

Sintesi

1 Anatomia funzionale dell'apparato respiratorio

- La cavità nasale è divisa in due porzioni sulla linea mediana dal setto nasale ed è separata inferiormente dalla cavità orale per mezzo del palato. È rivestita da una mucosa che riscalda, filtra e umidifica l'aria che entra. La mucosa contiene anche recettori per il senso dell'olfatto. Nella cavità nasale sboccano i seni paranasali e i dotti nasolacrimali.
- La faringe è un canale muscolare, rivestito da mucosa, nel quale si distinguono tre segmenti: rinofaringe, orofaringe e laringofaringe. La rinofaringe ha funzioni soltanto respiratorie; gli altri due segmenti fanno parte sia dell'apparato respiratorio sia dell'apparato digerente. Nella faringe si trovano le tonsille che fanno parte del sistema di difesa dell'organismo.
- La laringe è formata da cartilagini, la più prominente delle quali è la cartilagine tiroidea (pomo di Adamo). La laringe connette la laringofaringe anteriormente con la trachea. Sopra l'apertura della laringe (glottide) si trova l'epiglottide, che impedisce l'ingresso di cibi solidi e liquidi nelle vie respiratorie quando si deglutisce. La laringe contiene le pliche vocali: quelle inferiori (corde vocali vere) producono i suoni nella fonazione.
- La trachea decorre dalla laringe ai bronchi principali; è un condotto formato da muscolo liscio, rivestito dalla membrana respiratoria e quindi da epitelio cilindrico pseudostratificato ciliato; è rinforzata da anelli cartilaginei a forma di C, che la mantengono costantemente aperta.
- I bronchi principali destro e sinistro si originano dalla biforcazione della trachea. Ciascuno penetra nell'ilo del polmone dello stesso lato; a livello di questa insenatura mediale passano anche i vasi sanguigni polmonari, i vasi linfatici e i nervi.
- I polmoni sono organi pari situati nella cavità toracica ai due lati del mediastino. Sono ricoperti dal foglietto viscerale (polmonare) della pleura, mentre la parete toracica è rivestita dalla pleura parietale. Il secreto presente nello spazio pleurico riduce l'attrito durante la respirazione. Ogni polmone è suddiviso in lobi: tre nel polmone destro e due in quello sinistro, che presenta una rientranza dove è alloggiato il cuore. I polmoni sono fondamentalmente formati da tes-

suto elastico e dai vari tratti dell'albero bronchiale. Le più fini vie terminano in raggruppamenti di alveoli, sacche aeree con pareti sottili attraverso le quali avvengono gli scambi gassosi con il sangue dei capillari polmonari.

2 La fisiologia della respirazione

- La funzione principale dell'apparato respiratorio è quella di fornire all'organismo l'ossigeno e di eliminare il diossido di carbonio prodotto. Per fare questo devono verificarsi almeno quattro processi distinti, indicati nell'insieme come respirazione.
 - a) Ventilazione polmonare. È il flusso di aria che deve entrare (inspirazione) e uscire (espirazione) dai polmoni in modo che i gas respiratori all'interno degli alveoli polmonari siano continuamente rinnovati. Nell'inspirazione tranquilla si contraggono il diaframma e i muscoli intercostali esterni; quando questi si rilassano avviene l'espirazione, che solitamente è un processo passivo.
 - b) Respirazione esterna. È lo scambio polmonare dei gas tra il sangue dei capillari polmonari e l'aria degli alveoli polmonari (con assunzione di ossigeno da parte del sangue e cessione di diossido di carbonio all'aria secondo gradiente di pressione parziale).
 - c) Trasporto dei gas respiratori. L'ossigeno e il diossido di carbonio devono essere trasportati dai tessuti ai polmoni e dai polmoni ai tessuti per mezzo del sangue circolante. Precisamente, l'ossigeno viene perlopiù trasportato legato al ferro dell'emoglobina (ossiemoglobina), mentre il diossido di carbonio viene veicolato nel plasma sotto forma di ione bicarbonato (HCO_3^-).
 - d) Respirazione interna. È lo scambio dei gas tra il sangue dei capillari sistemici e le cellule dei tessuti (con assunzione di ossigeno da parte delle cellule e cessione di diossido di carbonio al sangue, sempre secondo gradiente di pressione parziale).
- L'effettiva utilizzazione dell'ossigeno e la produzione di diossido di carbonio da parte delle cellule avvengono nei mitocondri durante la respirazione cellulare; tale processo è alla base di tutte le reazioni metaboliche dell'organismo che producono energia (ATP) attraverso la degradazione dei nutrienti assunti con l'alimentazione.

- Molte situazioni diverse dalla normale ventilazione polmonare spostano aria dentro o fuori dai polmoni e possono modificare il normale ritmo respiratorio: sono i movimenti di aria non respiratori (o modificati), dovuti alcuni ad attività controllate dal sistema nervoso per via riflessa (quindi automatici), mentre altri possono essere provocati volontariamente. Comprendono la tosse, lo starnuto, il riso, il pianto, il singhiozzo e lo sbadiglio.
- I volumi polmonari comprendono: il volume corrente, il volume di riserva inspiratorio, il volume di riserva espiratorio, il volume residuo, la capacità vitale e il volume dello spazio morto anatomico.
 - a) Il volume corrente è la quantità di aria che normalmente una respirazione tranquilla sposta dentro e fuori dai polmoni (corrisponde a circa 500 mL di aria).
 - b) Il volume di riserva inspiratorio è la quantità di aria che può essere inspirata forzatamente oltre il volume corrente (ed è normalmente compreso tra 2100 e 3200 mL).
 - c) Il volume di riserva espiratorio è la quantità di aria che può essere espirata forzatamente oltre il volume corrente (pari a circa 1200 mL).
 - d) Il volume residuo è l'aria che resta nei polmoni dopo una massima espirazione forzata, che non può dunque essere espulsa volontariamente (corrisponde a circa 1200 mL).
 - e) La capacità vitale è la quantità totale di aria ricambiabile, ed è data dalla somma del volume corrente + il volume di riserva inspiratorio + il volume di riserva espiratorio (è pari a circa 4800 mL in un giovane maschio sano, e a 3100 mL circa in una femmina).
 - f) Lo spazio morto anatomico è quella parte di aria che entra nelle vie respiratorie ma rimane lungo le vie di trasporto e quindi non raggiunge gli alveoli (corrisponde a circa 150 mL).
- Controllo della respirazione: i centri nervosi che regolano il ritmo e la profondità del respiro sono il centro inspiratorio, che stabilisce il ritmo basale della respirazione, e il centro espiratorio, i cui neuroni rimangono inattivi durante la respirazione tranquilla, mentre durante la respirazione forzata vengono attivati dal centro inspiratorio e causano la contrazione dei muscoli intercostali interni e dei muscoli addominali, consentendo un'espirazione forzata. Entrambi sono localizzati nel midollo allungato. Altri fattori contribuiscono a stabilire il ritmo respiratorio di base: fattori fisici, emozionali e chimici.
 - a) Fattori fisici: l'aumento della temperatura corporea, l'attività fisica, il parlare, il cantare e i movi-

menti di aria non respiratori modificano sia la frequenza sia la profondità del respiro.

- b) Fattori emozionali, come la paura, la collera e l'ecitazione.
- c) Fattori chimici, cioè i livelli del diossido di carbonio e dell'ossigeno nel sangue. L'aumento della P_{CO_2} (ipercapnia) e la diminuzione del pH del sangue che ne conseguono sono gli stimoli principali che determinano un aumento della frequenza e della profondità del respiro (iperventilazione).

3 Patologie dell'apparato respiratorio

- La frequenza respiratoria è massima nel neonato ed è compresa tra 40 e 80 respiri circa al minuto. Nel corso della vita continua a diminuire, ma spesso aumenta di nuovo nella vecchiaia, per riduzione dell'efficienza degli alveoli negli scambi gassosi.
- Quando si invecchia, la parete toracica diventa più rigida e i polmoni cominciano a perdere elasticità, causando una lenta diminuzione della capacità di ventilazione. Anche molti meccanismi di difesa dell'apparato respiratorio diventano meno efficienti con l'età. L'azione delle ciglia della mucosa respiratoria diminuisce e i macrofagi alveolari diventano meno attivi.
- Le malattie respiratorie più invalidanti sono la broncopneumopatia cronica ostruttiva e il tumore del polmone (o carcinoma polmonare).
 - a) La bronchite cronica è caratterizzata da una esagerata produzione di muco che si accumula nelle basse vie respiratorie, ostacolando gravemente la ventilazione e gli scambi gassosi. I pazienti possono divenire cianotici a causa dell'ipossia cronica.
 - b) L'enfisema polmonare è caratterizzato da un ingrandimento permanente e dalla distruzione degli alveoli polmonari. I polmoni perdono la loro elasticità e l'espirazione diviene un processo attivo.
 - c) Il cancro del polmone rappresenta a livello mondiale una delle principali cause di decesso per neoplasia maligna. È il tipo di tumore maligno più diffuso nel sesso maschile; la maggior parte delle forme di cancro del polmone è molto aggressiva e dà metastasi rapidamente e in modo diffuso. Il fumo di sigaretta è il principale responsabile di questo tipo di tumore, per gli effetti irritanti del cocktail di radicali liberi, nicotina (che provoca assuefazione) e altri agenti cancerogeni. Il peggiore di questi agenti è la nitrosamina, mentre il catrame presente nel tabacco provoca la perdita della struttura normale delle cellule epiteliali che rivestono l'albero bronchiale.