

## COOL HEART FACTS



Animals with **3** chambers include  
**FROGS AND LIZARDS**





**BIRDS AND MAMMALS** have **4**  
chambers





**OCTOPUSES** have **3** hearts



**DOGS** have a larger heart to body mass ratio than all other mammals



**PYTHON** hearts grow **bigger** at meal times

Discover more about our love for animals and how you can help make a difference  
[WWW.NWF.ORG/WILDLIFE](http://WWW.NWF.ORG/WILDLIFE)

blog.nwf.org/2011/02/valentine-days-some-animals-really-have-heart  
blog.nwf.org/2008/02/10/animal-heart-facts-for-valentines-day



# Heart electrical activity

Prof.ssa Pia Lucidi

Laboratorio di Cognizione e Benessere Animale  
RICEVIMENTO: [plucidi@unite.it](mailto:plucidi@unite.it)

1

### - Curious facts about the heart of the animals -



**Going slow for hibernation:**  
Bears decrease their heart rate from 40 bpm to 8 bpm during hibernation periods.



**The quickest heart:**  
Hummingbirds have the fastest heart rate among all vertebrates: 1260 bpm



**Two extra hearts:**  
Octopuses have 3 hearts: two brachial hearts and one systemic heart.



**Getting bigger when needed:**  
Pythons and other reptiles double their heart size after breaking a prolonged fast.



**An extra cardiac valve:**  
Crocodiles use an extra heart valve to derive blood back into the body instead of the lungs.



**The highest blood pressure:**  
Giraffes have blood pressures around 280/180 mmHg. Their hearts weight up to 12 kg.



**The biggest and slowest heart:**  
The heart of a blue whale beats only 8 times every minute and weights up to 500 kg.



**Healing the damaged heart:**  
Zebrafish can regenerate as much as 20% of the heart after damage in only 2 months.

2016, www.cardio-research.com

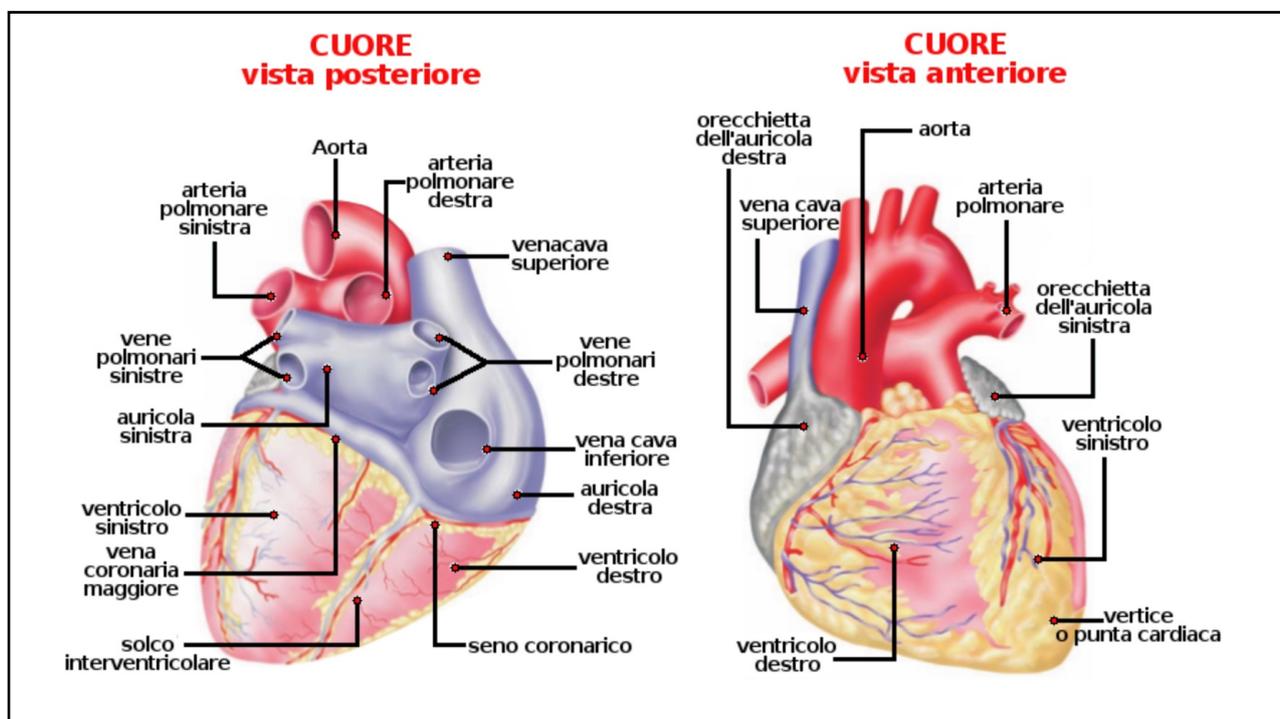
2

1

## Concetti chiave

- Sistema elettrico cardiaco
  - perché un secondo nodo (atrio-ventricolare)?
- Potenziali di azione cardiaci
  - rapidi, lenti
- Funny channels
- ECG
- Fonocardiogramma
- Frequenza cardiaca

3

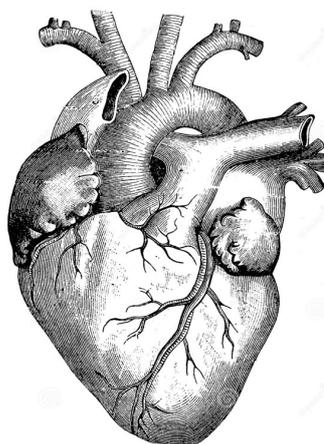


4

## Reali proporzioni atri-ventricoli cuore bovino



fonte: Shutterstock



© dreamstime.com

ID 151410946 © Maxlin

5

## Reali proporzioni atri-ventricoli cuore bovino



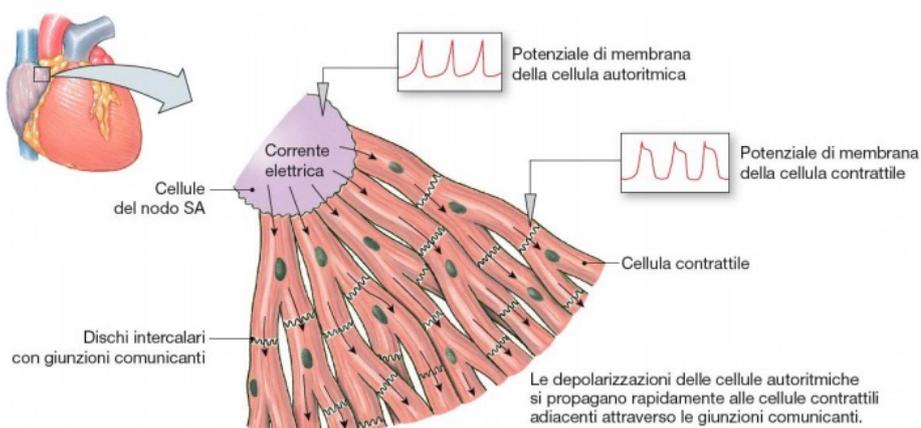
fonte: Shutterstock



6

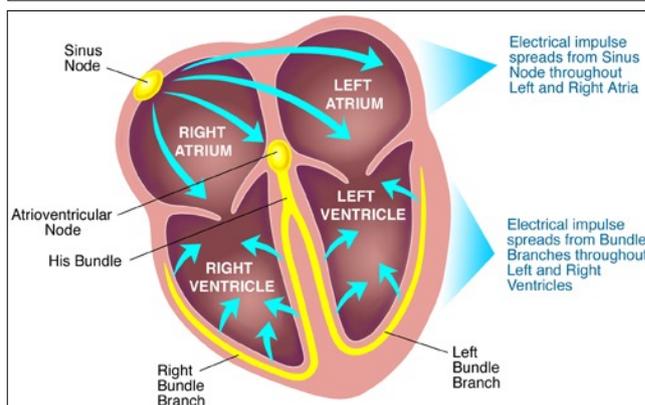
## Cellule cardiache

- Tessuto autoritmico in «nodi»
- Tessuto di conduzione in fasci e reti
- Tessuto miocardico contrattile



7

## Attività elettrica cardiaca



La contrazione di atri e ventricoli è coordinata da un sistema elettrico, che fa parte del cuore stesso. È costituito da **pacemaker**:

**nodo SA** si attiva 60-100 battiti/min

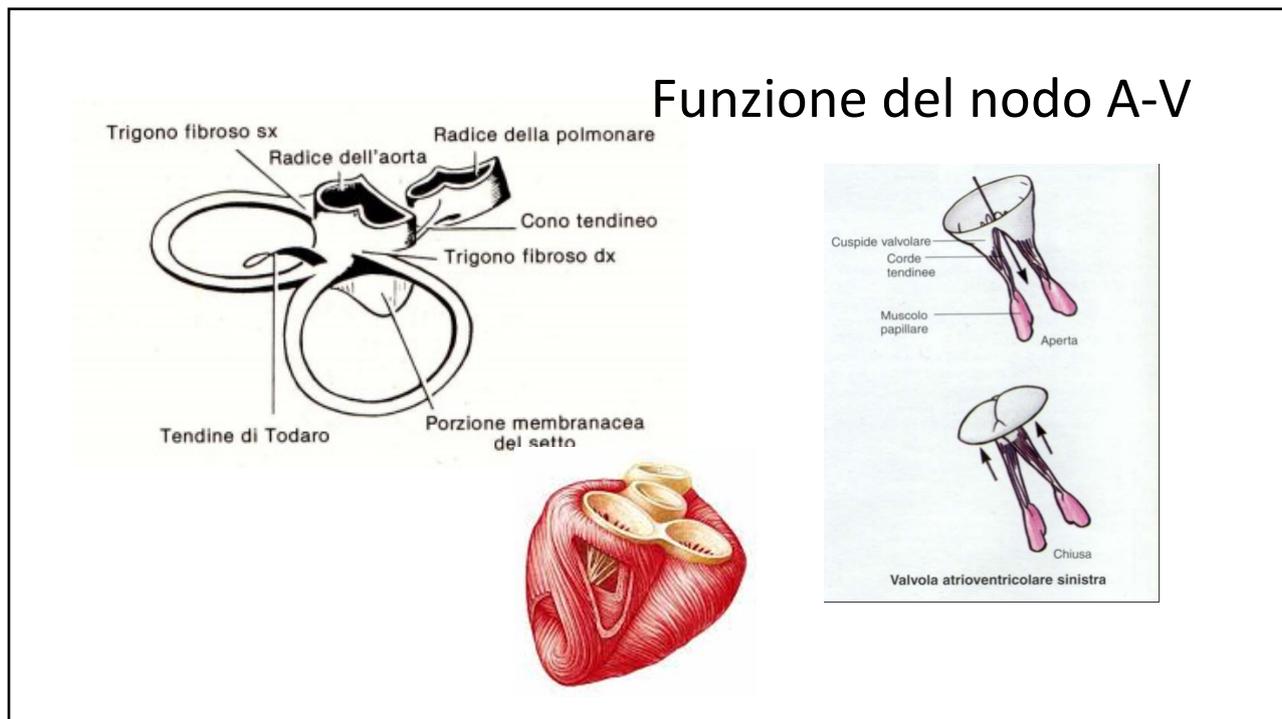
**nodo AV** rallenta il segnale elettrico  
40-60 battiti/min

**Fasci di His e rete del Purkinje**  
25-45 battiti/min

**La ripolarizzazione avviene in ordine inverso!**

**L'intero ciclo dura circa 400 millisecondi  
(dall'attivazione del nodo SA alla completa depolarizzazione dei ventricoli)**

8



9

## Significato funzionale dell'organizzazione elettrica del cuore

- Generare contrazioni separate ma sincronizzate di AA e VV
- La bassa velocità di conduzione del nodo AV permette che:
  - la contrazione atriale preceda quella ventricolare
  - tutto il sangue fluisca dagli atri ai ventricoli

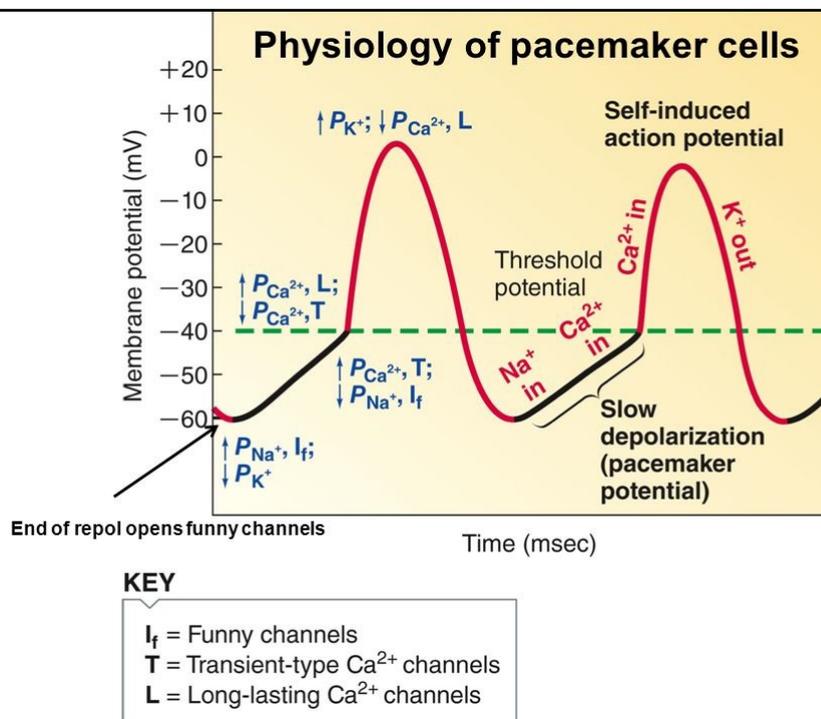
10

# Funny channels



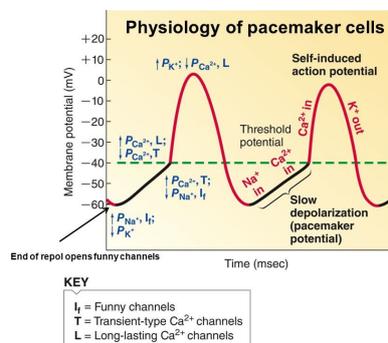
i canali «*funny*» sono canali voltaggio-dipendenti del  $\text{Na}^+$  che si APRONO quando il potenziale di membrana è NEGATIVO, e il  $\text{Na}^+$  inizia a fluire all'interno delle cellule

11



12

# Funny channels

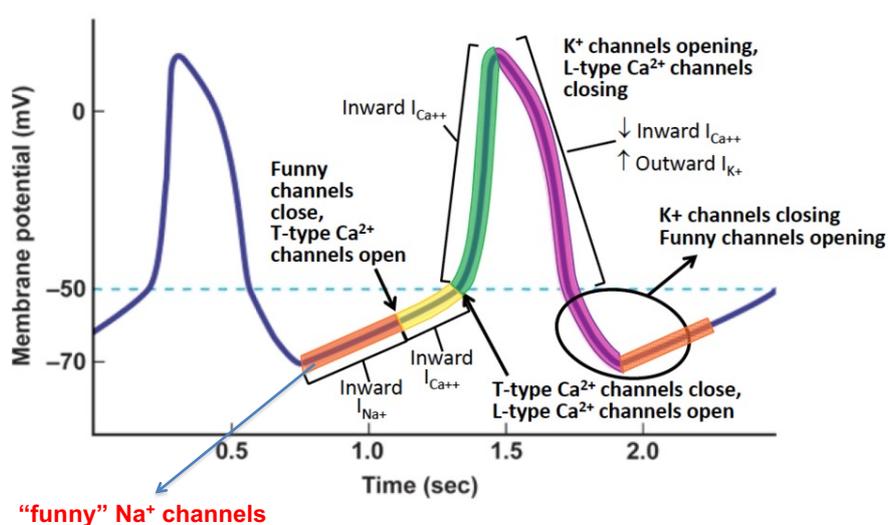


- non appena la membrana comincia a depolarizzarsi (è ancora su valori negativi) si CHIUDONO
- La depolarizzazione continua per apertura dei canali del  $Ca^{++}$  voltaggio-dipendenti tipo T (transient) e poi tipo L (long-lasting)
- La ripolarizzazione inizia per attivazione dei canali del  $K^+$  voltaggio-dipendenti

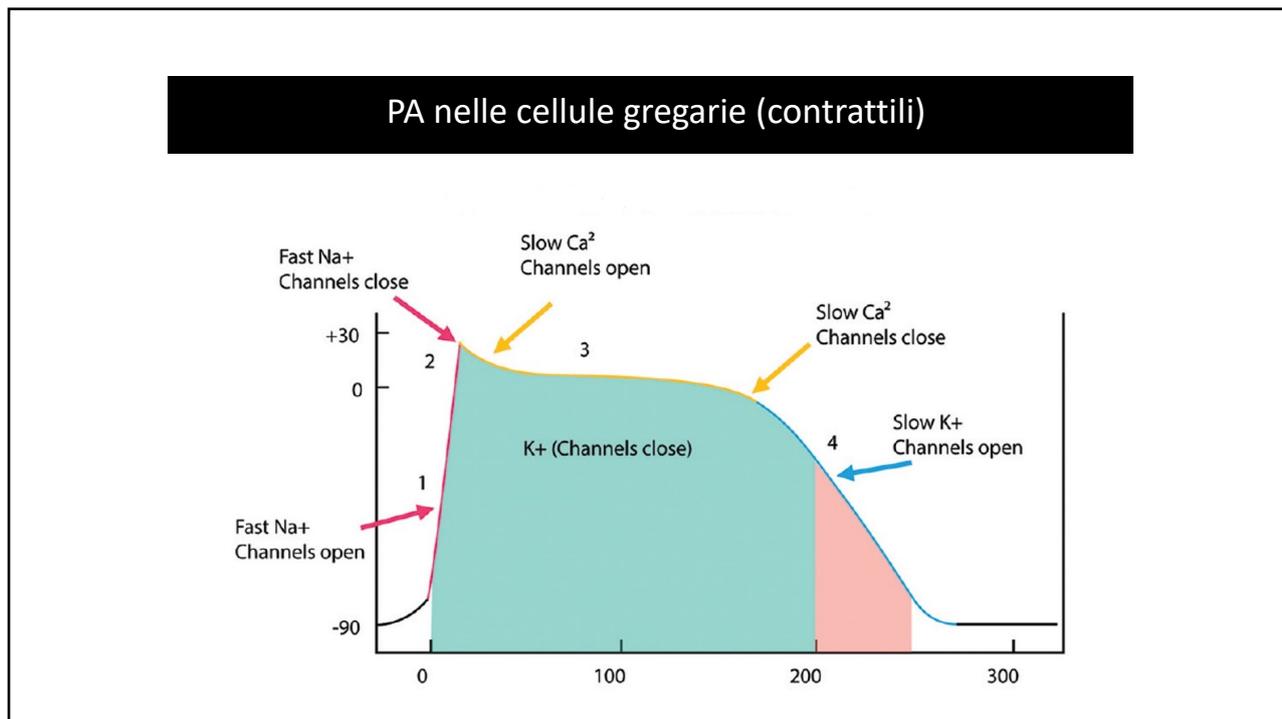
13

# Electrical activity of pacemaker cells

c.d. potenziale di azione lento



14



15

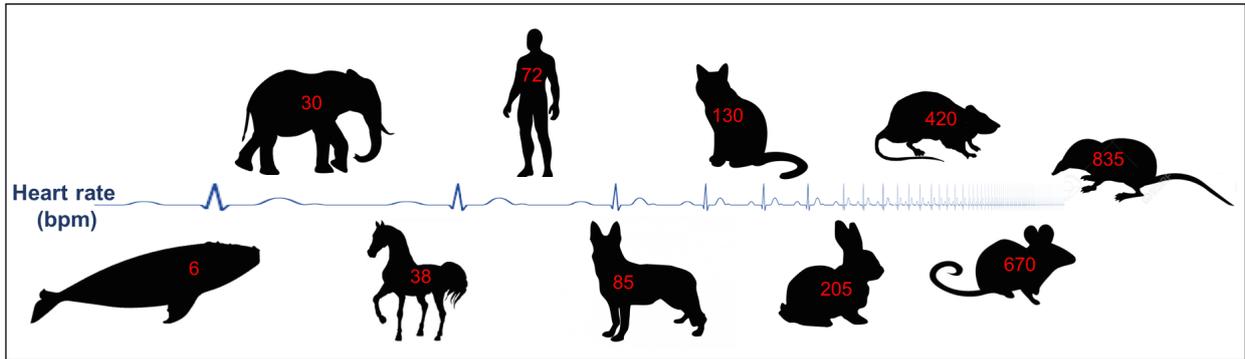
### Frequenza cardiaca: animali domestici

specie	battiti/min	lunghezza ciclo
bovino	60	1 sec
cavallo	30-50	1,8-2 sec
cane	80-120	.....
gatto	120	0,5 sec
ratto	300-500	0,1 sec

**Eventi** { sistole = contrazione }  
 { diastole = rilassamento }

16

Al diminuire della taglia, la frequenza cardiaca aumenta



17

**Regolazione nervosa**

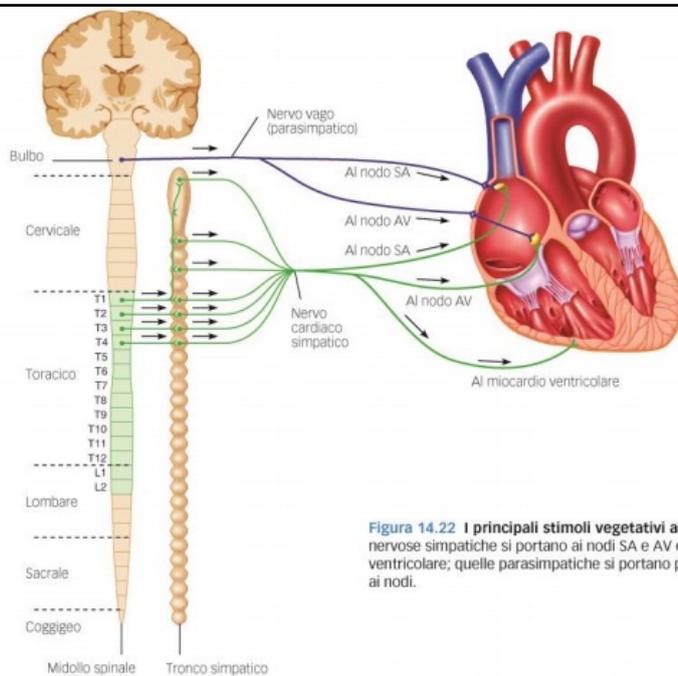
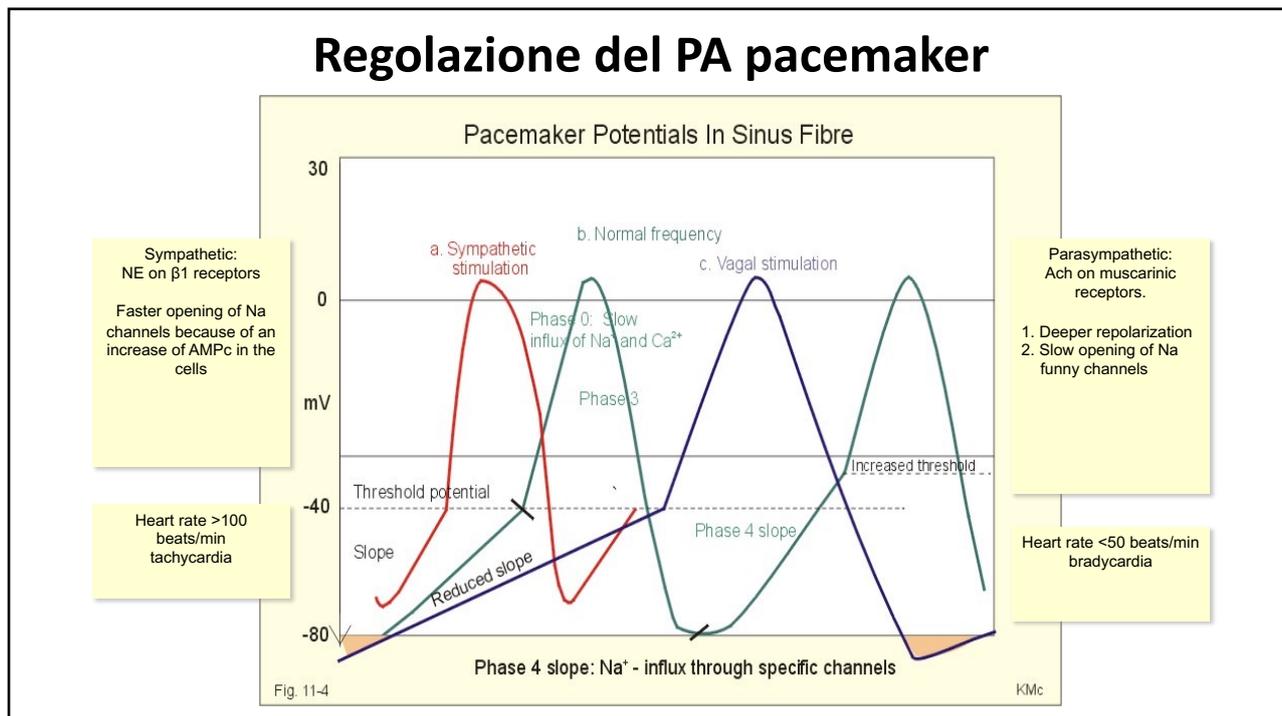


Figura 14.22 I principali stimoli vegetativi al cuore. Le fibre nervose simpatiche si portano ai nodi SA e AV e al miocardio ventricolare; quelle parasimpatiche si portano principalmente ai nodi.

19

## Regolazione del PA pacemaker



20

## Cambiamenti fisiologi frequenza

### Tachicardia

- Stimolazione simpatica
- Attacca o fuggi
- Attività muscolare



### Bradycardia

- Stimolo parasimpatico
- Sonno
- Soggetti allenati\* (a riposo)



\* l'esercizio aerobico aumenta l'influenza parasimpatica

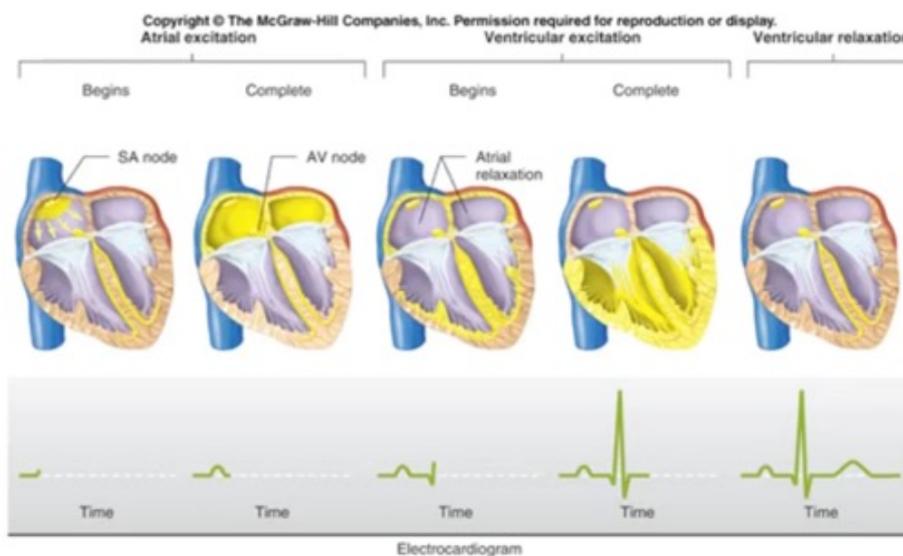
21

## ElettroCardioGramma (ECG)

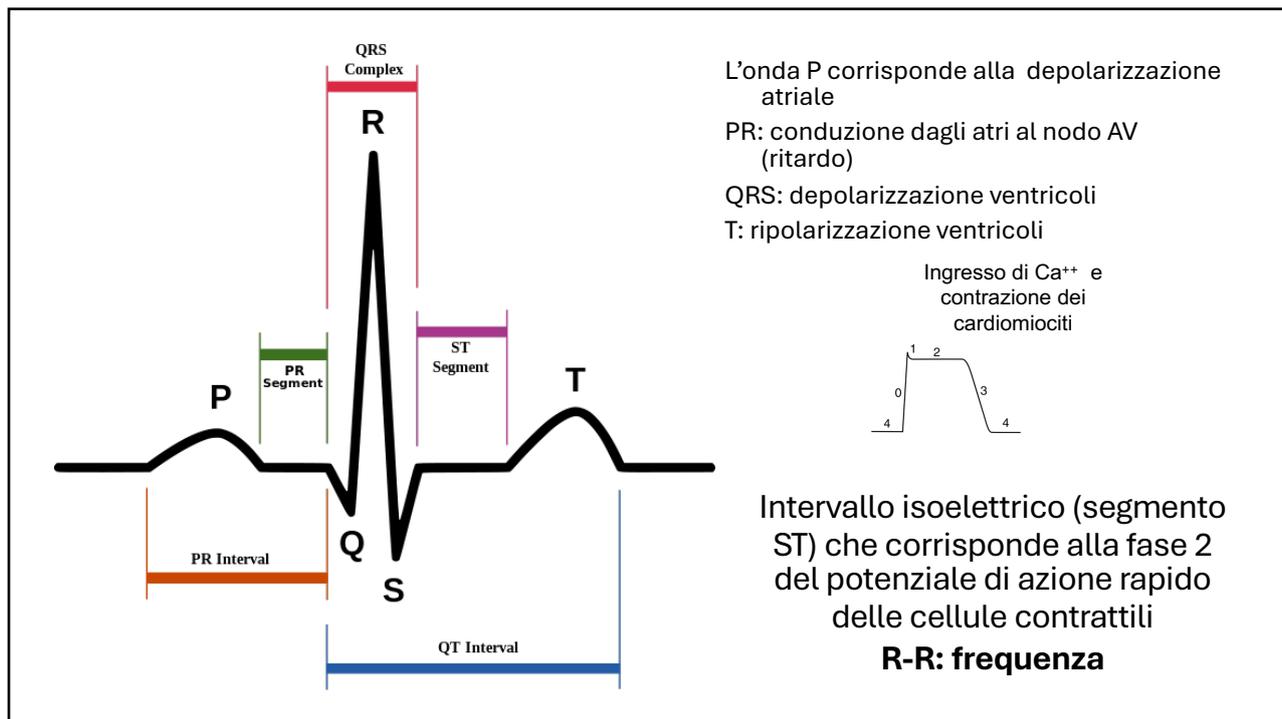
- I cardiologi analizzano l' ECG per verificare che il sistema di conduzione cardiaco funzioni correttamente.
- ECG permette di registrare il segnale elettrico che proviene da tutto il cuore attraverso elettrodi posti sulla superficie del corpo.

22

## ECG



23

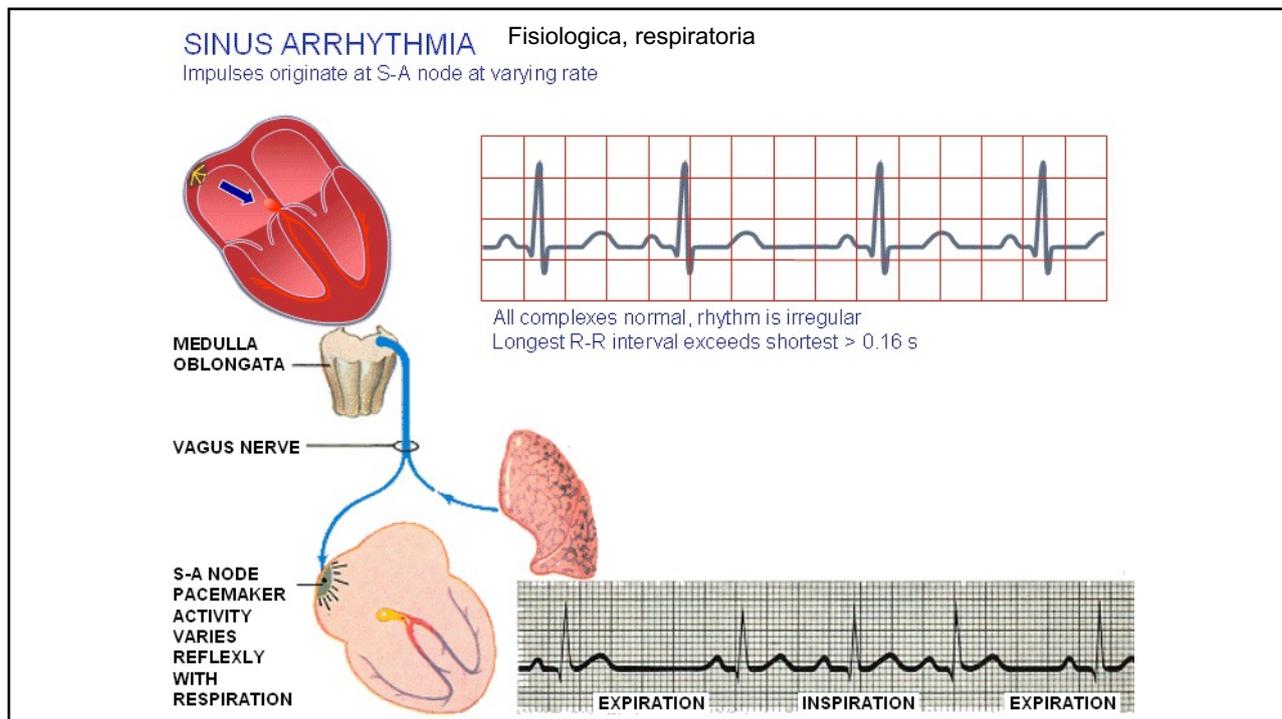


24

## Heart Rate Variability (HRV)

- Un tempo si credeva che il battito cardiaco a riposo fosse estremamente regolare, es 1 battito al secondo per una frequenza di 60/min
- Invece c'è differenza spontanea tra un battito e l'altro, nell'ordine di alcuni millisecondi, correlata con:
  - le interazioni pressorie dell'attività respiratoria
  - le influenze simpatiche e parasimpatiche sul muscolo cardiaco
  - un esempio è l'aritmia sinusale respiratoria.

25



26

## Heart Rate Variability (HRV)

- Anche in condizione di riposo si registra una irregolarità fra i battiti cardiaci e una Variabilità della Frequenza Cardiaca, che non si osserva invece in un organismo soggetto a stress cronico (che avrà un ritmo cardiaco molto regolare e con scarse variazioni).

27

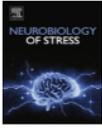
Neurobiology of Stress 4 (2016) 1–14



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

## Neurobiology of Stress

journal homepage: <http://www.journals.elsevier.com/neurobiology-of-stress/>



---

Neuroinflammation at the interface of depression and cardiovascular disease: Evidence from rodent models of social stress 

Julie E. Finnell, Susan K. Wood\*

Department of Pharmacology Physiology and Neuroscience, University of South Carolina School of Medicine, Columbia, SC 29209, USA

---

Stress-induced inflammation is a key player in the high rate of comorbidity between psychosocial disorders and cardiovascular disease

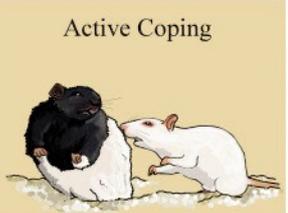
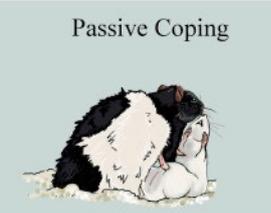
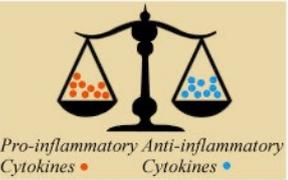
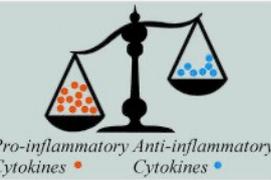
28

## Stress e patologie cardiache

- Esistono differenze nelle risposte comportamentali allo stress. Le conseguenze fisiologiche e comportamentali legate allo stress dipendono infatti dalle strategie di *coping*<sup>^</sup> adottate durante un confronto sociale.
- Es: nei ratti, un soggetto (fenotipo) che dimostra una risposta attiva (postura elevata, resistenza all'attacco) piuttosto che passiva (rapida postura supina in presenza del residente) ha conseguenze diverse derivanti dallo stress.

<sup>^</sup>*coping*: far fronte a qualcosa (avversità)

29

	Active Coping	Passive Coping	
Phenotype			<b>Finnell &amp; Wood, 2016</b>
Inflammatory Consequences	 <i>Pro-inflammatory Cytokines</i> ● <i>Anti-inflammatory Cytokines</i> ●	 <i>Pro-inflammatory Cytokines</i> ● <i>Anti-inflammatory Cytokines</i> ●	Aumento dei fattori pro-infiammatori
Behavioral Consequences			Anedonia (impotenza appresa)
Cardiovascular Consequences			Diminuzione HRV e aumento pressione

30

## Conseguenze dello stress

Finnell & Wood, 2016

- **Conseguenze infiammatorie:** un  *coping*  passivo comporta uno squilibrio di fattori pro-infiammatori mentre un  *coping*  attivo è collegato a un funzionamento equilibrato del sistema infiammatorio.
- **Conseguenze comportamentali:** i ratti passivi mostrano **anedonia** dopo lo stress sociale, mentre quelli attivi mantengono un comportamento edonico
- **Conseguenze cardiovascolari:** l'esposizione allo stress sociale nei soggetti passivi comporta disfunzioni cardiovascolari (diminuzione della variabilità della frequenza\* e aumento della pressione sanguigna). Il  *coping*  attivo promuove una funzione cardiaca normale e ciò si evidenzia anche dopo diversi giorni di stress sociale

\* Heart rate Variability (HRV)

31

## Riassumendo I

A ogni battito cardiaco corrisponde l'attivazione degli atri e dei ventricoli nel cuore destro e sinistro (ciclo cardiaco).

Il potenziale d'azione delle cellule pacemaker è diverso da quello dei cardiomiociti contrattili. Le cellule pacemaker hanno potenziale di membrana instabile.

Il nodo SA (il pacemaker più rapido) segna il "passo" dei cicli cardiaci.

32

## Riassumendo II

La frequenza cardiaca è regolata dal SNA: il Simpatico aumenta la frequenza, il Parasimpatico la diminuisce.

L'ECG è la somma dell'attività elettrica dell'intero miocardio. L'onda P indica la depolarizzazione atriale. Il complesso QRS rappresenta la depolarizzazione ventricolare. L'onda T rappresenta la ripolarizzazione ventricolare.

33