



# Il controllo del flusso sanguigno

a cura di Antonio Incandela

## La frequenza cardiaca e i fattori che la influenzano

La **frequenza cardiaca** è il numero di battiti del cuore al minuto (bpm).

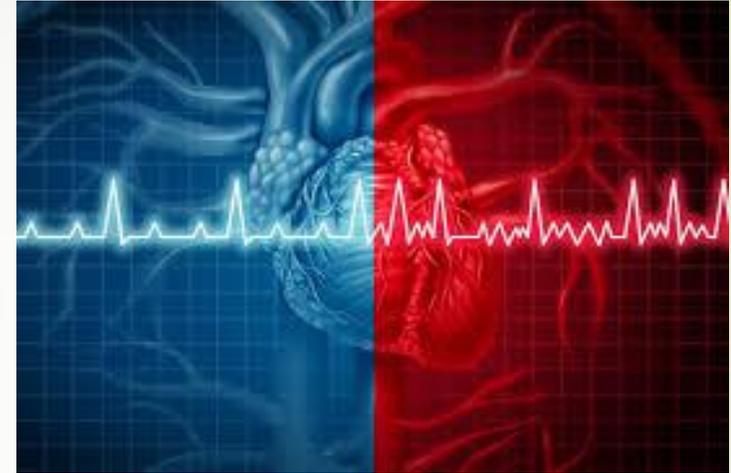
Insieme alla temperatura corporea, alla pressione sanguigna e al ritmo respiratorio, la frequenza cardiaca è una delle **funzioni vitali**.

Il suo valore varia con l'età, con l'attività fisica, secondo il sesso e in relazione alla temperatura corporea.

Il sistema nervoso non genera il battito cardiaco, ma può accelerarlo o rallentarlo influenzando l'attività del pacemaker (nodo SA) e la frequenza degli impulsi che trasmette

I fattori più importanti nella regolazione della frequenza cardiaca sono:

- La regolazione autonoma**
- La regolazione chimica**



## La regolazione autonoma della frequenza cardiaca

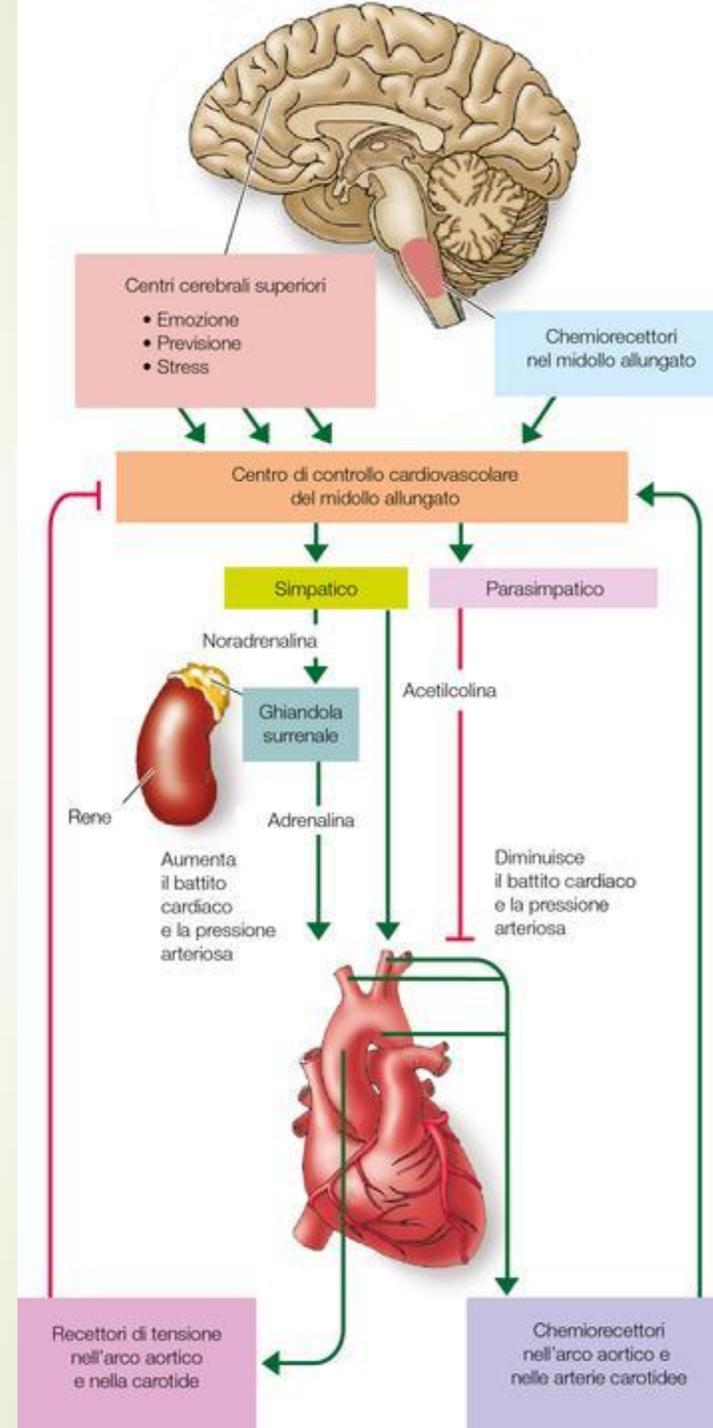
Tale regolazione ha luogo nel **centro di controllo cardiovascolare (CV)** situato nel bulbo (midollo allungato).

Tale centro riceve informazioni da appositi recettori che segnalano i cambiamenti della pressione e della composizione del sangue e interviene, in risposta, controllando la frequenza cardiaca, la forza delle contrazioni e la costrizione dei vasi sanguigni.

Esso controlla la frequenza degli impulsi nervosi inviati alle ramificazioni simpatica e parasimpatica del Sistema nervoso autonomo (SNA) che lavorano in modo antagonista

Il **sistema simpatico**, attraverso i **nervi cardiaci acceleratori**, che innervano il sistema di conduzione, gli atri e i ventricoli, **causa un aumento della frequenza cardiaca, ma anche un aumento della forza di contrazione**  
Mediatore chimico: noradrenalina

Il **sistema parasimpatico**, attraverso i **nervi vaghi (X)**, che innervano il sistema di conduzione e gli atri, **determina un rallentamento della frequenza cardiaca**  
Mediatore chimico: acetilcolina



## La regolazione chimica della frequenza cardiaca

Frequenza cardiaca e intensità delle contrazioni sono sensibili a determinati stimoli ormonali e a particolari concentrazioni di specie ioniche registrate nel sangue .

**Ormoni:** adrenalina, noradrenalina (prodotte dalle ghiandole surrenali) e ormoni tiroidei rilasciati in risposta ad attività fisica, stress ed eccitazione, determinano un aumento della frequenza cardiaca e della forza delle contrazioni

**Ioni:** elevati livelli nel sangue di ioni  $K^+$  o  $Na^+$  diminuiscono la frequenza cardiaca e la forza della contrazione.

Un moderato aumento di  $Ca^{2+}$  aumenta il ritmo cardiaco e la forza della contrazione



## Pressione sanguigna

La **pressione sanguigna**, chiamata anche pressione arteriosa, è **l'espressione della forza esercitata dal sangue sulle pareti delle arterie** quando viene pompato dal cuore nei vasi sanguigni per giungere in tutti i distretti corporei. Essa garantisce un adeguato apporto di ossigeno e nutrienti ad organi e tessuti del corpo, per permetterne il corretto funzionamento fisiologico.

Essa dipende dalla quantità o volume di sangue presente nel vaso e che fluisce, in un determinato momento, in una determinata sezione vasale, nonché dalla resistenza vascolare o periferica.

**Pressione sanguigna = Flusso sanguigno x Resistenza periferica**

In sistole le arterie contengono più sangue e nella diastole meno; perciò dobbiamo distinguere due valori di pressione arteriosa:

- la **pressione arteriosa massima o sistolica** (massima) con valori normali di 120-140 mmHg
  - la **pressione arteriosa minima o diastolica** (minima) con valori normali di 70-90 mmHg
- Se la massima supera i 140 mmHg o la minima i 95 mmHg, si parla di **ipertensione arteriosa**;
  - Se la minima scende sotto a 70-60 mmHg o la massima sotto a 100-90 mmHg, si parla invece di **ipotensione arteriosa**.

Entrambe le condizioni possono arrecare, se particolarmente accentuate, gravi disturbi.



La pressione non si mantiene costante nell'arco della giornata, ma subisce delle fluttuazioni:

Più alta alla mattina, si abbassa durante la notte, raggiungendo i valori minimi nelle prime ore del mattino.

Tali fluttuazioni possono dipendere anche da altri fattori quali: alimentazione, attività fisica, stress e peso corporeo.

La pressione arteriosa diminuisce progressivamente quando il sangue passa dalle arterie sistemiche ai capillari e torna all'atrio destro; il calo massimo della pressione si registra nelle arteriole.

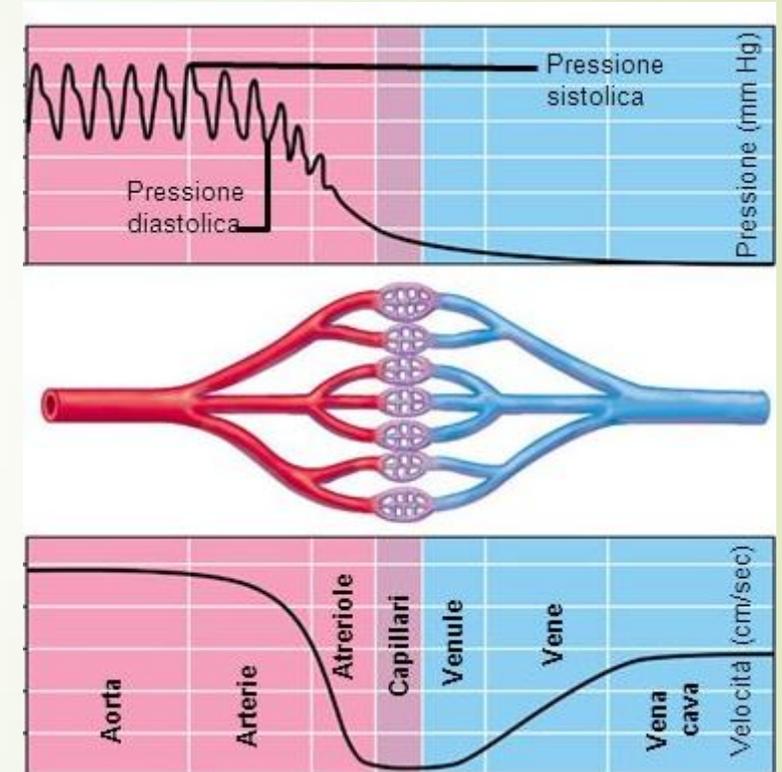
I sistemi arteriosi lavorano in due regimi pressori differenti:

1. a **bassa pressione** quello del circuito polmonare e delle vene, con funzione di serbatoio di sangue
2. ad **alta pressione** quello delle arterie e della circolazione sistemica

I valori pressori, pertanto, non si mantengono costanti nei vari tratti del sistema vascolare:

- ❖ in **aorta e nelle grandi arterie** è di circa 100 mmHg
- ❖ nei **rami arteriosi più a valle** è di circa 40 mmHg
- ❖ nei **capillari** è di 25 mmHg
- ❖ nelle **venule** è di 20 mmHg
- ❖ nella **vena porta** è di 3 mmHg

La pressione nella **circolazione polmonare** raggiunge i 15-20 mmHg nelle arterie polmonari, e appena i 2-5 mmHg nelle vene polmonari



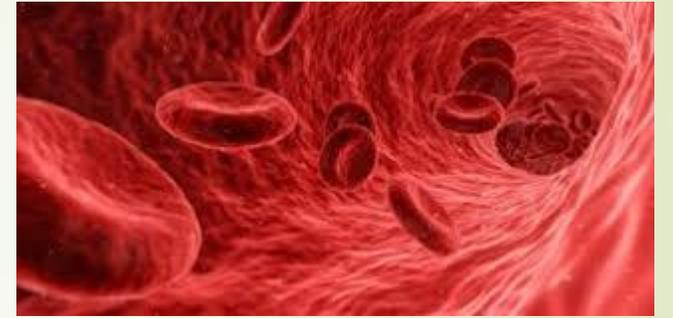
## Resistenza vascolare o periferica

Con tale termine si indica la resistenza che incontra il flusso sanguigno lungo i vasi e che deve essere superata per spingere il sangue nel sistema circolatorio.

Il suo aumento provoca un innalzamento della pressione, la sua diminuzione l'effetto opposto.

Tale resistenza dipende da:

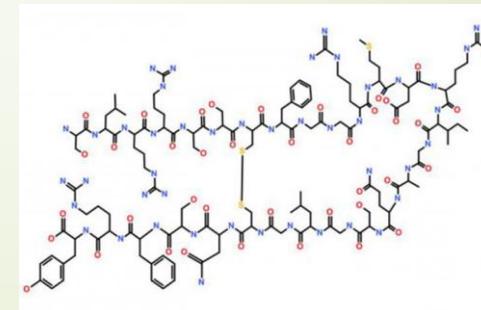
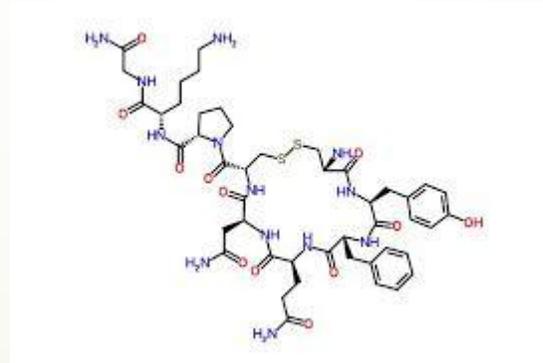
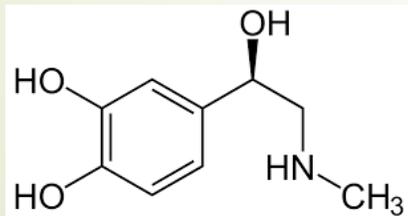
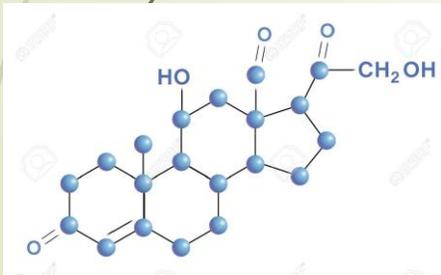
- **ampiezza del lume del vaso** (la vasocostrizione restringe il lume aumentando la resistenza e quindi la pressione; viceversa una vasodilatazione)
- **viscosità del sangue** (maggiore è la densità del sangue maggiore sarà la resistenza al flusso) La disidratazione e la policitemia aumentano la pressione; una diminuzione di proteine plasmatiche, dei globuli rossi o un'emorragia la diminuiscono.
- **lunghezza complessiva del vaso sanguigno** (con l'aumento della lunghezza del vaso si ha un conseguente aumento dell'attrito)



## Regolazione ormonale della pressione sanguigna e del flusso ematico

Gli ormoni più direttamente coinvolti nella regolazione della pressione e del flusso sanguigno sono i seguenti:

1. il sistema renina-angiotensina-aldosterone
2. adrenalina e noradrenalina
3. ormone antidiuretico (ADH)
4. peptide natriuretico atriale (ANP)



## **sistema renina-angiotensina-aldosterone**

Il sistema renina-angiotensina-aldosterone è un meccanismo ormonale che regola la pressione sanguigna, il volume plasmatico circolante (volemia) e il tono della muscolatura arteriosa attraverso diversi meccanismi.

Il rene produce l'enzima renina, che converte l'angiotensina I (prodotta dal fegato) in angiotensina II la quale provoca **intensa vasocostrizione arteriolare** e **stimola la secrezione di aldosterone**.

L'**aldosterone** induce i tubuli renali ad aumentare il riassorbimento di sodio e di acqua nel sangue, causando, allo stesso tempo, l'escrezione di potassio. Ciò produce un aumento della pressione sanguigna.

## **adrenalina e noradrenalina**

Ormoni prodotti dalla midollare del surrene in grado di aumentare la gittata cardiaca, la frequenza, la forza delle contrazioni, la vasocostrizione di arteriole e vene nella pelle e negli organi addominali, con conseguente aumento della pressione del sangue

## **ormone antidiuretico (ADH) o vasopressina**

Ormone prodotto dall'ipotalamo che aumenta il riassorbimento di acqua da parte del rene in caso di disidratazione o ridotto volume di sangue.

Produce vasocostrizione con conseguente aumento della pressione del sangue

## **peptide natriuretico atriale (ANP)**

Ormone rilasciato dalle cellule degli atri che causa vasodilatazione e favorisce la perdita di sale e acqua con le urine con conseguente riduzione del volume di sangue circolante e dei valori pressori

# Regolazione nervosa della pressione sanguigna e del flusso ematico

Il **centro cardiovascolare (CV)**, localizzato nel bulbo, riceve stimoli da :

1. **aree superiori del cervello:** corteccia cerebrale, sistema limbico e ipotalamo
2. **recettori sensitivi:**
  - ❖ **proprioettori** che segnalano i movimenti muscolari
  - ❖ **barocettori** che segnalano i cambiamenti di pressione
  - ❖ **chemocettori** che controllano il pH del sangue e i livelli ematici di O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>



## L'azione dei barocettori

I **barocettori** sono dei meccanoceettori che rispondono a variazioni pressorie del sistema cardiovascolare.

Tra questi abbiamo i **recettori di alta pressione** (o barocettori arteriosi seno-aortici) situati nelle pareti **dell'arco aortico** e **delle arterie carotidee** che portano il sangue al cervello, organo estremamente sensibile alle variazioni di flusso, i quali garantiscono una regolazione rapida della pressione sanguigna.

Il meccanismo di risposta alle variazioni di pressione del sistema è un esempio di **feedback negativo**

1- Quando i recettori segnalano un **aumento della pressione**, il CV rallenta il battito cardiaco e determina una vasodilatazione a livello delle arteriole periferiche

2- Se nelle grandi arterie la **pressione diminuisce**, l'attività dei recettori di tensione diminuisce e il CV stimola la vasocostrizione delle arteriole e l'aumento della frequenza del battito cardiaco



## L'azione dei chemocettori

I **chemocettori** sono recettori sensibili alle variazioni della composizione chimica del sangue e di altri liquidi biologici.

Il **corpo carotideo** (detto anche **glomulo carotideo** o glomus caroticum) è una piccola massa di chemocettori e cellule di supporto situate bilateralmente vicino alla biforcazione delle **arterie carotidi comuni**.

I glomi carotidei avvertono i cambiamenti della composizione del sangue che scorre nelle molte arteriole che li irrorano, soprattutto la pressione parziale di ossigeno, ma anche di CO<sub>2</sub>. Inoltre, sono sensibili al cambiamento di pH e pressione.

Importante è notare come **ogni glomo sia irrorato da una sua specifica arteriola** e che quindi in ogni momento queste strutture sono sempre esposte a sangue di tipo arterioso e non venoso, e che, di conseguenza, la loro pressione parziale di ossigeno è quella arteriosa e non venosa.

