

# FISIOLOGIA DELL'APPARATO RESPIRATORIO

# L'APPARATO RESPIRATORIO

Il cuore è l'organo centrale del sistema circolatorio: funge da pompa capace di produrre una pressione sufficiente a permettere la circolazione del sangue

# APPARATO RESPIRATORIO

L'apparato respiratorio è costituito da un sistema di vie di conduzione, composto da trachea, bronchi e bronchioli non respiratori, a livello dei quali non avvengono gli scambi respiratori e l'unità terminale respiratoria, composta dai bronchioli respiratori, dotti alveolari e alveoli, dove invece avvengono gli scambi gassosi.

# RESPIRAZIONE

- La respirazione è un processo per il quale si scambiano ossigeno e anidride carbonica tra i nostri tessuti e l'ambiente esterno

# RESPIRAZIONE (2)

- È composta dalla ventilazione, con la quale si rinnova l'aria presente negli alveoli, la diffusione di ossigeno dagli alveoli al sangue capillare e la cessione di anidride carbonica, mentre a livello dei tessuti si ha l'opposto

# SISTEMA DI CONDUZIONE

- Il sistema di conduzione ha la funzione di filtrare, umidificare e riscaldare l'aria atmosferica. Questa infatti entra alla temperatura atmosferica e già a livello delle cavità nasali viene riscaldata a 31 °C, grazie ad un'ampia superficie dovuta alla presenza dei meati (160cm<sup>2</sup>) e ad una ricca vascolarizzazione. L'aria raggiungerà i 33 °C sotto la glottide e 35 °C in trachea.

# VOLUMI E CAPACITA'

Durante una respirazione tranquilla abbiamo l'immissione e l'emissione di 500ml di aria, che rappresentano il volume corrente o volume tidale.

# VOLUME DI RISERVA INSPIRATORIA E VOLUME RESIDUO

- Il soggetto può anche compiere un'inspirazione massima portando nei suoi polmoni 3100mL oltre il volume corrente e questo rappresenta il volume di riserva inspiratoria. Il soggetto può anche compiere una espirazione massimale ed emettere altri 1200mL di aria oltre il volume corrente, ovvero il cosiddetto volume di riserva espiratoria. Il polmone a questo punto però non sarà vuoto, perché vi sono rimasti 1200mL di aria, che rappresentano il volume residuo, oltre il quale fisiologicamente non possiamo andare.

# CAPACITA' POLMONARI

- Da questi volumi originano le capacità polmonari: capacità vitale (volume di riserva inspiratoria, espiratoria e volume corrente), capacità inspiratoria (volume corrente e volume di riserva inspiratoria), capacità funzionale residua (volume di riserva espiratoria e volume residuo) e la capacità polmonare totale.

# MECCANICA DELLA RESPIRAZIONE

- Le variazioni volumetriche del complesso toraco-polmonare che causano la ventilazione sono dovute al movimento del diaframma e delle coste
- La respirazione dura circa 5 sec, con la fase espiratoria che si presenta più lunga di quella inspiratoria

# IL DIAFRAMMA

- La contrazione del diaframma spinge questo muscolo verso il basso, aumentando il diametro longitudinale della gabbia toracica
- Diaframma e intercostali esterni rappresentano i muscoli inspiratori principali, ma in una inspirazione forzata possono entrare in gioco anche gli sternocleidomastoidei e gli scaleni che sollevano le coste.

# PRESSIONE INTRATORACICA

- Le variazioni volumetriche della gabbia toracica fanno cadere la pressione all'interno dell'alveolo (da 0 a -1cmH<sub>2</sub>O), creando un gradiente per il flusso di aria dall'atmosfera all'interno degli alveoli, flusso che dipenderà chiaramente anche dalla resistenza delle vie aeree.
- La pressione nell'alveolo cade per una legge fisica ( $PV=cost$ , ovvero la legge di Boyle).

# LAVORO RESPIRATORIO

**La contrazione nel respiro normale si verifica solo durante l'inspirazione. Il lavoro dell'inspirazione si distingue in :**

- Lavoro di compliance o lavoro elastico: è la forza necessaria per vincere le forze elastiche dei polmoni stessi e del torace,
- Lavoro di resistenza dei tessuti: forza per vincere la viscosità dei tessuti (polmoni e torace),
- Lavoro di resistenza delle vie aeree: forza per vincere la resistenza delle vie aeree al flusso di aria che entra nei polmoni.

# Diffusione dei gas

- I gas diffondono da una regione dove sono più concentrati ad una dove lo sono meno e questo accade sia quando i gas sono in una miscela gassosa, sia quando si ritrovano in soluzione
- La concentrazione di un gas in soluzione dipende dal prodotto della sua pressione parziale e del coefficiente di solubilità (l'anidride carbonica è circa 20 volte più solubile dell'ossigeno).

# ARIA INSPIRATA

- La composizione dell'aria atmosferica varia nei sistemi di conduzione, dove viene umidificata (pressione parziale dell' $H_2O=47\text{mmHg}$ ) e questo diluisce gli altri gas e all'interno degli alveoli, dove l'ossigeno diffonderà nel capillare alveolare e l'anidride carbonica dal capillare all'alveolo.
- Con una normale frequenza respiratoria ci vogliono 17 secondi per modificare il 50% dell'aria alveolare e questo è importante per non avere dei cambiamenti repentini delle pressioni parziali di ossigeno e anidride carbonica e questo rende più stabile il meccanismo di controllo della regolazione.

# Il trasporto di O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> nel sangue

- È grazie alla presenza dell'emoglobina nel sangue che si realizza un efficiente trasporto di O<sub>2</sub> e di CO<sub>2</sub>. L'Hb permette al sangue di trasportare da 30 a 100 volte in più di ossigeno di quanto non faccia il sangue con ossigeno disciolto.
- I gas si muovono da un punto all'altro per diffusione a causa della differenza di pressione tra due diversi punti. La PO<sub>2</sub> dell'ossigeno gassoso presente nell'alveolo ha un valore medio di 104 mmHg, mentre la PO<sub>2</sub> del sangue venoso ha un valore medio di 40 mmHg.
- La differenza di pressione che permette all'ossigeno di diffondere all'interno dei capillari polmonari è pari a 104-40 cioè 64 mmHg

# PO<sub>2</sub> E PCO<sub>2</sub>

- La normale PO<sub>2</sub> può variare tra il limite inferiore di 5 mmHg e quello superiore di 40 mmHg con un valore intermedio di 23 mmHg.
- Per sopperire alle esigenze metaboliche, una cellula necessita di soli 1-3 mmHg.
- L'utilizzo dell'ossigeno da parte delle cellule comporta la produzione di CO<sub>2</sub>. Questo aumenta la PCO<sub>2</sub> intracellulare e la CO<sub>2</sub> diffonde dai tessuti ai capillari tissutali dove viene trasportata da sangue ai polmoni per diffondere infine agli spazi alveolari

# DIFFUSIONE DELLA CO<sub>2</sub>

L'anidride carbonica può diffondere con una velocità 20 volte maggiore di quella dell'ossigeno.

- PCO<sub>2</sub> intracellulare è di 46 mmHg,
- PCO<sub>2</sub> interstiziale è di 45 mmHg,
- PCO<sub>2</sub> del sangue arterioso che arriva ai tessuti è di 40 mmHg,
- PCO<sub>2</sub> del sangue venoso che lascia i tessuti è di 45 mmHg,
- PCO<sub>2</sub> nell'aria alveolare è di 40 mmHg

# Il trasporto di ossigeno nel sangue

- Il 97% dell'O<sub>2</sub> trasportato dai polmoni ai tessuti si trova legato chimicamente con l'emoglobina presente nei globuli rossi. Il restante 3% si trova sotto forma di gas disciolto in fase acquosa nel plasma.
- Con l'aumento della P<sub>O<sub>2</sub></sub> ematica, aumenta anche la percentuale di emoglobina che si combina con l'ossigeno e questa viene detta percentuale di saturazione dell'emoglobina