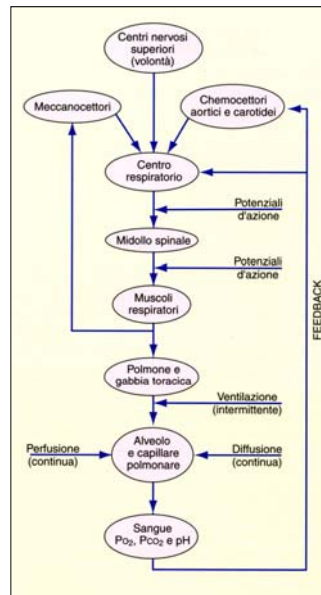


Controllo nervoso del respiro



La respirazione è una funzione involontaria controllata da 3 gruppi di neuroni (centri) localizzati nel tronco encefalico:

Centro respiratorio bulbare costituito dal:

Gruppo dorsale con funzione di centro inspiratorio

- Controlla il ritmo di base del respiro

Gruppo ventrale con funzione di centro espiratorio

Responsabile dell'espirazione:

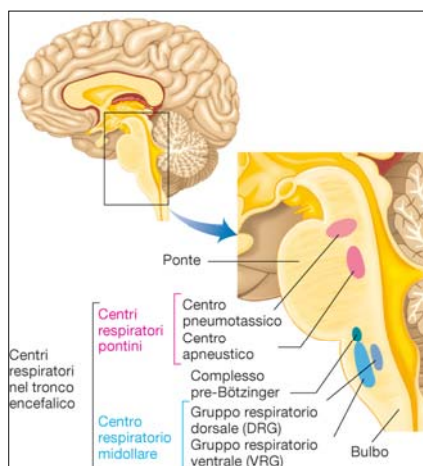
- inattivo nel respiro tranquillo
- attivo durante attività fisica

Centro apneustico: eccita il centro inspiratorio del bulbo, evocando una contrazione prolungata del diaframma

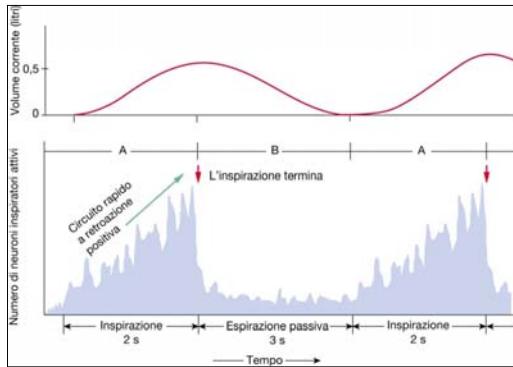
Danno di questo centro provoca apneusi: inspirazione prolungata e boccheggiante, seguita da breve espirazione

Centro pneumotassico: modula l'inspirazione, limitando ampiezza del volume corrente e regolando la frequenza respiratoria.

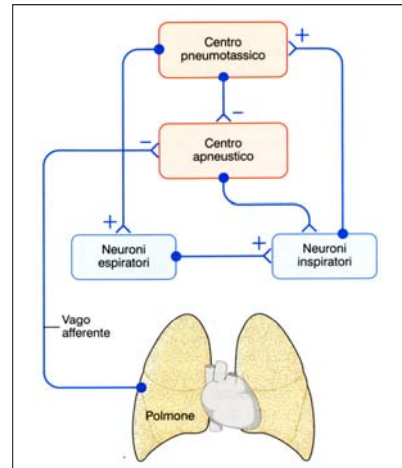
Controllo nervoso del respiro



Attività dei neuroni inspiratori bulbari (DRG)



Neuroni dell'inspirazione profonda/espiazione attiva nel VRG

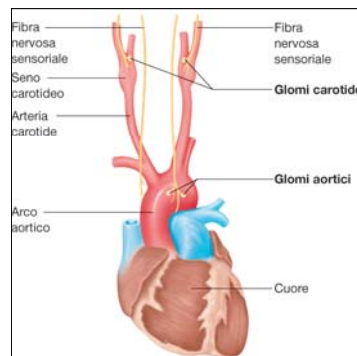
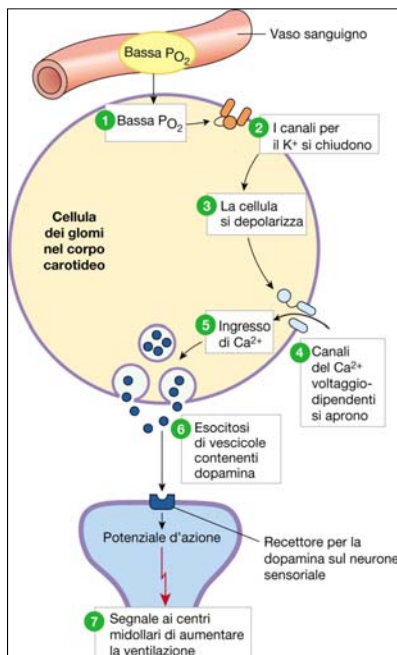


Regolazione chimica: glomi aortici e carotidei

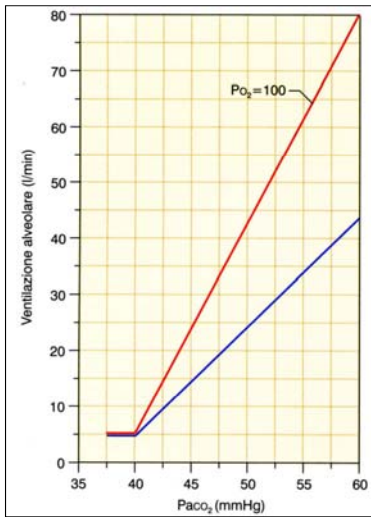
Sensibili a variazioni di:
pO₂, pCO₂, pH

NB: soggetto anemico non presenta iperventilazione a riposo!

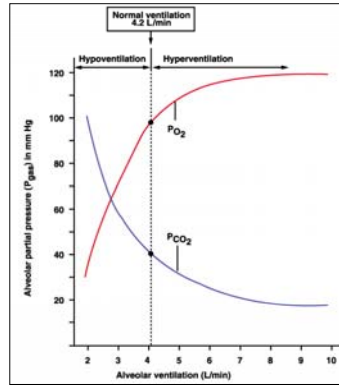
Innervazione: nervi glossofaringeo e vago con afferenze al centro del respiro



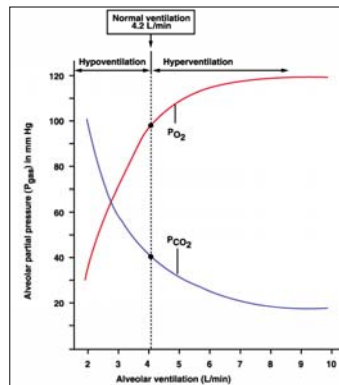
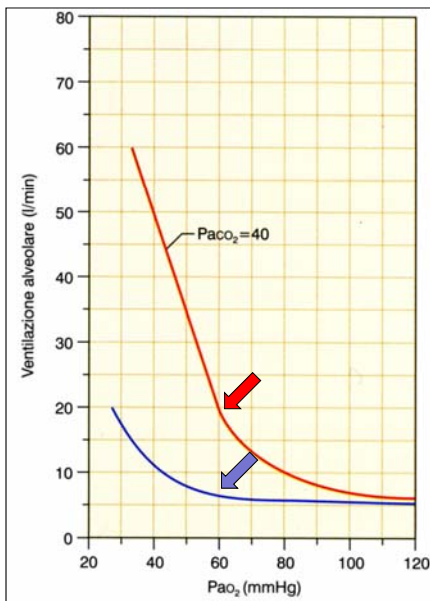
Regolazione chimica:
pO₂, pCO₂

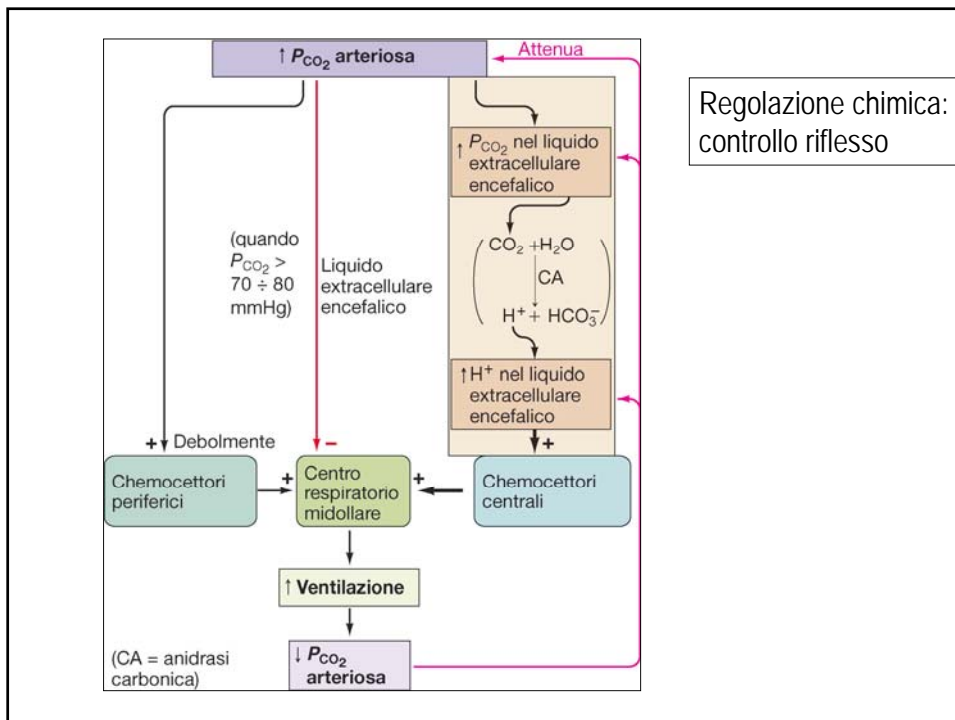
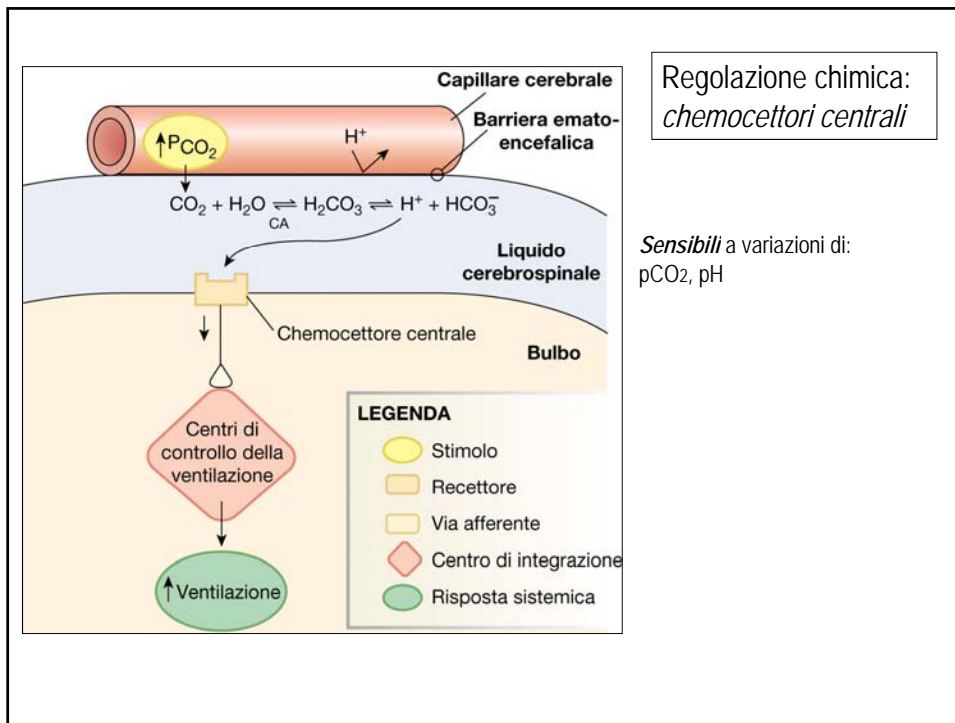


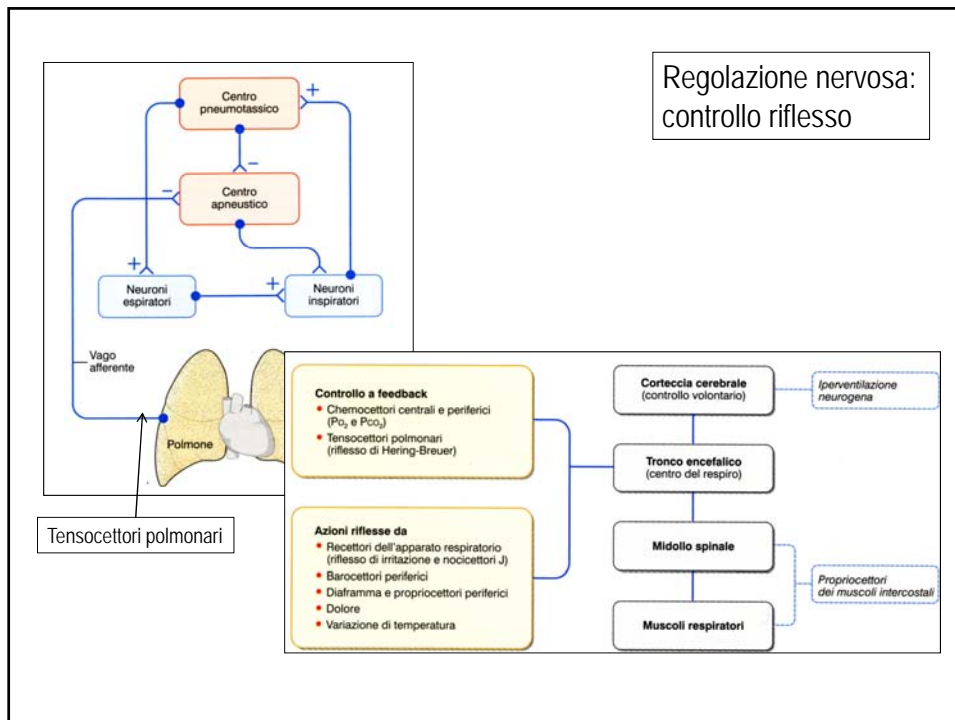
Miscela simile all'aria con valori crescenti di CO₂ (sinergismo tra CO₂ e O₂)



Regolazione chimica:
pO₂, pCO₂







Regolazione nervosa:
controllo riflesso

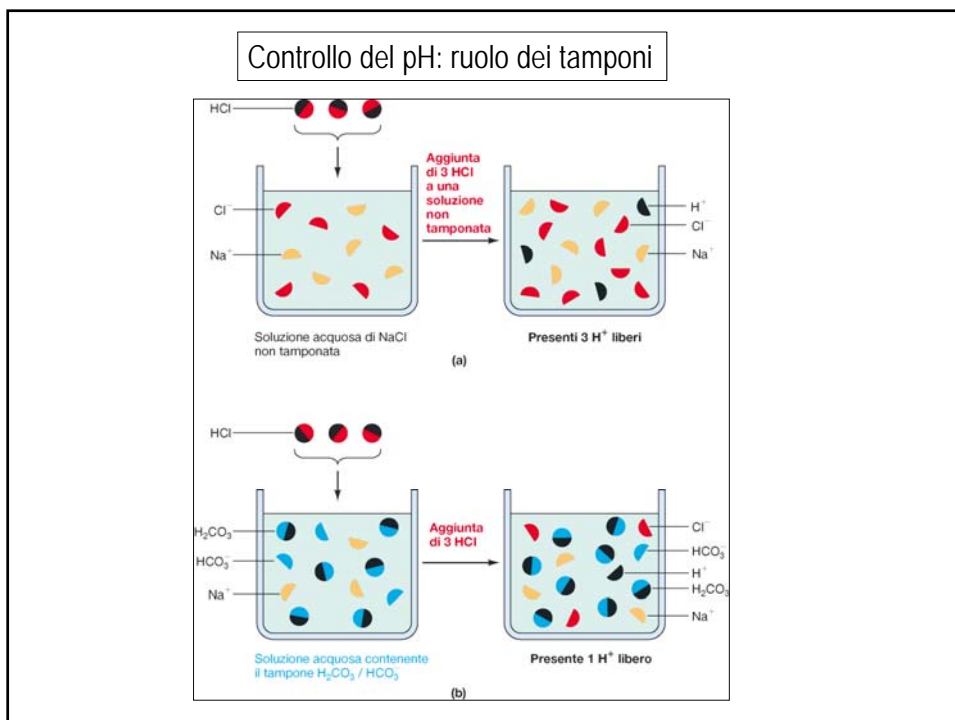
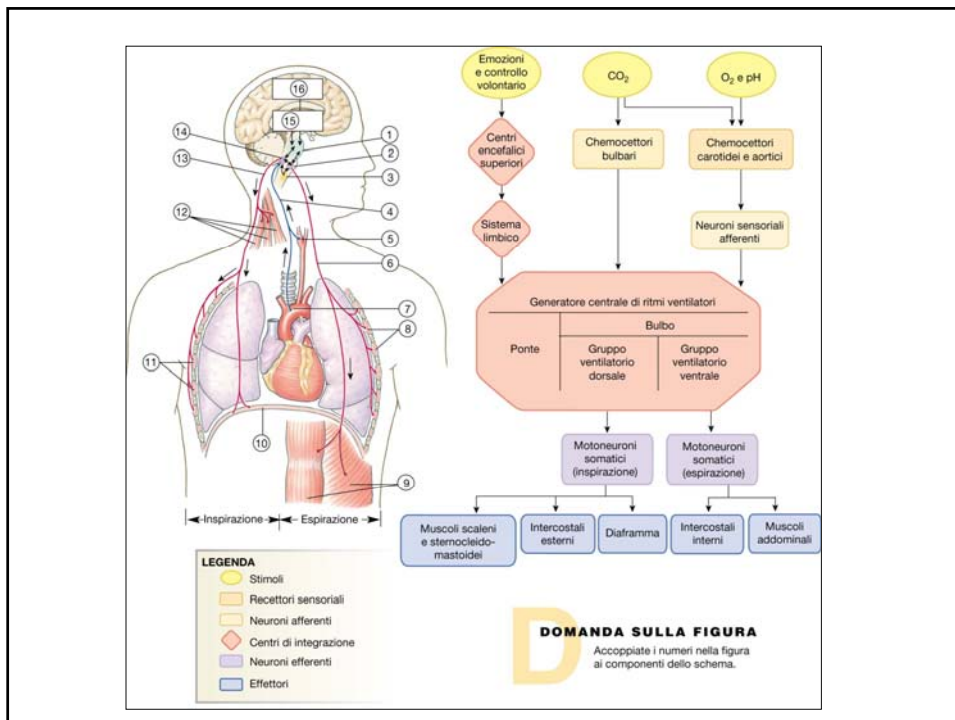
Riflesso di Hering-Breuer:
Riflesso inibitorio da recettori di insufflazione polmonare

Riflesso dello starnuto e della tosse:
Da recettori intra-epiteliali presenti nelle vie aeree attivati da sostanze irritanti e nocicettori attivati da edema negli alveoli

Riflessi attivati da barocettori arteriosi, ventricolari, atriali e polmonari che inducono variazione della respirazione opposta a quella pressoria

Aumento di temperatura: cutanea o centrale

Attività nocicettiva

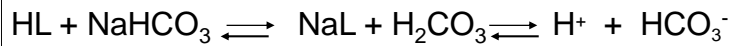


La ventilazione contribuisce al controllo del pH

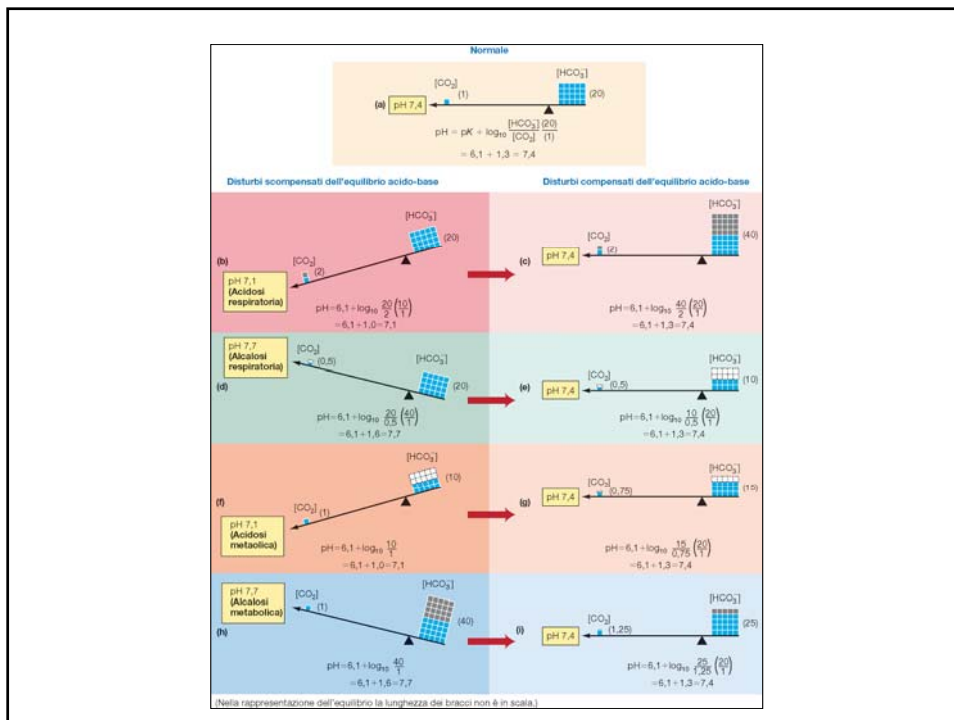
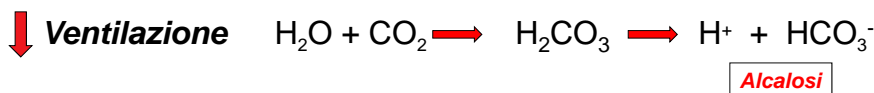
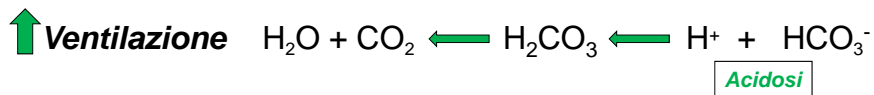
Come?

Tramite la regolazione della concentrazione di CO_2 nel sangue

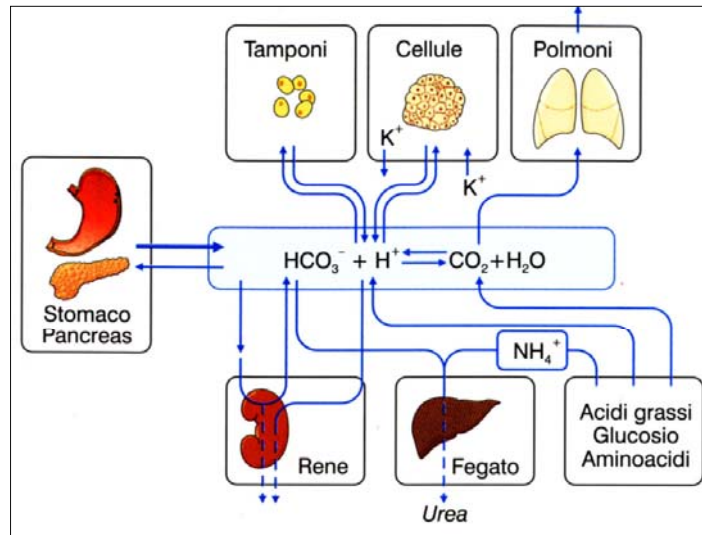
Il trasporto della CO_2 è mediato dalla formazione di ioni bicarbonato



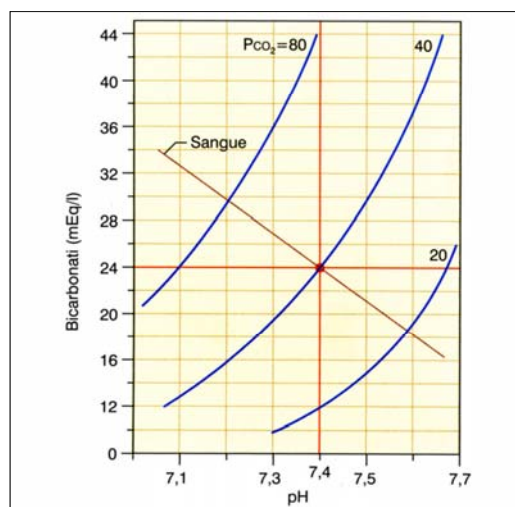
Proteine, ioni fosfato e bicarbonato costituiscono i sistemi tampone

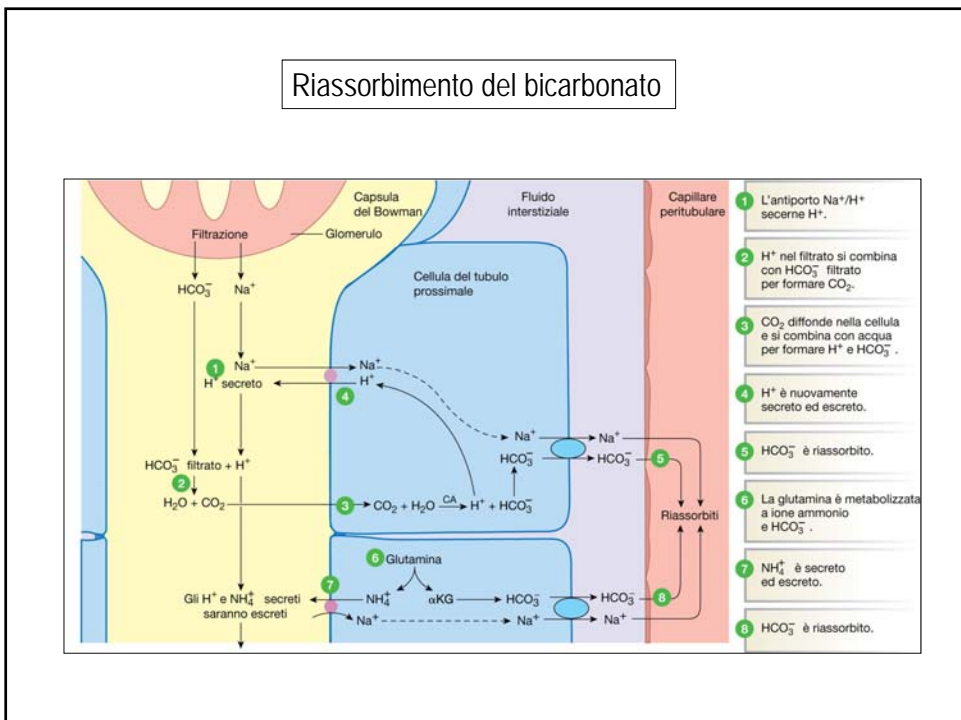
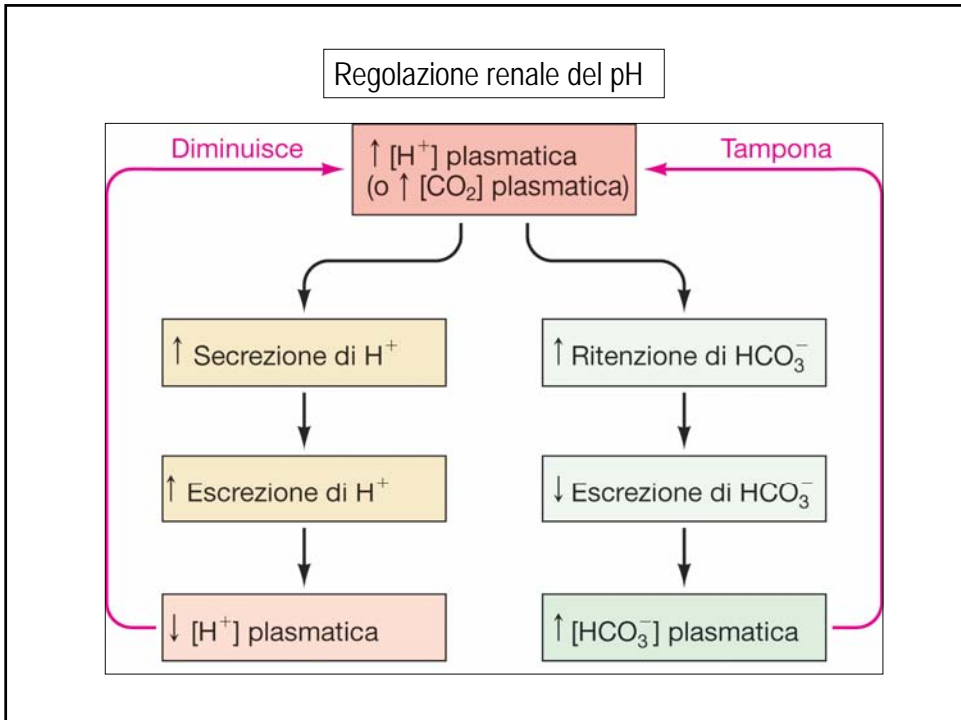


Ruolo dei vari organi

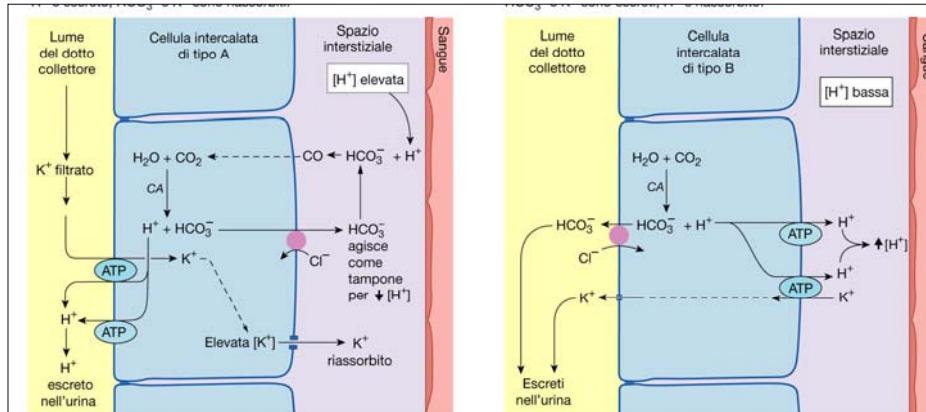


Rapporto tra concentrazione di bicarbonato e CO_2

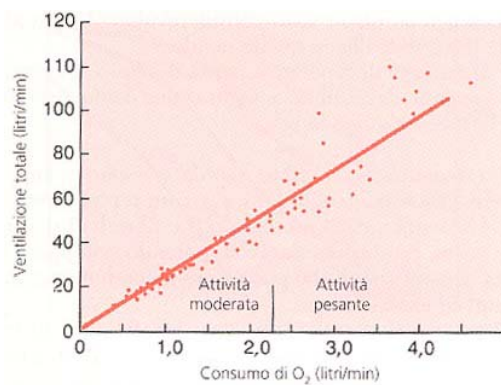




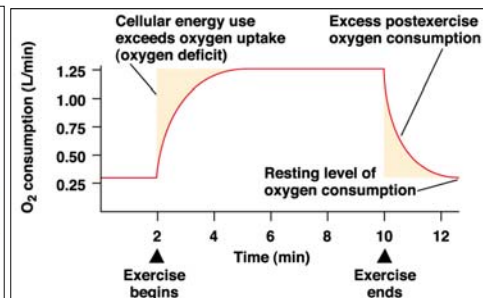
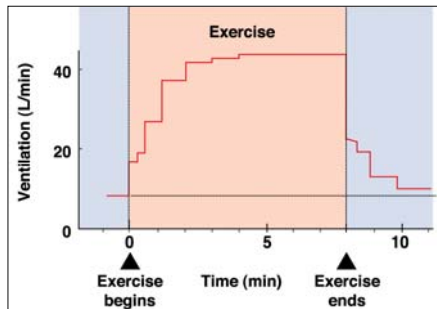
Risposta renale nell'acidosi e l'alcalosi



Consumo di Ossigeno e ventilazione polmonare nell'attività fisica

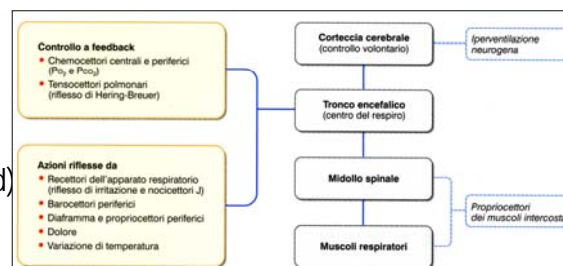


Iperventilazione associata all'esercizio fisico



aumento della frequenza e della profondità del respiro

dovuta a segnali anticipatori (feedforward) e a reazione (feedback)

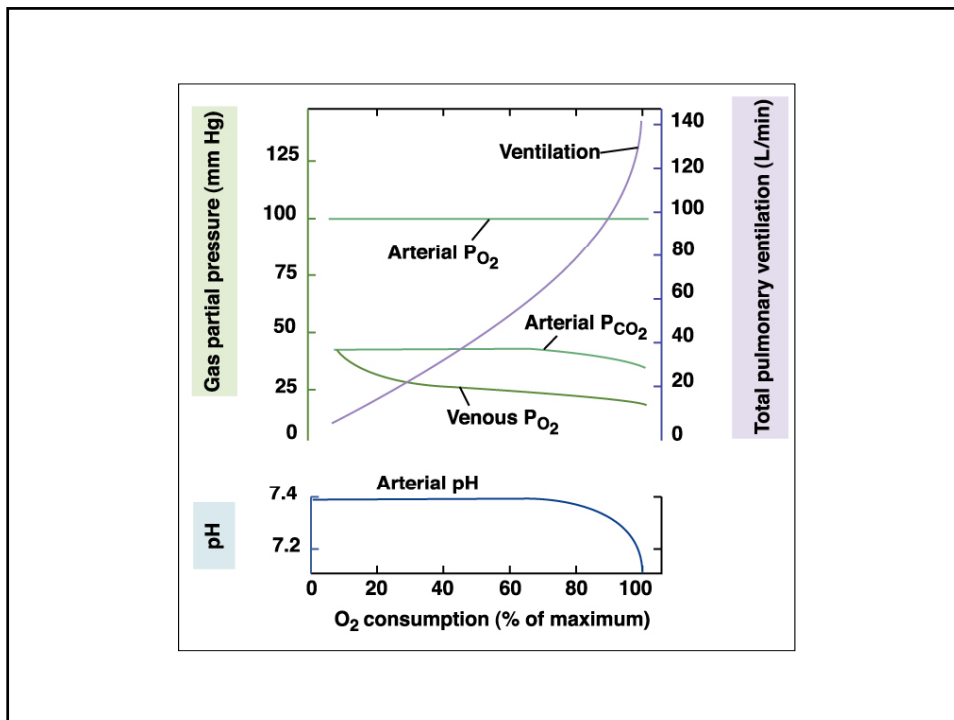


EFFETTI MULTIFATTORIALI

L'attivazione della corteccia motoria influenza l'attività dei neuroni dei centri bulbari

Afferenze nervose periferiche eccitatorie (da tendini, muscoli e articolazioni) stimolano i centri bulbari

Aumento della temperatura (in condizioni stazionarie)



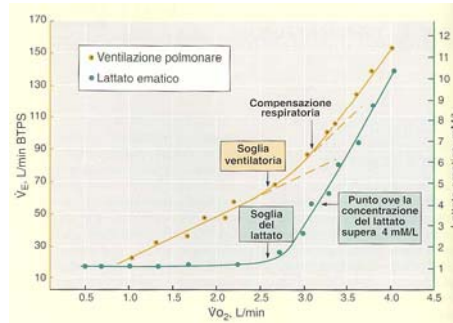
Capacità di diffusione dell' O_2

Millilitri di ossigeno che diffondono al minuto per ogni mmHg di differenza tra pressione parziale dell' O_2 nell'area alveolare e quella nel sangue polmonare

Aumenta durante l'esercizio grazie ad un aumento della perfusione dei capillari polmonari

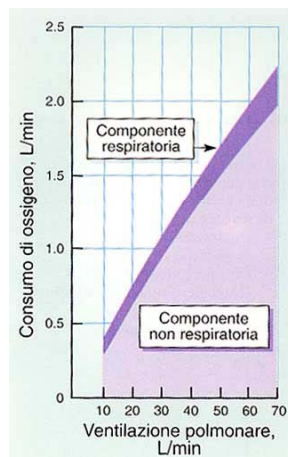
La pressione parziale dell'ossigeno nel sangue arterioso e dell'anidride carbonica nel sangue venoso non è alterata durante l'esercizio fisico

Test ergometrico a carico crescente



Equivalente respiratorio $VE/VO_2 = 25/\text{litro}$

**OBLA = 4 mM/L (55-60% VO_2 in soggetti non allenati)
(80% VO_2 in soggetti allenati)**



Il sistema respiratorio non è funzionalmente limitante

Il costo energetico della respirazione (3-5% a riposo) può aumentare fino a un massimo di 10-20%.
Fattori che *influenzano il lavoro* necessario per la ventilazione:

- *estensibilità* dei polmoni (compliance): capacità dei polmoni di espandersi. Nota: la compliance è diversa dall'*elastanza* (elasticità).
- *resistenza* delle vie aeree: $R = 8L \cdot r^4$

La capacità respiratoria massima è circa il 50% maggiore dell'effettiva ventilazione polmonare