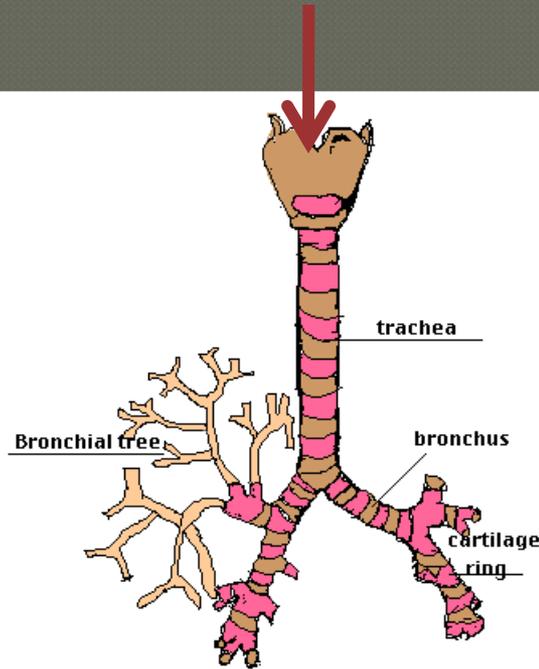
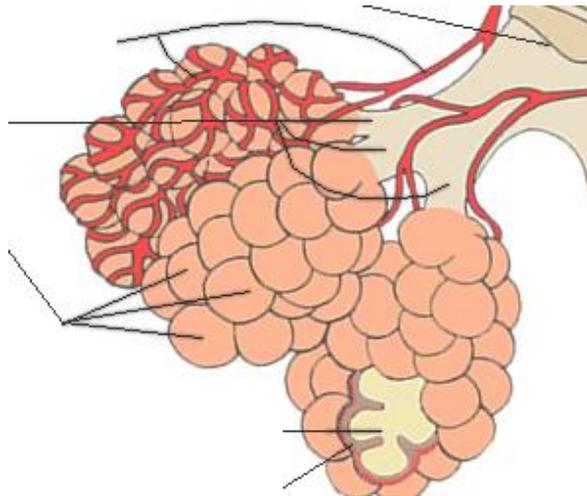


Distribuzione

**SPAZIO MORTO
ANATOMICO**



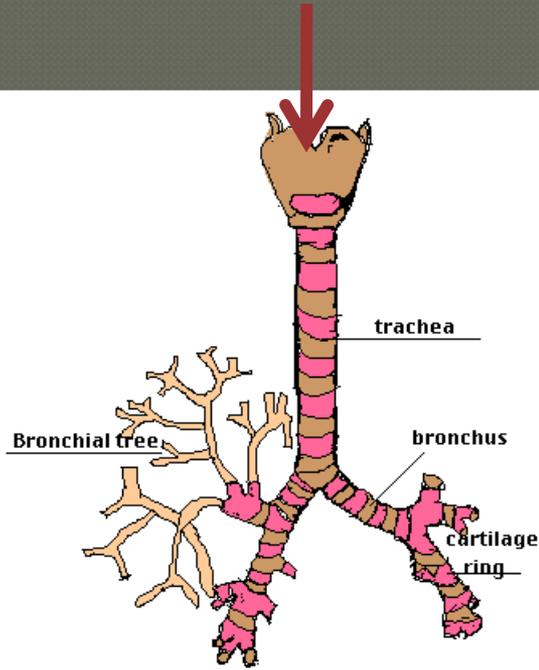
**SPAZIO FUNZIONALE
SCAMBI GASSOSI**



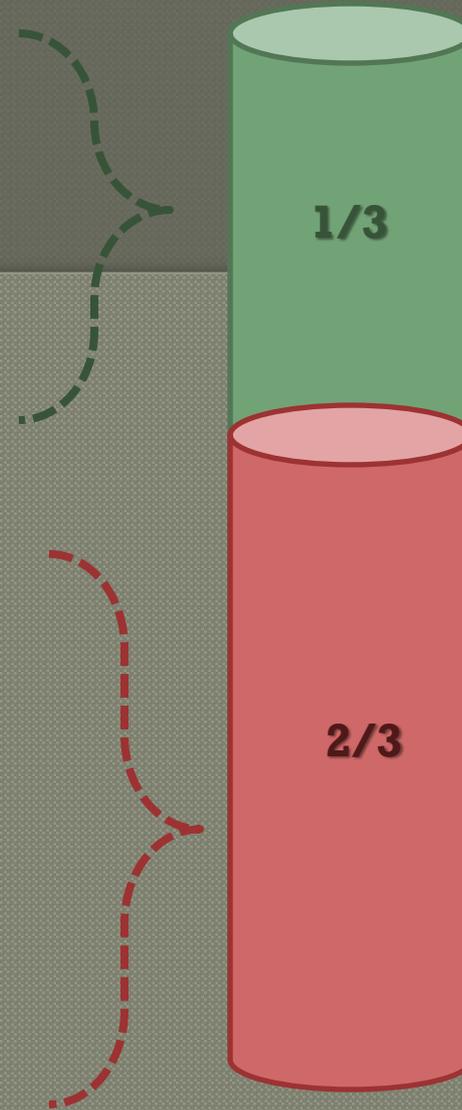
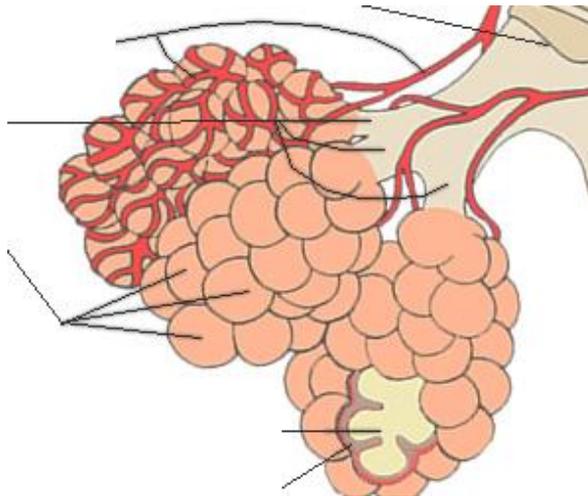
Come si ripartiscono i 500 ml d'aria che entrano in ciascun atto respiratorio a riposo in un soggetto di media taglia?

Distribuzione

**SPAZIO MORTO
ANATOMICO**



**SPAZIO FUNZIONALE
SCAMBI GASSOSI**



Volume Tidalico (500 ml)

Distribuzione

L'incidenza dello spazio morto anatomico è un volume di aria non fisso ma si modifica in funzione della:

➤ **Taglia dell'animale:**

negli animali di piccola media taglia come cane/uomo occupa circa il 33% del volume tidalico (uomo volume tidalico 500 ml e spazio morto 150 ml)
Negli animali di grossa taglia varia fra 50 e 75% del volume tidalico

➤ **Funzionalità respiratoria**

1. Profondità del respiro (i.e termoregolazione richiede respiro superficiale ad elevata frequenza per aumentare ventilazione dello spazio morto e favorire evaporazione garantendo contemporaneamente scambi gassosi e mantenimento equilibrio acido base.

Distribuzione

Spazio morto anatomico



Spazio occupato da vie aeree che non presiedono a scambi gassosi.

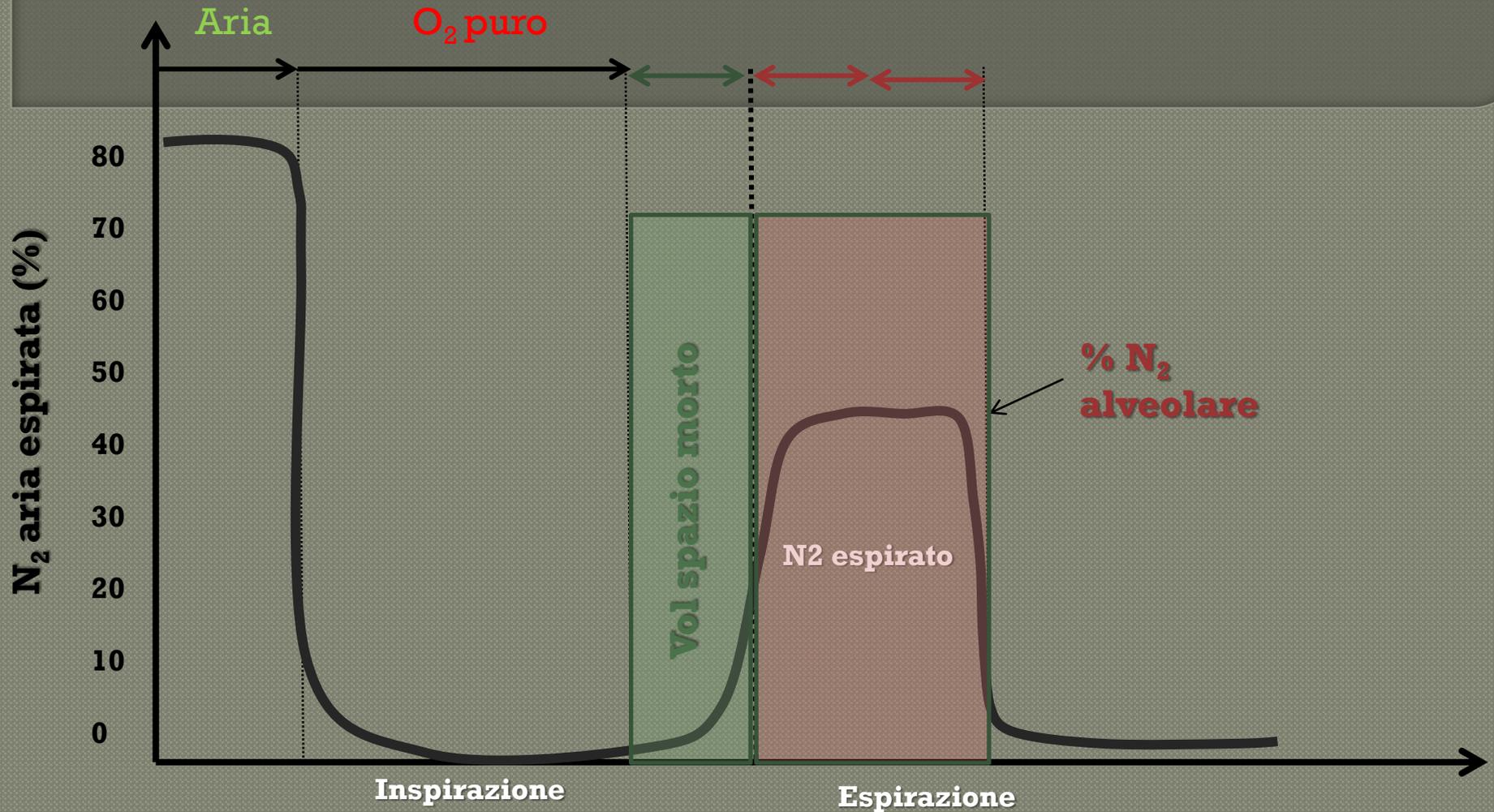
L'aria raggiunge gli alveoli dopo essere passata nelle vie aerifere superiori (narici, cavità nasali, faringe, laringe) e nell'albero tracheo bronchiale (vie aeree inferiori). Per cui una parte del volume tidalico (volume di aria introdotta in ciascun atto) serve a riempire questo spazio e solo la parte restante raggiunge gli alveoli per sottoporsi agli scambi gassosi.

Distribuzione

**E' importante poter determinare lo spazio morto
anatomico**

**e.i durante anestesia gassosa per determinare quali volumi di aria
sono necessari per arrivare a ventilare correttamente gli alveoli**

Distribuzione





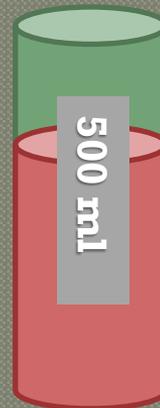
Distribuzione durante Eupnea

Cane di media taglia

Ventilazione polmonare



$$V_{\text{tidalico}} \times F_{\text{respiratoria}}$$



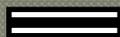
x

20

=

10 Lt

Ventilazione alveolare



$$(V_{\text{tidalico}} - V_{\text{spazio morto}}) \times F_{\text{respiratoria}}$$



x

20

=

7 Lt

Distribuzione

Spazio morto anatomico



Ruolo importante nella termoregolazione

E.g. Cane



Cane esposto alle alte temperature
modifica ritmo respiratorio (panting):
Respiro a bocca aperta
Aumentata frequenza
(oltre 100 atti respiratori/minuto)
Respiro superficiale

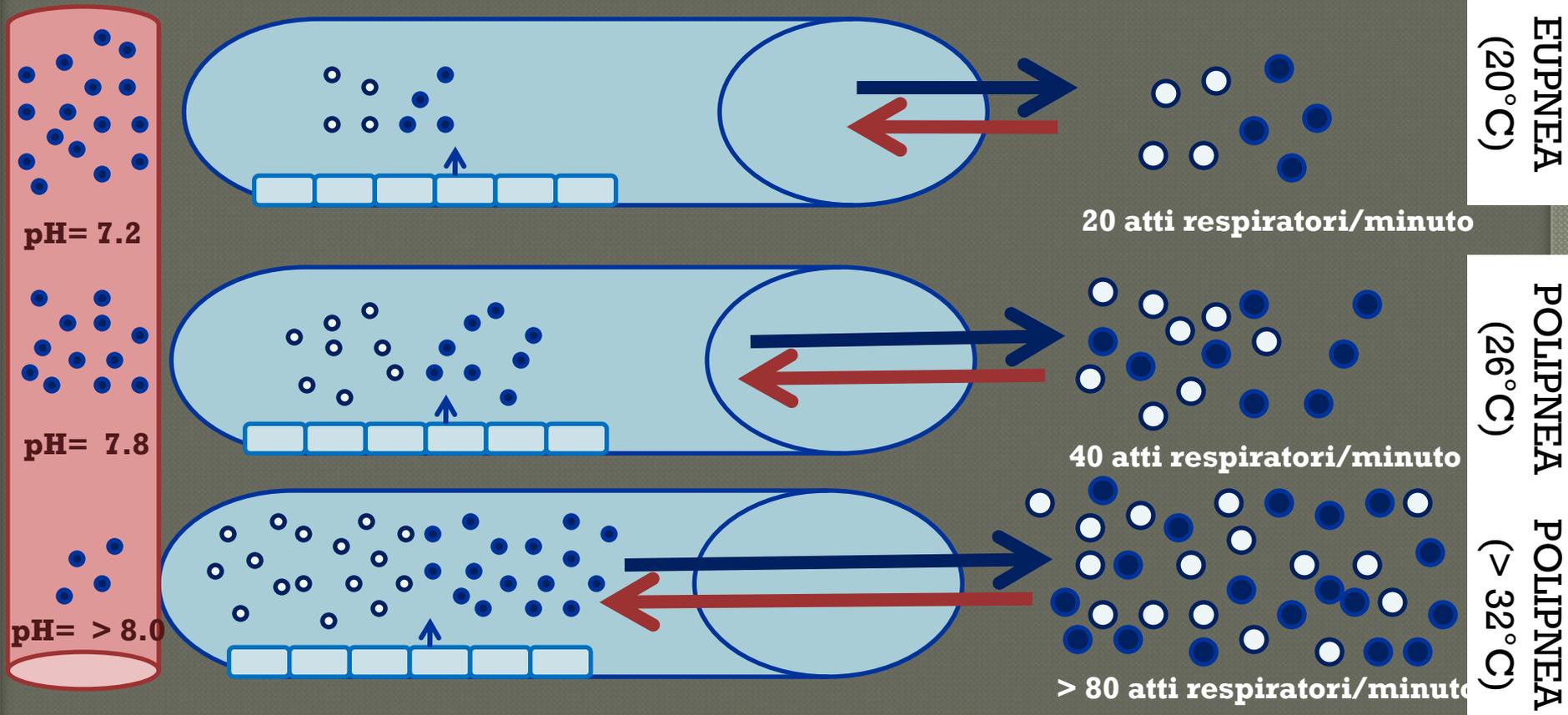
Come riesce il sistema respiratorio a garantire contemporaneamente

- scambi gassosi
- omeostasi acido base
- termoregolazione?



Termoregolazione

- Man mano che temperatura ambientale aumenta la frequenza respiratoria aumenta per consentire maggior dispersione calore.



Distribuzione

➤ L'incidenza dello spazio morto anatomico cambia:

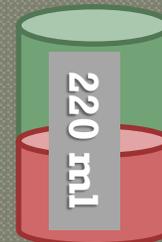
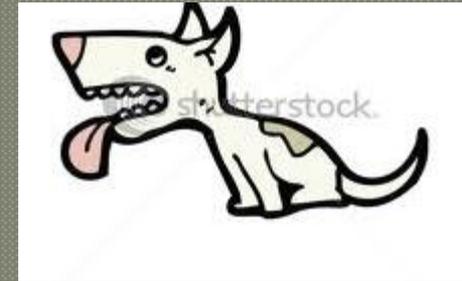
1. Durante termoregolazione in presenza di alte temperature ambientali il respiro diventa superficiale ed ad elevata frequenza per aumentare ventilazione. Ventilazione polmonare raddoppia e questo permette allo spazio morto di ricevere nell'unità di tempo un maggior volume d'aria calda per favorire evaporazione.

Cane di media taglia a 20 ° C



$$500 \text{ ml} \times 20 = 10 \text{ Lt}$$

Cane di media taglia a 32 ° C



$$220 \text{ ml} \times 100 = 22 \text{ Lt}$$

Distribuzione

➤ L'incidenza dello spazio morto anatomico cambia:

1. Durante termoregolazione il volume d'aria che raggiunge gli alveoli per singolo atto respiratorio si riduce perché diminuisce la profondità del respiro. Tuttavia, gli scambi gassosi e l'equilibrio acido base vengono ugualmente garantiti perché aumentando la frequenza la ventilazione alveolare rimane costante.

Cane di media taglia a 20 ° C

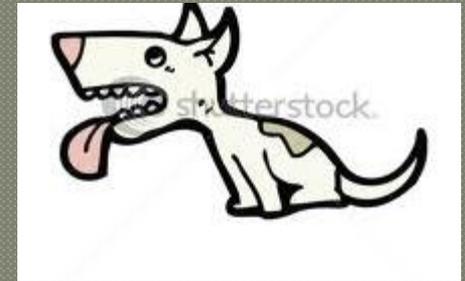


$$\times 20 = 10 \text{ Lt}$$



$$\times 20 = 7 \text{ Lt}$$

Cane di media taglia a 32 ° C



$$\times 100 = 22 \text{ Lt}$$



$$\times 100 = 7 \text{ Lt}$$

Termoregolazione

La funzione respiratoria viene attivata quando l'animale è sottoposto a stress termico.

Il respiro diventa superficiale e molto frequente (es. cane passa da 20 atti respiratori al minuto ad oltre 100).

Il respiro frequente e superficiale è utile per garantire contemporaneamente:

- ✦ aumento passaggio di aria calda attraverso vie aerifere per favorire dispersione calore (aumenta eliminazione H_2O sotto forma di vapore acqueo)
- ✦ ridotto Vol agli alveoli compensato dall'elevata frequenza (stessa quantità di O_2 per unità di tempo)
- ✦ stessa eliminazione di CO_2 nell'unità di tempo per cui si evita alcalosi metabolica

Il sistema respiratorio deve pertanto garantire simultaneamente che avvengano gli scambi gassosi, omeostasi acido-base e termoregolazione modulando la frequenza e profondità del respiro.

Distribuzione

➤ L'incidenza dello spazio morto anatomico cambia al modificarsi delle temperature ambientali

1. Alte temperature ambientali il respiro diventa superficiale ed ad elevata frequenza per aumentare ventilazione dello spazio morto e favorire evaporazione garantendo contemporaneamente scambi gassosi e mantenimento equilibrio acido base.
2. Basse temperature il respiro diventa più profondo e meno frequente questo garantisce una maggior introduzione di O_2 che è richiesto per sostenere l'aumentata attività metabolica necessaria a produrre calore . Questo determina una maggior produzione di CO_2 che viene anch'essa eliminata grazie ad un aumento della ventilazione alveolare.

Distribuzione

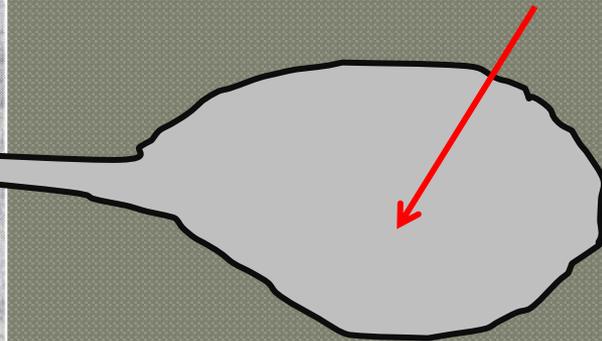
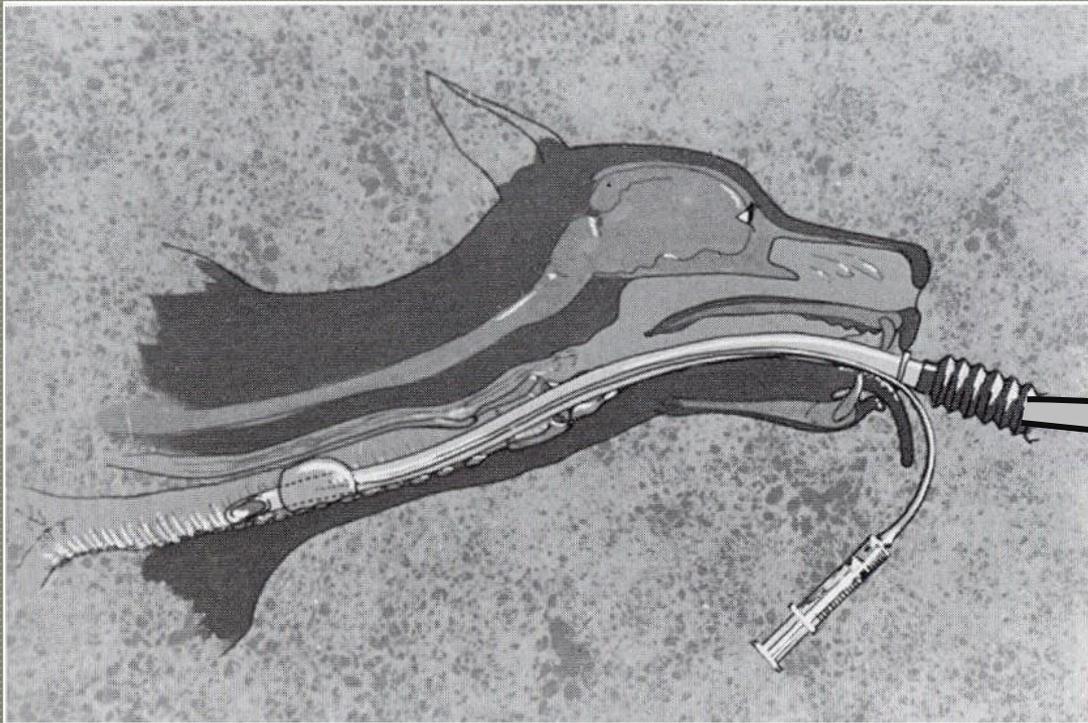
➤ L'incidenza dello spazio morto anatomico cambia durante:

1. Interventi clinici (applicazione tubo endotracheale durante anestesia gassosa)

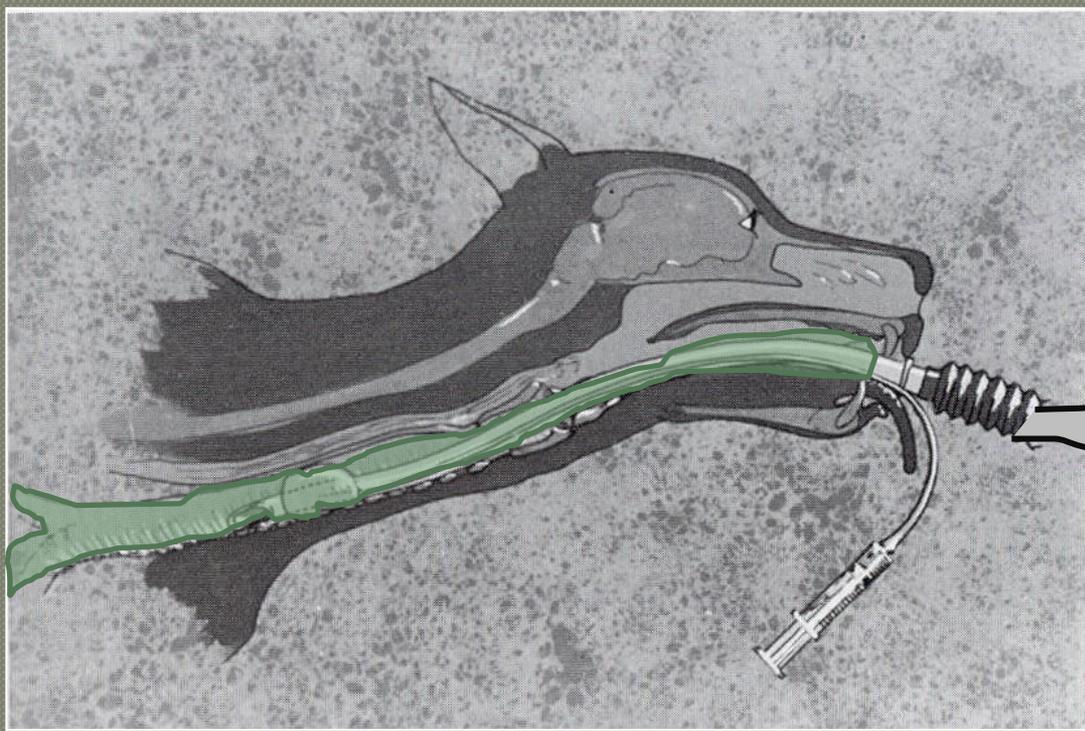
Distribuzione

Spazio morto anatomico aumenta durante anestesia gassosa

Con tubo endotracheale amplia volume spazio morto. Con anestesia gassosa bisogna pertanto apportare una miscela gassosa che garantisca contemporaneamente un corretto Vol O₂ e gas anestetici



Distribuzione



Ventilazione artificiale

=

Ventilazione alveolare

+

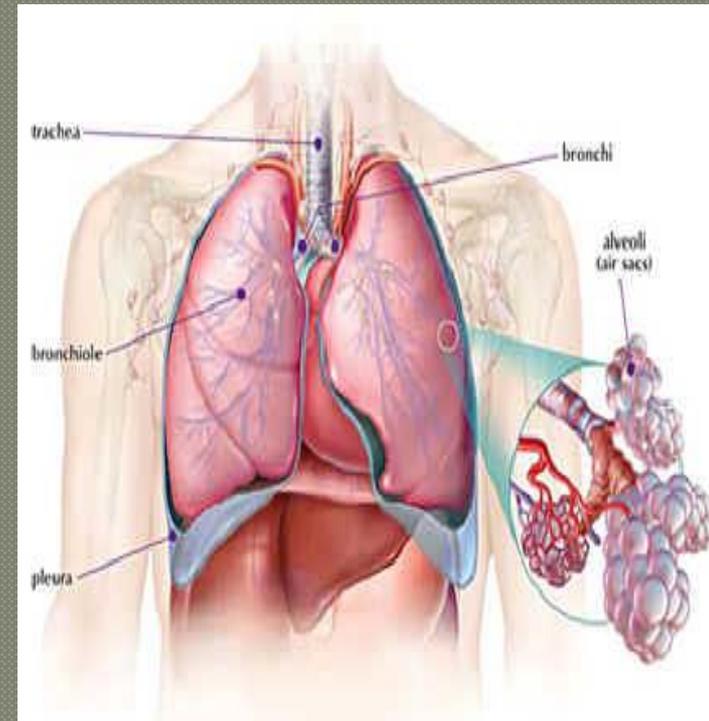
**(Vol spazio morto + Vol spazio morto
strumentazione) x Frequenza**



Distribuzione

➤ L'incidenza dello spazio morto cambia in condizioni parafisiologiche/patologiche:

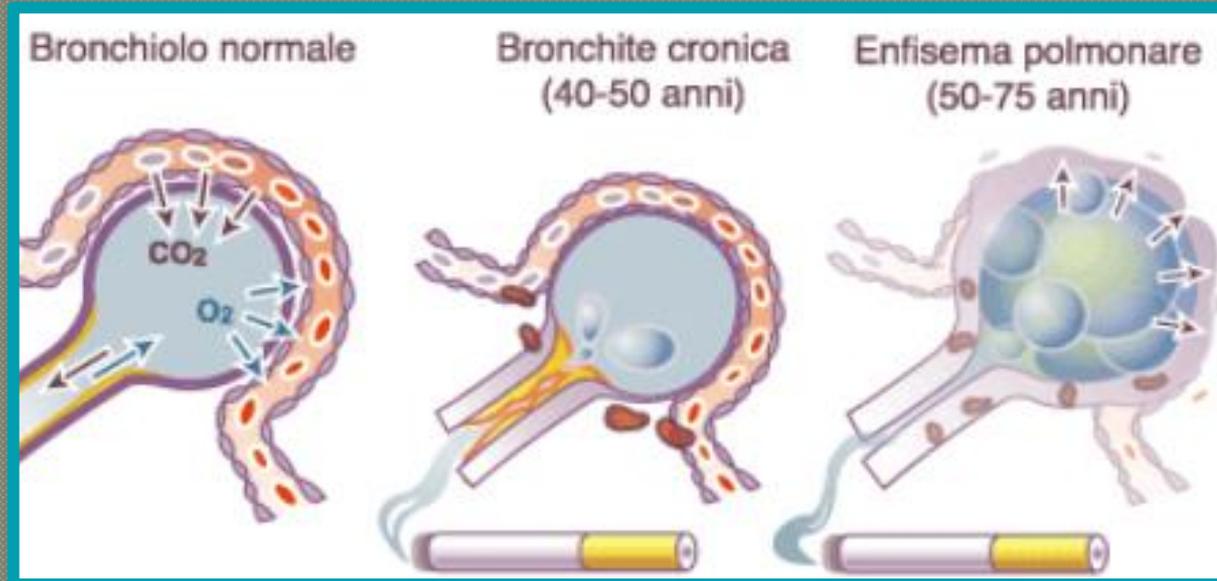
1. Allo spazio morto anatomico (Volume fisso) si aggiunge lo **spazio morto fisiologico** (Volume variabile) rappresentato da quei distretti alveolari che normalmente sono impegnati nella funzione respiratoria che per condizioni parafisiologiche e/o patologiche non sono più idonei per lo scambio gassoso.



Distribuzione

➤ L'incidenza dello spazio morto aumenta in condizioni patologiche:

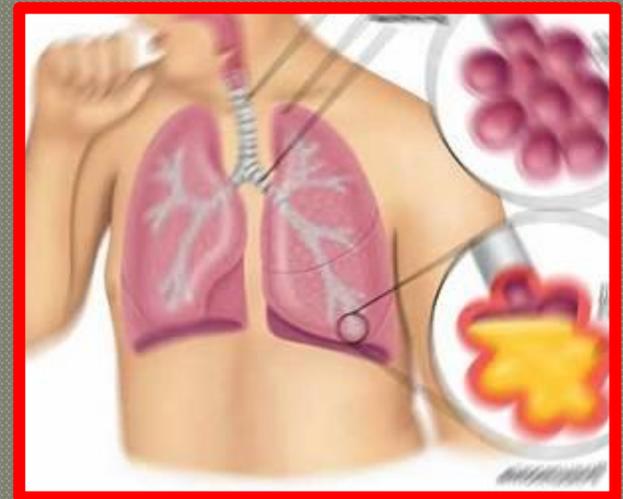
1. Spazio morto fisiologico insorge quando distretti alveolari non vengono più o vengono meno ventilati (**ostruzioni**)



Distribuzione

➤ L'incidenza dello spazio morto cambia in condizioni patologiche:

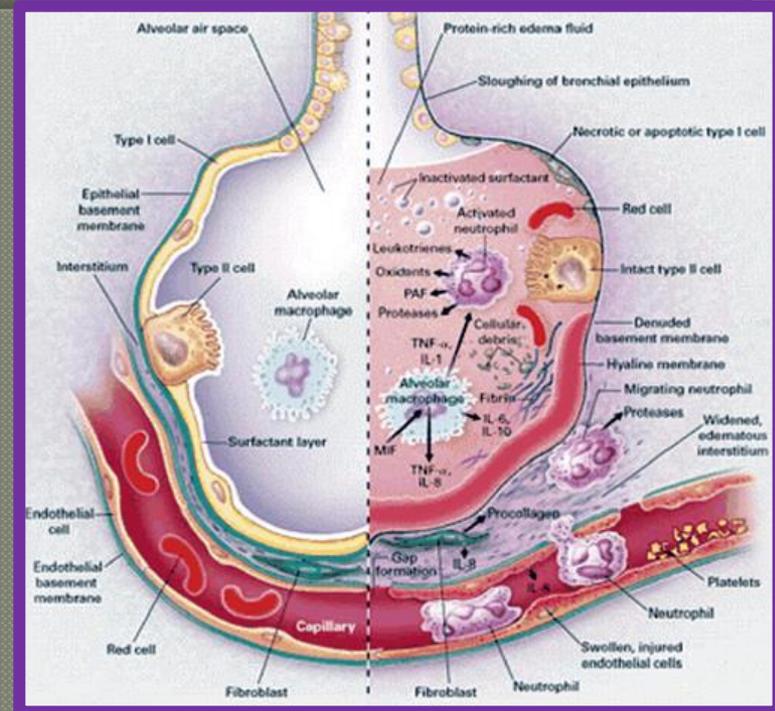
1. Spazio morto fisiologico insorge quando l'alveolo accumula sostanze estranee al suo interno (**accumulo essudato durante processo infiammatorio**)



Distribuzione

➤ L'incidenza dello spazio morto cambia in condizioni patologiche:

1. Spazio morto fisiologico insorge quando alveolo non viene più perfuso (**embolia/trombi**)



Distribuzione

La distribuzione dell'aria nello spazio morto anatomico cosa altro comporta funzionalmente?

Distribuzione

1. Riduce Vol aria a disposizione degli alveoli e quindi degli scambi gassosi
2. Modificazione T dell'aria inspirata
3. Umidificazione dell'aria
4. Depurazione

Distribuzione

© www.danheller.com



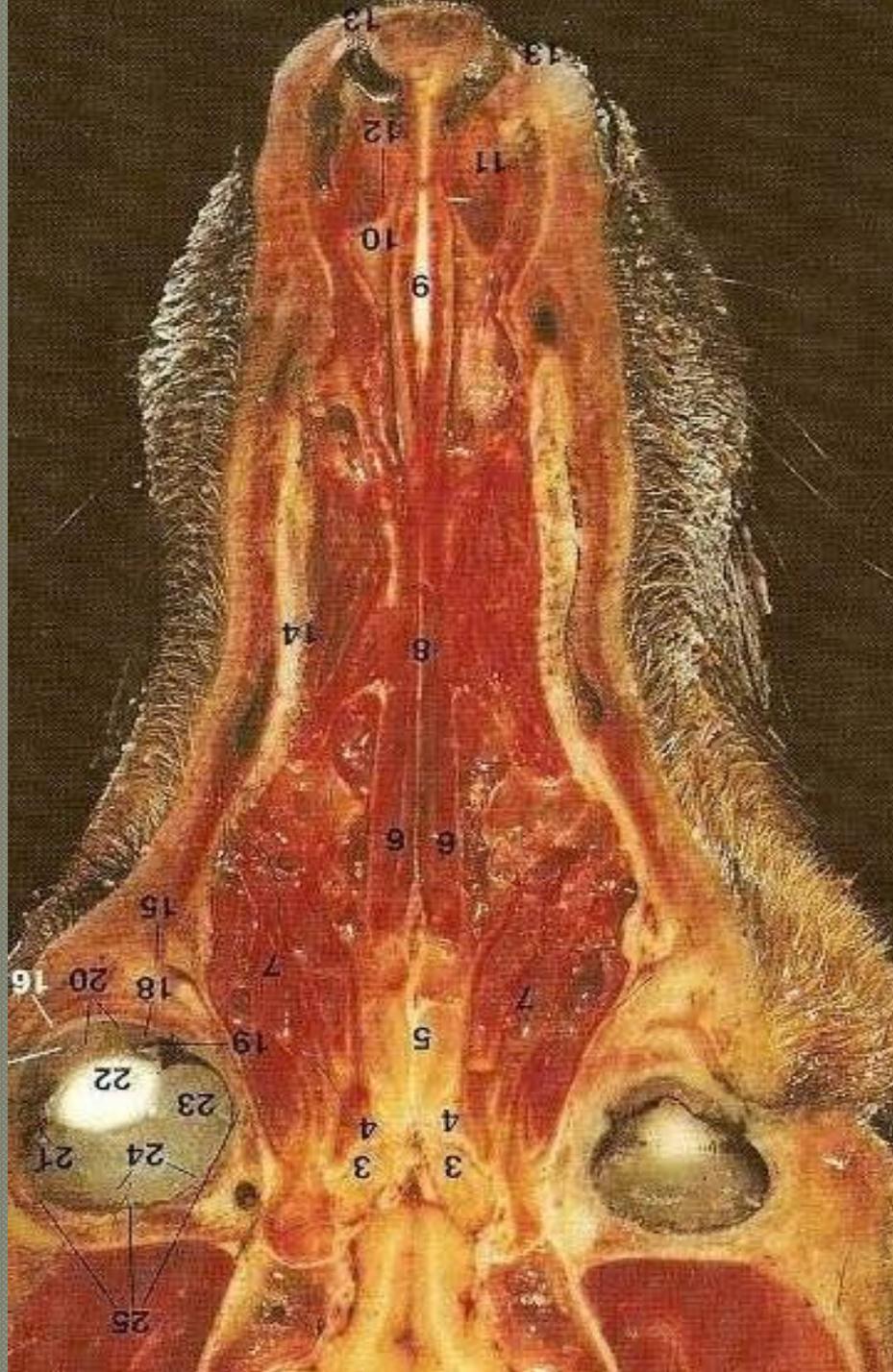
L'aria atmosferica entra nell'apparato respiratorio con temperatura variabile.

Se la temperatura è maggiore di quella corporea attraverso processo di evaporazione si disperde calore e viene quindi riportata alla temperatura corporea. Se invece entra a temperature inferiori si riscalda entrando in contatto con la mucosa respiratoria.

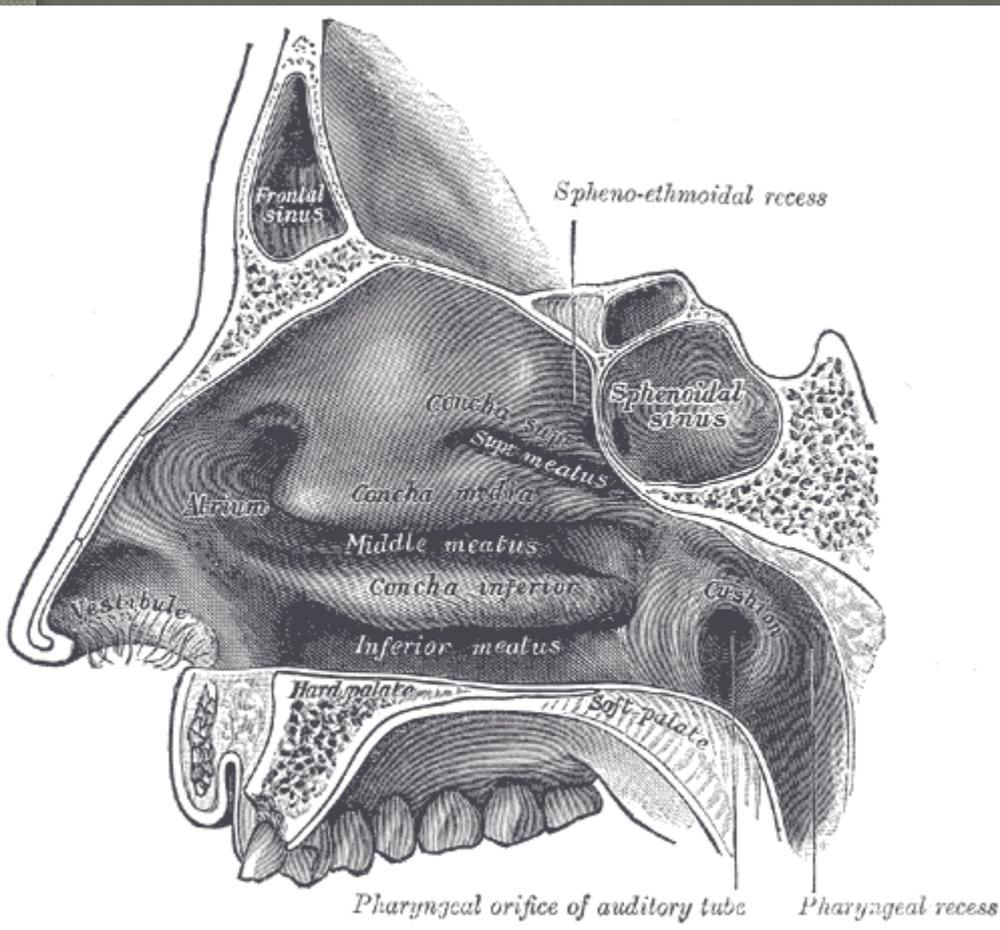


Distribuzione

Se l'aria entra a temperature inferiori a quelle corporee si riscalda attraverso un fenomeno di trasferimento di calore per conduzione entrando in contatto con la mucosa respiratoria ed, in particolare, con quella che riveste i cornetti nasali.



Distribuzione



- 1) Presenza dei tre cornetti (superiore, medio, inferiore) che aumentano la superficie di contatto fra aria atmosferica e mucose
- 2) La mucosa nasale è massivamente irrorata
- 3) Miscelamento con aria calda presente nelle cavità collegate (seni) alle cavità nasali che ha già la temperatura corporea

Distribuzione

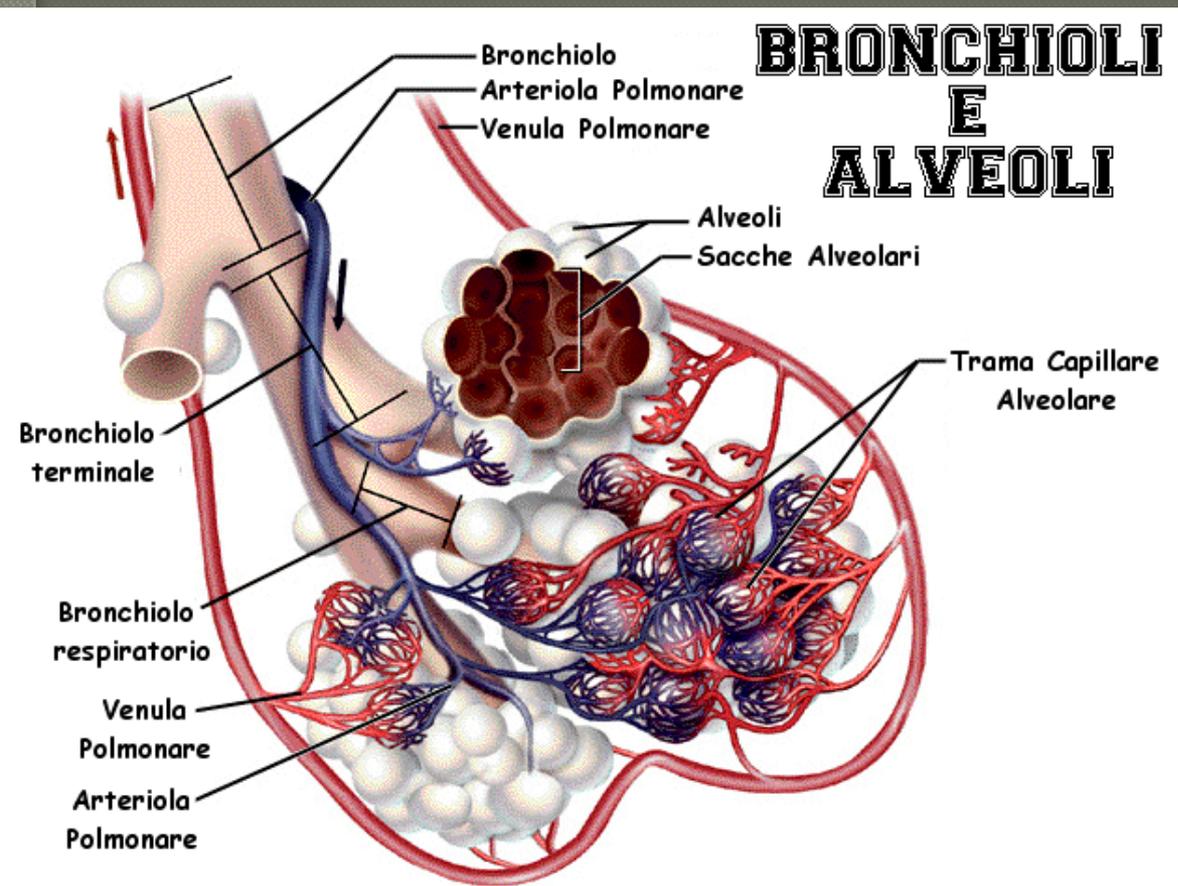
Umidificazione dell'aria

L'aria atmosferica entra nell'apparato respiratorio con un tasso variabile di umidità.

Tuttavia, l'aria ben presto nei primi tratti dell'apparato respiratorio, raggiunge la temperatura corporea dell'organismo. Questo produce l'evaporazione del secreto mucoso prodotto che garantisce che l'aria raggiunga gli alveoli completamente satura di vapore acqueo.



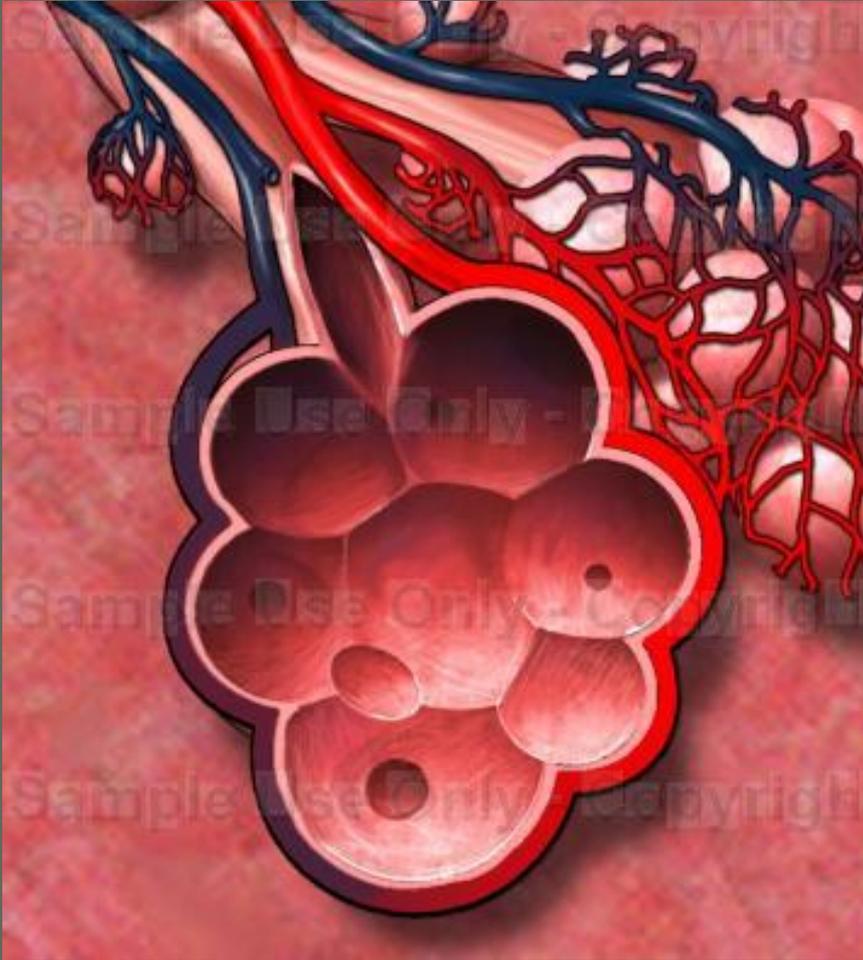
Distribuzione



Depurazione

L'attività respiratoria si fonda sul mantenimento funzionale di un'ampia superficie di scambio che presiede alla diffusione dei gas (barriera alveolo-capillare).

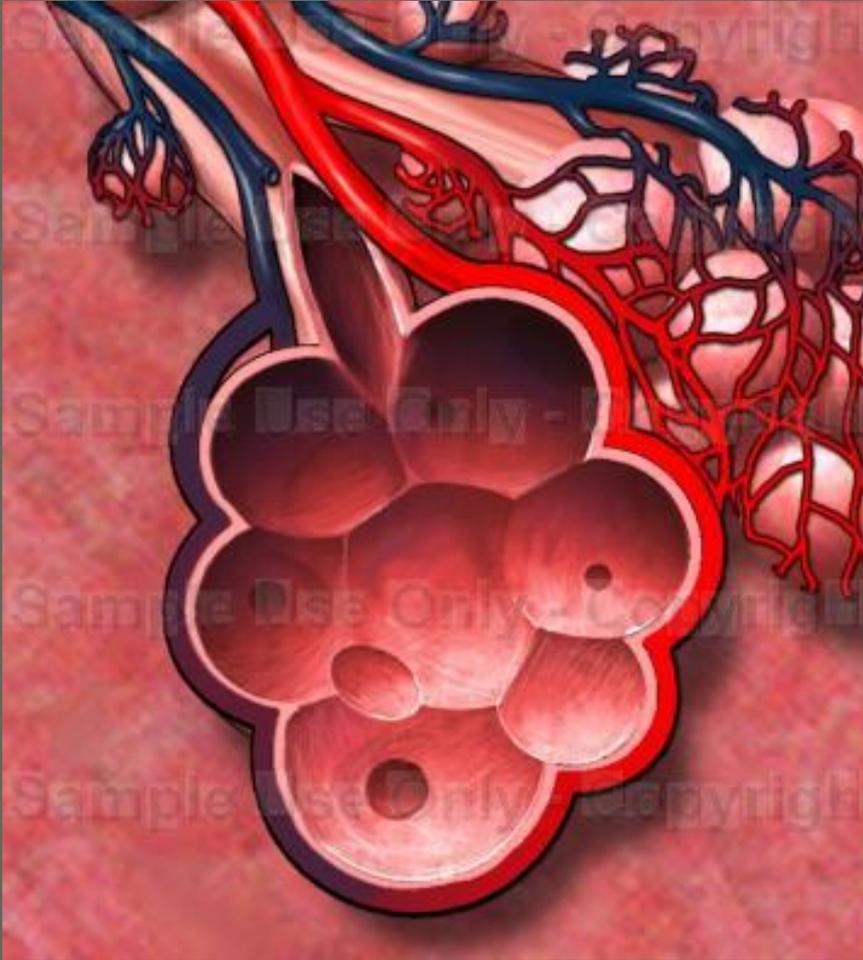
Distribuzione



● **Depurazione**

Organizzazione barriera alveolo capillare potrebbe venir alterata dall'entrata nell'albero respiratorio di particelle nocive o inquinanti sospese nell'aria inalata come pulviscolo o gas.

Distribuzione

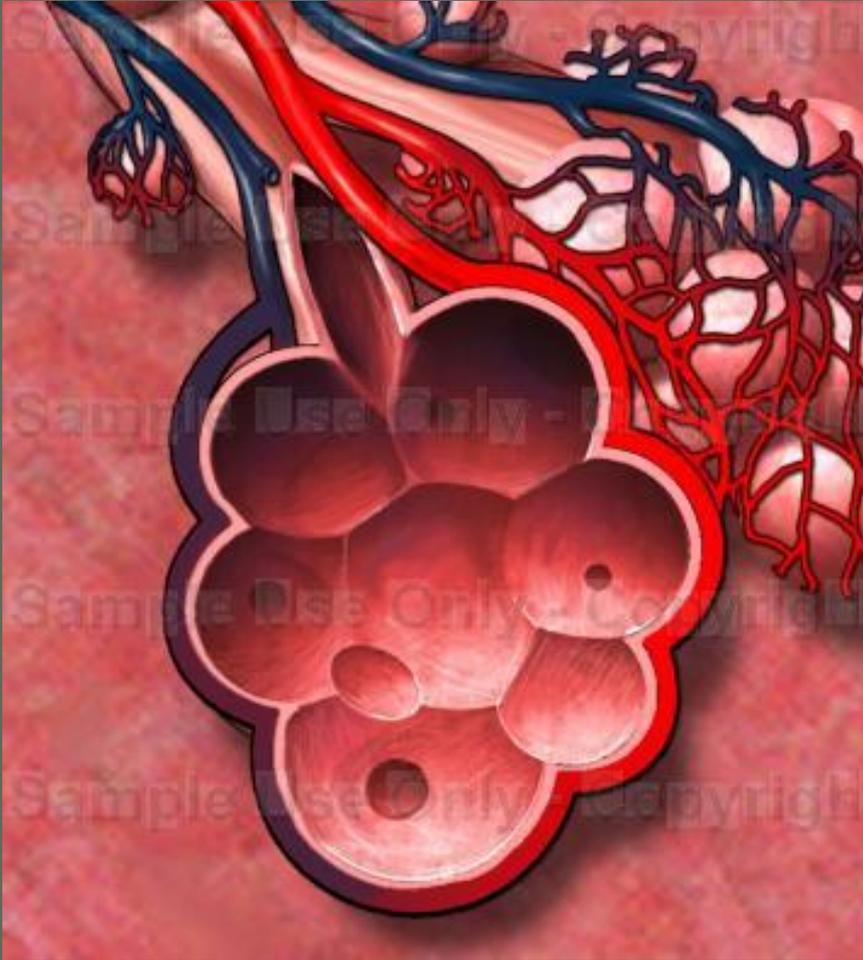


● **Depurazione**

Con l'aria inspirata possono entrare nell'albero respiratori:

1. polvere di origine organica come particelle di origine vegetale o animale,
2. agenti infettivi come virus o batteri,
3. allergeni come spore o pollini,
4. gas inquinanti
5. endotossine.

Distribuzione



● **Depurazione**

L'apparato respiratorio è preservato da meccanismi difensivi che consentono di depurare l'aria in entrata. Questi meccanismi sono di tipo:

1. specifico
2. aspecifico.

Distribuzione

Meccanismi specifici di depurazione

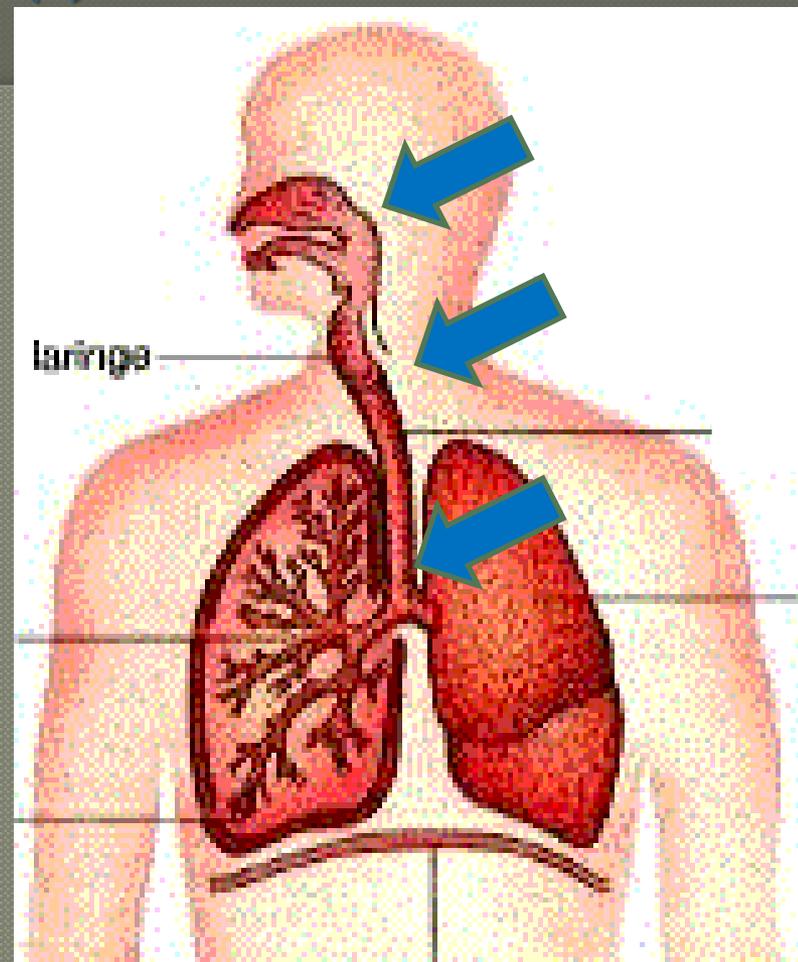
- Deposizione, sedimentazione e trasporto di particelle lungo l'albero respiratorio in base:
- alle loro dimensioni fisiche
 - presenza di un sistema muco-ciliare

Distribuzione

Meccanismi aspecifici di depurazione

Deposizione delle particelle in F(x) delle dimensioni fisiche delle stesse.

1. Particelle di dimensioni superiori a $5-10\mu\text{m}$ si fermano entrando in contatto con i cornetti nasali o al più tardi a livello della biforcazione tracheo-bronchiale

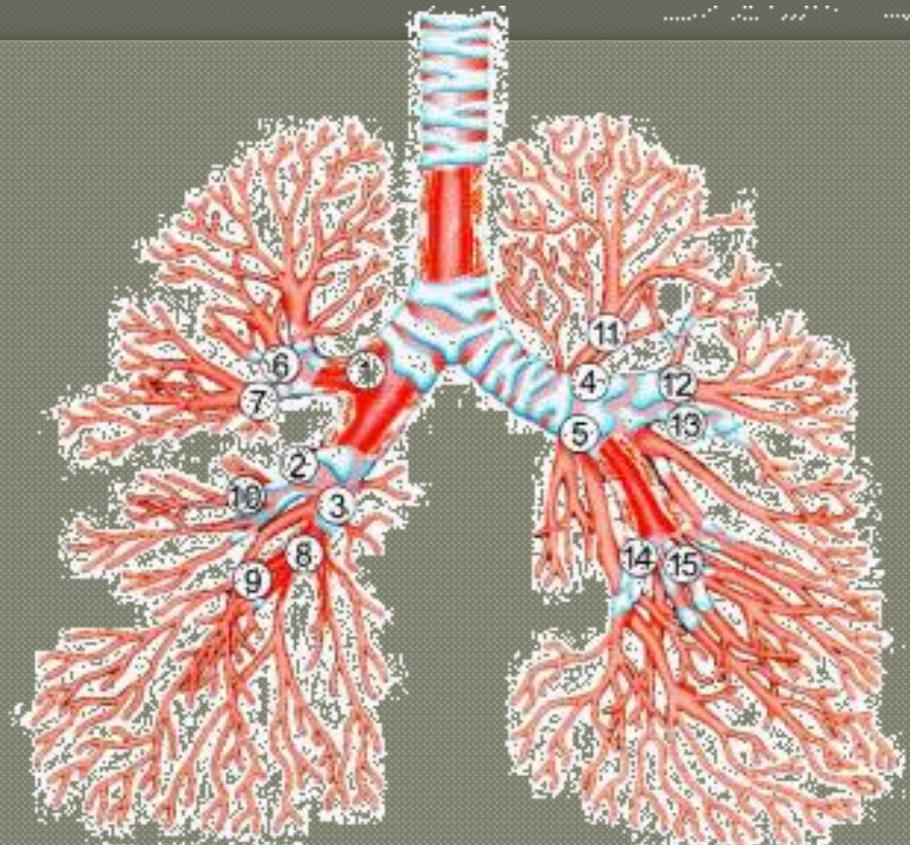


Distribuzione

Meccanismi aspecifici di depurazione

Deposizione delle particelle in $F(x)$ delle dimensioni fisiche delle stesse.

2. Le particelle di diametro compreso fra $5-1 \mu\text{m}$ sedimentano a livello bronchiolare a causa della diminuita velocità del flusso dell'aria

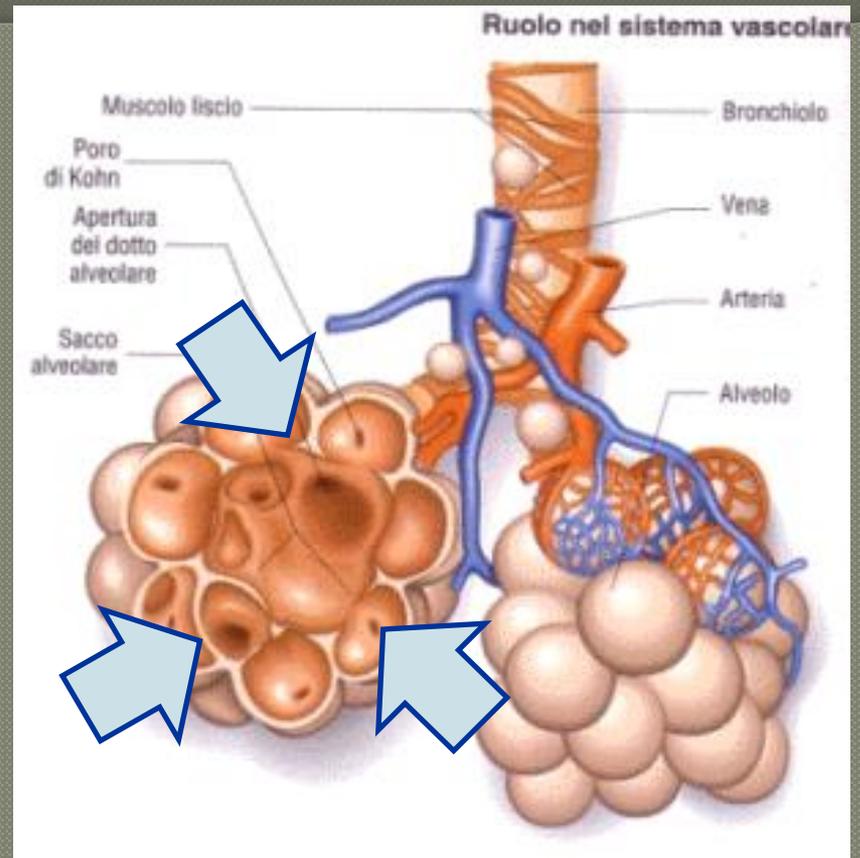


Distribuzione

Meccanismi aspecifici di depurazione

Deposizione delle particelle in F(x) delle dimensioni fisiche delle stesse.

3. Particelle con diametro intorno ai **0.1 μm** raggiungono porzioni terminali entrando in contatto con parete alveolare dove possono essere eliminate solo attraverso espirazione e/o meccanismi specifici.



Distribuzione

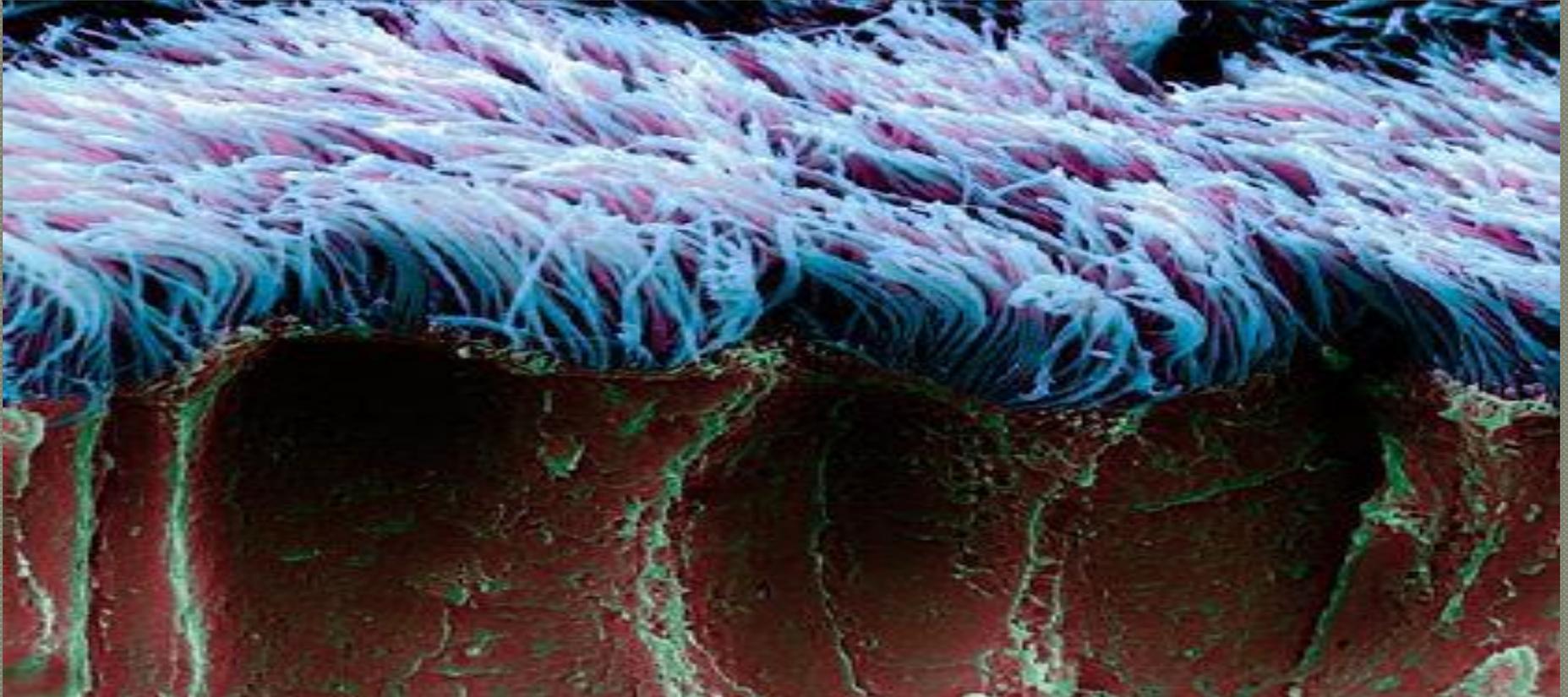
Meccanismi aspecifici di depurazione

Le particelle depositate sulla superficie dell'albero tracheo-bronchiolare sono trasportate dal sistema muco-ciliare nei distretti più orali e vengono deglutite involontariamente una volta raggiunto il faringe.

Distribuzione

Meccanismi aspecifici

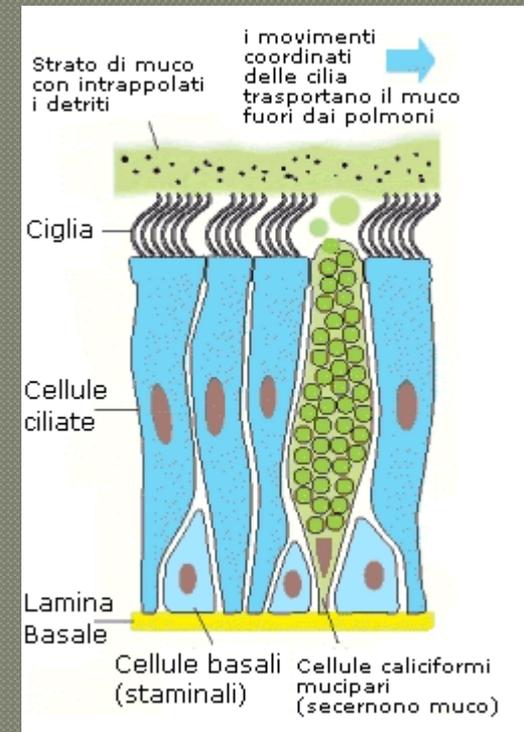
Distretto tracheo bronchiolare
è rivestito da un epitelio
che comprende
ghiandole/cellule mucose
e cellule ciliate.



Distribuzione

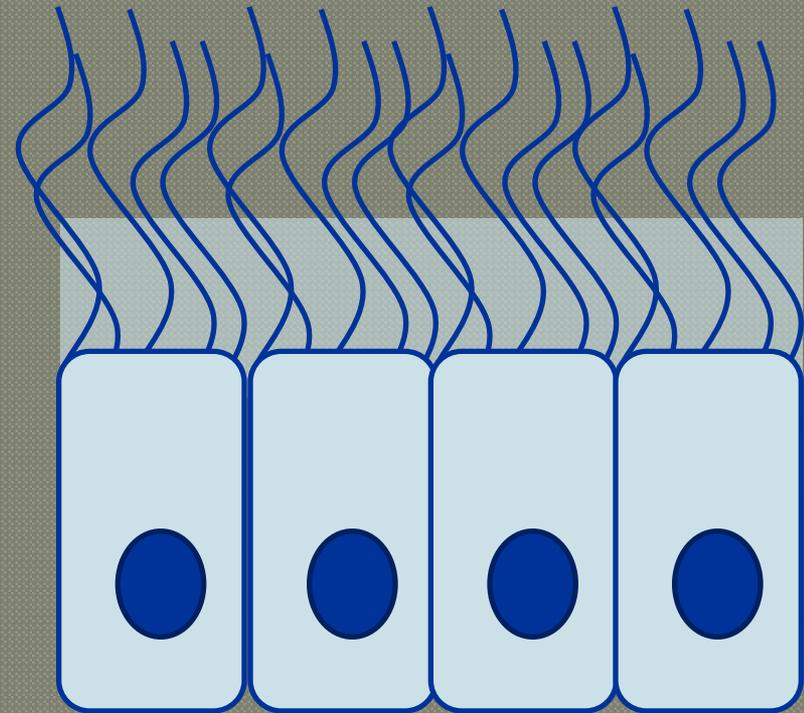
Meccanismi specifici

Tutte le vie aerifere sono ricoperte da uno strato di muco in forma sol e gel.



Distribuzione meccanismi aspecifici

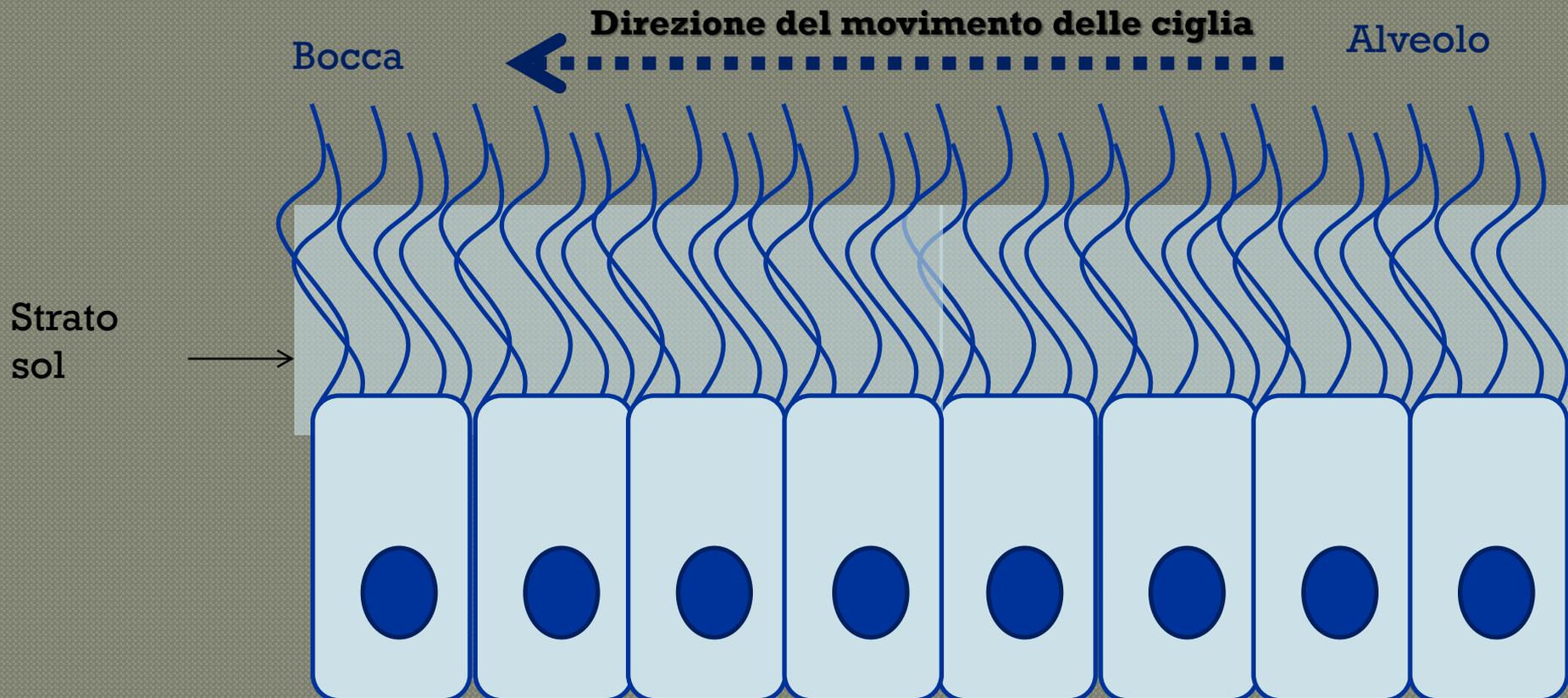
- . La porzione basale delle ciglia risulta intrappolata nel secreto mucoso allo stato sol, meno viscoso, che bagna la porzione apicale delle cellule.



Lo strato sol, a bassa viscosità, bagna la superficie delle cellule epiteliali ed in esso si rende evidente il movimento delle ciglia che si realizza in senso caudo-craniale o ascensionale.

Distribuzione

Meccanismi aspecifici



Lo strato gel, a maggiore viscosità, è posto a contatto con il lume del dotto e su di esso rimangono intrappolate (colla) le particelle introdotte durante l'inspirazione.

Distribuzione

Meccanismi aspecifici

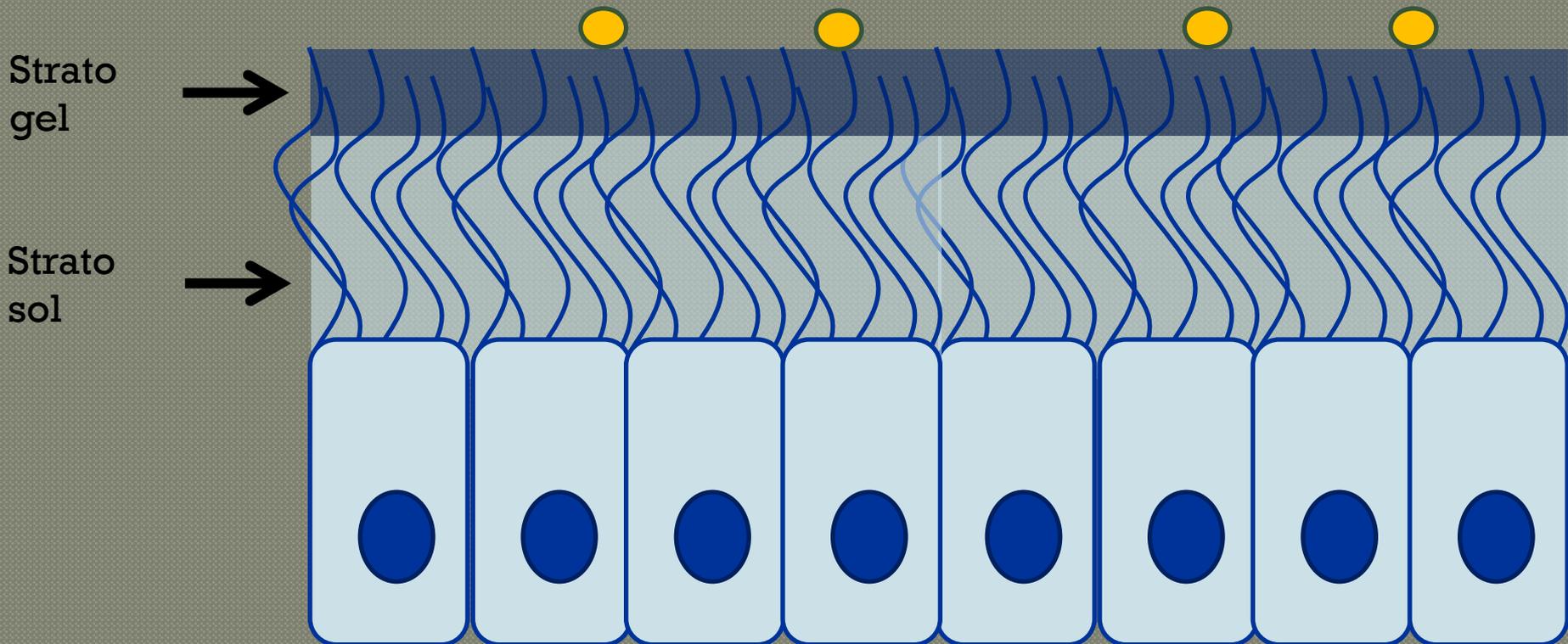


Le particelle rimangono intrappolate sullo strato gel e vengono trasferite verso le porzioni più craniali. Lo strato gel si muove in senso ascensionale sotto l'azione del movimento delle ciglia (scala mobile). Quando arriva in faringe muco e particelle vengono deglutite.

Distribuzione

Meccanismi aspecifici

Bocca ← Direzione del movimento delle ciglia → Alveolo



Distribuzione

Le modificazione di:

- volume
- composizione
- viscosità

del muco possono ridurre i meccanismi di difesa dell'albero respiratorio e predisporre l'animale a patologie del sistema respiratorio .

Distribuzione

FIBROSI CISTICA

Eziologia:

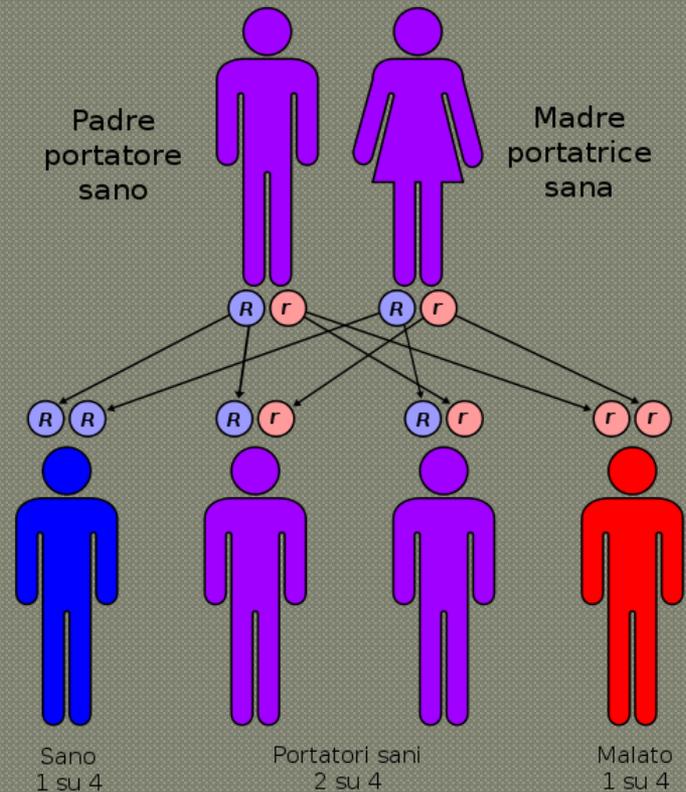
La fibrosi cistica è una malattia genetica autosomica recessiva (Cromosoma 7).

Patogenesi:

anomalia della **proteina** chiamata **CFTR** (Cystic Fibrosis Transmembrane Conductance Regulator) localizzata nella membrana apicale delle cellule degli epitelii; la sua funzione è quella di regolare gli scambi idroelettrolitici.

Sintomi clinici:

all'alterazione della proteina segue un'anomalia del trasporto di sali che determina principalmente una produzione di secrezioni per così dire "disidratate": il sudore è molto ricco in sodio e cloro, il muco è denso e vischioso e tende ad ostruire i dotti nei quali viene a trovarsi.



Distribuzione

Meccanismi specifici di depurazione

Il sistema immunitario locale rappresentato dai macrofagi presenti a livello alveolare permette di captare, fagocitare particelle estranee (fra cui batteri) ed allontanarle dall'albero respiratorio (attraverso sistema muco ciliare o attraverso circolo linfatico) .