



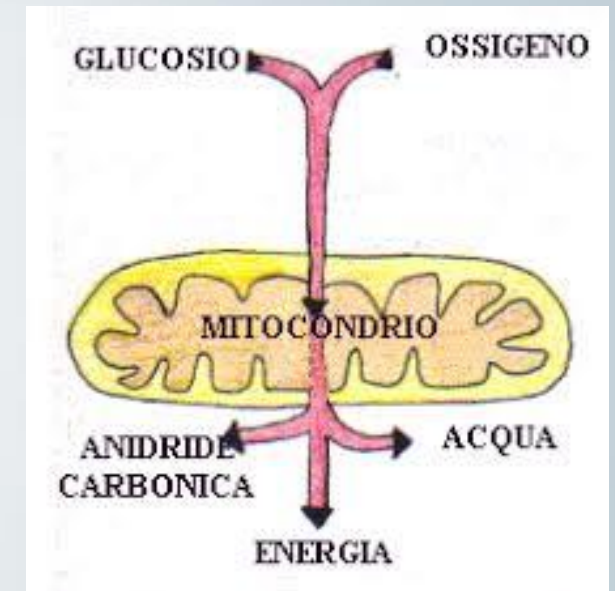
Funzioni ed organi dell'apparato respiratorio  
a cura di Antonio Incandela

## Le funzioni dell'apparato respiratorio

Il metabolismo cellulare richiede un notevole consumo di energia, energia che viene, in gran parte, ricavata, in esseri aerobi, attraverso la **respirazione cellulare**, il complesso di reazioni di ossidazione del glucosio e di altre molecole organiche, che ha sede nei mitocondri e che produce energia in forma di ATP. Tale processo richiede ossigeno.

Le reazioni del metabolismo cellulare, inoltre, sviluppano diossido di carbonio (CO<sub>2</sub>) come prodotto di scarto che deve essere rapidamente espulso dall'organismo, in quanto il suo accumulo produce acidità che può risultare tossica per le cellule.

L'**apparato respiratorio** provvede ad assicurare, in modo rapido ed efficiente, gli scambi gassosi (O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>) tra l'organismo e l'ambiente esterno.

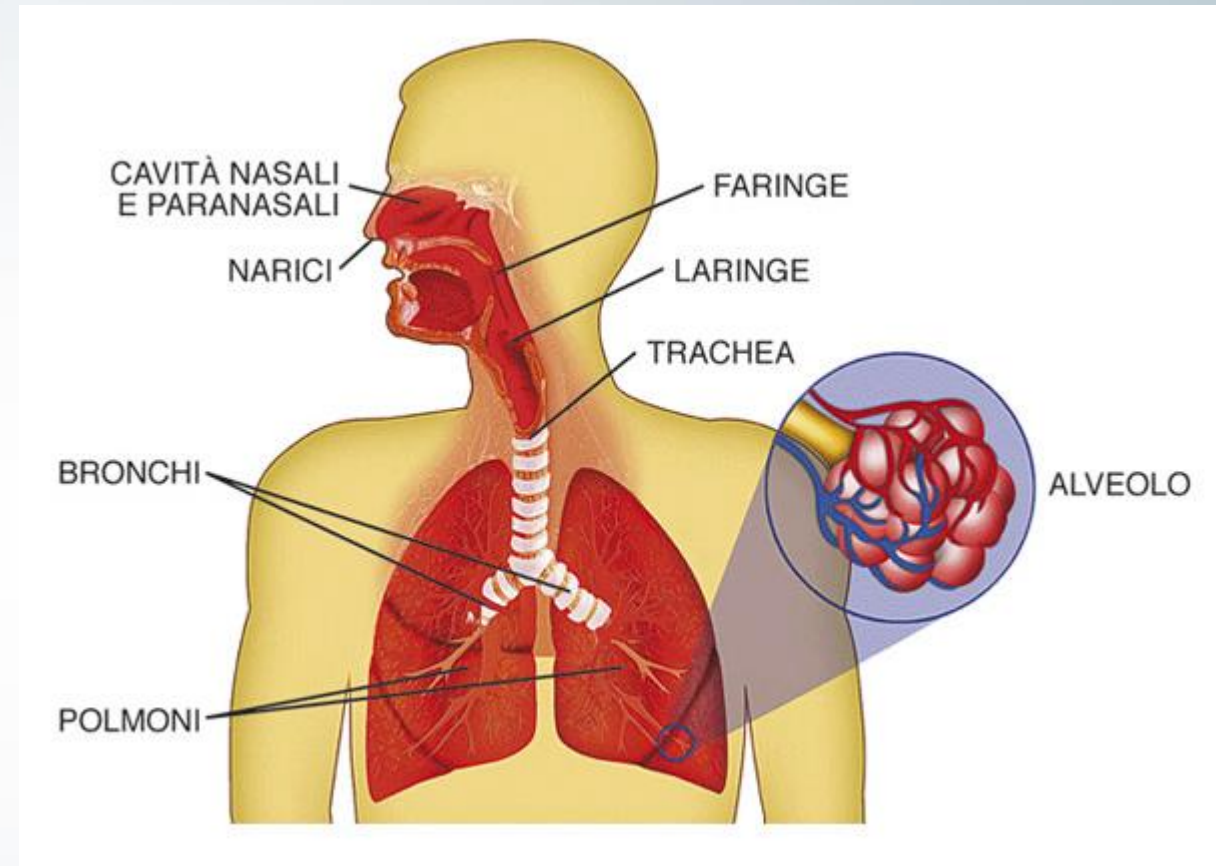


## Gli organi dell'apparato respiratorio

L'apparato respiratorio comprende:

- Le **vie aeree superiori** costituite dal naso e dal faringe
- Le **vie aeree inferiori** costituite dalla laringe, dalla trachea, dai bronchi principali e loro ramificazioni e dai polmoni

Naso, faringe, laringe, trachea, bronchi, bronchioli e bronchioli terminali costituiscono la **porzione di conduzione** dell'a. respiratorio



Bronchioli respiratori, dotti alveolari, sacchi alveolari e alveoli costituiscono la **porzione respiratoria** che garantisce gli scambi gassosi tra il sangue e l'esterno

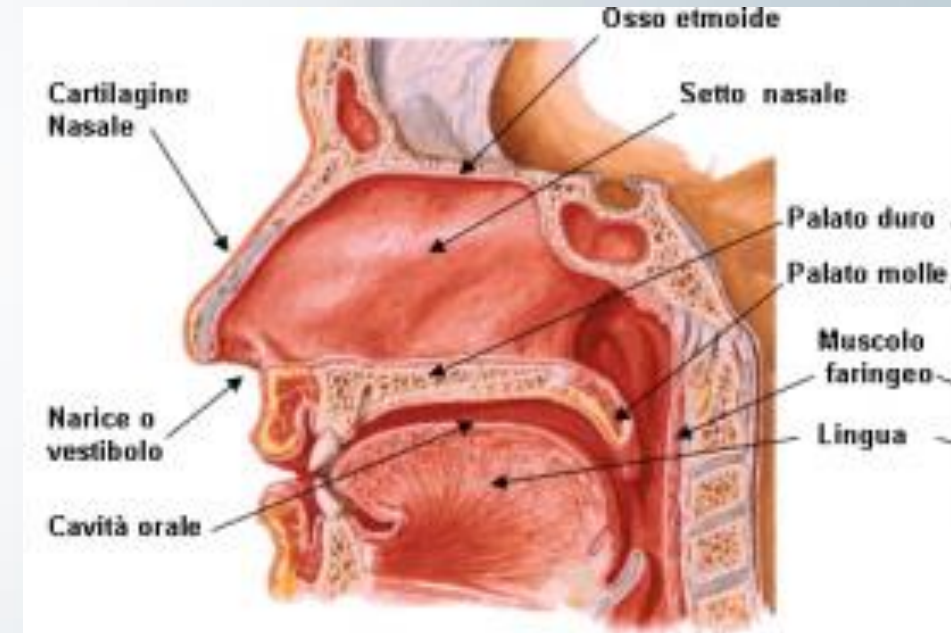
## Naso



Il **naso esterno** ne costituisce la struttura esterna, alla cui base si individuano due aperture ellissoidali, dette **narici**, che collegano il naso esterno al naso interno, ovvero alle **cavità nasali** o **fosse nasali** separate tra loro da una lamina verticale osteocartilaginea detta **setto nasale** (formato dalla lamina perpendicolare dell'osso etmoide, dal vomere e da una porzione cartilaginea) e comunicanti posteriormente col rinofaringe tramite due aperture dette **coane**

Le strutture nasali interne svolgono diverse funzioni:

- **Filtrazione, riscaldamento e umidificazione dell'aria inspirata**
- **Rilevamento degli stimoli olfattivi**
- **Modulazione delle vibrazioni dei suoni**





Dalla parete laterale di ciascuna fossa nasale sporgono tre formazioni in rilievo sostenute da lamine ossee dette **conche nasali** o **cornetti** o **turbinati** (superiore, medio, inferiore) che consentono la formazione di tre depressioni dette **meati**.

Un aumento di volume dei turbinati impedisce la normale respirazione nasale. Il paziente accusa ostruzione nasale con respirazione a bocca aperta, secchezza delle fauci e possibile russamento notturno.

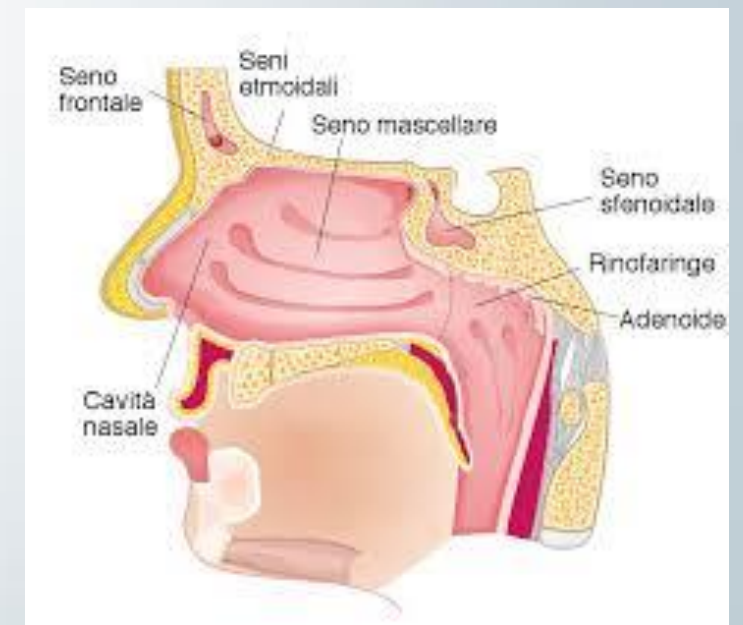
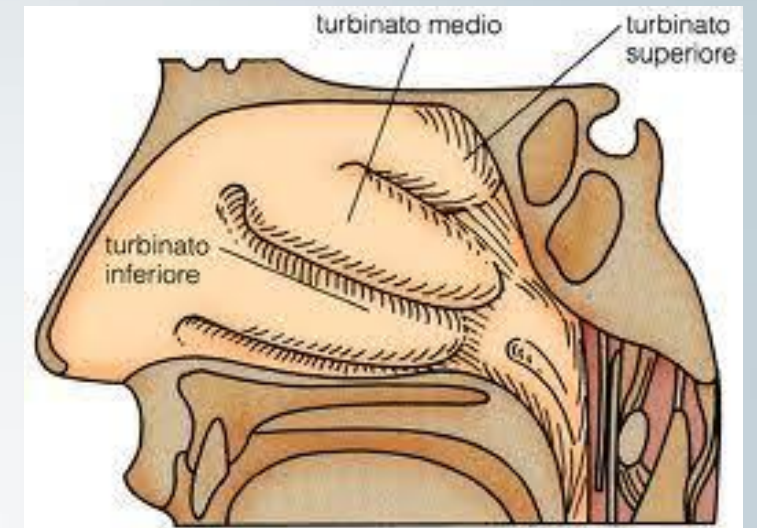
Trattamento: chirurgico tradizionale o laser.

Nei meati si trovano gli sbocchi dei **seni paranasali**, cavità scavate nello spessore delle ossa del massiccio facciale

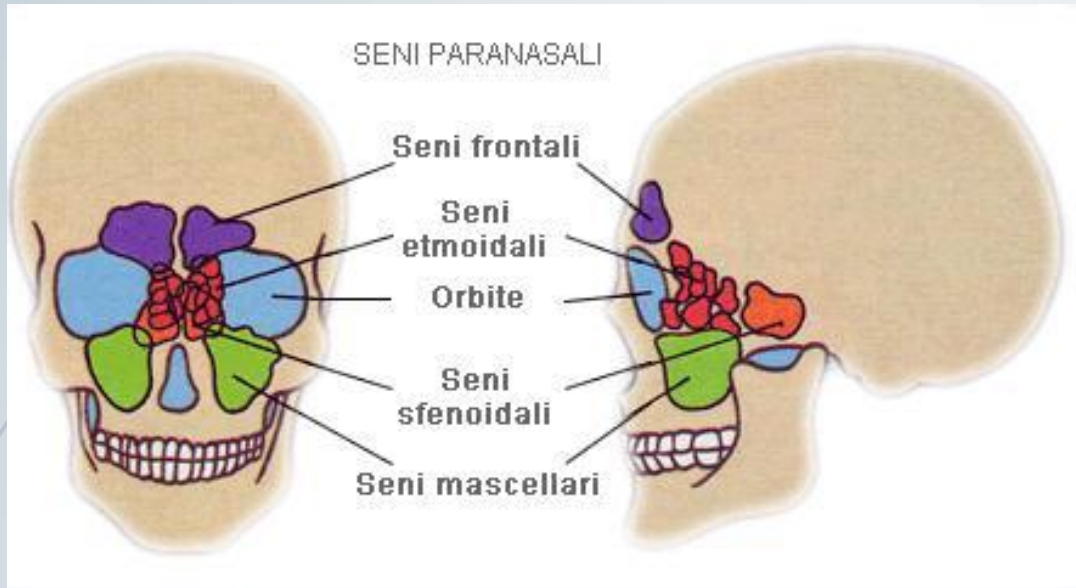
Nel **meato superiore** sboccano il **seno sfenoidale** e i **seni etmoidali posteriori**

Nel **meato medio** si aprono i **seni etmoidali anteriori e medi**, il **seno mascellare** e il **seno frontale**

Nel **meato inferiore** sbocca il **condotto nasolacrimale** grazie al quale la cavità orbitaria comunica con la nasale.



## Seni paranasali



I seni paranasali (**frontale, sfenoidale, mascellare ed etmoidale**) si presentano ricoperti da mucose atte a umidificare e riscaldare l'aria che è stata inalata.

I seni paranasali si collegano alla cavità nasale attraverso piccoli orifizi chiamati **osti**, facilmente ostruibili anche a causa di un comunissimo raffreddore.



L'infiammazione delle mucose dei seni porta allo sviluppo di una patologia molto diffusa, la **sinusite**, tra i cui sintomi si annoverano la cefalea, il dolore facciale, la tosse e la congestione nasale.

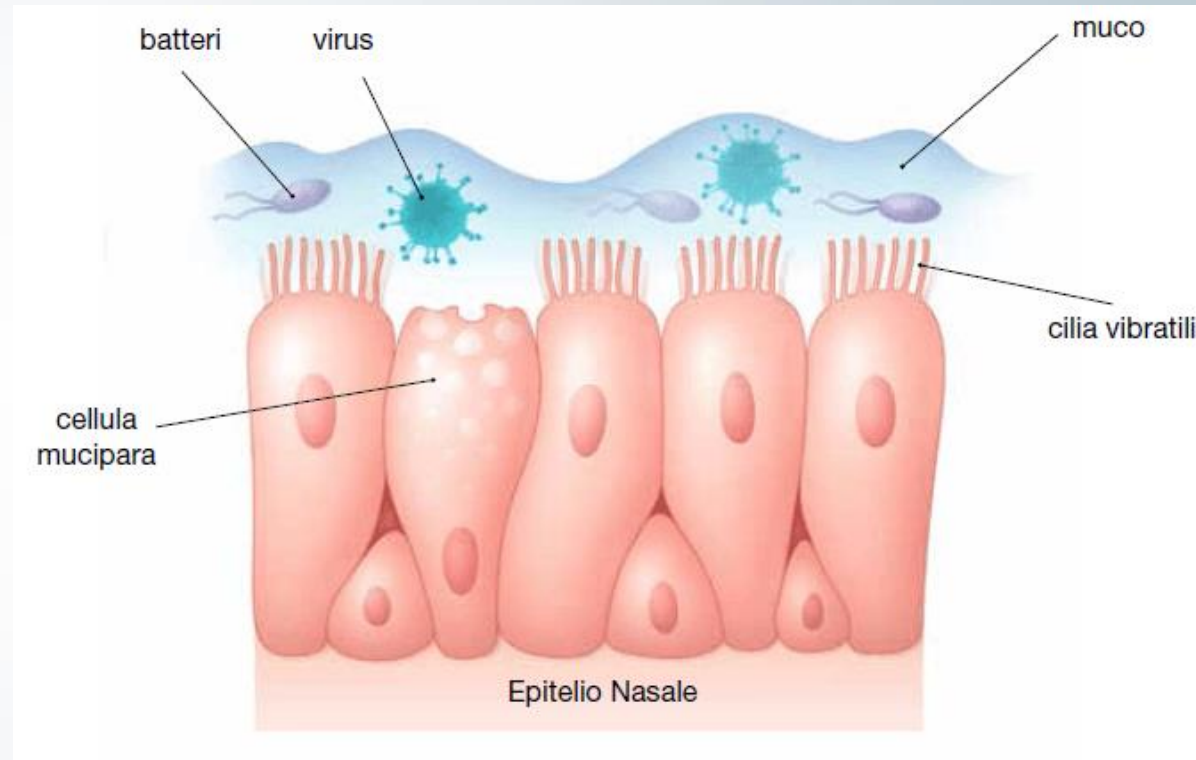
## Il percorso dell'aria nelle cavità nasali

L'aria entrata attraverso le narici incontra una fitta peluria che intrappola le particelle di polvere più grossolane (filtrazione).

Le cavità nasali sono rivestite da mucosa fittamente irrorata da capillari il cui sangue serve a riscaldare l'aria inspirata.

La stessa mucosa nasale, che accanto a cellule epiteliali cilindriche ciliate pseudostratificate presenta cellule caliciformi secernenti muco, permette di umidificare l'aria inalata e depurarla, intrappolando particelle estranee.

Le ciglia convogliano il muco carico di residui verso il faringe, ove viene deglutito.





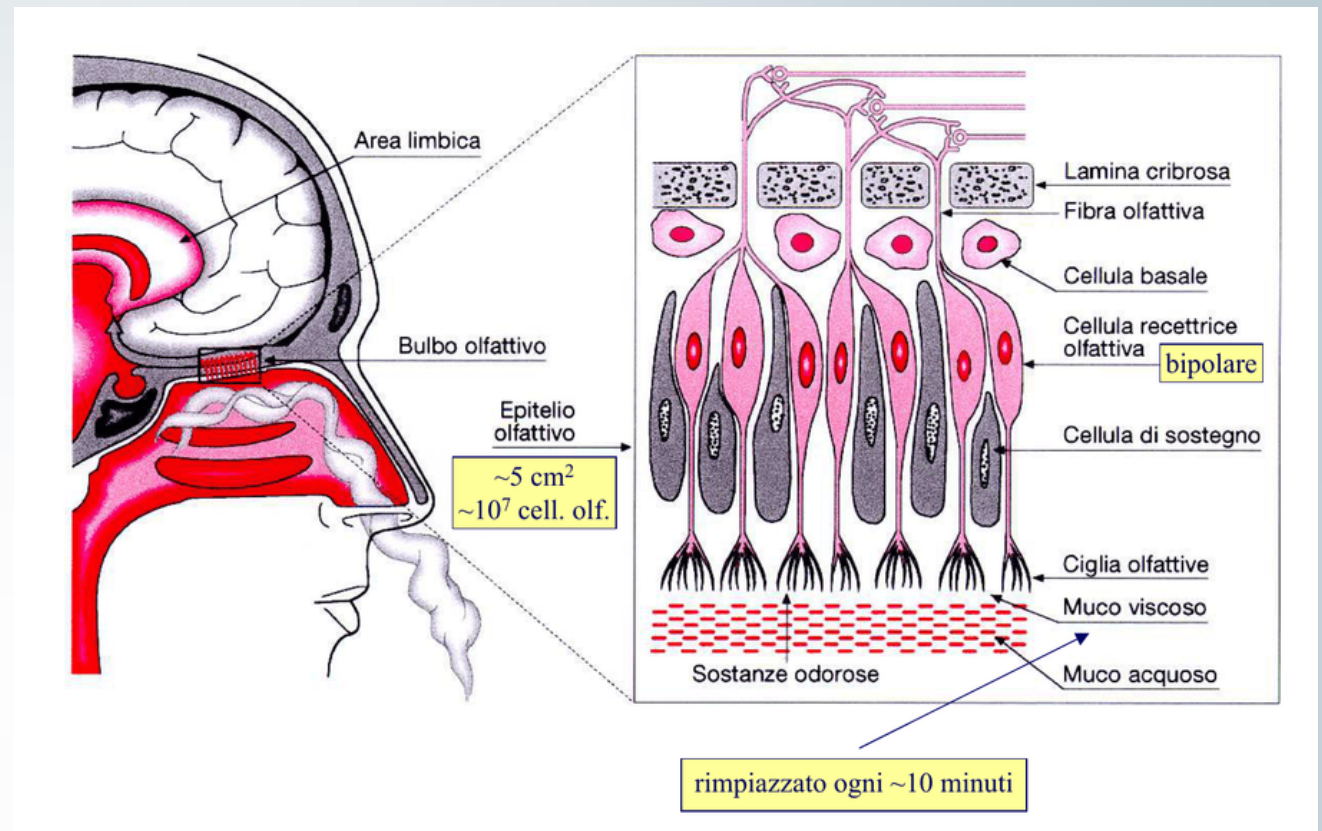
## L'epitelio olfattivo

Nella parte superiore delle cavità nasali si trovano i recettori olfattivi che rivestono i meati superiori e il setto adiacente permettendo la percezione degli odori.

L'**epitelio olfattivo** è un neuroepitelio in grado di convertire il segnale chimico, rilevato tramite chemocettori, in nervoso. Esso è costituito da tre diversi tipi di cellule, i **neuroni olfattivi**, le **cellule basali** e le **cellule di sostegno**.

I **neuroni olfattivi** sono cellule bipolari, cioè presentano un unico dendrite apicale che arriva alla superficie dell'epitelio e un assone che trasmette le informazioni al sistema nervoso centrale. Sono cellule dalla vita breve, per cui vanno rimpiazzate continuamente e il serbatoio staminale è costituito dalle **cellule basali**.

Le **cellule di sostegno** hanno funzione di sostegno e secernente. Il muco costituisce l'ambiente ideale per il legame delle molecole odorose ai recettori olfattivi.





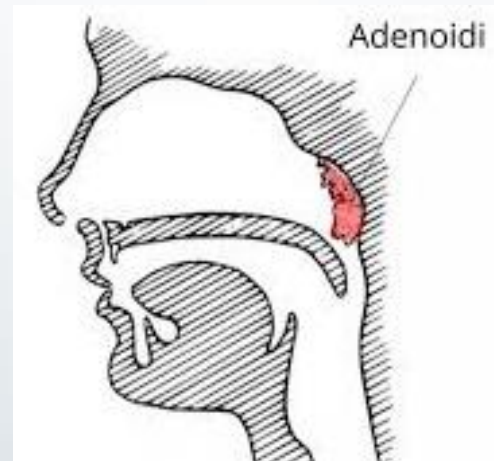
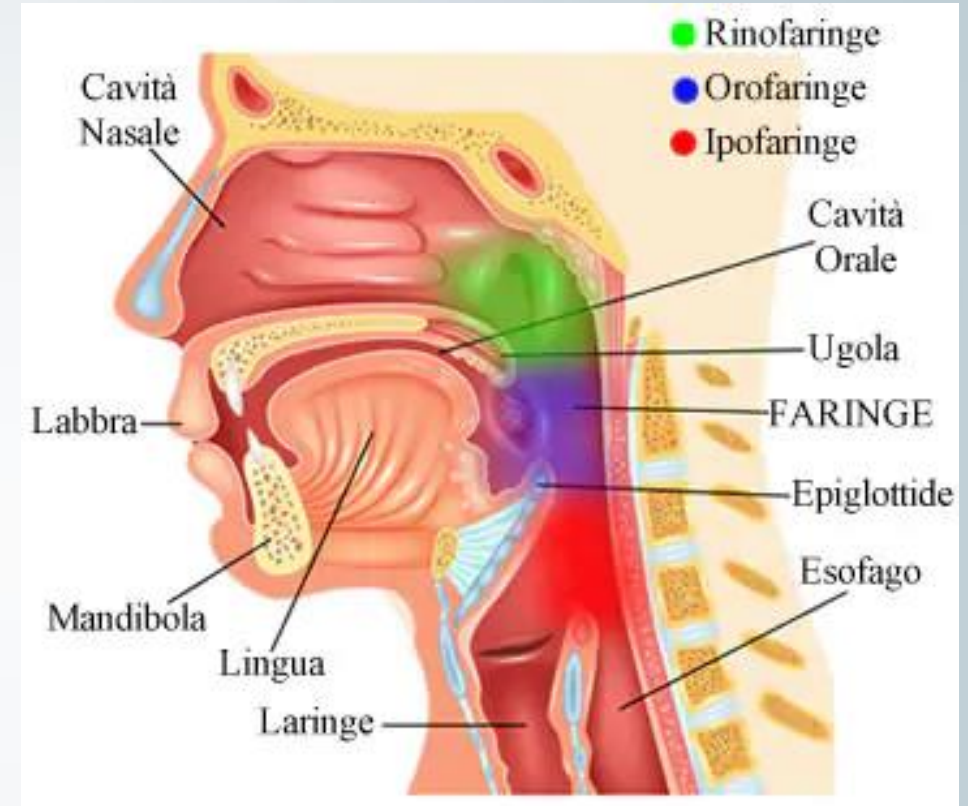
Il **faringe** è un condotto muscolare imbutoforme, importante crocevia anatomico e funzionale tra gli apparati digerente e respiratorio, considerato il passaggio al suo interno sia del bolo che dell'aria.

Esso risulta diviso in tre sezioni:

il **rinofaringe** (collegato alle due coane e in comunicazione con l'orecchio medio grazie alle **tube di Eustachio**)

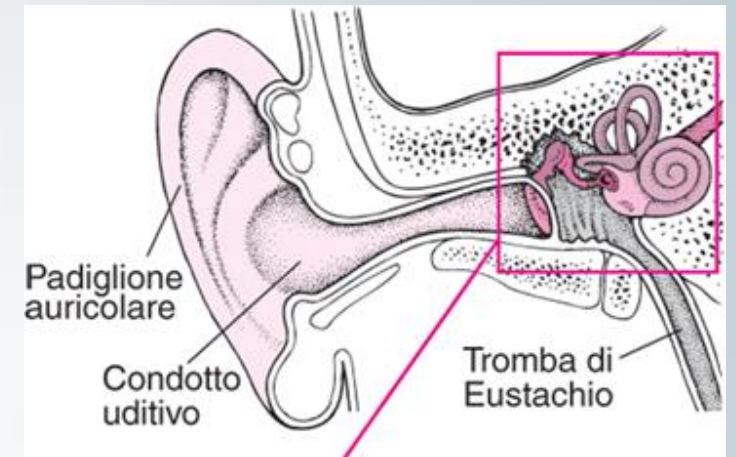
l'**orofaringe** (rappresenta il tratto intermedio)

l'**ipofaringe** o **laringofaringe** (collegato all'esofago e in continuità con la laringe)



Tale condotto ospita le tonsille faringee (**adenoidi**), organi linfoghiandolari con funzione immunitaria.

Le **tube o trombe di Eustachio** originano il proprio nome dall'anatomista del XVI secolo Bartolomeo Eustachi che le descrisse per primo.



Tali tube

- 1- Permettono, attraverso il passaggio di aria dal faringe all'orecchio medio, di avere una corretta compensazione della pressione ai due lati della membrana timpanica per una buona funzionalità uditiva
- 2- Drenano le secrezioni mucose del cavo timpanico verso il faringe, per la loro eliminazione
- 3- Evitano il passaggio di agenti patogeni all'orecchio medio dal faringe

### Catarro tubarico

Il **catarro tubarico** è un **accumulo di muco** nella **tuba di Eustachio** e nella comunicante cassa timpanica (cavità dell'orecchio medio)



Tuba di Eustachio

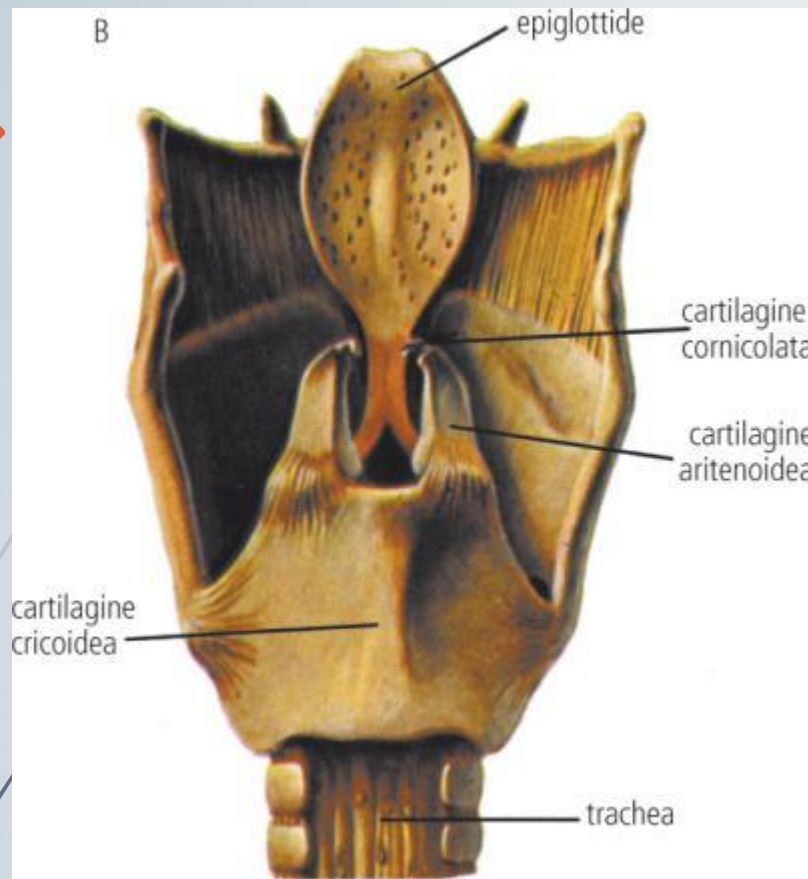
Normalmente tramite la **tuba di Eustachio** il muco accumulato nel timpano passa nella rinofaringe da dove viene deglutito.

Quando la tuba **si ostruisce** il **muco si accumula** al suo interno

**Catarro tubarico**



## Laringe



La **laringe** è un condotto impari e mediano situato nel collo

Essa permette il passaggio dell'aria, la fonazione tramite la vibrazione delle corde vocali ed è deputata alla protezione della trachea durante la deglutizione grazie all'**epiglottide**, una lamina di cartilagine elastica ricoperta da epitelio che, durante la deglutizione, si abbassa chiudendo l'ingresso della laringe, in modo da impedire che il cibo transiti nelle vie respiratorie.

Ha la forma di un imbuto rovesciato ed è costituita da un insieme di strutture cartilaginee indipendenti ma articolate fra loro e tenute unite tramite legamenti e muscoli.

Tutti questi elementi nel complesso delimitano una cavità rivestita di mucosa in continuazione col faringe in alto e con la trachea in basso.

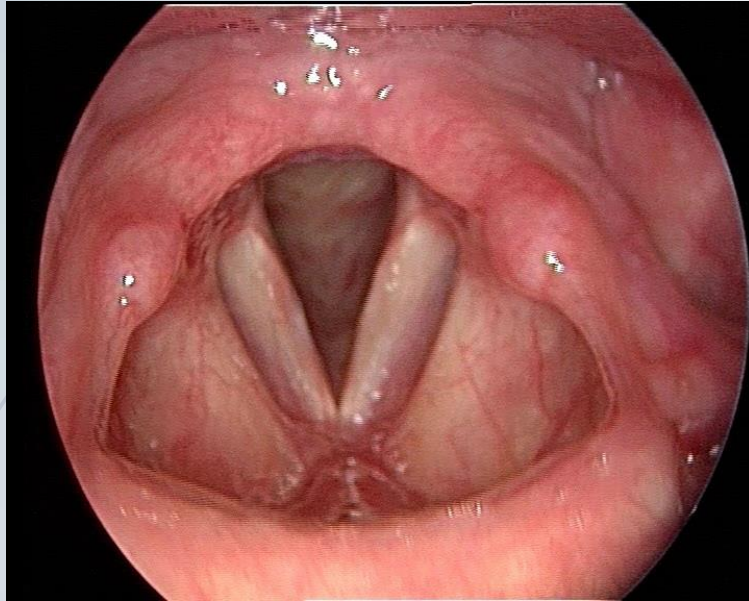
La **cartilagine tiroidea**, forma la parete anteriore della laringe, più pronunciata nei maschi a causa dell'influenza degli ormoni androgeni durante la pubertà (il cosiddetto Pomo di Adamo).

Le **cartilagini aritenoidi** si ancorano alle corde vocali e ai muscoli faringei.

La **cartilagine cricoide** è un anello cartilagineo connesso con la prima cartilagine tracheale.



## Corde vocali

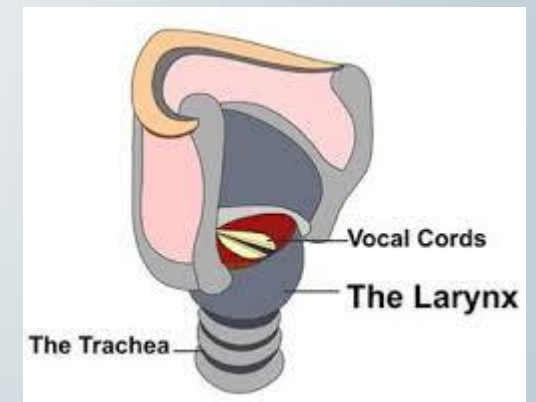
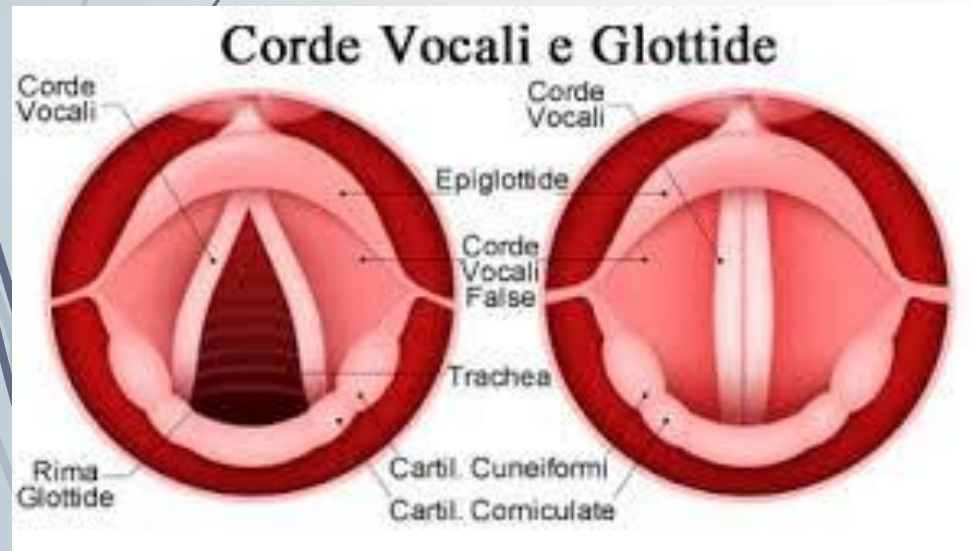


Nel tratto centrale della laringe (**glottide**) sono localizzate le corde vocali, due lamine di tessuto elastico che vibrano producendo suoni quando sono attraversate dall'aria espirata.

Le corde vocali maschili e femminili hanno diversa lunghezza e spessore e ciò causa una differenza nel tono della voce (es. di carattere sessuale secondario)

Le voci maschili sono più basse a causa delle corde più lunghe e più spesse.

I bambini sino alla pubertà hanno corde vocali sottili e molto più corte di quelle dei adulti (voci bianche).



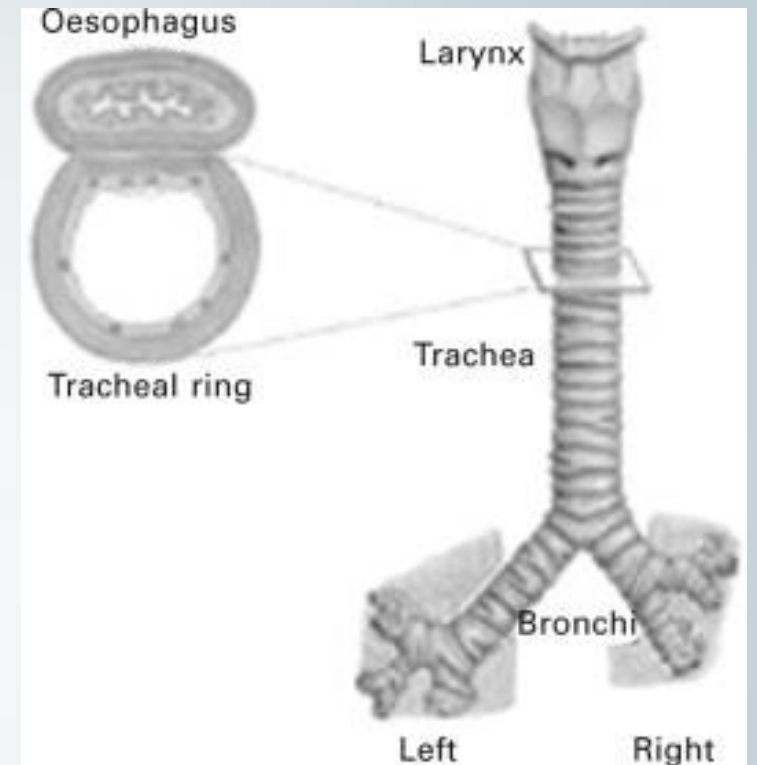
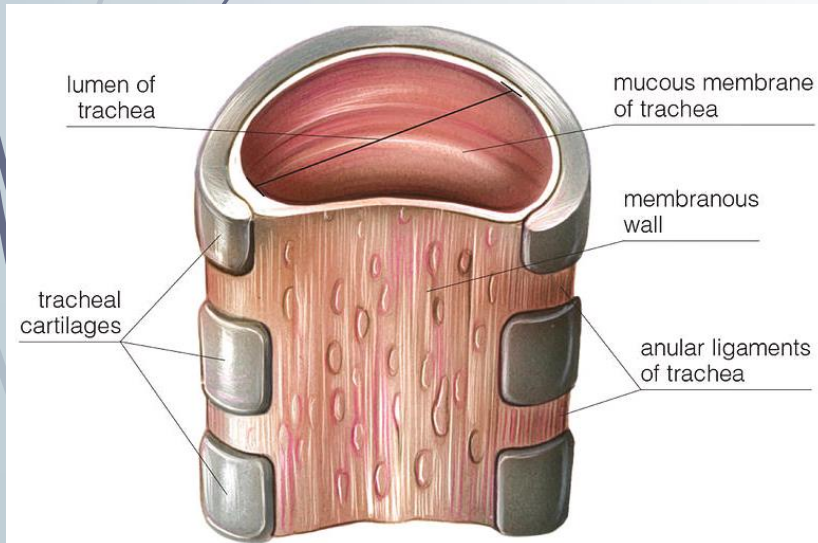


## Trachea

La **trachea** è un condotto impari e mediano che si estende da C6 fino a T4, dove si divide nei due bronchi principali (destro e sinistro) in un punto denominato **carena**.

È costituita da 15-20 anelli di tessuto cartilagineo sovrapposti, la cui parte posteriore è costituita solo da una membrana muscolare che viene a contatto con l'esofago che, in tal modo, può espandersi durante il passaggio del bolo.

All'interno troviamo un epitelio di rivestimento cilindrico ciliato pseudostratificato le cui ciglia si muovono in senso caudo craniale e ghiandole mucose.



Grazie ai movimenti ciliari e all'azione adesiva del muco, la trachea è in grado di "autopulirsi", intrappolando gli agenti estranei (polvere, polline, batteri ecc.) e favorendone l'eliminazione.

In effetti le ciglia tracheali fanno risalire il muco fino alla cavità orale, quindi verso l'esofago e da qui allo stomaco, dove viene digerito dai succhi gastrici.

I **bronchi** sono condotti di forma cilindrica che si originano dalla biforcazione della trachea in due condotti principali (grossi b.) e, penetrando nei rispettivi polmoni, si ramificano nell'albero bronchiale, costituito da condotti di calibro progressivamente minore.

Le pareti dei bronchi sono caratterizzate dalla presenza di formazioni cartilaginee (**cartilagini bronchiali**), che, conferendo loro rigidità, ne evitano il collasso quando, nel corso del ciclo respiratorio, si hanno variazioni di pressione.

Questa struttura rimane pressoché invariata fino ai bronchi di minor diametro; scompare completamente quando il diametro dei rami bronchiali scende al di sotto di 1 mm circa, nelle diramazioni più esili, dette **bronchioli**, che non posseggono più pareti rigide e sono completamente avvolte da una tunica muscolare, la cui presenza fa sì che il lume possa essere ampiamente modificato.



La contrazione e il rilassamento del tessuto muscolare liscio modificano la resistenza al flusso d'aria

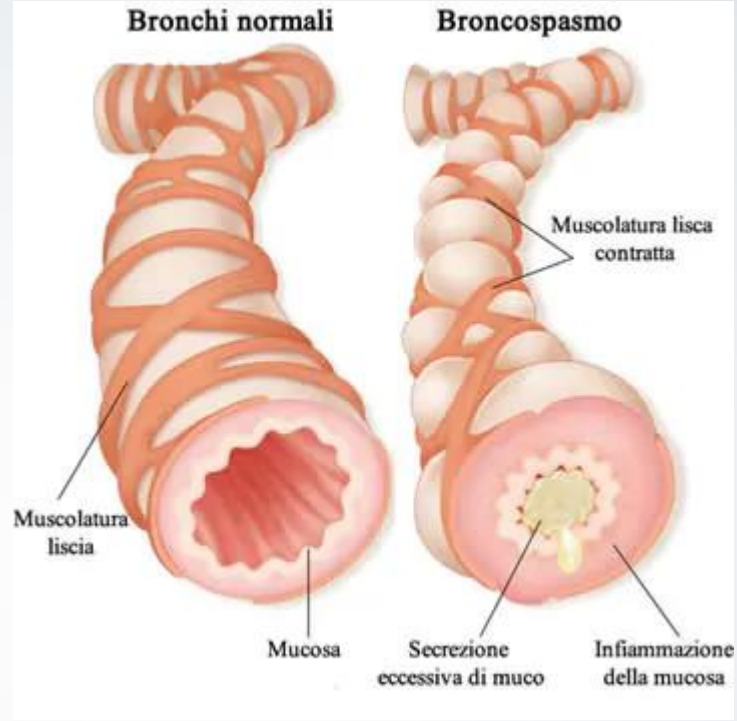
**quando l'organismo necessita di un maggior apporto di ossigeno**

**la muscolatura liscia si rilassa**

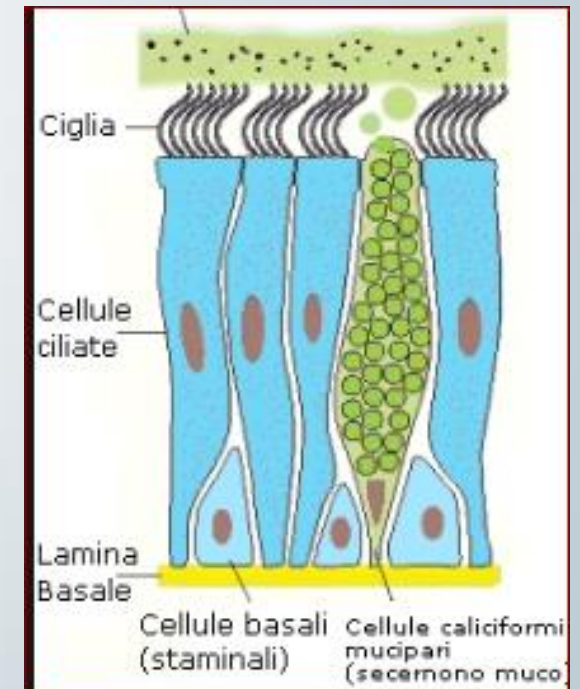
**i bronchi si dilatano**

**aumenta il flusso d'aria in entrata**

Alcune sostanze possono far contrarre la muscolatura liscia producendo **broncocostrizione**, una parziale occlusione delle vie respiratorie tipica dell'**asma bronchiale**.



I bronchi di maggior calibro sono tappezzati da una mucosa, munita di epitelio cilindrico stratificato, ricco di ghiandole bronchiali, che secernono il muco; le ciglia dell'epitelio vibrano in modo da determinare un movimento verso l'esterno, cosicché il muco e gli eventuali corpuscoli esterni introdotti con l'aria inspirata sono sospinti verso la bocca per venire espulsi.





## Polmoni

I **polmoni** sono i due organi preposti alla fornitura di ossigeno all'organismo e all'eliminazione dell'anidride carbonica dal sangue, ovvero agli scambi gassosi fra aria e sangue.

Situati nella cavità toracica, sono avvolti da una membrana sierosa a doppio strato, la **pleura**, fondamentale per lo svolgimento delle loro funzioni.

Lo strato più esterno, ancorato alla parete della cavità toracica e al diaframma, è chiamato **pleura parietale**.

Lo strato più interno, adeso ai polmoni, si chiama **pleura viscerale**.

Tra la pleura parietale e la viscerale è presente la cavità pleurica contenente un velo di liquido pleurico lubrificante secreto dalle membrane che ne facilita lo scorrimento durante la respirazione.

I polmoni sono separati da uno spazio, il **mediastino**, che comprende al suo interno il cuore, l'esofago, la trachea, i bronchi, il timo e i grossi vasi.

Ognuno dei due polmoni ha, all'estremità superiore, un apice che si estende verso l'alto fino alla base del collo e, all'estremità inferiore, poggia sul muscolo diaframmatico.



I polmoni hanno un peso medio di 0,6 kg e il loro volume è occupato principalmente da aria.

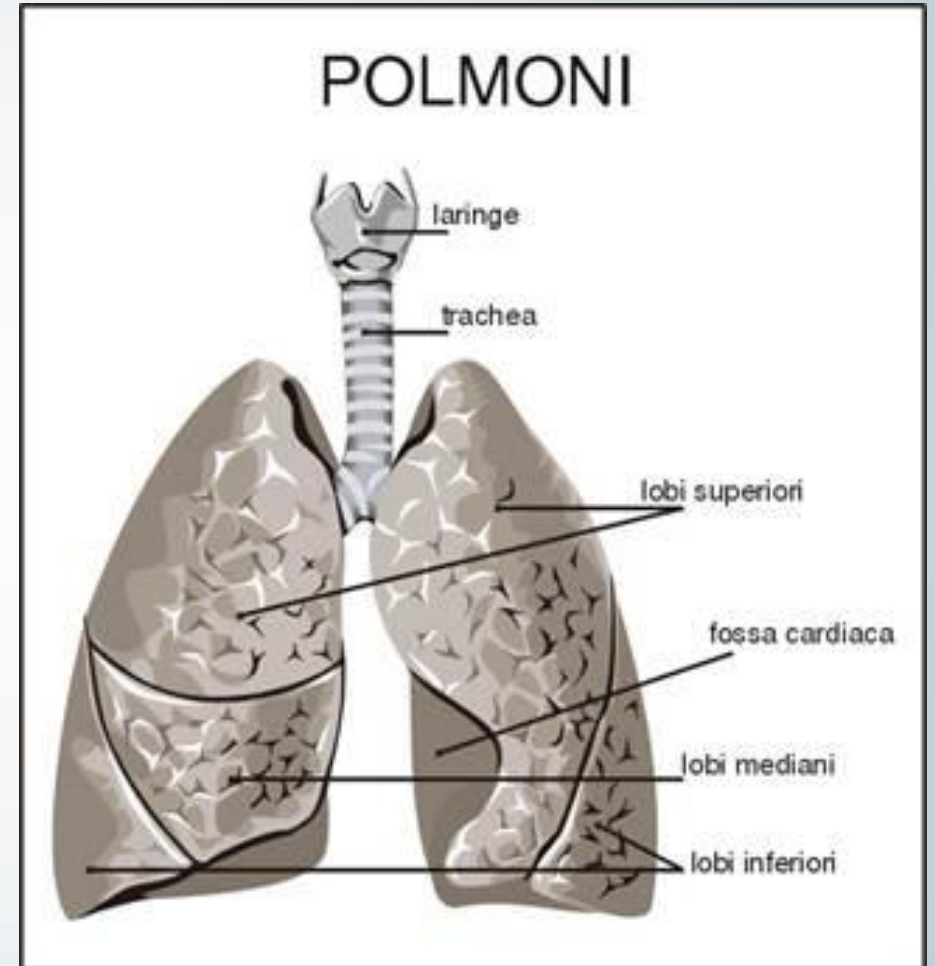


I polmoni sono organi pari ma asimmetrici:  
il polmone sinistro è più piccolo rispetto al destro  
per la presenza della fossa cardiaca.

Il **polmone sinistro** è diviso in due lobi, superiore e inferiore, da un solco detto **scissura obliqua**.

Il **polmone destro** presenta due scissure (**orizzontale** e **obliqua**) che lo dividono in tre lobi: superiore, medio e inferiore.

Ogni lobo ospita un bronco secondario (**bronco lobare**).



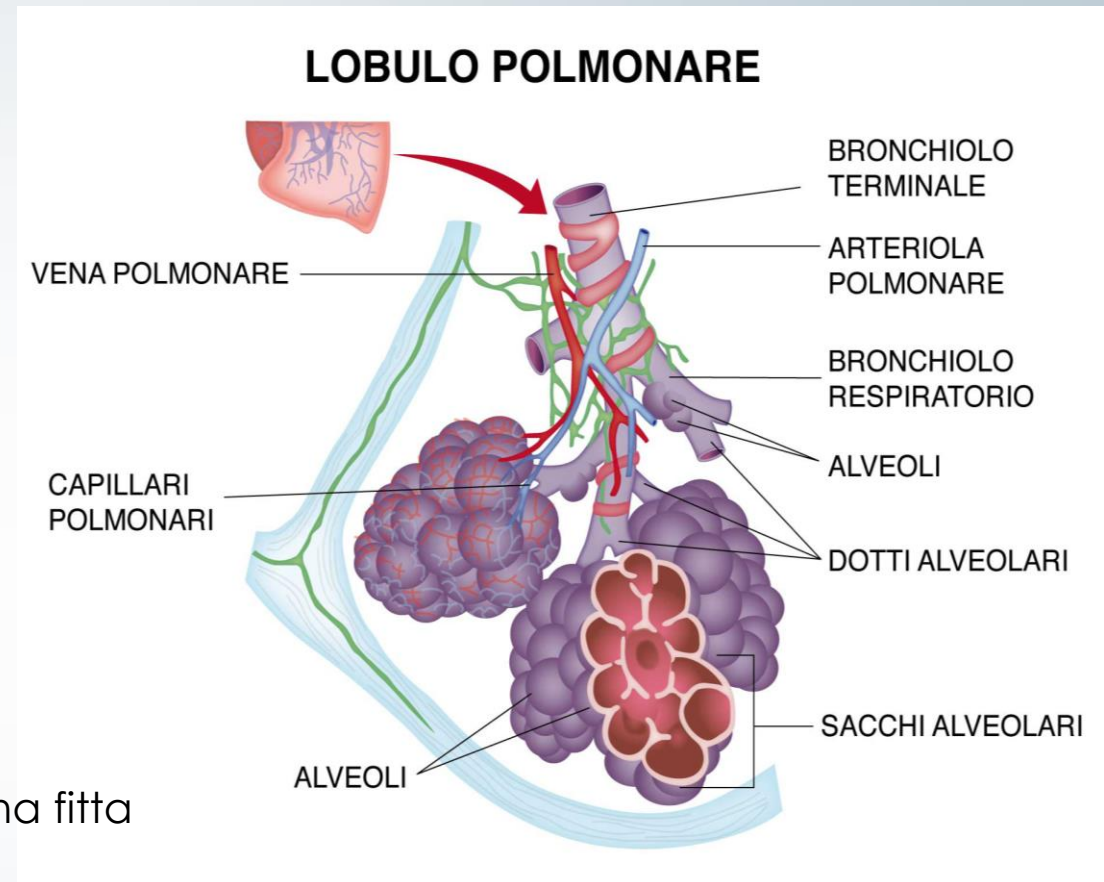
## Lobi – Zone – Lobuli polmonari – Bronchioli terminali – Bronchioli respiratori - Dotti alveolari – Sacchi alveolari - Alveoli

Ciascun lobo polmonare è diviso in porzioni più piccole (**zone**) rifornite da un bronco terziario, a loro volta suddivise in **lobuli polmonari** ciascuno contenente: arteriole - venule – vasi linfatici e 5-7 **bronchioli terminali**.

Ogni bronchiolo terminale si suddivide in ramificazioni microscopiche chiamate **bronchioli respiratori**, a loro volta ramificati in diversi **dotti alveolari**, i quali terminano in grappoli di piccole sacche detti **sacchi alveolari** costituite dagli **alveoli**.

Ogni alveolo ha un diametro di 0.1-0.2 mm è circondato da una fitta rete di capillari sanguigni

La sottile parete alveolare che permette gli scambi gassosi per diffusione è formata da epitelio pavimentoso semplice costituito da: **cellule alveolari**, **cellule ghiandolari** che secernono il liquido alveolare che mantiene umida la superficie di contatto fra cellule e aria e contiene il **surfactant**, una miscela di fosfolipidi e lipoproteine che riduce la tendenza degli alveoli a collassare e i **macrofagi alveolari**, fagociti che rimuovono dallo spazio alveolare polveri sottili e detriti.

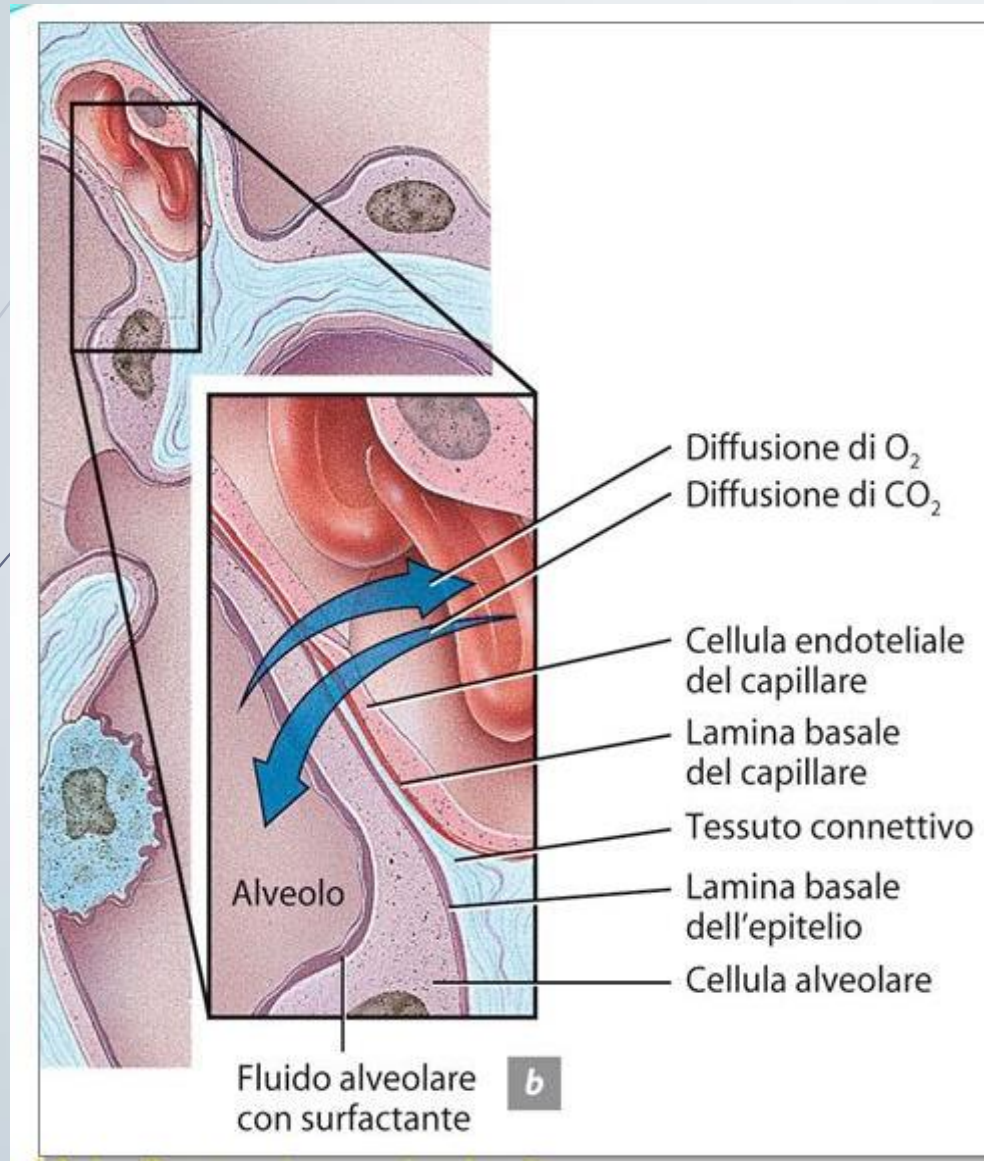


## Membrana respiratoria

I polmoni contengono circa 300 milioni di alveoli per una superficie respiratoria media di 70 m<sup>2</sup>.

Il passaggio per diffusione dei gas fra sangue e spazi alveolari avviene attraverso il sottile spessore della **membrana respiratoria**, formata da 4 strati:

- Epitelio della parete alveolare
- Lamina basale dell'epitelio alveolare
- Lamina basale dell'endotelio del capillare
- Endotelio del capillare



**Rinoplastica:** Pratica chirurgica che consente di modificare la forma del naso esterno. Oltre che per ragioni estetiche, viene effettuata in caso di fratture nasali o deviazioni del setto nasale.

**Manovra di Heimlich:** manovra di disostruzione delle vie aeree in caso di soffocamento



**Pneumotorace:** condizione patologica dovuta alla presenza di aria all'interno della cavità pleurica, che determina il collasso del polmone con gravi disturbi della respirazione e forte dolore durante l'atto respiratorio

Pneumotorace primario: improvviso, senza apparente motivo

Pneumotorace secondario: conseguenza di patologie polmonari

Pneumotorace terziario: conseguenza di lesioni traumatiche