

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

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



**NATIONAL
WILDLIFE
FEDERATION**

Heart electrical activity

Prof.ssa Pia Lucidi

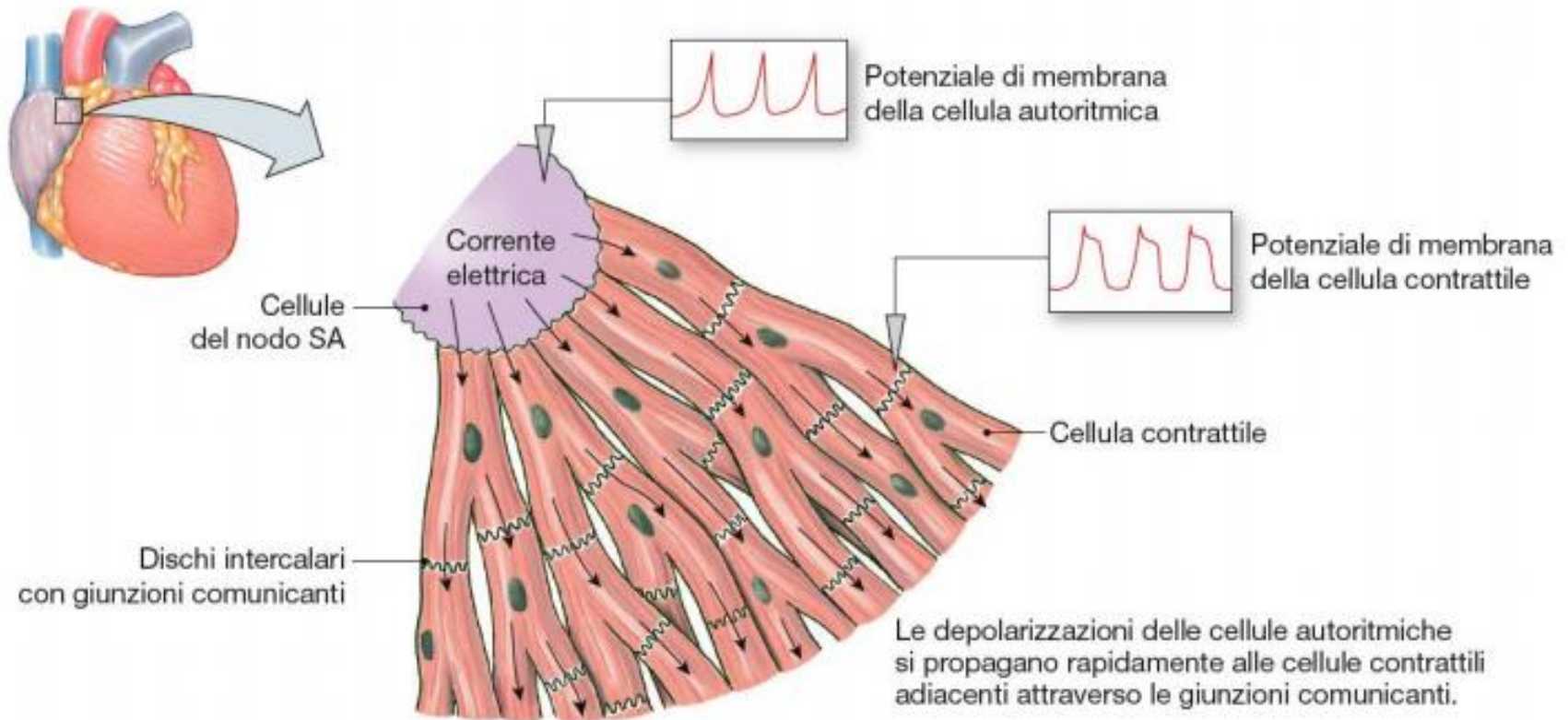
Laboratorio di
Cognizione e Benessere Animale
RICEVIMENTO
plucidi@unite.it

Concetti chiave

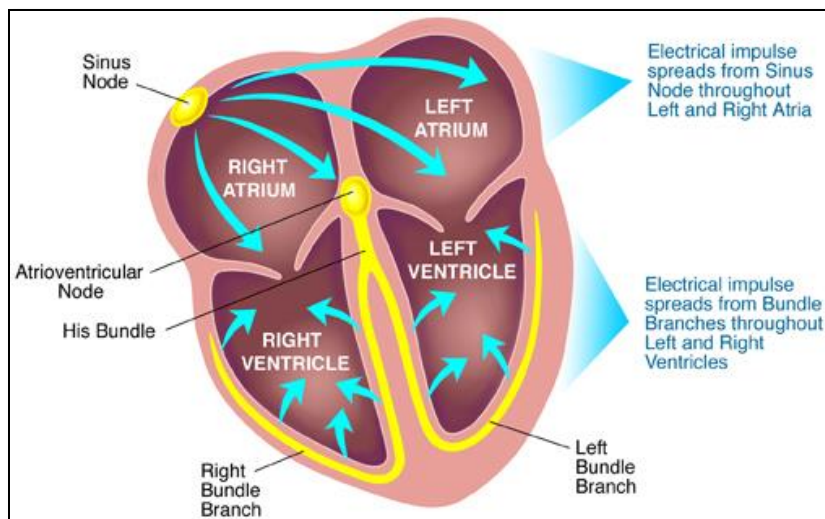
- Sistema elettrico cardiaco
 - perché un secondo nodo (atrio-ventricolare)?
- Potenziali di azione cardiaci
 - rapidi, lenti
- Funny channels
- ECG
- Fonocardiogramma
- Frequenza cardiaca

Cellule cardiache

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



Attività elettrica cardiaca



La ripolarizzazione avviene in ordine inverso!

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

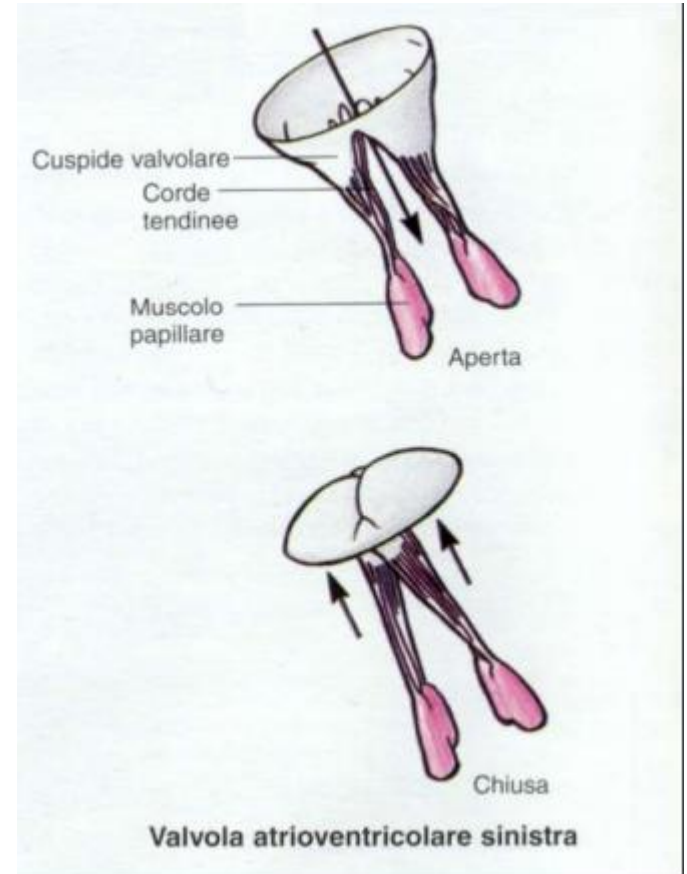
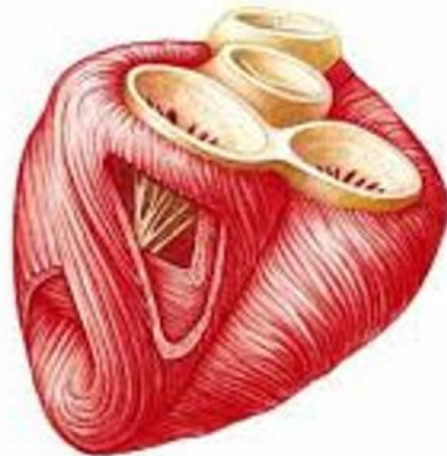
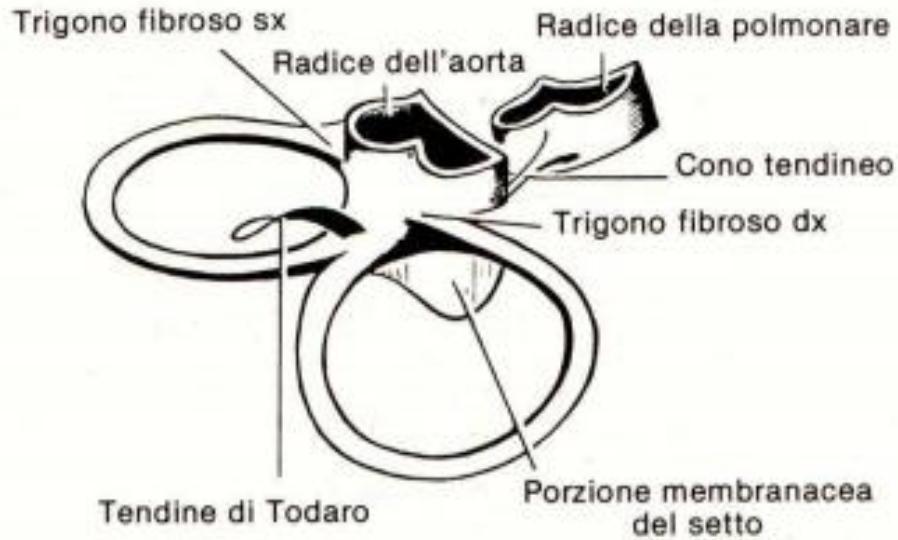
La contrazione di atri e ventricoli è coordinata da un sistema elettrico, che fa parte del cuore stesso. È costituito da **pacemaker** cardiaci:

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

Funzione del nodo A-V



Significato funzionale dell'organizzazione elettrica del cuore

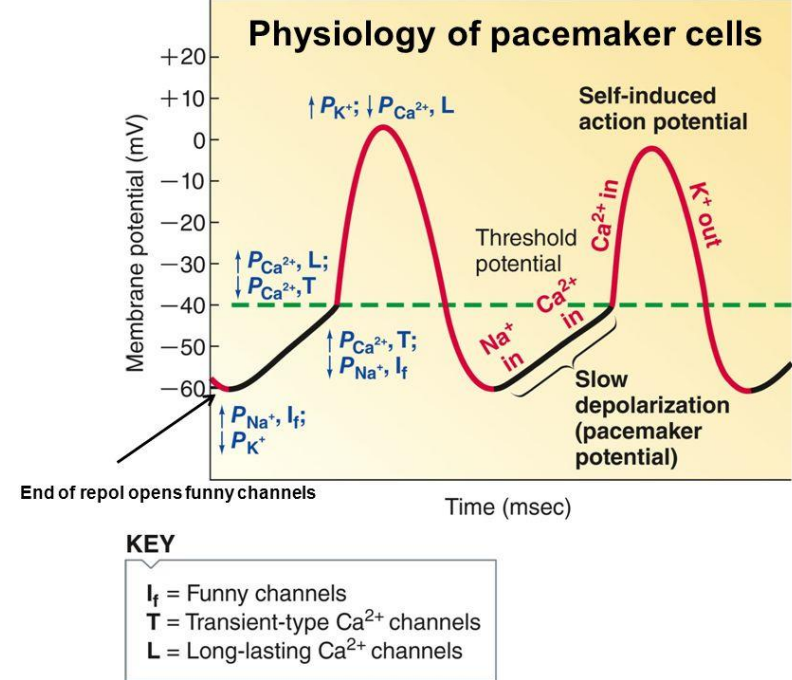
- Generare contrazioni separate ma sincronizzate di AA e VV
- La bassa velocità di conduzione del nodo AV permette che:
 - la contrazione atriale preceda quella ventricolare
 - tutto il sangue fluisca dagli atri ai ventricoli

Funny channels



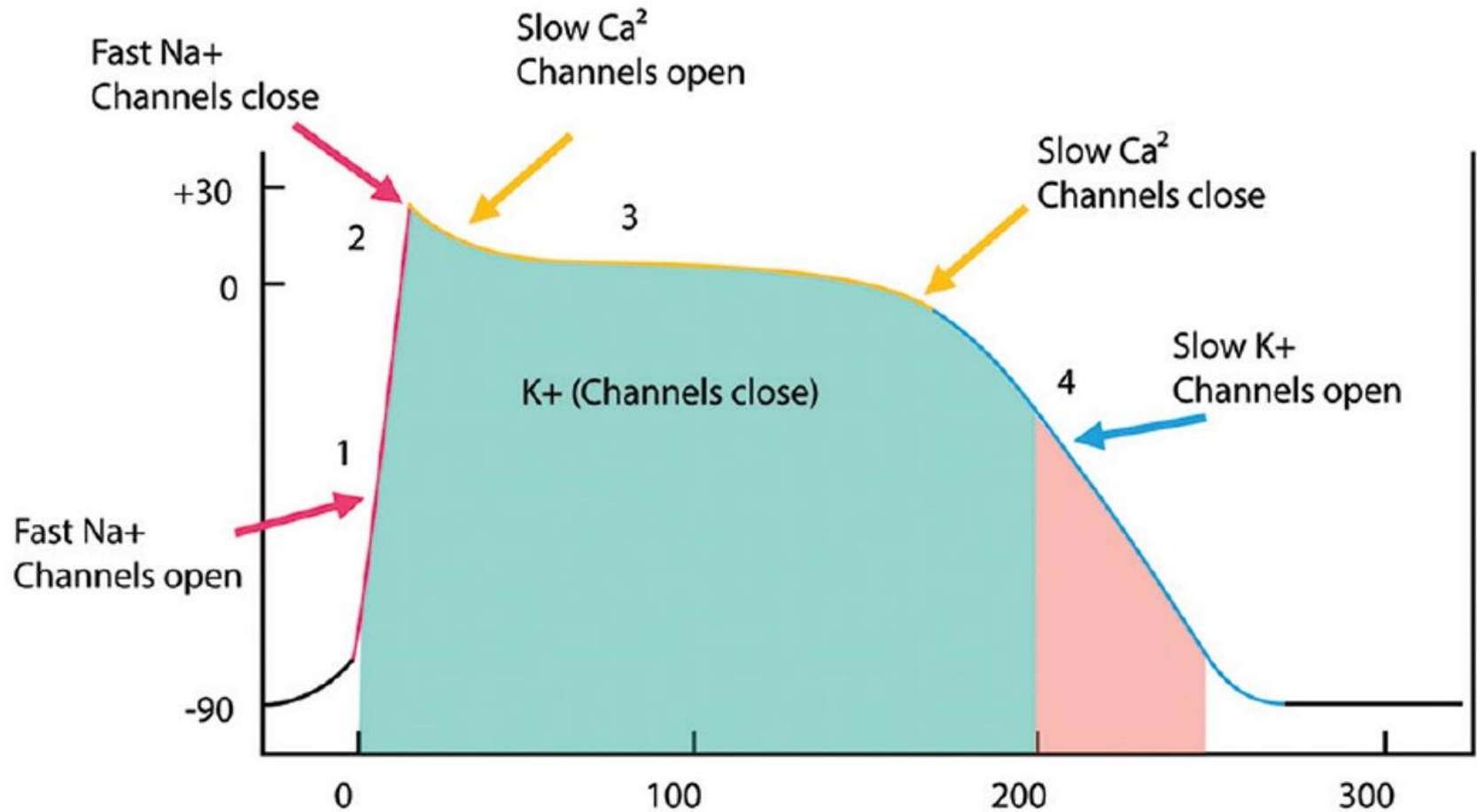
- i canali «*funny*» sono canali voltaggio-dipendenti del Na^+ che si APRONO quando il potenziale di membrana è NEGATIVO, e il Na^+ inizia a fluire all'interno delle cellule

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

PA nelle cellule gregarie



Frequenza cardiaca: an. domestici

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

Eventi

sistole = contrazione

diastole = rilassamento

Regolazione nervosa

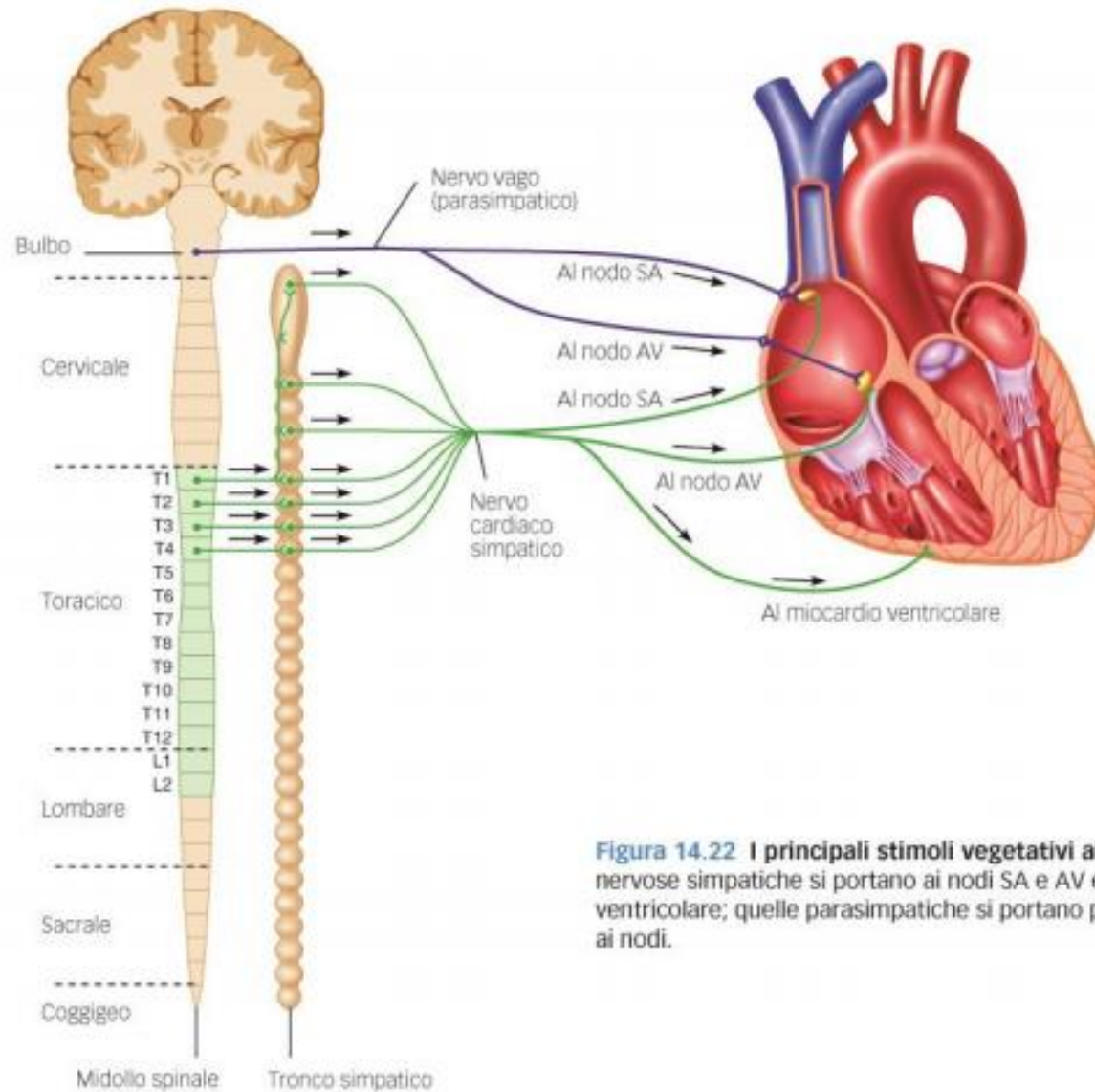


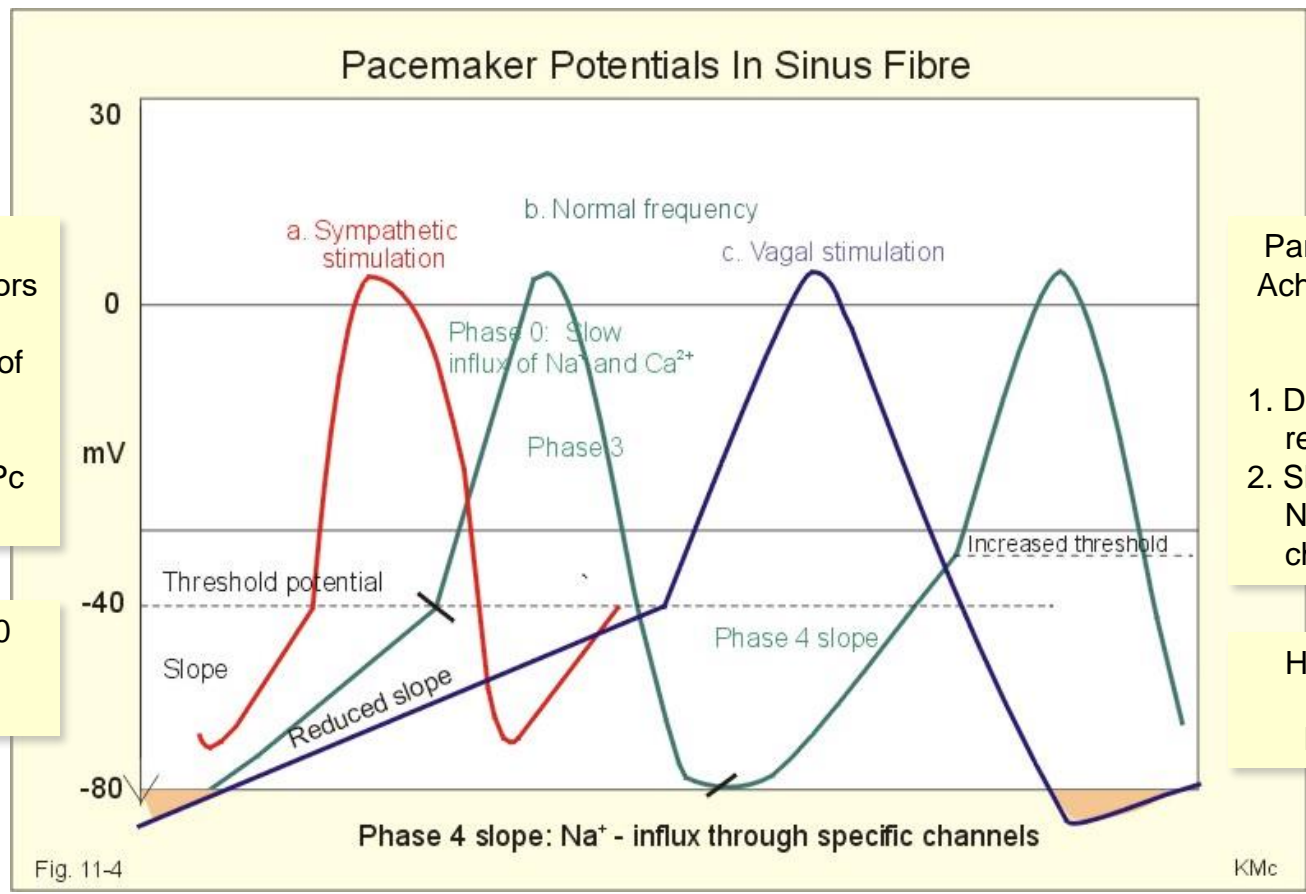
Figura 14.22 I principali stimoli vegetativi al cuore. Le fibre nervose simpatiche si portano ai nodi SA e AV e al miocardio ventricolare; quelle parasimpatiche si portano principalmente ai nodi.

Regolazione del PA pacemaker

Sympathetic:
NE on $\beta 1$ receptors

Faster opening of Na channels because of an increase of AMPc in the cells

Heart rate >100 beats/min tachycardia



Parasympathetic:
Ach on muscarinic receptors.

1. Deeper repolarization
2. Slow opening of Na funny channels

Heart rate <50 beats/min bradycardia

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

ElettroCardioGramma (ECG)

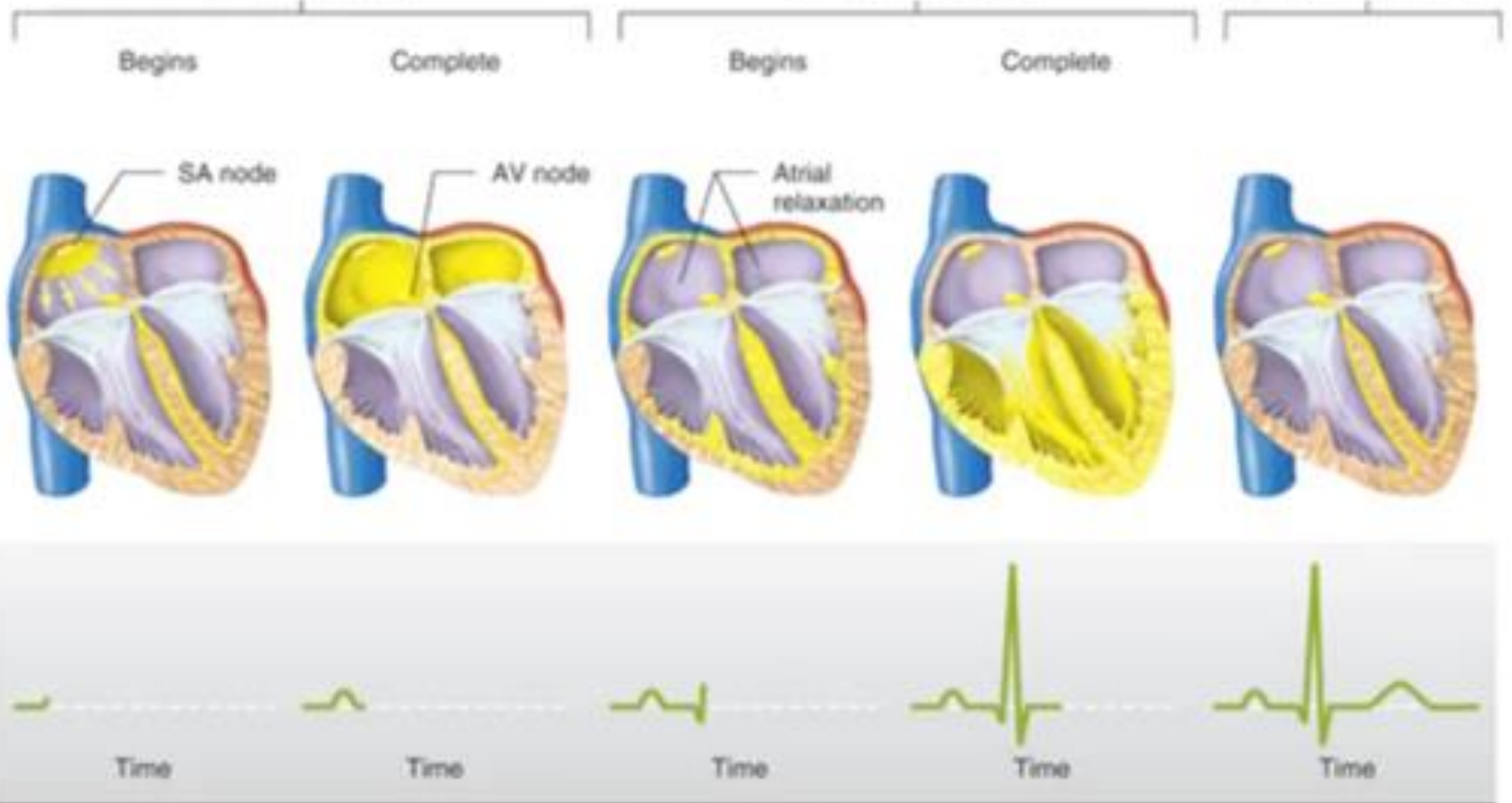
- I cardiologi analizzano l' ECG per verificare che il sistema di conduzione cardiaco funzioni correttamente.
- ECG permette di registrare il segnale elettrico che proviene da tutto il cuore attraverso elettrodi posti sulla superficie del corpo.

ECG

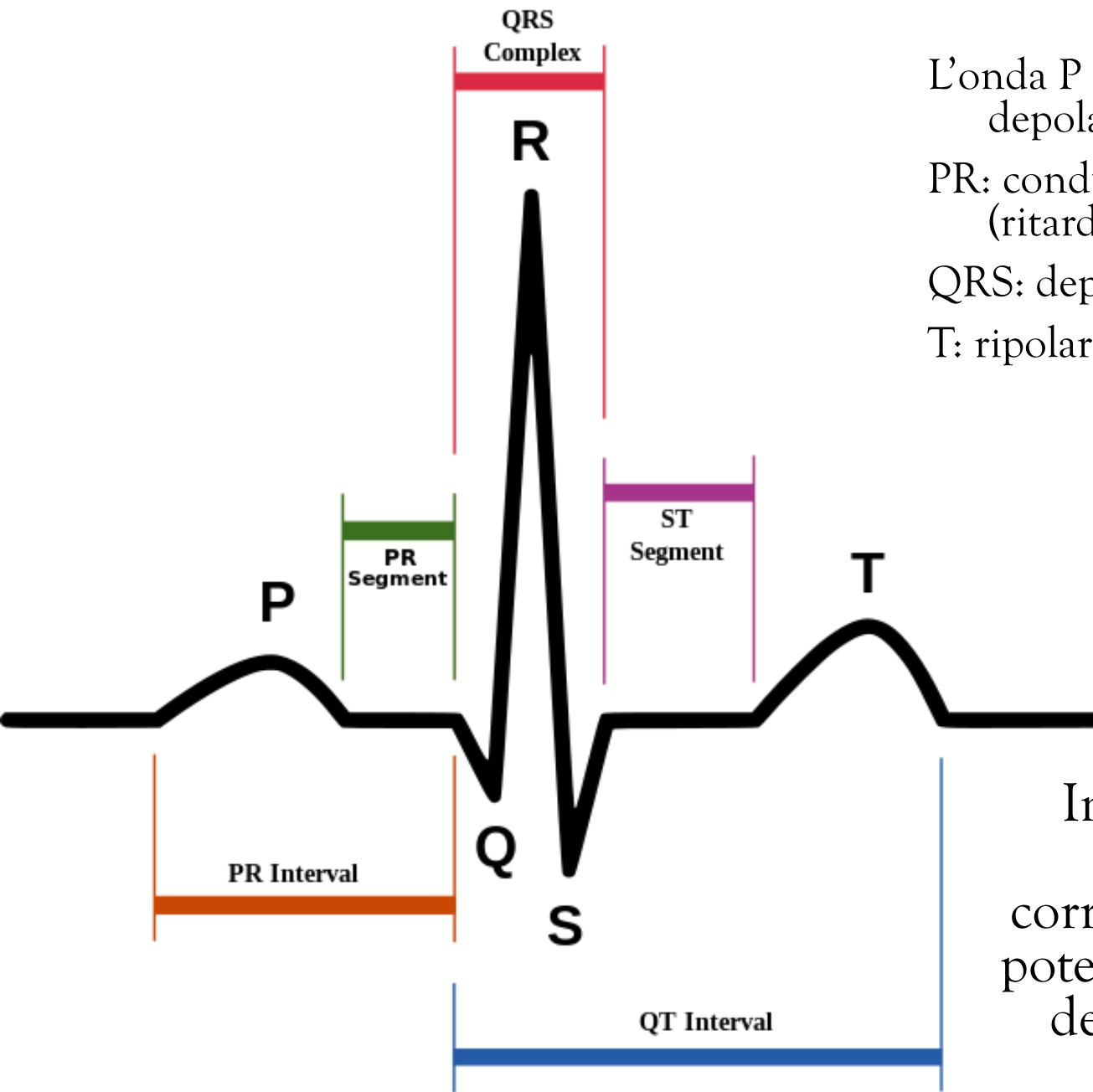
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.
Atrial excitation

Ventricular excitation

Ventricular relaxation



Electrocardiogram



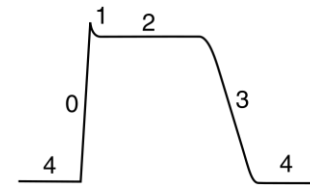
L'onda P corrisponde alla depolarizzazione atriale

PR: conduzione dagli atri al nodo AV (ritardo)

QRS: depolarizzazione ventricoli

T: ripolarizzazione ventricoli

Ingresso di Ca^{++} e contrazione dei cardiomiociti



Intervallo isoelettrico (segmento ST) che corrisponde alla fase 2 del potenziale di azione rapido delle cellule contrattili

R-R: frequenza

Gli intervalli indicano quanto tempo occorre al segnale per muoversi da un nodo all'altro.

- **Intervallo PR:** all'inizio dell'onda P si stanno attivando gli atri, all'inizio del complesso QRS si attivano i ventricoli, pertanto se il tratto si allunga significa che la velocità di conduzione è bassa
- **Intervallo QT:** indica la durata tra depolarizzazione e ripolarizzazione dei ventricoli. Se c'è bisogno di aumentare la frequenza, QT diminuisce (stimolazione simpatica) e R-R si avvicinano

Il ritmo cardiaco che origina dal nodo del seno prende il nome di ritmo sinusale e comprende P-QRS-T

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 e con le influenze esercitate dai rami del sistema nervoso simpatico e parasimpatico sul muscolo cardiaco (es. l'aritmia sinusale respiratoria).

Heart Rate Variability (HRV)

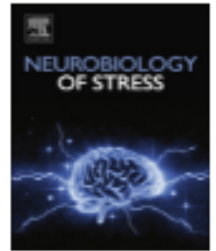
- Anche in condizione di riposo si registra una irregolarità fra i battiti cardiaci e una Variabilità della Frequenza Cardiaca, che non si osserva invece in un organismo soggetto a stress cronico (che avrà un ritmo cardiaco molto regolare e con scarse variazioni).



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

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*[^] 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.

[^]*coping*: far fronte a qualcosa (avversità)

Active Coping



Passive Coping



Phenotype

**Finnell &
Wood, 2016**

Inflammatory
Consequences



Pro-inflammatory Cytokines ● *Anti-inflammatory Cytokines* ●



Pro-inflammatory Cytokines ● *Anti-inflammatory Cytokines* ●

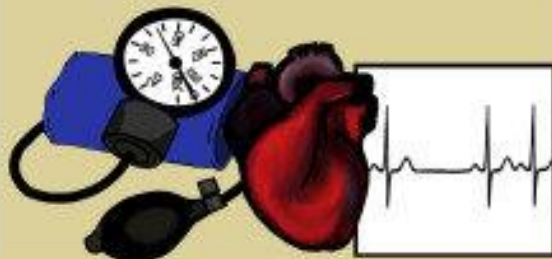
Aumento dei
fattori pro-
infiammatori

Behavioral
Consequences



Anedonia
(impotenza
appresa)

Cardiovascular
Consequences



Diminuzione
HRV
e aumento
pressione

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.

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.