

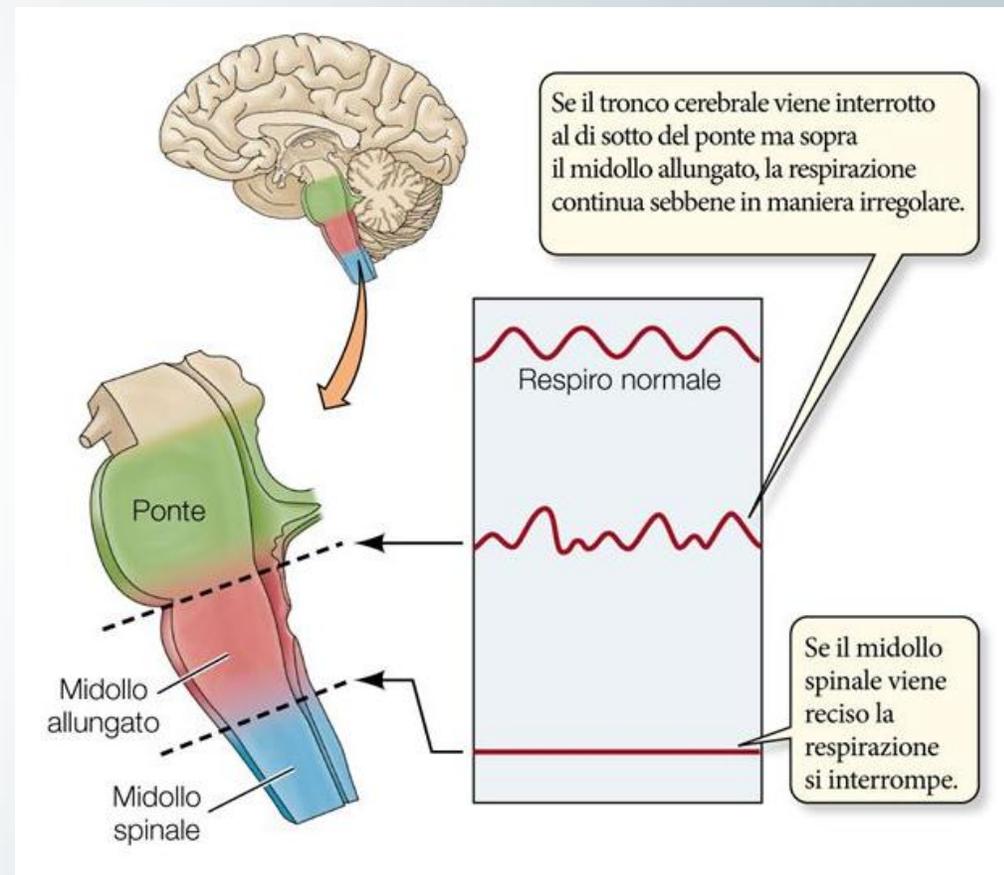
Il controllo della respirazione
a cura di Antonio Incandela

Il ritmo di base della respirazione è controllato da *neuroni situati in una zona del sistema nervoso centrale detta tronco encefalico*.

L'area da cui partono gli impulsi nervosi inviati ai muscoli respiratori è detta **centro respiratorio** e consta di gruppi di neuroni localizzati sia nel bulbo che nel ponte che controllano:

- il ritmo respiratorio in condizioni di riposo
- la respirazione forzata volontaria
- la frequenza della respirazione
- la profondità del respiro

I **movimenti respiratori** dipendono dal sistema nervoso centrale che risulta in grado di regolare la contrazione dei muscoli intercostali e del diaframma.



Il ruolo dei **Centri respiratori bulbari**

Respirazione tranquilla

Nel corso di una respirazione tranquilla, **l'inspirazione dura 2 secondi e l'espirazione 3 secondi.**

Il ritmo di base della respirazione è stabilito dagli impulsi nervosi generati dal **centro inspiratorio**.
Il **centro espiratorio è inattivo**.

Il centro inspiratorio attivo per 2 secondi genera impulsi che provocano la contrazione del diaframma e dei muscoli intercostali (inspirazione)

Dopo i 2 secondi il centro inspiratorio diventa inattivo: il diaframma e i muscoli intercostali si rilassano per 3 secondi permettendo il ritorno elastico dei polmoni (espirazione).

Poi il ciclo si ripete.

Respirazione forzata

Durante una respirazione forzata, il centro inspiratorio invia impulsi al centro espiratorio attivandolo.

Gli impulsi nervosi inviati dai neuroni del centro espiratorio causano la contrazione dei muscoli intercostali interni e addominali che riducono il volume della cavità toracica e consentono un'espirazione forzata.

Centro respiratorio bulbare

Gruppo dorsale con funzione di centro inspiratorio

- Controlla il ritmo di base del respiro. Attivo tanto nel respiro tranquillo che nella respirazione forzata

Gruppo ventrale con funzione di centro espiratorio

Responsabile dell'espirazione:

- inattivo nel respiro tranquillo
- attivo durante attività fisica

Il ruolo dei **Centri respiratori pontini**

Nel ponte si individuano gruppi di neuroni che vengono a costituire due importanti centri.

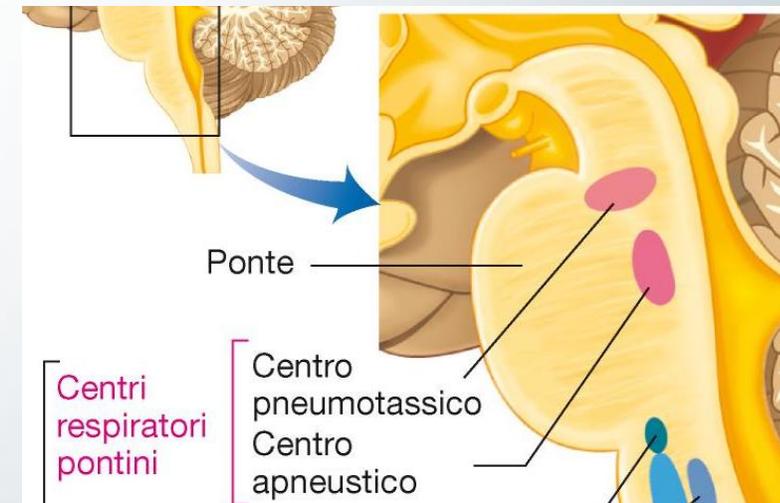
1- **Centro pneumotassico**. Si trova nella parte superiore del ponte e la sua funzione è fondamentalmente quella di **limitare la durata dell'inspirazione** e, di conseguenza, aumentare la frequenza respiratoria.

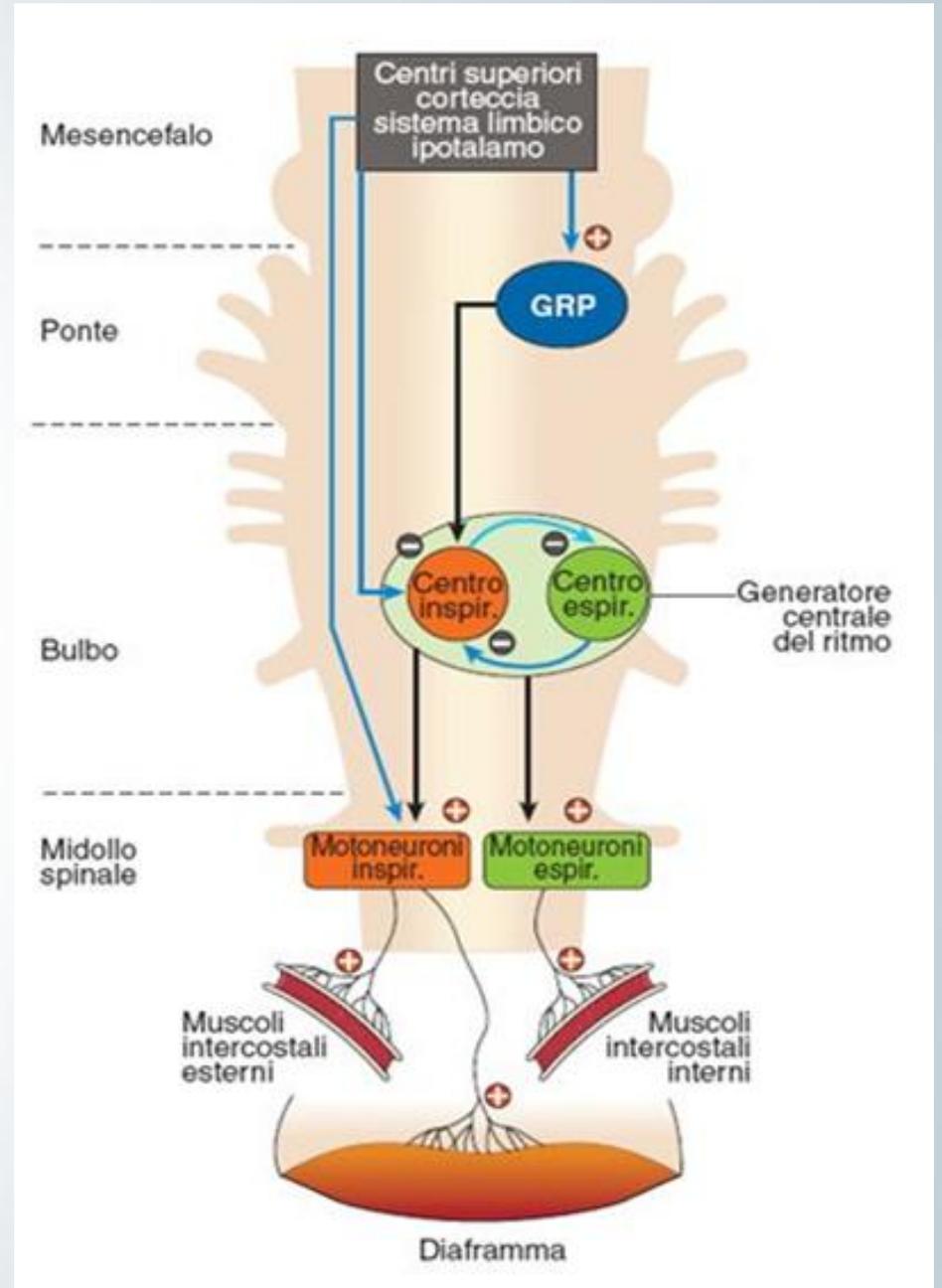
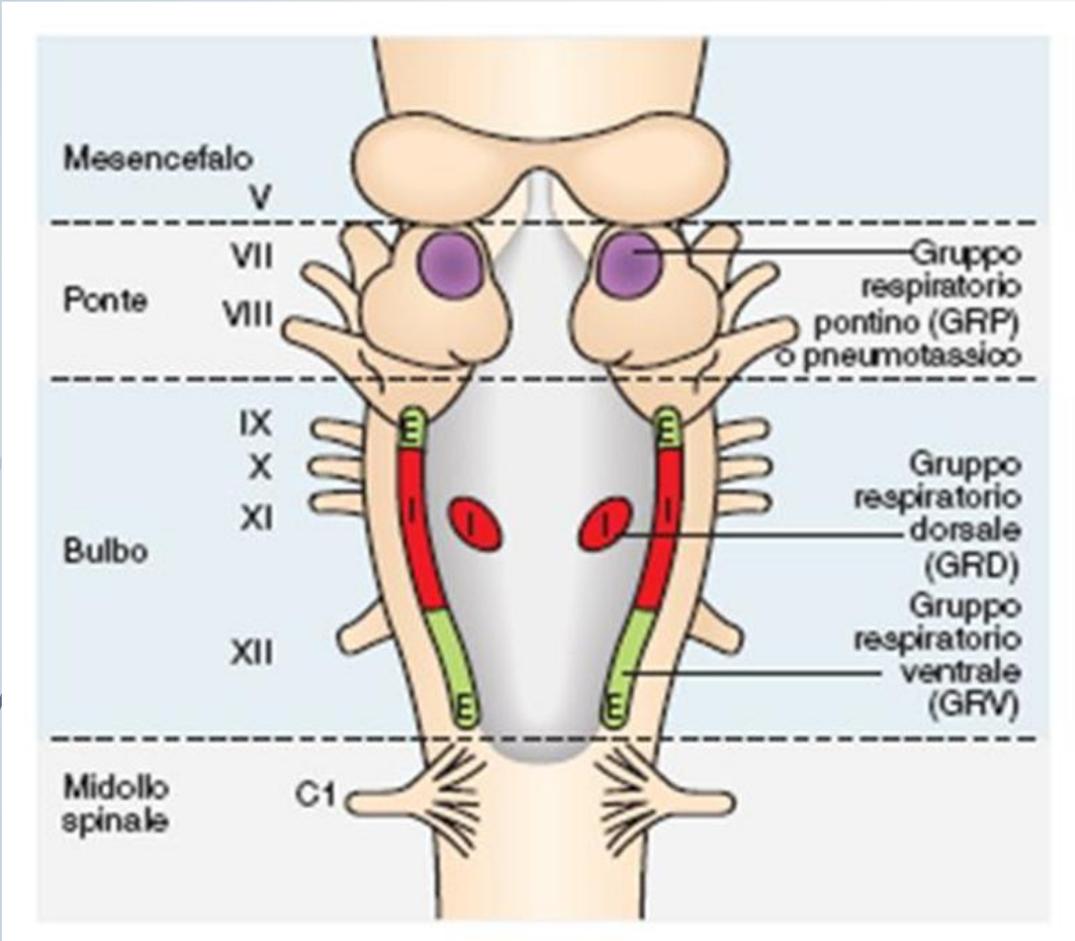
Un'intensa attività del centro può far salire la frequenza a 30-40 atti respiratori al minuto.

2- **Centro apneustico**. Si trova nella porzione più caudale del ponte. Da questo centro partono impulsi eccitatori che, attivando il centro inspiratorio, **prolungano l'inspirazione** rendendola più profonda.

I centri pontini

- Modulano l'attività dei centri respiratori bulbari (**GRD** e **GRV**)

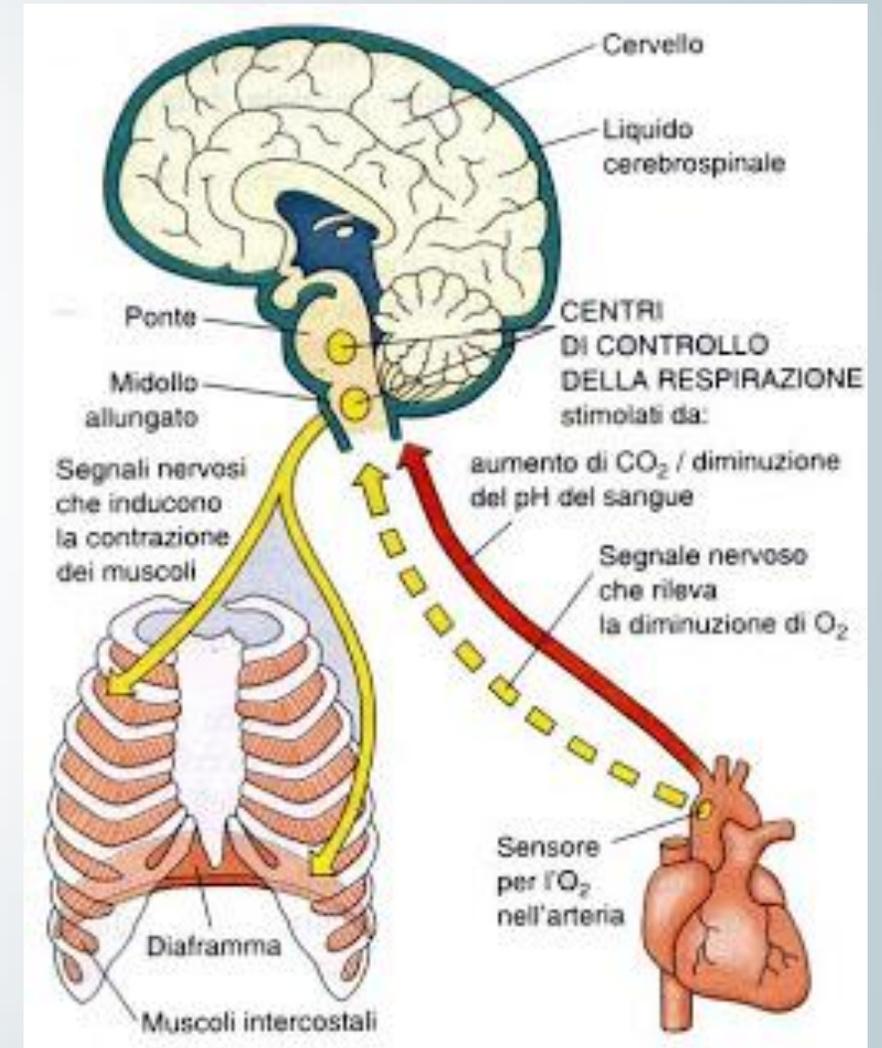




La regolazione del centro respiratorio

Il ritmo di base della respirazione, regolato dal centro inspiratorio, può essere modificato in risposta a stimoli provenienti da:

- corteccia cerebrale
- recettori del sistema nervoso centrale e periferico (chemiocettori)
- altri fattori (es. temperatura, dolore, ecc..)



1- il ruolo della Corteccia cerebrale

Le connessioni tra la corteccia cerebrale e il centro respiratorio permettono il **controllo volontario del respiro**, che ha un ruolo essenzialmente protettivo poiché in grado di impedire l'ingresso di acqua o di gas irritanti nei polmoni.



La capacità di trattenere il respiro è limitata dall'accumulo di CO_2 e H^+ nei fluidi corporei.



Quando la pressione parziale della CO_2 e la concentrazione di ioni H^+ raggiungono un certo livello, il centro respiratorio è fortemente stimolato e la respirazione ricomincia, anche contro la volontà

2- il ruolo dei **Chemiocettori**

La velocità e la profondità del respiro sono influenzate da stimoli chimici.

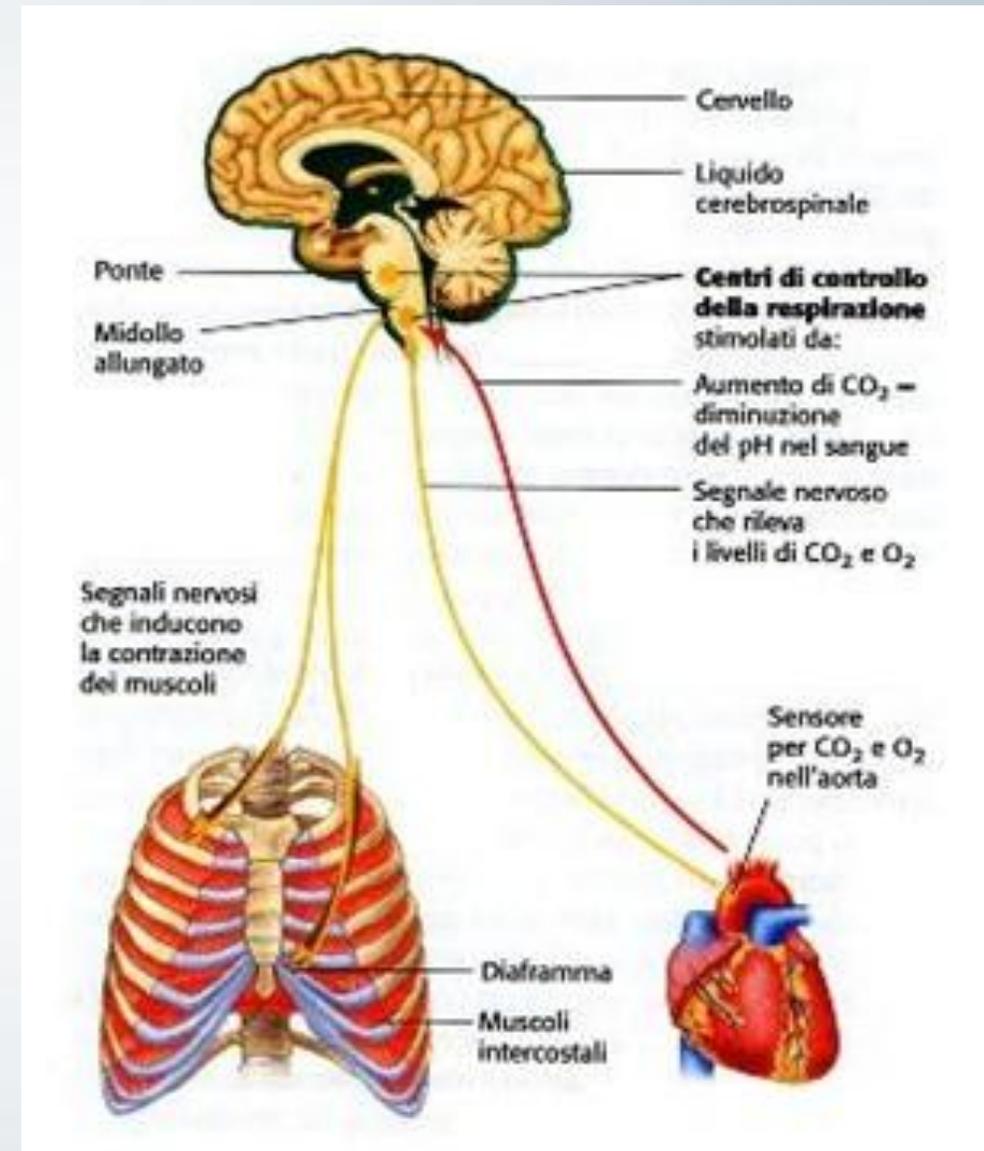
I neuroni, infatti, dei centri respiratori ricevono segnali da chemiocettori sensibili alle variazioni di concentrazione dell'ossigeno, del biossido di carbonio e degli ioni idrogeno.

- I **chemiocettori centrali**, posti nel midollo allungato, registrano i cambiamenti di concentrazione di CO₂ e di H⁺ nel liquido cerebrospinale.
- I **chemiocettori periferici** (glomi aortici e carotidei), posti nell'arco aortico e nelle arterie carotidee, sono sensibili alle variazioni di concentrazione di CO₂, di O₂ e di H⁺ (pH) nel sangue.

L'aumento del CO₂ nel sangue con diminuzione del pH stimola i chemiocettori centrali e periferici

I chemiocettori centrali e periferici attivano il centro inspiratorio del midollo allungato aumentando la frequenza della respirazione (iperventilazione)

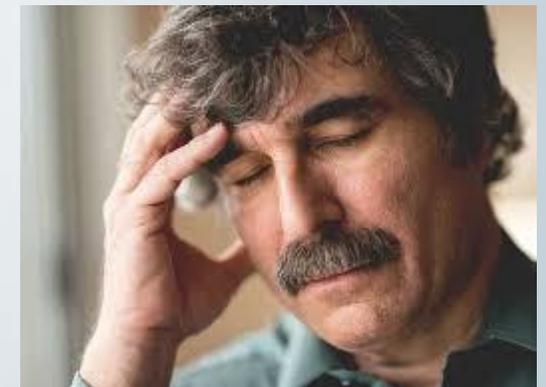
L'iperventilazione elimina con l'espiazione la CO₂ in eccesso. I livelli di CO₂ e la [H⁺] nel sangue ritornano a livelli normali



L'**Ipercapnia** consiste nell'aumento nel sangue della pressione parziale di CO₂ oltre i 45 mmHg con conseguente aumento degli H⁺ (acidosi respiratoria)

In tale condizione, che sovente si accompagna all'ipossia, i chemiocettori centrali e periferici vengono fortemente stimolati provocando iperventilazione per l'eliminazione del CO₂ in eccesso.

- **Cause:** ipoventilazione, malattie polmonari, annegamento, esposizione ad ambienti con concentrazioni elevate di CO₂ (per attività vulcaniche o geotermiche).
- **Sintomi e segni:** aumento della frequenza cardiaca, dispnea o fame d'aria, spasmi muscolari, riduzione dell'attività cerebrale, mal di testa, stato confusionale e letargia. In casi gravi si manifestano convulsioni, perdita di coscienza fino alla morte.



L'**Ipocapnia** consiste nella diminuzione della pressione parziale del CO₂ nel sangue al di sotto dei 40 mmHg.

In tali condizioni i chemiocettori centrali e periferici non vengono stimolati e non inviano impulsi al centro inspiratorio il quale rallenta il proprio ritmo (ipoventilazione) determinando l'accumulo di CO₂ fino a normalizzare la sua pressione parziale.

Cause: iperventilazione isterica, che può portare ad uno stato di alcalosi respiratoria, ovvero a uno sbilanciamento del pH verso l'alto; in questi casi può risultare utile la respirazione dentro un sacchetto.

Sintomi: riduzione della frequenza del respiro, calo della pressione arteriosa e un'accelerazione della frequenza cardiaca



I soggetti che fanno **iperventilazione volontaria**, causando ipocapnia, riescono a trattenere il respiro molto a lungo. Questa pratica però è rischiosa perché il livello di O₂ può crollare e causare uno svenimento prima che la PCO₂ sia diventata abbastanza alta da stimolare l'inspirazione.

Una grave carenza di O₂, infatti, deprime l'attività dei chemiocettori centrali e del centro inspiratorio che quindi invia meno impulsi ai muscoli respiratori.

3- gli altri fattori che regolano il centro respiratorio

Alcuni **farmaci** influenzano notevolmente il controllo della respirazione.

- Gli **oppioidi** e i **farmaci anestetici** tendono a deprimere la ventilazione, soprattutto per quanto riguarda la risposta all'anidride carbonica.
- Gli **stimolanti** come le anfetamine possono causare iperventilazione.



La **gravidanza** tende ad aumentare la ventilazione (a causa della maggiore richiesta di ossigeno, il respiro diviene più frequente e profondo).



L' **attività fisica**: Nei muscoli e nelle articolazioni sono presenti dei propriocettori, che controllano il movimento e, in caso di attività fisica, stimolano il centro inspiratorio aumentando la ventilazione.

La **temperatura** : L'aumento della temperatura corporea provoca un aumento della frequenza del respiro.

In caso di ipotermia invece il respiro rallenta.
Una improvvisa sensazione di freddo (immersione in acqua fredda) causa temporanea apnea.



Riflesso da insufflazione di Hering-Breuer:

Nella muscolatura liscia dei bronchi e dei bronchioli sono presenti dei **tensocettori**, recettori sensibili all'espansione dei polmoni.

Quando tali recettori vengono stimolati in seguito all'iperespansione dei polmoni, il centro inspiratorio viene inibito attivando l'espirazione.

Questo riflesso è un meccanismo protettivo atto a prevenire un'eccessiva espansione polmonare.

Il **dolore** : Se è breve e intenso porta a una momentanea apnea; se è prolungato causa un aumento della frequenza respiratoria

