

Zeitschrift: Mobile : la rivista di educazione fisica e sport
Herausgeber: Ufficio federale dello sport ; Associazione svizzera di educazione fisica nella scuola
Band: 10 (2008)
Heft: 2

Artikel: La via dell'ossigeno
Autor: Bignasca, Nicola
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1001523>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

La via dell'ossigeno

Come funziona la respirazione? Come un orologio svizzero. Le singole fasi sono incastonate le une nelle altre ed imprimono un ritmo regolare e naturale a tutto il ciclo della respirazione.

Nicola Bignasca, foto: Philipp Reinmann

Gli organi

Tutti per uno

Gli organi che compongono il sistema respiratorio (polmoni, pleura, gabbia toracica, vie aeree e muscoli respiratori) permettono uno scambio gassoso (di ossigeno e anidride carbonica) fra l'aria e il sangue. Tutto ciò viene chiamato respirazione esterna.

Gli organi respiratori influenzano anche la produzione dei suoni, compresa la parola usata nelle comunicazioni per mezzo del linguaggio orale. L'epitelio specializzato delle vie respiratorie consente anche la funzione del senso dell'olfatto.

Il naso, la faringe, la bocca, la laringe, la trachea, i bronchi e i polmoni formano le vie respiratorie – che si possono suddividere ulteriormente in vie aeree superiori e inferiori – e hanno essenzialmente due funzioni:

- catturano l'aria all'esterno e la guidano attraverso un complicato sistema di vasi comunicanti verso i 400 milioni di alveoli polmonari e, dopo uno scambio gassoso, la espellono;
- proteggono i polmoni, da un lato filtrando i corpi estranei inalati e umidificando l'aria per garantire il perfetto funzionamento dell'«autopulizia» e, dall'altro, riscaldando l'aria in modo tale che nei bronchi lobari essa raggiunga costantemente la temperatura di 37° C.

Il polmone è un tessuto soffice, spugnoso ed elastico. I bronchi, i vasi sanguigni e linfatici nonché i nervi entrano nei polmoni attraverso le radici di questi ultimi. Attorno ai rami bronchiali molto sottili sono disposti gli alveoli polmonari, la cui forma ricorda un grappolo d'uva, in cui avviene lo scambio gassoso. Sono loro il vero e proprio tessuto respiratorio dei polmoni.

La gabbia toracica è composta di dodici vertebre e dei rispettivi dischi interventrali, di dodici coppie di costole e dello sterno. La sua mobilità è molto importante per la respirazione, poiché permette l'espansione e il restringimento della cavità toracica. Durante l'inspirazione, la gabbia toracica si contrae e durante l'espirazione si rilascia. L'elasticità di questo elemento cilindro-conico favorisce l'inspirazione e riduce l'effetto prodotto dall'espirazione.

La muscolatura

Una pompa vitale

I muscoli respiratori si suddividono in muscoli inspiratori e in muscoli espiratori ausiliari (muscolatura accessoria). Oltre ad essi, il nostro organismo è pure provvisto di muscoli espiratori ausiliari, il cui compito consiste nell'espandere e contrarre la cavità toracica a seconda delle esigenze. I muscoli respiratori possono essere utilizzati e coinvolti intenzionalmente nonostante la maggior parte di essi sia innescata involontariamente e rappresentano l'unica muscolatura presente nello scheletro indispensabile alla vita e di cui ci si serve più frequentemente. Sono chiamati «pompa vitale» poiché l'importanza della loro funzione equivale a quella dei muscoli cardiaci.

Il muscolo inspiratorio più importante è il diaframma, un ampio muscolo a forma di cupola che separa la cavità toracica da quella addominale ed è posizionato ad arco sopra fegato, stomaco, milza e reni e al di sotto del cuore e polmoni. Come qualsiasi altro muscolo dello scheletro, anche il diaframma può essere contratto e rilasciato intenzionalmente. Grazie a esercizi respiratori, verbali e sonori si possono esercitare l'elasticità e la capacità di rilassamento. Esso può pure subire l'influenza indiretta dei muscoli e strutture. Il movimento inspiratorio verso il basso, nell'addome, può essere ad esempio limitato attraverso una contrazione della muscolatura addominale oppure può essere lasciato libero di raggiungere la muscolatura ventrale e toracica.

Anche i muscoli intercostali sono coinvolti nel meccanismo dell'inspirazione. Essi decorrono obliquamente in basso e in avanti, da ogni costola a quella successiva e, contraendosi, le sollevano, spingendo contemporaneamente lo sterno in avanti e determinando un aumento del diametro anteroposteriore del torace. Il diametro trasversale invece rimane più o meno invariato. In caso di respirazione faticosa, in particolare in momenti di insufficienza respiratoria, vengono in aiuto anche i muscoli del torace, cosiddetti scaleni e sternocleidomastoidei, ovvero dei muscoli accessori che concorrono a sollevare la gabbia toracica. Il loro contributo nella respirazione raggiunge all'incirca un quinto, mentre il coinvolgimento dei muscoli intercostali equivale all'incirca ad un terzo.

L'inspirazione a riposo avviene in modo passivo. In caso di respirazione forzata (sotto sforzo) altri muscoli intervengono nel processo di respirazione, si tratta dei muscoli intercostali interni e degli addominali. I muscoli addominali, che decorrono obliquamente in basso e indietro da una costola a quella mediatamente al di sotto e i secondi aiutano l'inspirazione, sia per la capacità di trazione della gabbia toracica in basso e all'interno, sia per l'aumento della pressione intraddominale che spinge il diaframma verso l'alto.

Lo scambio gassoso

Alveoli in azione

Lo scambio gassoso si verifica sia nei polmoni (respirazione esterna) sia nelle cellule (respirazione interna). L'ossigeno e l'anidride carbonica devono essere trasportati da una regione all'altra.

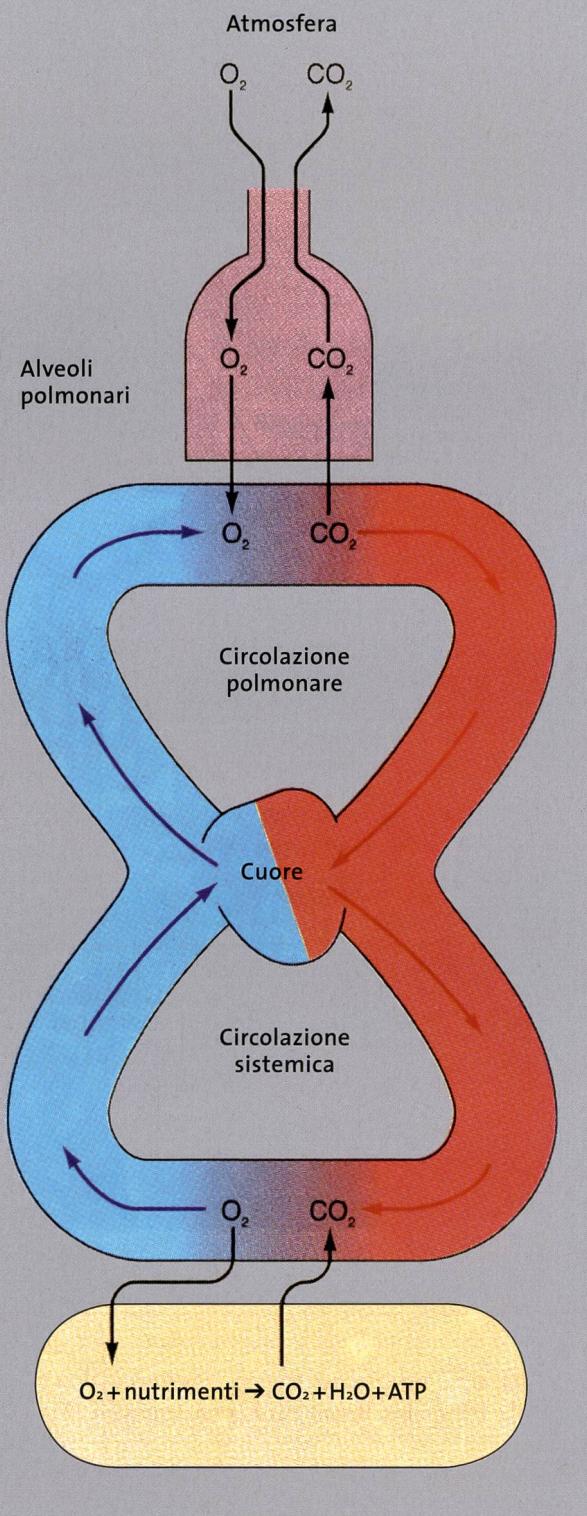
Durante l'atto inspiratorio, nei polmoni si sviluppa un'ipotensione dovuta all'espansione della cavità toracica e dei polmoni stessi. In pratica, l'aria fresca ricca di ossigeno, aspirata attraverso le vie respiratorie, è condotta fino agli alveoli polmonari e si mescola con l'aria rimasta, provocando un aumento della concentrazione di ossigeno in queste piccole cavità. Durante questa dinamica, chiamata ventilazione oppure ventilazione alveolare, soltanto due terzi dell'aria inalata raggiungono gli alveoli polmonari.

Le arterie polmonari provenienti dal ventricolo destro trasportano sangue ricco di anidride carbonica e povero di ossigeno verso i capillari alveolari. In un breve istante di contatto avviene lo scambio dalla membrana alveolo-capillare tramite un gradiente di pressione tra sangue e gli alveoli e l'anidride carbonica viene spinta nella direzione opposta.

Una dinamica, questa, a cui è stato attribuito il nome di scambio gassoso. I capillari coinvolti in questo processo trasportano il sangue ricco di ossigeno e povero di anidride carbonica nelle vene polmonari, attraverso i polmoni sino all'atrio sinistro del cuore. L'aria espirata trasporta l'anidride carbonica verso l'esterno passando per le vie respiratorie.

Lo scambio gassoso avviene attraverso la cosiddetta diffusione, ovvero il processo in cui una sostanza migra spontaneamente da una regione in cui la sua concentrazione è più alta ad una regione in cui la sua concentrazione è più bassa. Lo scambio è maggiormente efficace quando il contatto dura a lungo (respirazione lenta/frequenza respiratoria ridotta) e la superficie di scambio è grande (polmoni e vasi sanguigni sani e attivi).

Dopo essere stato assorbito nel sangue, l'ossigeno si lega (al 97%) all'emoglobina nei globuli rossi e viene poi trasportato verso i vari organi e cellule attraverso le arterie. Il rilascio di ossigeno nel tessuto avviene tramite la diffusione, provocata dal diverso livello di concentrazione di sangue ricco di ossigeno e tessuto povero di ossigeno. L'efficacia dello scambio gassoso nelle cellule (respirazione interna) dipende dall'irrorazione sanguigna nella regione interessata che, a causa dell'attività, subisce un incremento. Gli organi assorbono dal sangue una quantità di ossigeno pari all'incirca al 25% (media rispetto al resto del corpo). L'assorbimento di ossigeno da parte dei muscoli dello scheletro rappresenta, a riposo, una percentuale di circa il 25% e raggiunge supergiù il 75% nelle persone allenate durante uno sforzo massimo.



Fonte: Sherwood, L. (2000): *Physiologie humaine*. Paris, De Boeck Université.

La meccanica**Un ciclo in tre fasi**

A riposo, di norma la ventilazione si compone di tre diverse fasi: l'inspirazione, l'espirazione e le pause respiratorie. Le prime due fasi hanno più o meno la stessa durata, mentre la terza è un pochino più corta (3:3:2). In condizioni di stress sia fisico sia psichico e a dipendenza dell'intensità, le pause si abbreviano o addirittura scompaiono.

L'inspirazione a riposo avviene in modo molto diverso rispetto all'inspirazione sotto sforzo. A seconda del grado di stress, la respirazione aumenta o diminuisce d'intensità. Il meccanismo costole-diaframma si rafforza e ad un certo punto si estende sino a diventare un meccanismo respiratorio sternocostale. Il movimento respiratorio inizia in basso nell'addome (respirazione addominale) e prosegue su su attraverso i fianchi (respirazione apicale) e nell'insieme della gabbia toracica (respirazione toracica). La cavità toracica e i polmoni subiscono un'espansione tridimensionale molto più importante rispetto a quanto non avvenga a riposo e diventa necessario attingere al volume di riserva inspiratorio. Questa combinazione di meccanismi viene chiamata respirazione completa.

A riposo, l'espirazione avviene in modo passivo attraverso il rilascio dei muscoli respiratori contratti. Sotto sforzo, essa invece si attiva, rafforza e/o accelera. Nella dinamica vengono pure coinvolti i muscoli respiratori accessori che spingono le costole verso il basso, mentre i muscoli addominali premono le viscere e il diaframma verso l'alto. Nei polmoni la pressione aumenta in modo netto, le vie respiratorie si contraggono e l'espirazione ne risulta forzata. Sotto sforzo, è buona regola espirare anche dalla bocca, un'alternativa che offre un prezioso sostegno all'intero processo, soprattutto negli sport come il tennis (battuta) o il karatè.

Durante la pausa respiratoria, la tensione dei muscoli rimane quella d'origine ciò che consente loro di rigenerarsi. Tutte le altre strutture che partecipano al processo respiratorio interrompono invece la loro attività rimanendo ad un livello di tensione equivalente. La pressione nei polmoni corrisponde alla pressione atmosferica e in questa fase, l'aria smette di affluire.

**Regolazione****Attivazioni à la carte**

La respirazione è controllata dal centro respiratorio situato nel tronco encefalico (area della ritmicità del midollo allungato) che, da una parte, trasmette impulsi ai muscoli respiratori attraverso i nervi motori e dall'altra controlla, tramite l'attività di questi ultimi, la ventilazione dei polmoni. Questo centro riceve pure delle informazioni sul fabbisogno respiratorio, provenienti da regioni diverse (chemorecettori carotidei e aortici), e regola – vale a dire rallenta o attiva – la respirazione.

Il controllo chimico aiuta la respirazione ad adeguarsi all'attivita metabolica dell'organismo. I gas presenti nel sangue, ovvero ossigeno, anidride carbonica nonché i valori pH, devono essere mantenuti nella norma. Un incremento della concentrazione di anidride carbonica come pure un calo dei valori pH o della quantità di ossigeno nel sangue stimolano il centro respiratorio, ciò significa che la frequenza e la profondità respiratorie aumentano.

Il controllo nervoso della respirazione avviene a causa dell'impulsi dei ricettori che trasmettono le informazioni al centro respiratorio attraverso nervi sensoriali (afferenti, vegetativi). Fra questi figurano anche i ricettori presenti nella trachea (che provocano la tosse) e nella mucosa nasale, che attivano invece gli starnuti.

Durante un'attività fisica, la respirazione non è regolata unicamente da parametri chimici del sangue, poiché gli effetti dell'attività in questione si manifestano lentamente. I ricettori meccanici presenti nei muscoli e nelle articolazioni sono all'origine di una attivazione diretta della respirazione, provocata dalla cosiddetta doppia innervazione. Anche un allungamento della muscolatura può provocare l'attivazione dei ricettori meccanici e perciò dell'inspirazione.

La respirazione e le funzioni respiratorie sono strettamente collegate fra di loro e s'influenzano vicendevolmente. Esistono anche altri impulsi non ben specificati che condizionano la respirazione: l'impulso del dolore e del calore sulla pelle l'accelerano, mentre quello del freddo la rallenta.

Il ritmo della respirazione regolato automaticamente dal controllo volontario può essere interrotto o modificato in qualsiasi momento. Una pratica, quest'ultima, diffusa normalmente fra gli sportivi, chi esegue esercizi verbali o di canto oppure ancora fra i musicisti (strumenti a fiato).

➤ **Per saperne di più:**

Faller, N.: *Atem und Bewegung*. Vienna, New York: Springer 2007.



Da sapere

Più a lungo o più frequentemente?

I parametri più importanti che determinano le variazioni del ritmo della respirazione sono la profondità, la frequenza, il rapporto fra la durata dell'inspirazione e quella dell'espirazione, le pause e la portata del flusso inspiratorio. Con un volume di respiri al minuto costante, la profondità e la frequenza di respirazione sono indirettamente proporzionali: se si aumenta la profondità la frequenza scende e accrescendo invece quest'ultima la respirazione diventa meno profonda.

Profondità di respirazione: il volume medio di 500 cc di aria inalata ad ogni atto respiratorio da un adulto in normali condizioni fisiche e a riposo determina il valore medio della profondità della respirazione. Questo valore può variare fortemente a seconda delle persone. Negli individui che respirano in modo superficiale il volume di aria inalata può scendere sino a 250 cc, mentre negli sportivi allenati può raggiungere addirittura gli 800 cc.

Frequenza respiratoria: normalmente, i neonati presentano un'elevata frequenza respiratoria, che può salire sino a 40 atti al minuto. Negli adulti, la frequenza più bassa è riscontrata fra gli sportivi allenati (circa 6/min), mentre i non allenati presentano valori che oscillano fra 10 e 20. In condizioni di stress, la prima categoria di persone può registrare valori sino a 30 atti al minuto e la seconda fino a 64.

Rapporto espirazione/inspirazione: la durata del movimento inspiratorio e di quello espiratorio è soggetta normalmente a grosse oscillazioni. Per quanto riguarda l'inspirazione sono stati calcolati tempi che variano da 1,8 a 4,6 secondi. Tempi simili con oscillazioni analoghe sono stati registrati anche per l'espirazione. Il rapporto diretto fra le due fasi è di 1,1 con oscillazioni di 0,8-1,6, assolutamente nella norma.

Pausa respiratoria: fra le due fasi, e più precisamente dopo l'espirazione, interviene una pausa respiratoria. Una pausa al termine dell'inspirazione di regola non è invece osservabile, eccezion fatta per il cosiddetto atto respiratorio profondo, che si manifesta raramente. Le pause espiratorie di breve durata si verificano regolarmente a riposo, si prolungano durante il sonno e possono addirittura scomparire non appena si accelera il respiro.

Portata del flusso inspiratorio: inspirando, la portata del flusso dell'aria raggiunge 250-380 centimetri cubi al secondo, mentre espirando i 150-280 cc/sec. La portata massima è invece di 450-600 cc/sec. durante l'inspirazione e di 300-400 cc/sec. durante l'espirazione. In media, dunque, essa è di circa il 30% più elevata durante l'inspirazione.

Conclusione: dopo un'attenta valutazione delle varie forme di ritmo respiratorio si giunge alla conclusione che a riposo la condizione ottimale è rappresentata da un'ampiezza e da una frequenza medie. Durante degli sforzi, è principalmente il volume della respirazione che dovrebbe salire, mentre la frequenza dovrebbe aumentare soltanto di poco. In linea di massima, durante il lavoro la respirazione profonda e lenta (propria delle persone allenate) è considerata razionale, mentre quella superficiale con una frequenza elevata è definita irrazionale e dunque poco efficace. Una respirazione troppo profonda e una diminuzione della frequenza compromettono l'economia della respirazione. La dilatazione crescente aumenta la resistenza dei tessuti, i muscoli respiratori si affaticano troppo per mantenere la loro prestazione e il tempo che l'aria trascorre negli alveoli supera la durata ottimale. Senza dimenticare che una respirazione profonda può pure danneggiare la circolazione cardiovascolare.

Testo tratto da: Schmitt, J.L.: Atemheilkunst. Bern: Humata Verlag Harold S. Blume