – capacità polmonare totale.

**Il Volume di Riserva Inspiratoria (VRI):** quando si introduce una quantità maggiore o massimale d'aria. Varia da persona a persona, in funzione del peso, altezza e struttura scheletrica ed è circa da 2 a 3,5 litri.

**Il Volume di Riserva Espiratoria (VRE):** quando si vuole espellere una quantità d'aria maggiore o massimale; è l'espirazione forzata che dipende dai parametri strutturali, dal livello di *training* e dalla presenza di fattori patologici. Si quantifica in circa un 1-1,2 litri.

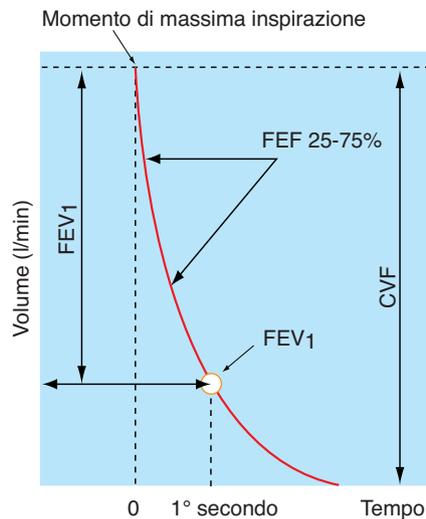
I *Volumi respiratori* possono combinarsi fra di loro continuamente in funzione dell'attività svolta, determinando così una grande adattabilità della funzione respiratoria rispetto ai differenti bisogni di ossigeno.

### Cenni di valutazione spirometrica

Lo strumento solitamente più utilizzato (Crapo 1994) per misurare i volumi polmonari è lo *spirometro*. La spirometria è un test di funzionalità respiratoria per valutare e monitorare lo stato funzionale del sistema respiratorio. Esso è utilizzato per diversi scopi:

- diagnosticare e controllare eventuali sintomi di disturbi polmonari;
- monitorare l'effetto di particolari terapie utilizzate per la cura di alcune patologie respiratorie;
- valutare le variazioni di alcuni parametri respiratori, ad esempio dopo un periodo di allenamento.

Il tracciato spirometrico (figura 5), oltre ai volumi polmonari statici, fornisce altri parametri importanti quali:



**Figura 5 – Volumi polmonari dinamici.** FEF – flusso espiratorio medio tra il 25 e il 75% di FVO.

**Volume espiratorio forzato (FEV<sub>1</sub>):** volume di aria espirata in 1 secondo.

**Picco di flusso espiratorio (PEF):** massimo flusso espirato; litri/secondo.

**Capacità vitale forzata (FVC):** volume di aria espirata forzatamente dopo una inspirazione massimale.

Un altro parametro utile che si ricava dall'esame spirometrico è il cosiddetto *indice di Tiffineau*, dato dal rapporto percentuale  $FEV_1/FVC$ . Nei soggetti normali questo rapporto ha un valore intorno all'80% (Ostrowski, Bilan 2004).

Il parametro della  $FEV_1$  è un indicatore della potenza dei muscoli espiratori e può essere influenzato anche dalla posizione in cui si effettua il test (Lumb, Nunn 1991). Passando dalla stazione eretta al decubito supino si ha una diminuzione di tale parametro dovuta alla minor mobilità del tronco ed alla minor forza esercitata dai muscoli espiratori quali addominali ed intercostali interni.

I parametri della  $FEV_1$  e della  $FVC$  sono fattori età dipendenti (Ostrowski, Bilan 2004): dalla nascita fino ai venti anni circa presentano un aumento, anche in relazione alle dimensioni corporee dei soggetti. Tra i venti e i quaranta anni circa si ha una fase di *plateau* in cui non ci sono sostanziali modificazioni nei soggetti sani sedentari, mentre in caso di malattie polmonari o cardio-respiratorie o in presenza di soggetti sportivi ben allenati, tali parametri possono diminuire o aumentare in modo marcato.

Dai quaranta-quarantacinque anni in poi la  $FEV_1$  e la  $FVC$  mostrano un lento e progressivo declino.

La valutazione spirometrica è quindi un mezzo di valutazione dei soggetti sportivi, ma assume anche importanza per la prevenzione di malattie correlate alla respirazione e di valutazione del benessere fisico nei soggetti normali.

### Le ginnastiche dolci e l'esercizio respiratorio

In molte discipline, non tutte appartenenti all'area sportiva, ma schematicamente riferibili al territorio dell'esercizio fisico, si pone particolare attenzione alla dinamica e alla tecnica della respirazione. Il modo di respirare rappresenta un elemento fondamentale anche nelle tecniche di rilassamento e di meditazione, anzi in alcuni casi la respirazione diventa il mezzo per "staccare" ed iniziare quella specifica attività che richiede una particolare e mirata forma di attenzione e concentrazione.

Riguardo a questo argomento, le conoscenze risultano assai diverse. Schematicamente, si possono distinguere quelle che derivano dall'influenza delle culture e tradizioni occidentali rispetto a quelle orientali. Ma cosa distingue le innumerevoli tecniche che originano dalle due culture?

La tradizione respiratoria orientale ha sempre utilizzato una dinamica che favorisce l'utilizzo della parte bassa e più ampia della gabbia toracica, mentre la maggior parte delle tecniche occidentali enfatizzano un movimento respiratorio che impegna prevalentemente la parte medio-alta del torace.

Quello che segue è un elenco di alcune discipline e attività motorie che utilizzano l'atto respiratorio secondo i due indirizzi descritti, anche se, a onor del vero, alcune di esse ricorrono a tecniche che hanno assunto caratteristiche ibride come molte delle discipline appartenenti al gruppo di quelle che alla fine dagli anni settanta sono state chiamate "ginnastiche dolci":

- lo yoga;
- le arti marziali e gli sport di combattimento;
- l'educazione fisica (o meglio la ginnastica respiratoria proposta nei differenti programmi di Educazione fisica);
- le cosiddette "ginnastiche dolci";
- le due principali tecniche di *training* autogeno (Schultz, Jacobson);
- le tecniche di ginnastica correttiva;
- le diverse tecniche di *stretching*.

Sono state definite, forse impropriamente, *ginnastiche dolci*, le tecniche messe a punto da alcuni Autori che sono stati degli autentici pionieri. Anche per ragioni di sintesi riportiamo solo alcuni di queste metodi. Ciò che unisce sul piano della respirazione le

differenti metodologie è l'obiettivo di liberare il gesto respiratorio da tutti i vincoli meccanici e coordinativi affinché si adatti con plasticità alle varie situazioni.

**L'Euritmia** rappresenta una forma d'arte del movimento ed è stata creata da Rudolf Steiner e riveste un ruolo pedagogico primario nei programmi delle scuole steineriane. In Italia e in particolare a Milano una delle più importanti ambasciatrici dell'euritmia è stata Lidia Baratto Gentili che dal 1923, ha fatto parte del gruppo artistico del *Goetheanum* di Dornach, dal 1927 al 1935 ha diretto la scuola di euritmia e recitazione a Berlino.

**L'Eutonia:** si tratta di un termine adottato da Gerda Alexander per un metodo da lei introdotto che propone la ricerca dell'equilibrio tonico della persona nella sua totalità, partendo dalla postura e dalla presa di coscienza del corpo. Promuove la ricerca del tono d'azione ottimale per ogni movimento allo scopo di raggiungere l'affinamento della capacità del sistema nervoso di ottenere il massimo rendimento con il minimo impegno muscolare.

**Il Metodo Feldenkrais:** Moshé Feldenkrais (nato nel 1904 in Russia e morto nel 1984 in Israele) ingegnere, fisico, esperto in fisica cibernetica, biomeccanica, neurofisiologia, cintura nera di Judo ha sviluppato uno dei metodi di apprendimento somatico che più mette in rilievo il nesso tra consapevolezza e movimento. Propone un percorso di scoperta e di interiorizzazione dei numerosi modi per eseguire un gesto, per ampliare la gamma di coordinazioni disponibili al fine di un miglior adattamento ai bisogni propri della situazione. Propone inoltre, quale mezzo ancor più potente sul piano dell'apprendimento, l'utilizzo della cosiddetta "ideo-cinesi" (immagini mentali prodotte in sequenza che portano ad una scelta e all'attivazione anticipata dei comandi neurologici propri delle coordinazioni di un movimento).

**Il Metodo Mézières:** il metodo ideato da Françoise Mézières, mira a ripristinare la morfologia "normale" e, per questo, propone come mezzo terapeutico un insieme di posture correttive di stiramento delle catene muscolari, il cui raccorciamento sembra essere la causa prima dei para-dismorfismi e dei dolori da sovraccarico nell'apparato osteo-muscolare. L'applicazione saggia dei principi del metodo consente di ottenere una forma, una morfologia equilibrata del corpo umano che è la referenza costante che guida la scelta delle posture da utilizzare nel percorso di recupero: secondo la Mézières "la forma condiziona la funzione".

**L'antiginastica:** è un metodo nato a metà degli anni settanta ad opera della chinesiterapeuta francese Thérèse Bertherat secondo i principi di F. Mézières. Questo nome si deve però all'editore italiano del libro *Le corps a ses raisons*. È una tecnica che prevede "l'ascolto" di ciò che accade nel momento in cui si compie un movimento. Si tratta di situazioni "vissute" al fine di ottenere un globale benessere sul piano psico-fisico: ritmo e intensità della forza muscolare da usare non sono imposti affinché ciascuno trovi, da sé e in sé, la forza ed il ritmo, in genere concordi con quello del respiro.

**Ellé Foster,** enfatizza il controllo esercitato dal "centro solare" (concetto "hara" delle arti marziali, ripreso da Pilates e da altri come Le Boulch, Wilfart, ecc.) del corpo umano in tutti i gesti della vita e della sua fondamentale influenza sull'equilibrio psico-fisico dell'individuo. Il nostro centro solare è la regione del corpo, spesso dimenticata anche nella pratica ginnica e sportiva, in cui alloggiano le strutture che permettono una piena libertà di azione degli arti, del capo e del collo.

**Louise Ehrenfried,** afferma che un movimento ripetitivo del tipo "esercizio" non può portare a nessun cambiamento duraturo e definitivo poiché funziona in base alla dinamica dei riflessi condizionati. Questi sono conseguenza di abitudini inveterate, condizionate dall'inconscio e quindi non modificabili attraverso un atto di volontà. Solo un nuovo tipo di movimento può attivare l'intervento di centri nervosi altrimenti inerti; è per questo che propone una rieducazione del comportamento motorio che non faccia appello né al pensiero cosciente né ai movimenti eseguiti volontariamente. Cerca piuttosto di portare alla percezione sensoria tutto quanto vi è di difettoso ed incompleto nei movimenti ed atteggiamenti prodotti per via riflessa.

Negli anni '70 alcuni hanno voluto aggiungere a queste tecniche le due principali varianti (Schultz e Jacobson) del *training autogeno* e l'*hata yoga* anche se la ragione di queste inclusioni a noi appare troppo forzata.

Ciò che caratterizza queste tecniche è che esse non si focalizzano sullo sforzo, ma al contrario mirano a sviluppare le sensazioni che un dato movimento produce. Per questo, in un certo senso, sono state proposte e interpretate come una sorta di alternativa alla ginnastica tradizionale che mira allo sviluppo muscolare, qualità considerata fondamentale per essere in forma. Noi invece pensiamo che, anche nell'area

della metodologia dell'allenamento, debba essere riconosciuto il ruolo di queste tecniche perché esse possono servire anche all'atleta nel suo percorso formativo (soprattutto culturale) dalla fase di avviamento alla pratica sportiva fino alla sua condizione di atleta evoluto. Anche per questo abbiamo pensato di proporre questo articolo: l'argomento della "respirazione" è sicuramente il motivo di congiunzione tra discipline diverse e vorremmo ancora ribadire che è stato colpevolmente trascurato, non solo dalla metodologia dell'allenamento, ma anche dai programmi di educazione fisica.

La ginnastica dolce riconosce che spesso ci si trova in presenza di muscoli "rigidi" e per questo poco efficienti; essa mira a "normalizzarne" il loro livello tonico, utilizzando principalmente la funzione di percezione, in alternativa alla ripetizione meccanica, non cosciente, del movimento.

Abbiamo spesso una conoscenza frammentaria del nostro corpo, e per questo utilizziamo solamente una piccola parte del nostro potenziale fisico e intellettuale. Spesso il nostro corpo si manifesta alla nostra attenzione solamente all'insorgere di qualche dolore improvviso. Da qui la necessità di comprendere "corporeamente" quale è il modo migliore per sedersi, alzarsi, correre, dormire o come rimediare al mal di schiena, spalle, collo, ecc.

In sintesi ciò che è importante è la presa di coscienza del modo in cui si esegue un movimento.

## Ruolo e allenamento della respirazione nelle diverse attività

Gli ambiti nei quali è possibile intervenire migliorando quantitativamente e qualitativamente la funzione respiratoria sono molteplici e abbracciano sia attività artistiche sia professionali, oltre a tutte quelle sportive.

Tra queste ultime si potrebbero distinguere quelle a prevalente impegno aerobico rispetto a quelle legate alla potenza muscolare o che richiedono particolari abilità coordinative.

Ad esempio, in alcune discipline sportive la dinamica respiratoria è strettamente coordinata e imposta dal gesto tecnico (canottaggio, nuoto, ecc.) in altre la respirazione ha lo scopo di contribuire alla concentrazione adatta ad ottimizzare l'esecuzione di gesti motori assai diversi tra loro (tiro con l'arco, tiro libero della pallacanestro, ecc.)

È altresì noto che in certe discipline il fattore limitante la prestazione non è la quantità di ossigeno che arriva ai polmoni, ma il sistema di trasporto e soprattutto di estrazione e utilizzo dello stesso. Cio-

nonostante, alcune ricerche (Perret et al. 2000, Vergees et al. 2007) sembrano indicare che l'affaticamento precoce della muscolatura respiratoria potrebbe costituire un elemento importante tra quelli che limitano la *performance*. In altre parole l'affaticamento precoce della muscolatura respiratoria sembra che sia più importante di quanto si riteneva e che tale situazione sottrarrebbe ossigeno ai muscoli della locomozione, anticipando il calo della *performance*, mentre questo evento verrebbe "ritardato" da un allenamento selettivo dei muscoli respiratori.

Nel riquadro l'elenco di alcune attività legate in modo diretto o mediato all'efficienza e quindi al miglioramento della muscolatura respiratoria.

### La respirazione nelle attività professionali che impegnano la voce e il canto

Le caratteristiche della voce si possono classificare in termini quantitativi e qualitativi: ci può colpire l'ascolto di una voce definita da aggettivi come: forte, profonda, vera, timbrata, penetrante, armonica, ecc. o al contrario: flebile, superficiale, falsa, monotona, disarmonica, stridente, confusa ecc. Tutte queste caratteristiche positive e negative si possono combinare in molteplici sfumature, determinando così un particolare spettro sonoro (timbro), proprio della voce di ogni essere umano.

Un'efficace emissione vocale non può esserci senza un'efficace respirazione, mentre ci può essere una buona respirazione senza emissione vocale.

La qualità e la quantità della voce dipende dal relativo gesto respiratorio: non si può avere, per esempio, un grande volume di voce senza una dinamica respiratoria ampia e completa e una pressione di emissione adeguata, un tono armonico e ricco associato ad una dinamica respiratoria toracica in presenza di tensioni muscolari del cingolo scapolo-omerale e del collo.

È sorprendente osservare l'ampiezza del respiro e la potenza di emissione in db di un neonato di alcuni chili di peso che protesta per ottenere il nutrimento desiderato e porle a confronto con la capacità di emissione vocale, flebile e frenata di molti adulti molto più pesanti e forti, costretti da qualche evento ad alzare la voce!

Oppure basta ricordare le caratteristiche vocali (in senso positivo o negativo) di chi abbiamo conosciuto in qualità di insegnante o allenatore in funzione della comprensione del messaggio comunicato.

Per quale motivo, inoltre, l'attività canora è appannaggio solamente di pochi "fortunati dotati", mentre quasi tutti possono parlare? (Wilfart, 1999). Eppure i meccanismi di base

- Attività che necessitano di tipi di dinamiche respiratorie speciali: nuoto, canto, strumenti musicali a fiato (flauti ed ottoni)
- Danza nelle sue diverse forme ed espressioni
- Discipline di resistenza con differenziato intervento dei meccanismi aerobico e lattacido
- Attività sportive ed espressive dove è necessario un equilibrio stabile al suolo
- Attività sportive e non che richiedono una particolare precisione e potenza di movimenti con libertà del cingolo scapolo-omerale: golf, tiro con l'arco, lanci, ecc.
- Attività sportive e non che prevedono gesti di forza e potenza muscolare a carico degli arti inferiori
- Attività dove la pressione endo-addominale svolge un ruolo importante: sollevamento pesi, body building, ecc.
- Stretching analitico e globale
- Attività di recupero funzionale e posturale

della fonazione e del canto sono gli stessi: le corde vocali sono messe in vibrazione dall'aria espulsa dai polmoni attraverso la gola generando così il suono che verrà modulato nella cavità orale e si espanderà fuoriuscendo nell'ambiente esterno. Evidentemente la risposta al quesito risiede:

- nel modo in cui si coordinano i molteplici elementi strutturali e funzionali legati alla fonazione (statisticamente molto più usuale e praticata nel vissuto personale) e al canto (molto meno praticata);
- nell'intenzione del soggetto a *volere* effettivamente comunicare ed esprimere qualche cosa tramite la voce.

È dunque necessario un percorso didattico mirato allo scopo che investa il soggetto sul piano psico-fisico.

Non è forse un ambito proprio e assolutamente fondamentale per tutti coloro che

operano come insegnanti delle funzioni cognitive e sportive?

Nella nostra esperienza didattica personale possiamo affermare che ogni attività sportiva, che mira al controllo corporeo e ad un'ampia e plastica capacità coordinativa, può beneficiare delle tradizioni del "bel canto" e di altre attività artistiche per aiutare a comprendere le modalità esecutive di un gesto fondamentale, l'atto respiratorio (Wilfart 1999, Menicucci 2002; Lazzari 2003), proprio dell'essere vivente in *ogni* sua attività transitiva ed espressiva.

### Respirazione e postura

L'espansione parziale o totale della gabbia toracica, necessaria per poter rifornire d'aria i polmoni, dipende dall'azione dei muscoli inspiratori che devono attivarsi per poi disattivarsi durante l'espirazione. È evidente che ogni "retrazione" muscolare dei muscoli

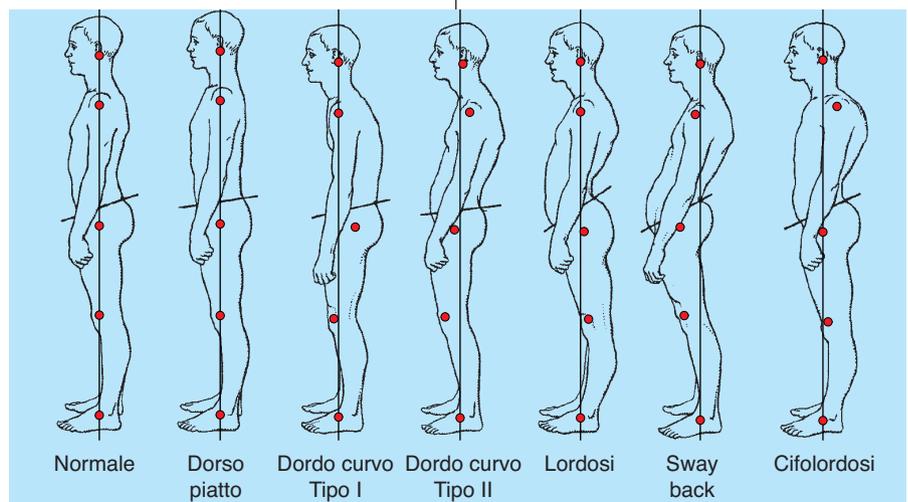


Figura 6 – Alcuni esempi di posture che influenzano le dinamiche respiratorie.

propri della funzione respiratoria può impedire o falsare in parte la coordinazione più efficiente. Le coste si articolano direttamente con le vertebre e sono influenzate nella loro dislocazione spaziale anche dai muscoli del torchio addominale e dai muscoli spino e toraco-appendicolari. Quindi i diversi atteggiamenti della colonna vertebrale (figura 6), le diverse posizioni del corpo nello spazio, le diverse relazioni dei segmenti corporei fra di loro, tutte insieme contribuiscono ad influenzare in senso positivo o negativo la funzione respiratoria nelle sue molteplici dinamiche o modelli (Lumb 2005).

Peraltro ogni dinamica respiratoria utilizzata, specialmente se automatizzata come abitudine, può influire sull'atteggiamento posturale prevalente del soggetto (Van Lysebeth 1973; Wilmore, Costill 1994).

Per tale motivo, ogni tecnica di educazione e rieducazione posturale riconosce l'educazione respiratoria come pilastro fondamentale della rieducazione stessa (Gantz 1990), anche se poi nei fatti si evidenziano indirizzi didattico-pratici diversi e anche talvolta contraddittori.

Per completare l'analisi bisogna anche evidenziare come tutte le tecniche che si rivolgono al riequilibrio della funzione tonica del soggetto (Schultz e Jacobson) e dell'aspetto emozionale (Lowen 2004), intervengono in vari modi sui modelli respiratori dei soggetti per realizzare l'equilibrio psico-somatico desiderato.

Secondo Lumb (2005): "Nei primi stadi della vita pre-natale il tronco cerebrale del feto sviluppa un "centro respiratorio" che genera un'attività respiratoria ritmica ininterrotta per molti anni. Nel corso della propria esistenza ogni essere umano è per lo più non cosciente di questa azione (del proprio modo di respirare); essa è strettamente controllata da una combinazione di riflessi chimici e fisici. Inoltre, quando necessita, la respirazione può (entro certi limiti) essere completamente presa a carico del controllo volontario o interrotta nell'atto di deglutire e negli atti non ritmici involontari come lo starnutare, vomitare, singhiozzare o tossire. Il sistema di controllo è altamente complesso, con la sua automatica abilità ad adattare l'azione dei muscoli respiratori alle diverse richieste delle posture, del parlare, dei movimenti volontari, esercizi e innumerevoli altre circostanze che alterano il fabbisogno respiratorio o influenzano le prestazioni dei muscoli respiratori."

Secondo Ongaro, tale adattamento riflesso, automatico e talvolta volontario, spesso volte risulta poco efficiente sul piano del rendimento della funzione respiratoria che si deve plasticamente adattare alla situazione vissuta in un certo momento dal soggetto: le abitudini instaurate e consolidate nel

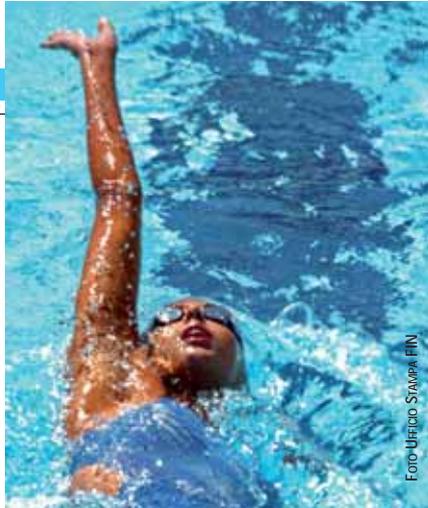


Foto: Utejoo Stravka - FIN

tempo devono essere messe in relazione anche con la qualità delle esperienze vissute dal soggetto sul piano psico-somatico ed emozionale, sulla veridicità o meno degli insegnamenti ricevuti, che non sempre tengono conto della realtà unica di ogni soggetto e della fisiologia, con influenze di elementi fisiopatologici, energetici e sociali.

Il quadro si evidenzia colmo di elementi che si legano fra di loro in un numero enorme di combinazioni. Da ciò ne consegue, necessariamente, un tipo di intervento didattico o strumentale che tiene in considerazione tali elementi, proponendo percorsi il più possibile individualizzati e mirati con l'obiettivo di arrivare ad un utilizzo pronto ed automatizzato della dinamica respiratoria più efficiente, propria dell'attività praticata.

Un esempio tra i tanti: un soggetto che utilizza prevalentemente un modello respiratorio toracico alto mentre pratica l'attività di *jogging*, non sfrutta l'espansione della parte più mobile ed ampia della gabbia toracica e quindi ha un rendimento nel rifornimento di ossigeno minore rispetto alle sue potenzialità strutturali (anatomiche); in questo caso, in ogni atto respiratorio, si introduce meno aria in termini quantitativi e in presenza di maggiori vincoli durante la fase inspiratoria o espiratoria, la spesa energetica per l'espansione della gabbia toracica risulta più alta.

Tale dinamica è strettamente associata, sul piano posturale, ad un torace bloccato e all'elevazione delle spalle, con relativa ipoelasticità dei muscoli inspiratori accessori, "retrazione" del muscolo trapezio superiore ed elevatore della scapola e minor escursione del diaframma.

### Considerazioni applicative sulle dinamiche respiratorie nelle discipline sportive

A riposo si utilizza una respirazione prevalentemente bassa addominale (il motivo di ciò risiede nel fatto che i polmoni sono più ampi nella parte bassa e che la gabbia toracica è più mobile in basso che in alto) con espansione ben equilibrata su tutta la circonferenza toraco-addominale.

- Durante un'attività più o meno intensa: interverranno dinamiche che prevedono una maggior espansione con l'intervento aggiuntivo di una respirazione medio-toracica completa.
- Ogni allargamento della gabbia toracica va concepito sempre nelle tre direzioni dello spazio, anche se, strutturalmente, la parte anteriore risulta di più facile espansione in assenza di vincoli strutturali, rappresentati dalle vertebre e coste fisse.
- È necessario acquisire la capacità di saper generare in maniera volontaria e poi riflessa l'adattamento dei controlli respiratori atti ad attività specifiche: in acqua, l'espirazione soprattutto dal naso per mantenerlo libero e l'inspirazione dalla bocca.
- È altresì importante mantenere le dinamiche respiratorie ottimali anche in posizioni del corpo particolari: le braccia in alto, nelle posizioni a squadra, ecc.
- L'utilizzo ottimale della muscolatura espiratoria nel rispetto delle posture funzionali all'attività. Per esempio, un torchio addominale pienamente efficiente durante un'attività di corsa che biomeccanicamente prevede il mantenimento dell'asse corporeo in atteggiamento lungo.
- L'utilizzo consapevole e automatico delle apnee, sia nella fase piena che a vuoto, anche con funzione correttiva rispetto alle abitudini consolidate. Per esempio, nel momento dello stacco nel sollevamento pesi.
- Mantenimento di una ventilazione costante anche nei momenti difficili della competizione: evitare di rimanere bloccati in apnea per poi trovarsi in debito di ossigeno (nuoto, tennis, ecc).
- La capacità di variare a volontà sia la durata delle fasi respiratorie sia le dinamiche respiratorie in funzione delle necessità contingenti.
- La capacità di sfruttare in maniera economica il ritorno elastico del tessuto polmonare e della gabbia toracica dopo una inspirazione massima e un'espirazione massima. La fase inspiratoria ed espiratoria possono suddividersi rispettivamente in una fase passiva (ritorno elastico) e una fase attiva, con lunghezza di tempi e capacità di ventilazione che sono differenti a seconda della dinamica respiratoria utilizzata e dalla capacità del soggetto di inibire coscientemente prima, e per via riflessa poi, ogni impedimento (freno) muscolare che si oppone. Per esempio, dopo una esauriente espirazione ad opera del traverso basta lasciare andare ogni contrazione dei muscoli espiratori e ci si rifornisce spontaneamente e velocemente d'aria, preservando la pressione addominale necessaria al proseguimento dell'azione: nel nuoto, nel canto in un brevissimo intervallo concesso dalla partitura, ecc.

## I nostri primi studi sul training dei muscoli respiratori

Da oltre quattro anni ci stiamo dedicando alla rivalutazione di alcuni esercizi che servono a migliorare alcuni parametri respiratori in soggetti sportivi e non. I risultati ottenuti sembrano dimostrare l'efficacia delle attività proposte e soprattutto la permanenza di vantaggi nelle funzioni respiratorie anche a distanza di un anno dalla cessazione degli esercizi somministrati. L'aspetto sorprendente risiede anche nel fatto che i vantaggi acquisiti sono stati raggiunti con un impegno minimo: ad esempio con sedute di soli otto minuti per una durata complessiva di otto settimane.

Questo ci permette di formulare le seguenti considerazioni:

- è necessario rivalutare la ginnastica respiratoria nelle sue diverse forme;
- è opportuno "rivalutare" gli esercizi di *stretching* per torace e colonna;
- potrebbe essere utile inserire nei diversi programmi di *training* le modalità di allenamento selettivo della muscolatura respiratoria condotte in condizioni di ipernea isocapnica.

### Presentiamo ora una breve descrizione degli studi realizzati

1. In un primo studio originale si era cercato di valutare l'efficienza della dinamica respiratoria attraverso delle valutazioni spirometriche su trenta soggetti di età compresa tra  $35 \pm 6$  anni, suddivisi tra fumatori e non fumatori. I dati erano stati messi in relazione con un indice di attività fisica e i risultati avevano evidenziato che i parametri respiratori di chi svolge attività fisica sono significativamente migliori dei soggetti sedentari indipendentemente dalla abitudine al fumo (figura 7). Naturalmente, le conclusioni di questa ricerca non vogliono giustificare il vizio del fumo e nemmeno incoraggiarlo. Non si voleva concludere allora, come non si vuole farlo oggi, che si può tranquillamente fumare, tanto poi basta allenarsi per porre rimedio al fumo. Ma piuttosto segnalare che l'esercizio fisico potrebbe essere un modo per migliorare alcuni

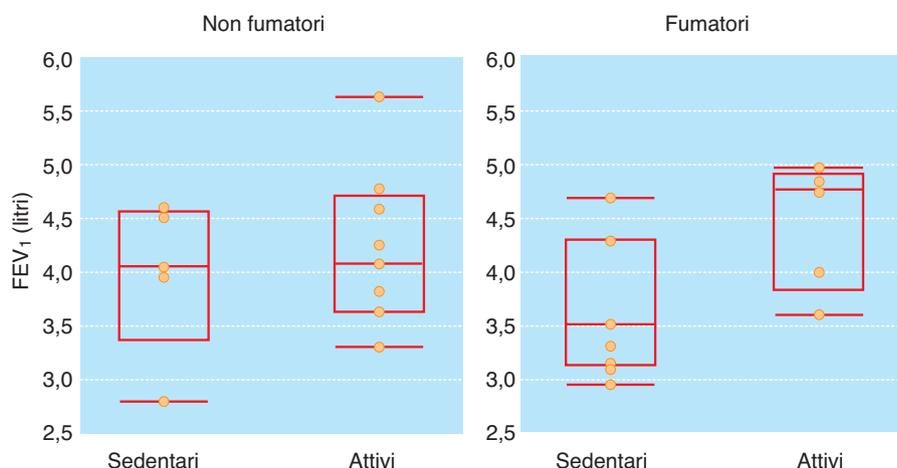


Figura 7 - Parametri respiratori ed indici attività fisica per classi di attività indipendentemente dalla abitudine al fumo.

parametri respiratori (che molte ricerche considerano correlati con il benessere funzionale) che al pari di altri indici fisiologici potrebbero essere influenzati negativamente dal fumo e anche dalla qualità dell'aria respirata nelle città.

### 2.

In un altro studio, avevamo valutato quanto opportuni esercizi respiratori, abbinati ad esercizi di stretching adatti a migliorare l'elasticità della gabbia toracica, fossero in grado fare variare in meglio alcuni parametri respiratori.

Alla ricerca hanno preso parte trentanove soggetti, maschi e femmine di età compresa tra diciannove e sessanta anni suddivisi in tre gruppi.

Il gruppo A, era composto da tredici studenti della Facoltà di Scienze Motorie (età media  $21.0 \pm 1.4$  anni), praticanti attività sportiva non agonistica di tipo non aerobico. Il gruppo B era composto da altri tredici studenti (età media  $20.4 \pm 1.9$ ) con le stesse caratteristiche dei soggetti del gruppo precedente, mentre il gruppo C (età media  $40.4 \pm 12.9$  anni) era composto da soggetti partecipanti ad uno stage di *Respiro/Voce*.

Il gruppo B effettuò un *training* della durata di sei settimane, in ragione di tre allenamenti settimanali e l'esecuzione di cinque esercizi respiratori propri del metodo Wilfart®, per una durata totale di quindici minuti. Per contro, il gruppo C effet-

tuò tre giorni completi di sessioni di lavoro di circa quindici minuti ciascuna, con un totale individuale pari a  $6 \times 15$  min con esercizi simili a quelli del gruppo B e adattati alla situazione e morfologia dei soggetti stessi. Il gruppo A funse da gruppo di controllo.

I risultati della ricerca si possono così riassumere: il gruppo di controllo non evidenziò alcun cambiamento, negli studenti del gruppo sperimentale si verificò un marcato e significativo aumento della  $FEV_1$ , mentre le variazioni positive misurate nei soggetti più anziani che avevano preso parte allo stage si rivelarono prive di significatività statistica.

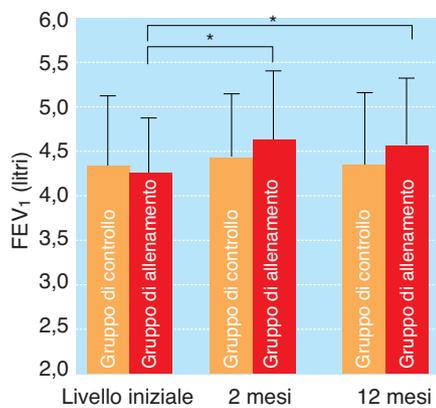
### 3.

A distanza di un anno, si pensò di ricontrollare i ventisei studenti, divisi tra il gruppo di controllo e quello sottoposto ad esercizi per l'allenamento respiratorio (gruppo B della ricerca precedente) per valutare se quest'ultimo avesse conservato nel tempo i miglioramenti raggiunti. Trascorsi dodici mesi, i due gruppi furono sottoposti nuovamente a test spirometrici per valutare appunto se gli effetti ottenuti con il training dal gruppo B, si fossero mostrati duraturi.

I valori della  $FEV_1$  erano ancora superiori rispetto a quelli ottenuti dai soggetti prima di sottoporsi al periodo dai allenamento e i risultati sono illustrati nella tabella 1 e nella figura 9.



Figura 8 - I cinque esercizi respiratori del metodo Wilfart®, utilizzati dal gruppo sperimentale.



**Figura 9** – i valori della FEV<sub>1</sub> misurati dopo un anno risultano statisticamente superiori rispetto a quelli ottenuti prima del periodo dai allenamento. (\*) significativo quando  $p < 0,05$ .

La figura 9 riporta il grafico dei risultati ottenuti: i valori della FEV<sub>1</sub> sono rimasti migliori rispetto a quelli ottenuti dai soggetti prima di sottoporsi al periodo di allenamento. Gli esercizi di allenamento per la muscolatura respiratoria utilizzati secondo il protocollo descritto, avevano impegnato i soggetti per circa 15 minuti per tre volte alla settimana. Questo tipo di *training*, se effettuato regolarmente per un periodo di almeno sei settimane ha dimostrato di essere in grado di determinare un significativo effetto sulla FEV<sub>1</sub>. Gli esercizi migliorano la funzionalità respiratoria e determinano un incremento che persiste anche un anno dopo la cessazione del *training*. Questi risultati appaiono in linea con quanto è descritto in diverse ricerche che hanno valutato i parametri respiratori in soggetti che avevano appreso e praticato la respirazione yoga: nonostante che le metodiche respiratorie della disciplina yoga utilizzino movimenti che risultano diversi dalle modalità respiratorie utilizzate nella vita quotidiana, esse sembrano in grado di influire sui movimenti della respirazione ottimizzandone le dinamiche.

4. Con un quarto lavoro di ricerca si è pensato di verificare se:

- specifici allenamenti dei muscoli respiratori comportassero, oltre che un miglioramento di alcuni parametri spirometrici, variazioni positive della performance aerobica in un gruppo di giovani studenti liceali sedentari.
- il confronto tra differenti tipi di allenamento respiratorio: uno condotto attraverso esercizi che appartengono alla cosiddetta "ginnastica respiratoria classica" ed un altro che utilizza uno strumento che permette di lavorare in condizioni di iperpernea isocapnica.

	FEV <sub>1</sub> 2 mesi (variazioni % L/s)	FEV <sub>1</sub> 1 anno (variazioni % L/s)
Gruppo A (Controllo)	+ 1,8	+ 0,2
Gruppo B (Sperimentale)	+ 9,2*	+ 4,6*

**Tabella 1** – Risultati dello studio (% variazioni). Solo il Gruppo B ha ottenuto differenze significative della FEV<sub>1</sub> per le tre misurazioni effettuate all'inizio, dopo due mesi e dopo un anno.

- gli eventuali miglioramenti ottenuti fossero mantenuti anche dopo un periodo prolungato di assenza di training respiratorio e/o atletico.

Trenta studenti liceali di sesso maschile (16±1 anni) non praticanti attività fisica sono stati divisi, con criterio randomizzato in tre gruppi da dieci ciascuno ed è stata anche verificata l'assenza di differenze significative nei risultati pre-test:

- gruppo R (ginnastica respiratoria tradizionale);
- gruppo RS (esercizio in iperpernea isocapnica);
- gruppo C (gruppo di controllo).

I due gruppi sperimentali hanno utilizzato due allenamenti settimanali di 8 minuti, ricavati nell'ora di educazione fisica:

- il gruppo R ha effettuato dieci esercizi di ginnastica respiratoria, ripetuti per dieci volte;
- il gruppo RS si è sottoposto ad allenamento specifico della muscolatura respiratoria con apparecchio Spirotiger® (31±2 atti respiratori al minuto, sacca da 2,5±0,5 litri a seconda delle capacità del soggetto); va precisato che i tempi di lavoro di R e RS sono stati i medesi-

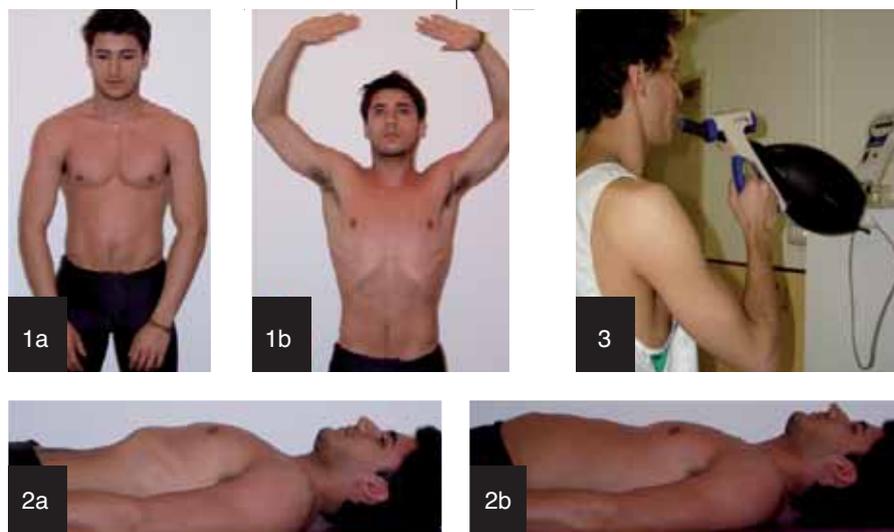
mi, ma il numero di atti respiratori è risultato diverso poiché R ha curato la corretta meccanica respiratoria, ma non ha potuto lavorare in iperpernea isocapnica come RS.

D'altro canto il confronto doveva prevedere l'impegno massimo consentito dalle due modalità respiratorie.

- il gruppo C ha svolto le stesse attività ginniche dei due gruppi sperimentali, salvo che per gli otto minuti della sperimentazione, nei quali ha effettuato attività sportiva di routine sotto forma di esercitazioni tecniche previste dal programma di educazione fisica.

Quindi, fatta esclusione per gli otto minuti di *training* differenziato per i due gruppi sperimentali, i tre gruppi hanno svolto la medesima attività curriculare prevista dalla lezione di educazione fisica.

È stata eseguita una rilevazione iniziale dei parametri spirometrici e della *performance* aerobica di tutti i soggetti mediante test specifici: spirometria e test incrementale di Léger-Boucher che è stato scelto perché consentiva una valutazione facilmente realizzabile in ambito scolastico. Medesime rilevazioni sono poi state ripetute alla fine del periodo di *training* di quattro settimane e a quattro mesi dalla cessazione del *training*.



**Figura 10** – In 1a, 1b, e 2a e 2b sono mostrati i due esercizi respiratori usati durante l'allenamento del primo gruppo (R). In 3 è mostrato l'esercizio con Spirotiger®.

I risultati ottenuti dopo quattro settimane sono stati i seguenti:

- Gruppo R: aumento della *FVC* e *FEV<sub>1</sub>* e della velocità nel test di resistenza;
- Gruppo RS: significativo aumento di *FVC* e *FEV<sub>1</sub>* e della velocità del test di resistenza.
- Gruppo C: nessuna variazione registrata tra prima e dopo.

A scopo semplificato nelle tabelle sono riportate le variazioni percentuali ottenute dai tre gruppi dopo il periodo di *training*. L'analisi statistica è stata eseguita sulle differenze fatte registrare dai tre gruppi dopo le quattro settimane di allenamento mentre un ulteriore esame statistico ha poi consentito di confrontare la rispettiva efficacia dei due metodi di *training* respiratorio rispetto al gruppo di controllo.

Per i risultati del test di resistenza: l'analisi post-hoc ha permesso di evidenziare che R e RS si sono dimostrati entrambi superiori a C.

L'analisi statistica è risultata significativa per tutti i parametri considerati, tranne per

	R (variazioni % dopo 4 settimane)	RS (variazioni % dopo 4 settimane)	C (variazioni % dopo 4 settimane)	ANOVA: valore di P (*)	POST-HOC TEST
FVC	+ 5,15	+ 10,33	0	0,02	RS vs C
FEV <sub>1</sub>	+ 4,24	+ 4,62	0	0,07	N.S.
FEV <sub>1</sub> /FVC	- 0,8	- 5,0	+ 0,07	0,05	RS vs C
VEL	+ 4,8	+ 4,9	+ 0,4	0,02	RS vs C R vs C

**Tabella 2 – Risultati dei parametri spirometrici: dopo il periodo di training, per il gruppo respirazione e Spirotiger®: i parametri respiratori sono migliorati in modo significativo tranne che per FEV<sub>1</sub> dove il valore di significatività è stato solo sfiorato; l'analisi post-hoc ha permesso di evidenziare che la FVC è variata significativamente rispetto a C solo nel gruppo RS. (\*) significativo quando P<0,05.**

la *FEV<sub>1</sub>* per la quale il valore di significatività è stato solo sfiorato, mentre l'analisi post-hoc ha permesso di evidenziare che la *FVC* è variata significativamente rispetto a C solo nel gruppo RS.

Anche il rapporto tra *FEV<sub>1</sub>/FVC* è variato significativamente rispetto a C soltanto in RS. Invece, nel test di Léger, R e RS si sono

dimostrati entrambi superiori a C (figure 11 e 12).

Per meglio illustrare l'evoluzione dei parametri valutati prima della sperimentazione, dopo le quattro settimane di allenamento e dopo quattro mesi dalla fine del training è utile esaminare i grafici delle figure da 13 a 14 che mostrano l'andamento dei valori nel tempo.

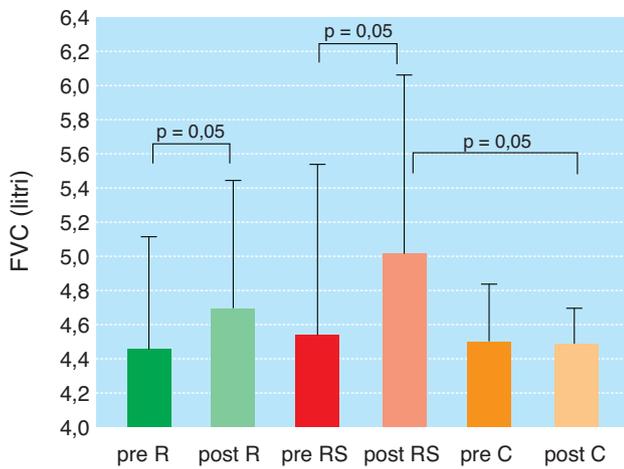


Figura 11 – Grafico della FVC.

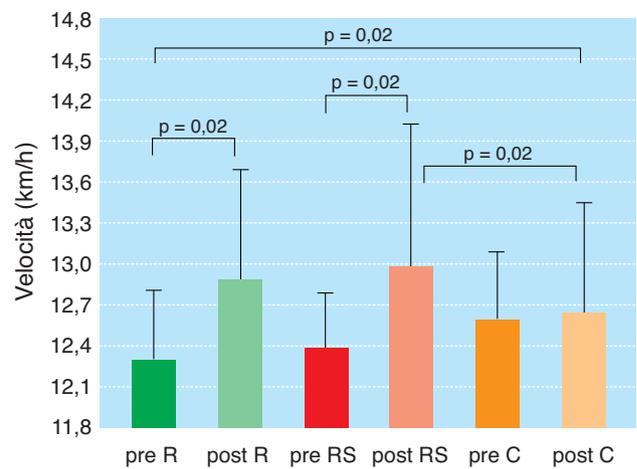


Figura 12 – Grafico del test di Léger.

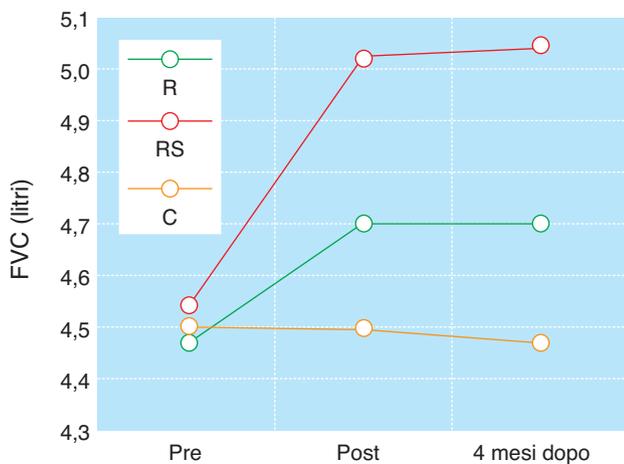
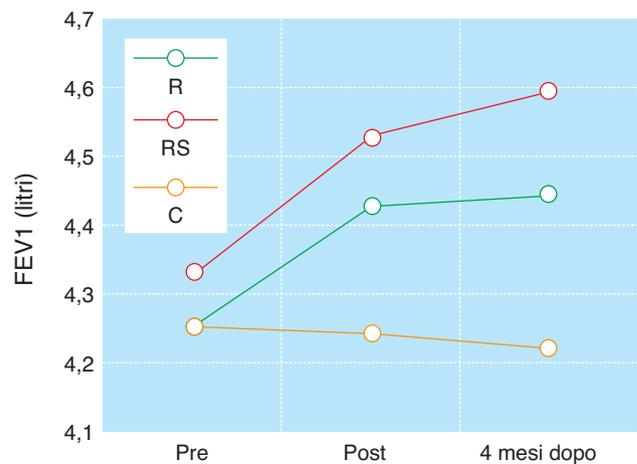


Figura 13 – Andamento di FVC e FEV<sub>1</sub> nel tempo.



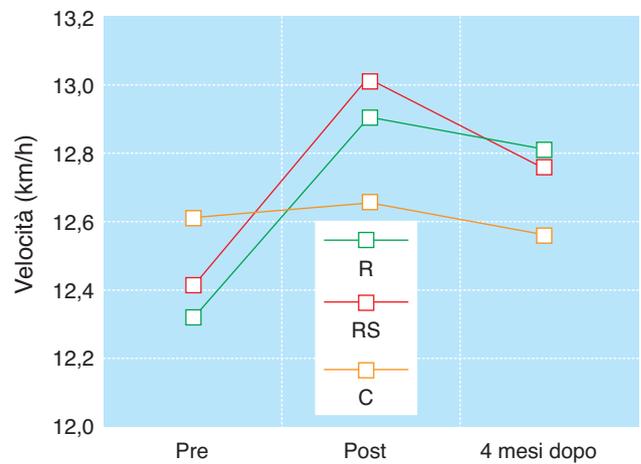
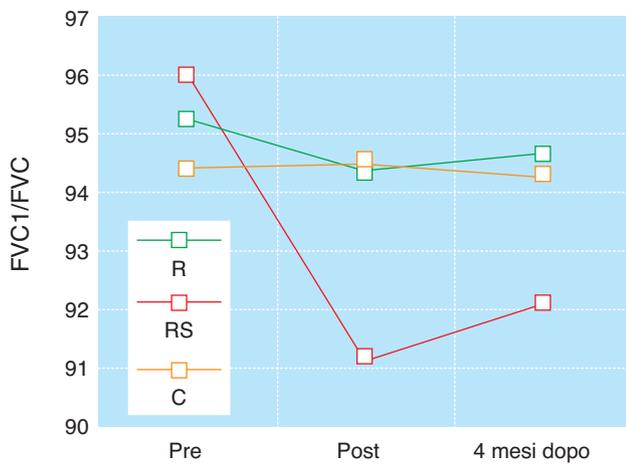


Figura 14 – Andamento dei rapporti FEV<sub>1</sub>/FVC e del test di resistenza nel tempo.

Le conclusioni relative a questo studio possono essere così riassunte:

- I soggetti dei due gruppi sperimentali hanno ottenuto miglioramenti dei parametri spirometrici e, anche se non è stata provata una significativa prevalenza di un *training* rispetto all'altro, l'allenamento con Spirotiger® ha prodotto risultati migliori. Per la performance aerobica tali variazioni, rispetto al gruppo di controllo appaiono significative sia per il gruppo "Spirotiger®," che per il gruppo "ginnastica".
- A distanza di quattro mesi dal termine dell'allenamento i parametri respiratori vengono mantenuti più o meno costanti nei due gruppi sperimentali rispetto al gruppo di controllo, mentre la prestazione atletica subisce un lieve, ma significativo calo. Tuttavia tali valori sono maggiori rispetto a quelli rilevati prima dell'inizio della sperimentazione e anche in questo caso i risultati raggiunti con l'allenamento condotto in condizioni di ipernea isocapnica si sono rivelati migliori.
- Anche un ridotto allenamento dei muscoli respiratori ha influito sul miglioramento sia dei parametri spirometrici sia della prestazione fisica in giovani ragazzi non praticanti attività sportiva, e ciò concorda con quanto trovato dallo studio di Perret et al.
- L'efficacia degli esercizi di ginnastica respiratoria che abbiamo arbitrariamente definito "tradizionale" potrebbe dipendere dal fatto che questo tipo di allenamento richiede una grande attenzione agli aspetti posturali, propriocettivi e di quelli relativi la variazione dei parametri di frequenza e ampiezza del respiro.

- In ogni caso per entrambe le modalità di *training* respiratorio utilizzate è indispensabile utilizzare una corretta progressione didattica per apprendere correttamente sia gli esercizi a corpo libero sia quelli che richiedono apparecchiature specifiche.
- Potrebbe dunque essere l'apprendimento della corretta tecnica respiratoria che in qualche misura determina l'ottimizzazione degli atti respiratori di ogni giorno, una delle cause del mantenimento dei miglioramenti raggiunti.

### Conclusioni

I meccanismi che influiscono o determinano i miglioramenti ottenuti dall'allenamento della muscolatura respiratoria non risultano ancora completamente chiariti. Alcune possibili spiegazioni potrebbero dunque essere le seguenti.

- L'esercizio respiratorio richiede una grande attenzione per aspetti posturali, propriocettivi e quelli relativi la variazione della frequenza e della profondità del respiro.
- Tutte le tecniche di *training* respiratorio utilizzate richiedono una precisa e corretta progressione didattica per apprendere correttamente gli esercizi da eseguire. Come accade per tutte le tecniche non si può pensare di "allenare l'errore".
- Altre spiegazioni potrebbero risiedere nel miglioramento della percezione del respirare, nel minor affaticamento dei muscoli respiratori e dunque nel miglioramento dell'efficienza ventilatoria e nella diminuzione del senso di affanno respiratorio. Anche una minore "competizione" tra i muscoli respiratori e quelli periferici per l'utilizzo dell'ossigeno apportato dal circolo sanguigno potrebbe avere importanza.

- Come appena scritto, potrebbe essere proprio l'apprendimento della corretta tecnica, una delle cause del miglioramento della respirazione, oltre che del mantenimento dei miglioramenti raggiunti.

La ginnastica respiratoria è anche un valido mezzo di prevenzione del decadimento della condizione fisica, specialmente in caso di infortuni, in quanto essa non richiede sforzi eccessivamente impegnativi, è economica e può essere praticata ovunque e in qualsiasi condizioni meteorologiche.

I benefici della ginnastica respiratoria sono duraturi nel tempo e quindi permettono il mantenimento di una buona efficienza fisica anche dopo un periodo di inattività forzata.

Non sfugga quindi l'opportunità di inserire precisi e specifici *training* dei muscoli respiratori nei programmi e protocolli di riabilitazione. Per tutti questi motivi gli atleti dovrebbero integrare i loro allenamenti con il *training* respiratorio; inoltre l'esercizio respiratorio potrebbe costituire una pratica fondamentale nella riabilitazione polmonare in tutti i soggetti che presentano malattie e danni ai sistemi respiratorio e cardiaco.

Gli argomenti trattati nell'articolo sono oggetto di trattazione più approfondita nel testo "La respirazione e l'esercizio" di prossima pubblicazione da parte della Casa Editrice Calzetti & Mariucci editori.

La bibliografia dell'articolo può essere consultata e scaricata da [www.calzetti-mariucci.it](http://www.calzetti-mariucci.it)

Si desiderano ringraziare per l'attività di ricerca sul training della muscolatura respiratoria i professori Americo Gigante e Massimo Annoni e i dottorandi Alice Caimi, Nicoletta Dellerma e Mattia Mariani.

G. Alberti, L. Ongaro, Istituto di Esercizio fisico, salute e attività sportiva, Facoltà di Scienze motorie, Università degli Studi di Milano, Via Kramer 4/A, 20129, Milano).

1. Alberti G., Oliveri E., Caumo A., Ongaro L., Effect of the practice of constant physical exercise on respiratory parameters in smoking and non-smoking subjects, *Sport Sciences for Health*, 1, 2005, 91-95.
2. Alberti G., Gigante A., Mariani M., Caumo A., Ongaro L., Training of respiratory muscles, *Atti del XV Congresso Internazionale di Riabilitazione e Traumatologia Sportiva "La riabilitazione negli sport invernali e di montagna"*, Torino, Italia, 1-2 aprile, 2006, Perugia, Ed. Calzetti-Mariucci, 2006, 214-217.
3. Alexander G., *Le Corps retrouvé par l'Eutonie*, Parigi, Tchou Editeur, 1977.
4. Alexander F. M., *Constructive Conscious Control of the Individual*, Kansas City, Centerline Press, 1985.
5. *Amicale des Anciens Elèves de l'ENSEP, Premier degré d'éducation physique et sportive (6<sup>e</sup> edizione)*, Parigi, Librairie Armand Colin, 1969.
6. *Aa.Vv., Anatomia umana, Vol. 1*, Milano, Edi-ermes, 1997.
7. *Aa.Vv., Fisiologia dell'uomo*, Milano, Edi-ermes, 2002.
8. Baratto Gentili L., *Euritmia*, Milano, Filadelfia Editore, 2006.
9. Basmajian J. V., De Luca C. J., *Muscles Alive*, (5<sup>e</sup> ed.), Baltimore, Williams & Wilkins, 1985.
10. Battaglia Damiani D., *Anatomia della voce*, Milano, Ricordi, 2003.
11. Bienfait M., *Fisiologia della terapia manuale*, Roma, Edizioni Marrapese, 1990.
12. Boutellier U., Respiratory muscle fitness and exercise endurance in healthy humans, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 30, 1998, 1169-1172.
13. Boutellier U., Buchel R., Kundert A., Spengler C. M., The respiratory system as an exercise limiting factor in normal trained subjects, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 1992, 65, 347-353.
14. Boutellier U., Piwko P., The respiratory system as an exercise limiting factor in normal sedentary subjects, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 64, 145-152, 1992.
15. Bungè G. E. C., *La science du respir*, Parigi, Les Éditions Mazdéennes, 1937.
16. Busquet L., *Le catene muscolari, Vol. 1*, Roma, Edizioni Marrapese, 1994.
17. Caine M. P., Mcconnel A. K., The inspiratory muscle can be trained differentially to increase strength or endurance using a pressure threshold inspiratory muscle training device, *Eur. Respir. J.* 12, 1998, 58-59.
18. Calais-Germain B., *Respiration- anatomie-geste respiratoire*, Parigi, Editions Deslris, 2005.
19. Calais-Germain B., *Le périnée féminine et l'accouchement*, Parigi, Editions Deslris, 2006.
20. Caufriez M., *Gymnastique Abdominale Hypopressive*, Bruxelles, MC Editions, 1997.
21. Chevolet J. C., Tschopp J. M., Blanc Y., Rochat T., Junod A. F., Alterations in inspiratory and leg muscle force and recovery pattern after a marathon, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25, 1993, 501-507.
22. Crapo P. O., Pulmonary-function testing, *N. Engl. J. Med.*, 331, 1994, 25-30.
23. Davrou Y., Macquet J. C., *Sofrologia*, Roma, Astrolabio, 1979.
24. De Alcantara P., *Indirect procedures, a Musician's Guide to Alexander Technique*, Oxford, Oxford University Press, 1997.
25. De Gasquet B., *Abdominaux, arrêtez le massacre*, Parigi, Robert Jaube, 2005.
26. Dempsey J. A., Harms C. A., Ainsworth D. M., Respiratory muscle perfusion and energetics during exercise, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 28, 1996, 1123-1128.
27. Dillman E., *Pilates*, Milano, Oscar Guide Mondadori, 2003.
28. Dychtwald K., *Psicosoma*, Roma, Astrolabio, 1978.
29. Ehrenfried D., *De l'éducation du corps à l'équilibre de l'esprit*, Parigi, Aubier Montaigne, 1977.
30. Enoka R. M., *Neuromechanical Basis of Kinesiology*, (2<sup>e</sup> edizione), Champaign, Ill., Human Kinetics, 1994.
31. Gantz J., The relationship between Intra-Abdominal Pressure and Dance Training, *Kinesiology and Medicine for Dance*, 12, 2, 1990, 32-37.
32. Germain P., *Economie du geste*, Parigi, Ed. Chiron, 1989.
33. Grundy J. H., *Human Structure and Shape*, Chibolton Hampshire, Noble Books, 1982.
34. Gething A. D., Williams M., Davies B., Inspiratory resistive loading improves cycling capacity: a placebo controlled trial, *Br. J. Sports Med.*, 38, 2004, 730-736.
35. Gosselink R., Decramer M., Inspiratory muscle training, where are?, *Eur. Respir. J.*, 7, 1994, 12, 2103-2105, 1994.
36. Fairbairn M. S., Coutts K. C., Pardy R. L., McKenzie D. C., Improved respiratory muscle endurance of highly trained cyclists and the effects on maximal exercise performance, *Int. J. Sports Med.* 12, 1991, 66-70.
37. Friedman P., Eisen G., *The Pilates Method of Physical and Mental Conditioning*, New York, Doubleday & Co., 1980.
38. Harms C. A., Babcock M. A., Mcclaran S. R., Pegelow D. F., Nickle G. A., Nelson W. B., Dempsey J. A., Respiratory muscle work compromises leg blood flow during maximal exercise, *J. Appl. Physiol.*, 82, 1997, 1573-1583.
39. Harms C. A., Wetter T. J., Mcclaran S. R., Pegelow D. F., Nickle G. A., Nelson W. B., Hanson P., Dempsey J. A., Effects of respiratory muscle work on cardiac output and its distribution during maximal exercise, *J. Appl. Physiol.*, 85, 1998, 609-618.
40. Herrigel E., *Lo zen e il tiro con l'arco*, Milano, Adelphi Edizioni, 1982.
41. Holm P., Sattler A., Fregosi R. F., Endurance training of respiratory muscles improves cycling performance in fit young cyclists, *BMC Physiology*, 4, 2004, 9.
42. Houareau M. J., *Ginnastiche dolci*, Come, Edizioni Red, 1980.
43. Inbar O., Weiner P., Azgad Y., Rotstein A., Weinstein Y., Specific inspiratory muscle training in well-trained endurance athletes, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 32, 2000, 1233-1237.
44. Johnson B. D., Babcock M. A., Suman O. E., Dempsey J. A., Exercise induced diaphragmatic fatigue in healthy humans, *J. Physiol.*, 460, 1993, 385-405.
45. Lazzari G., *Il flauto traverso*, Torino, Edizioni EDT, Torino, 2003.
46. Leboyer F., *L'Arte del Respiro*, Palermo, Editore IPSA, 1986.
47. Le Boulch J., *L'éducation par le mouvement*, Parigi, Les Editions ESF, 1973.
48. Léger L., Boucher R., An indirect continuous running multistage field test. The Université de Montreal Track Test, *Can. J. Appl. Sports Sci.*, 5, 1980, 77-84.
49. Leonard J., Laut P., *Rebirthing - Tecniche per integrare corpo mente e Spirito*, Roma, Astrolabio, 1988.
50. Lisboa C., Villafranca A., Cruz E., Pertuzè J., Borzone G., Inspiratory muscle training in chronic airflow limitation, effect on exercise performance, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 10, 1997, 537-542.
51. Loke J., Mahaler D. A., Virgulto J. A., Respiratory muscle fatigue after marathon running, *J. Appl. Physiol.*, 52, 1982, 821-824.
52. Lowen A., *Bioenergetica*, Milano, U. E. Feltrinelli, 2004.
53. Lumb A. B., Nunn J. F., Respiratory function and ribcage contribution to ventilation in body positions commonly used during anesthesia, *Anesth. Analg.*, 73, 1991, 422-426.
54. Lumb A. B., *Nunn's applied respiratory physiology*, Filadelfia, Elsevier Limited, 2005.
55. Kapandji I. A., *Fisiologia articolare, Vol. III, Tronco e Rachide*, Roma, Marrapese Editore, 1977.
56. Kohl J., Koller E. A., Brandenberger M., Cardenas M., Boutellier U., Effect of exercise-induced hyperventilation on airway resistance and cycling endurance, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 75; 1997, 305-311.
57. Madanmoha Jatiya L., Udupa K., Bhavanani A. B., Effect of yoga training on handgrip, respiratory pressures and pulmonary function, *Indian J. Physiol. Pharmacol.*, 47, 2003, 387-392.
58. Maillard E., *La preparation à la grossesse, l'accouchement et la gestion du post- Partum, analogies et support de la Méthode Wilfert*, Memoire pour le Diplome dans la Methode Wilfert, A. A, 2006/2007.
59. Mariani M., *Allenamento dei muscoli respiratori, confronto tra ginnastica respiratoria tradizionale ed esercizio eseguito in condizioni di iperpnèa isocapnica*, Tesi di laurea magistrale, Facoltà di Scienze Motorie, Università degli Studi di Milano, A. A 2004-05.
60. Martin B., Hientzelman M., Chen H.I., Exercise performance after ventilation work, *J. Appl. Physiol.* 52, 1982, 1581-1585.
61. Mcconnel A. K., Sharpe G. R., The effect of inspiratory training upon maximum lactate steady-state and blood lactate concentration, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 94, 2005, 277-284.
62. McMahon M. E., Boutellier U., Smith R. M., Spengler C. M., Hyperpnèa training attenuates peripheral chemosensitivity and improves cycling endurance, *J. Experimental Biology*, 205, 2002, 3937-3943.
63. Mehling W. E., Breath therapy for chronic low back pain, *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 10, 2006, 96-98.
64. Menicucci D., *Scuola di canto lirico e moderno*, Torino, Omega Edizioni, 2002.
65. Mezieres F., *Originalità de la Méthode Mezieres*, Parigi, Editeur Maloine, 1984.
66. Michelini E., *La Respirazione in acqua - problematiche e strategie*, Tesi di Laurea, Facoltà di Scienze Motorie, Università degli Studi di Milano, A. A 2004-2005.

67. Morgan D. W., Kohort W. M., Bates B. J., Skinner J. S., Effects of respiratory muscle endurance training on ventilatory and endurance performance of moderately trained cyclists, *Int. J. Sports Med.*, 8, 1987, 88-93.
68. Moxham J., Respiratory muscle fatigue, mechanisms, evaluation and therapy, *Br. J. Anaesth.*, 65, 1990, 43-53.
69. Muller J. P., Il mio sistema, Milano, Sperling & Kupfer Editori, 1981.
70. Nava S., Zanotti E., Rampolla C., Rossi A., Respiratory muscle fatigue does not limit exercise performance during moderate endurance run, *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 32, 1992, 39-44.
71. Nisand M., Geismar S., La Méthode Mezieres, un concept révolutionnaire, Parigi, Editions J. Lyon, 2005.
72. Olsen A., Body Stories, A guide to experiential anatomy, Barrytown, N. Y., Station Hill Press, 1991.
73. Ongaro L., Fleischman R., Alberti G., Effects of training of respiratory muscles on FEV1, Atti del XIII Congresso Internazionale di Riabilitazione e Traumatologia sportiva "The Rehabilitation of Sport Muscle and Tendon Injuries", Milano, Italia, 24-25 aprile, 2004, Perugia, Ed. Calzetti-Mariucci, 2004, 110.
74. Ongaro L., Fleischman R., Limonta E., Caumo A., Alberti G., Effects of training of respiratory muscles on FEV1, one year follow up, Atti del XIV Congresso Internazionale di Riabilitazione e Traumatologia sportiva, "The Accelerated Rehabilitation of Injured Athlete", Bologna, Italia, 9-10 aprile, 2005, Perugia, Ed. Calzetti-Mariucci, 2005, 166.
75. Ostrowski S., Bilan A., The natural history of respiratory system function, *J. Physiol. Pharmacol.*, 55, 2004, Suppl. 3, 95-100.
76. Pasini W., Il Corpo in Psicoterapia, Milano, Cortina Editore, 1982.
77. Painter J., Belair M., Le massage en profondeur, initiation à l'intégration posturale, Québec, Editeur Le Jour, 1982.
78. Perret C., Spengler C. M., Egger G., Boutellier U., Influence of endurance exercise on respiratory muscle performance, *Med. Sci. Sports Exerc.* 12, 2000, 2052-2058.
79. Petersen E. S., Vejby-Christenson H., Effects of body temperature on ventilatory response to hypoxia and breathing pattern in man, *J. Appl. Physiol.* 42, 1977, 492-500.
80. Pfauwadel M.C., Respirer, Parler, Charter, Parigi, Edition Le Hameau, 1981.
81. Pivetta S., Paramorfismi giovanili, Milano, Sperling & Kupfer, 1986.
82. Reid H., Il libro delle Arti marziali morbide, Como, Lyra Libri, 1989.
83. Roi G. S., Groppi R., 99 Esercizi Addominali, Milano, Alea Edizioni, 2002.
84. Romer L. M., Mcconnel A. K., Jones D. A., Effects of inspiratory muscle training on time-trial performance in trained cyclists, *J. Sports Sci.* 20, 2002, 547-562.
85. Scherer T. A., Spengler C. M., Owassapian D., Imhof E., Boutellier U., Respiratory muscle endurance training in chronic obstructive pulmonary disease, *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2000, 162, 1709-1714.
86. Schünemann H. J., Dorn J., Grant J. B., Trevisan M., Pulmonary Function Is a Long-term Predictor of Mortality in the General Population, *Chest*, 118, 2000, 656-664.
87. Schwind P., Rolfing, Padova, Ed. Erredici, 1986.
88. Shell A.W., Respiratory muscle training in healthy individuals, physiological rationale and implications for exercise performance, *Sports Med.*, 32, 2002, 567-581.
89. Shepard R. J., The maximum sustained voluntary ventilation in exercise, *Cli. Sci.* 32, 1967, 167-176.
90. Sonetti D. A., Setter T. J., Pegelow D. F., Dempsey J. A., Effects of respiratory muscle training versus placebo on endurance exercise, *Respir. Physiol.* 127, 2001, 185-199.
91. Souchard Ph. E., La respirazione, Roma, Ed. Marrapese, 1996.
92. Spengler C. M., Boutellier U., Breathless legs? Consider training your respiration, *News Physiol. Sci.* 15, 2000, 101-105.
93. Spengler C. M., Roos M., Laube S., Boutellier U., Decrease exercise blood lactate concentrations after respiratory endurance training in humans, *Eur. J. Appl. Physiol.* 79, 199, 299-305.
94. Stuessi C., Spengler C. M., Knopfli-Lenzin C., Markov G., Boutellier U., Respiratory muscle endurance training in humans increases cycling endurance without affecting blood gas concentrations, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 84, 2001, 582-586.
95. Sweigard L. E., Human movement potential, New York, Harper & Row, 1974.
96. Szczurko O.1, Cooley K., Busse J. W., Seely D., Bernhardt B., Guyatt G. H., Zhou Q., Edward J. Mills E. J., Naturopathic Care for Chronic Low Back Pain, A Randomized Trial, *PLoSone* 2, 9, doi, 10.1371/journal.pone.0000919, Ottawa, Peter Tugweil Academic Editor, University of Ottawa, Canada, 09/19/2007.
97. Todd M. E., The Thinking Body, Hightstown, N. J. Princeton Book Company, Nuova edizione dell'edizione del 1937, 1980.
98. Tsuda I., Le Non-Faire Ecole de la respiration, Parigi, Le Courier du livre, 1973.
99. Vandervael F., Analyse des mouvements du corps humain, Parigi, Librairie Maloine, 1979.
100. Van Lysebeth A., Pranayama, la dinamica del respiro, Roma, Astrolabio, 1973.
101. Vennard W. A. B., Singing, the Mechanism and the Technic, New York, Carl Fischer, 1967.
102. Verges S., Notter D., Spengler C. M., Influence of diaphragm and rib cage muscle fatigue on breathing during endurance exercise, *Respir. Physiol. Neurobiol.*, 16, 2006.
103. Verges S., Boutellier U., Spengler C. M., Effect of respiratory muscle endurance training on respiratory sensations, respiratory control and exercise performance a15 year experience, *Resp. Physiol. Neurobiology*, 161, 2008, 1, 16-22.
104. Verzari S., Studi di Tecnica per lo sviluppo degli armonici della Tromba, Milano, Ricordi, 1985.
105. Volianitis S., Mcconnel A. K., Koutedakis Y., Mcnaughton L., Backx K., Jones D. A., Inspiratory muscle training improves rowing performance, *Med. Sci. Sports Exerc.* 33, 2001, 803-809.
106. Wilfart S., Il canto dell'essere, Bergamo, Editore Servitium, 1999.
107. Wasserman K., Breathing during exercise, *N. Engl. J.*, 298, 1978, 780-785.
108. Wilmore J. H., Costill D. L., Physiology of Sports and Exercise, Champaign, Ill., Human Kinetics, 2004 (traduzione italiana a cura di A. Lombardi, Fisiologia dell'esercizio fisico e dello sport, Perugia, Ed. Calzetti-Mariucci, 2005).
109. Weiner P., Magadle R., Beckerman M., Weiner M., Berar-Yanay N., Maintenance of inspiratory muscle training in COPD patients, one year follow up, *Eur. Respir. J.*, 23, 2004, 61-65.
110. Wells G. D., Pyley M., Thomas S., Goodman L., Duffin J., Effects of concurrent inspiratory and expiratory muscle training on respiratory and exercise performance in competitive swimmers. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 94, 2005, 527-540.
111. Williams J. S., Wongsathikun J., Boon S. M., Acevedo E. O., Inspiratory muscle training fails to improve endurance capacity in athletes, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 35, 2003, 540.
112. Wye T., Respirazione e scale, Roma, Ed. Riverberi Sonori, 1998.