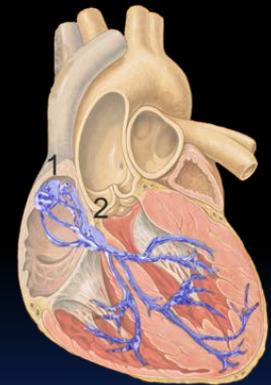




**Azienda Ospedaliera
Città della Salute e
della Scienza di Torino**

Ospedale san Giovanni Battista di Torino

L'ELETTROCARDIOGRAFIA DI BASE

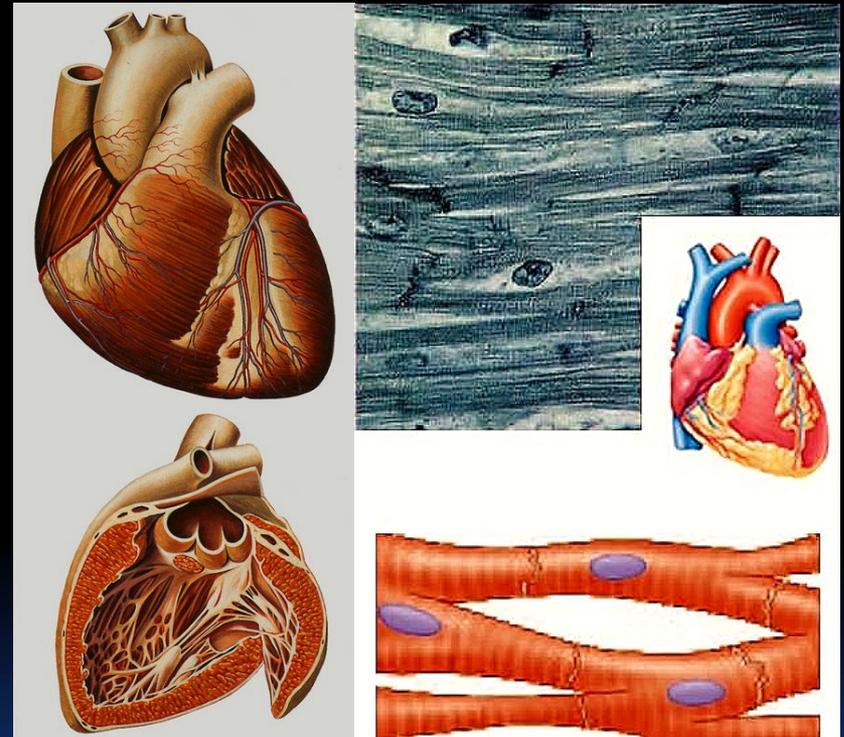


cpsi **Mazzini Diana**
cpsi **Bonanno Vita**

s.c. cardiologia ospedaliera dott. Marra
s.c. cardiologia universitaria prof. Gaita

Il cuore: un muscolo particolare

Le **cellule muscolari striate** di cui è composto il cuore, a differenza di quelle degli altri muscoli, sono dotate della capacità di **autoeccitarsi** e **autocontrarsi**.



il **sistema nervoso autonomo** è in grado di esercitare **un'attività regolatrice** modulando la frequenza e la forza di contrazione del muscolo cardiaco, aumentandola o diminuendola, ma questa è generata in maniera spontanea da una parte specializzata del cuore, il cosiddetto **tessuto o sistema di conduzione**.



II SISTEMA di CONDUZIONE

è un tessuto che crea e conduce un impulso elettrico dagli atri a tutto il corpo ventricolare, creando così la contrazione adatta a perfondere col sangue tutto l'organismo.



- **Cellule specializzate** con funzione di **segnapassi** (pacemaker) concentrate nel nodo SA e nel nodo AV dette **autoritmiche**
- **Cellule specializzate** nella **trasmissione degli impulsi** dette **contrattili**

Funzione segnapassi o pacemaker

Le cellule pacemaker **impongono la frequenza** alla quale il cuore svolgerà ciclicamente la sua funzione di pompa per far circolare il sangue

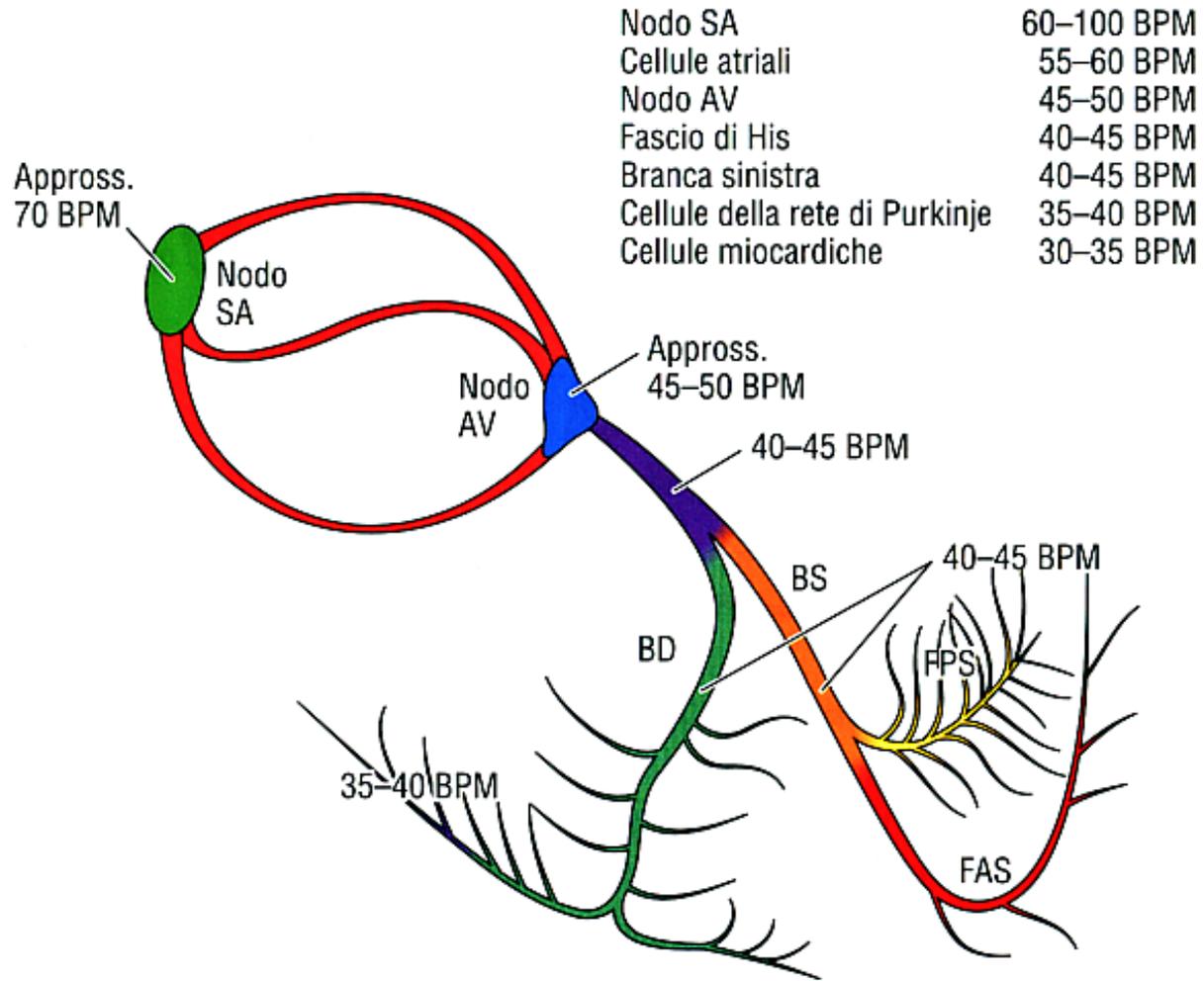


Determinano la frequenza a cui **si adeguano tutte le altre cellule**



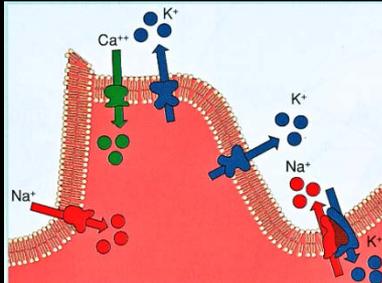
Alcune regole fondamentali

1. **Ogni cellula** nel sistema di conduzione ha proprietà di **pacemaker** cioè è capace di originare uno stimolo
2. la **frequenza** propria di ciascun tipo di cellula è **più bassa** delle cellule che lo **precedono**
3. Il **segnapassi più rapido** è quello che **determina il ritmo** inibendo i successivi
4. Se il **segnapassi più rapido** non si attiva viene **rimpiazzato** dal successivo più rapido



Frequenza intrinseca delle cellule capaci di originare un impulso.

Cosa accade a livello cellulare



FLUSSI ORDINATI di IONI
attraverso le
membrane semipermeabili
dei miocardiociti



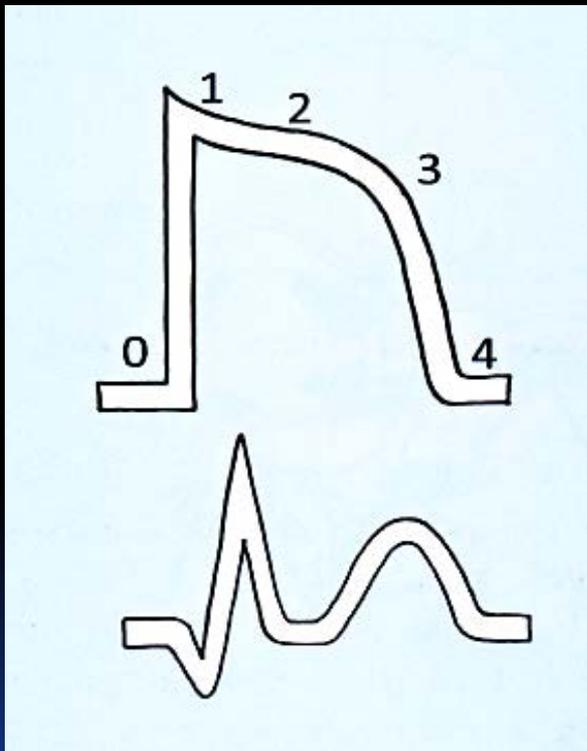
ATTIVITA' ELETTRICA



CONTRAZIONE MECCANICA



Potenziale d'azione delle cellule contrattili



- Fase 0 o di **depolarizzazione**
- Fase 1 o di **ripolarizzazione precoce**
- Fase 2 o di **plateau**
- Fase 3 o di **ripolarizzazione tardiva**
- Fase 4 o **potenziale di riposo**

Un **miocita** che sia stato **depolarizzato**
non sarà più disponibile
per un nuovo potenziale d'azione
fino a che esso non si sia **ripolarizzato**.

Questo periodo detto **REFRATTARIO**



è indispensabile
per il corretto funzionamento del cuore

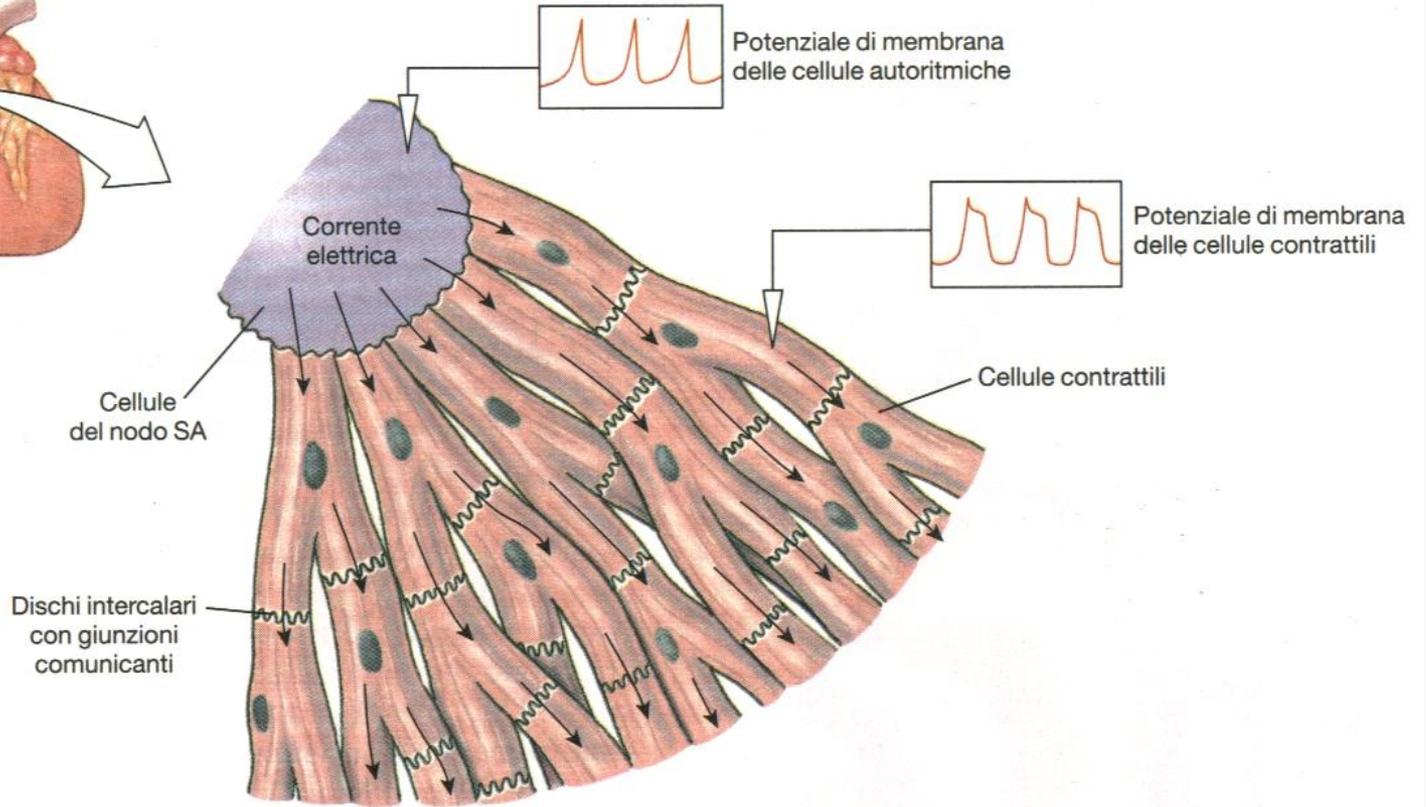
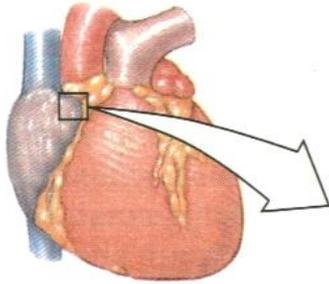
- permette un **alto rendimento della funzione di pompa del cuore**, in quanto il ventricolo può riempirsi completamente di sangue prima di eseguire un'altra contrazione
- permette di avere una netta distinzione tra fase pulsoria (**sistole**) e fase di riposo (**diastole**), in maniera tale da permettere l'apporto di sangue attraverso le coronarie, che può avvenire solo in fase diastolica.

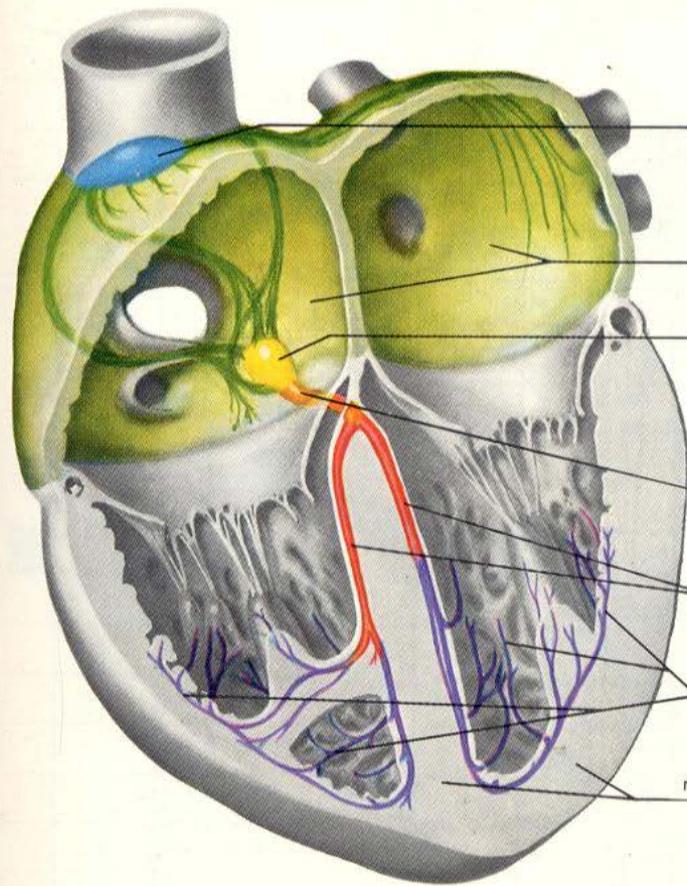
Potenziale d'azione delle cellule autoritmiche o pacemaker

La particolarità delle "cellule pacemaker"
è proprio quella di
non avere
un vero e proprio potenziale di riposo



maggior frequenza nell'insorgenza dei
potenziali d'azione





nodo s-a

muscolatura atriale

nodo a-v

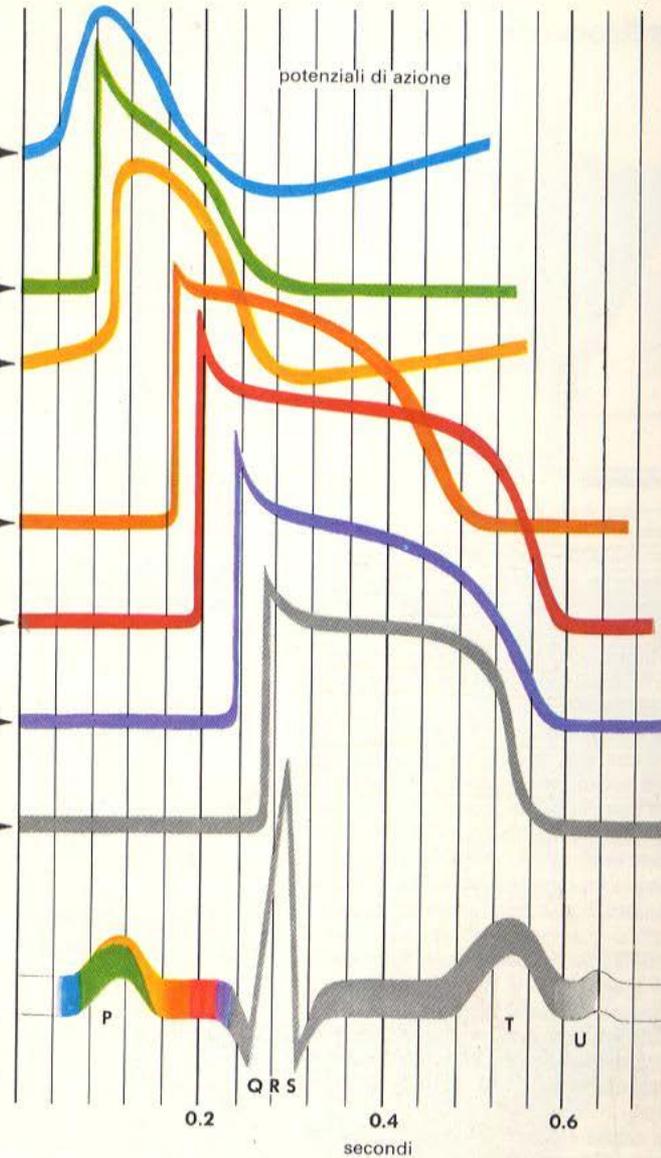
fascio comune

branche del fascio

fibre di Purkinje

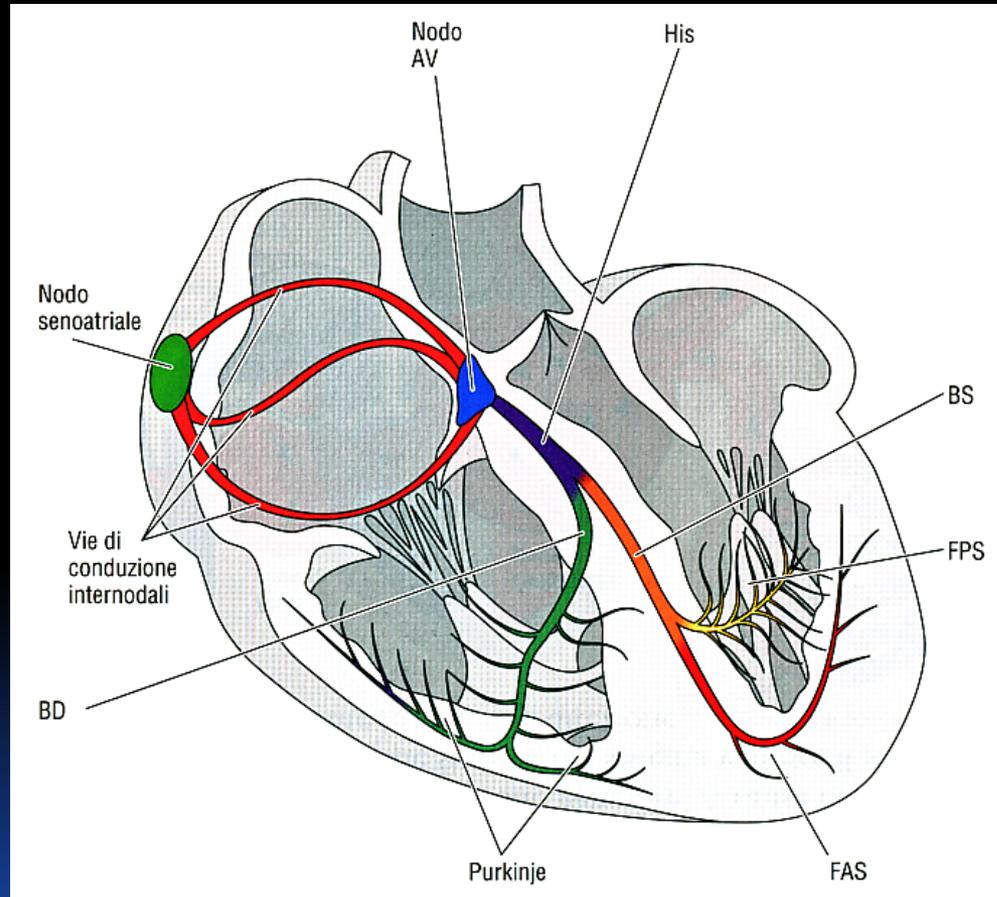
muscolatura ventricolare

potenziali di azione



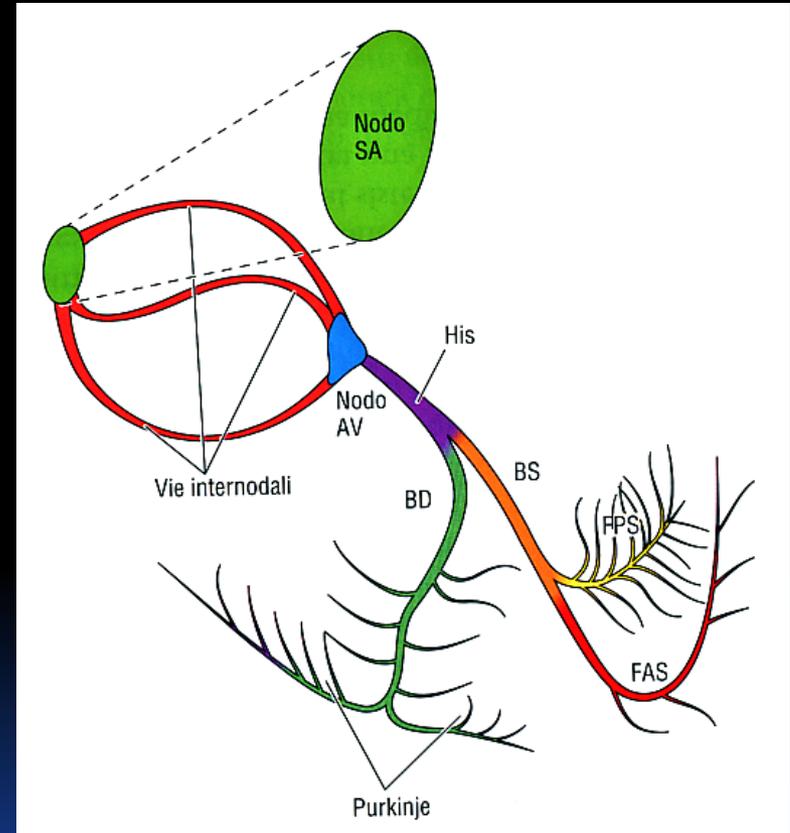
F. Netter
M.D.
©CIBA

Il sistema elettrico di conduzione



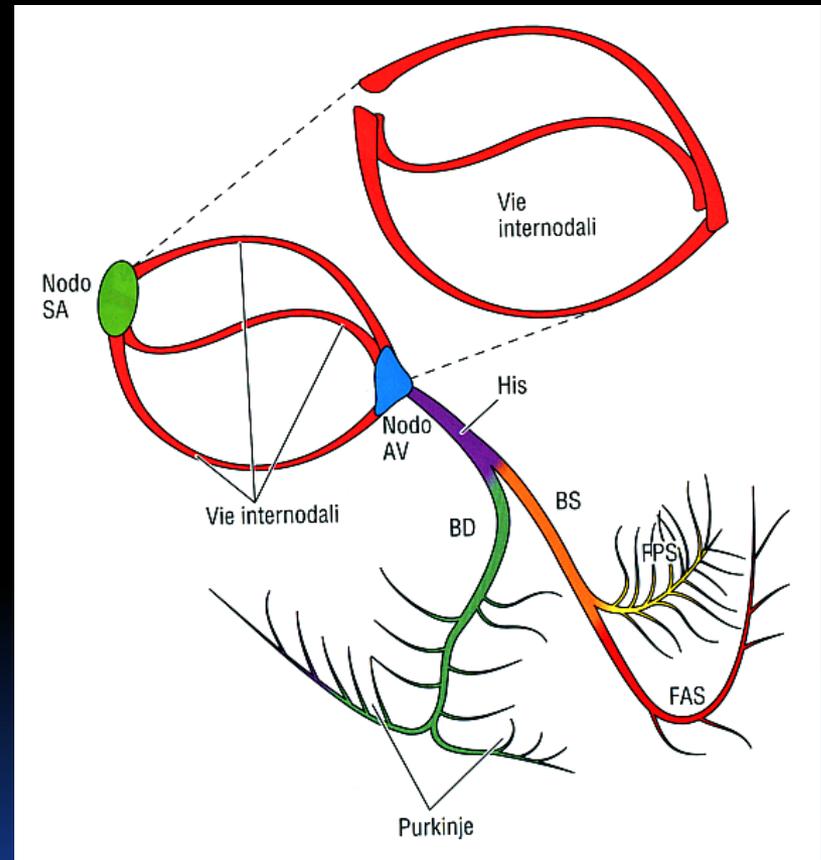
Nodo senoatriale (SA)

- **Principale segnapassi** cardiaco
- Si trova sulla parete dell'**atrio destro** a livello della giunzione con la vena cava superiore
- **Irrorato** nel il 59% dei casi dalla **coronaria DX**, nel 38% dalla coronaria SX e nel 3% da entrambi



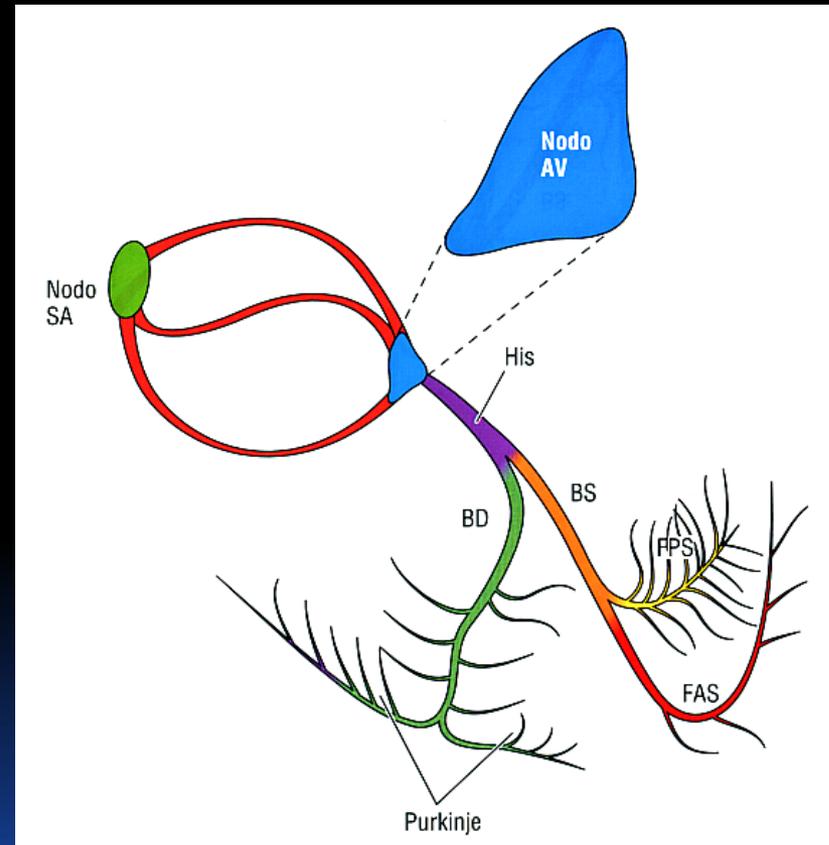
Vie internodali

- Sono 3: anteriore, intermedia e posteriore
- Si trovano nella parete dell'atrio destro e del setto interatriale
- Trasmettono l'impulso al nodo AV
- Le cellule specializzate di Bachmann trasmettono gli impulsi attraverso il setto interatriale



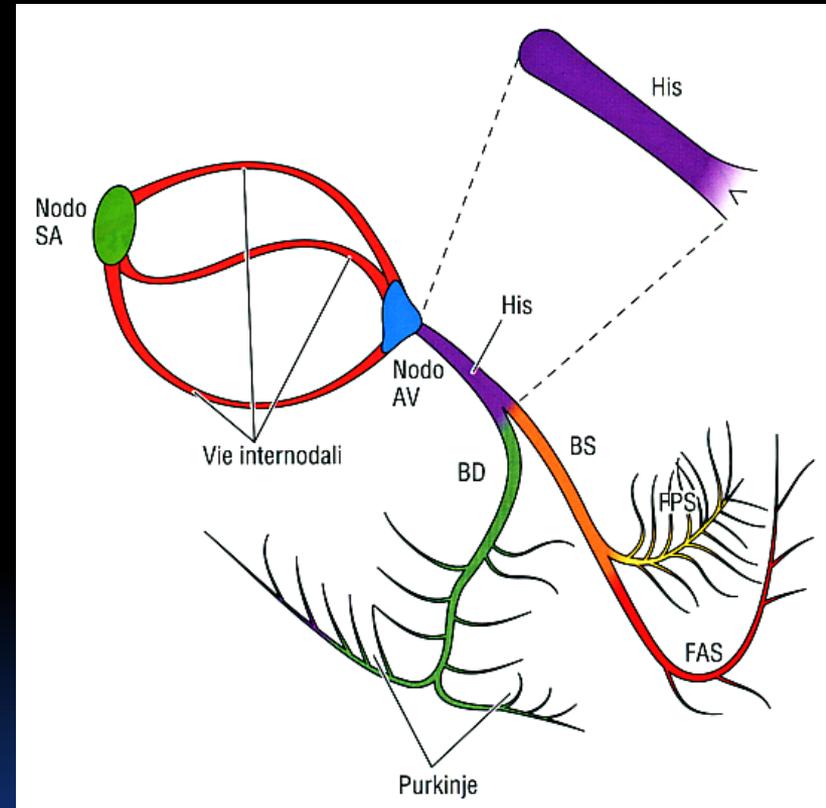
Nodo atrioventricolare (AV)

- Si trova nell'**atrio destro** molto vicino allo sbocco del seno coronarico
- Sempre irrorato dalla **coronaria DX**
- **Rallenta la conduzione** dagli atri ai ventricoli per permettere loro di riempirsi completamente **mantenendo la gittata cardiaca** al massimo livello



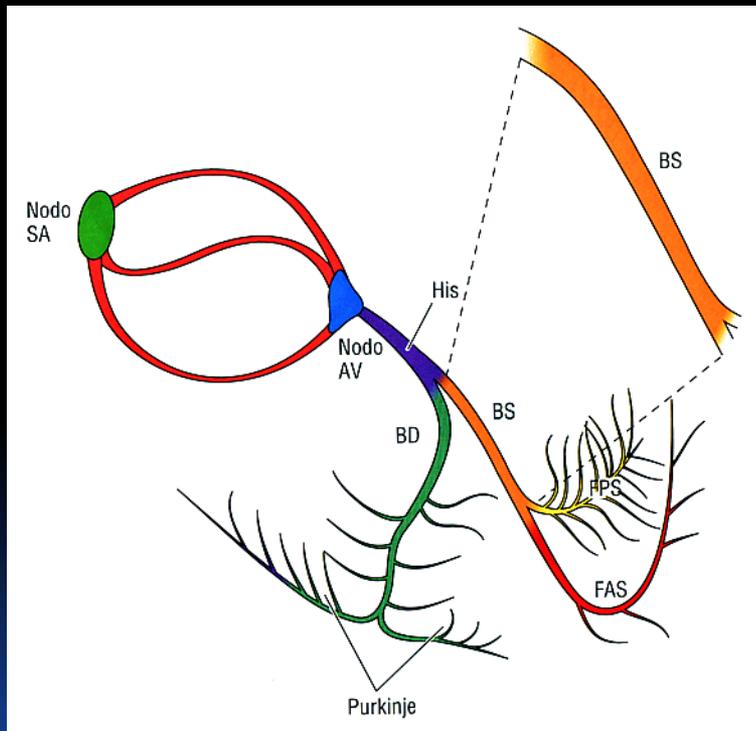
Il fascio di His

- E' collocato in parte nella parete dell'atrio destro e in parte nel setto interventricolare.
- E' la sola via di comunicazione tra atri e ventricoli
- Da origine alla branca destra e sinistra



Branca sinistra (BS)

dà origine alle fibre che innervano il ventricolo sinistro e la parete sinistra del setto interventricolare



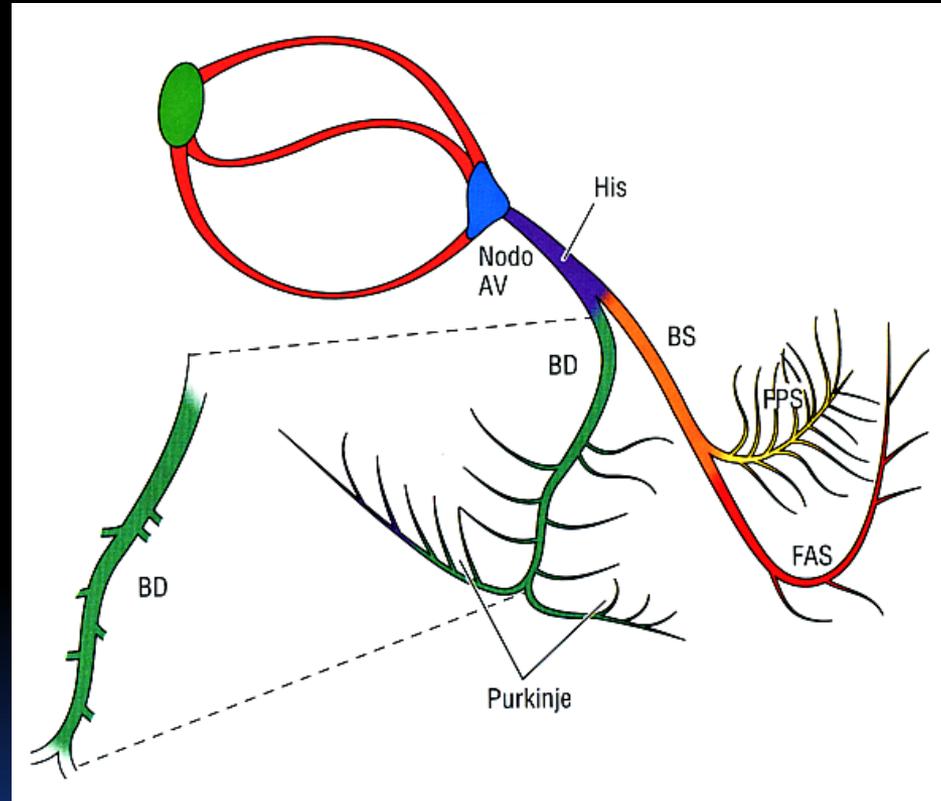
- Fascicolo anteriore sinistro



- Fascicolo posteriore sinistro

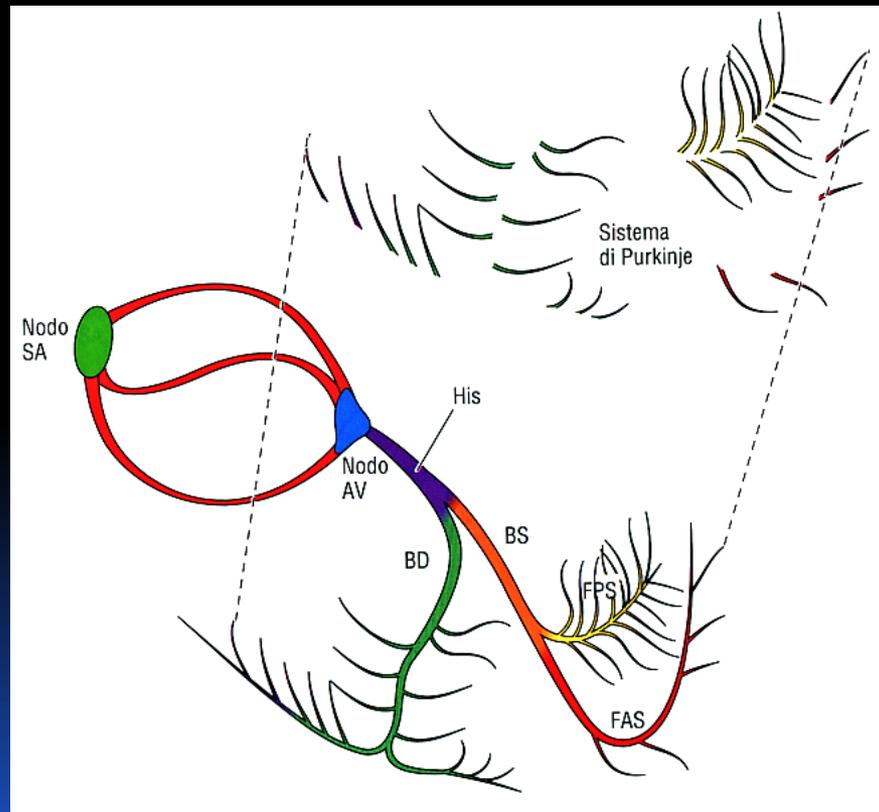
Branca destra (BD)

dà origine alle fibre che innervano il ventricolo destro e la parete destra del setto interventricolare



Sistema di Purkinje

costituito da singole cellule immediatamente al di sotto dell'endocardio che innervano direttamente le cellule miocardiche e danno inizio al ciclo di depolarizzazione ventricolare.

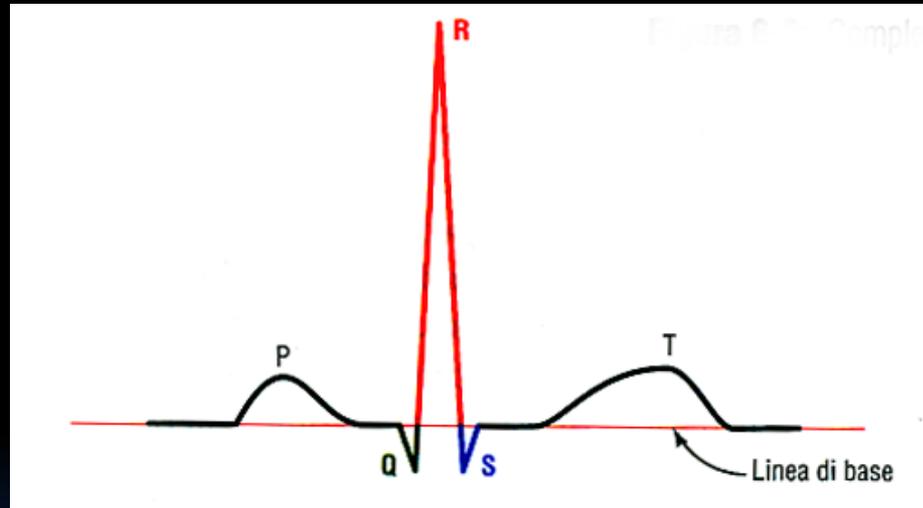


COMPLESSO ELETTROCARDIOGRAFICO

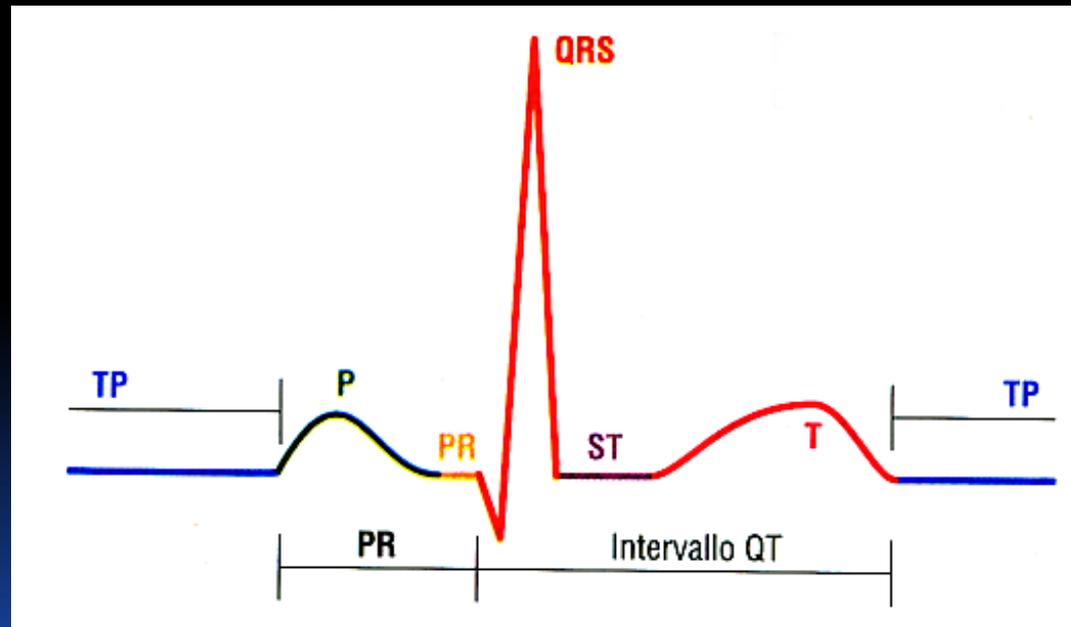


RAPPRESENTAZIONE GRAFICA
DELL'ATTIVITA' ELETTRICA
DEL CUORE

- **ONDA:** deflessione della linea di base che rappresenta un evento elettrico nel cuore.

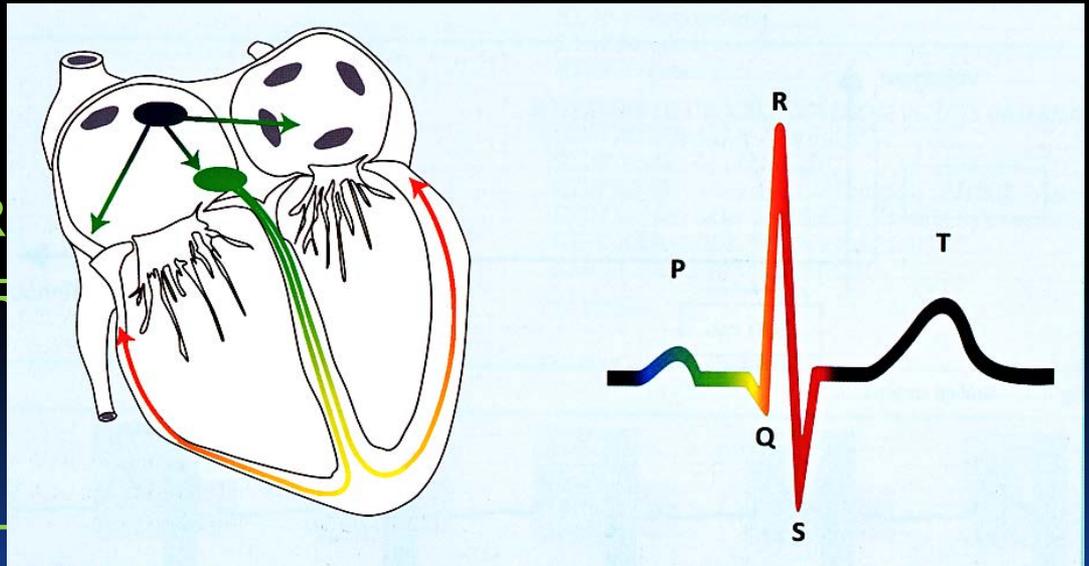


- **SEGMENTO:** specifica porzione del complesso
- **INTERVALLO:** distanza, misurata in tempo, tra due eventi cardiaci

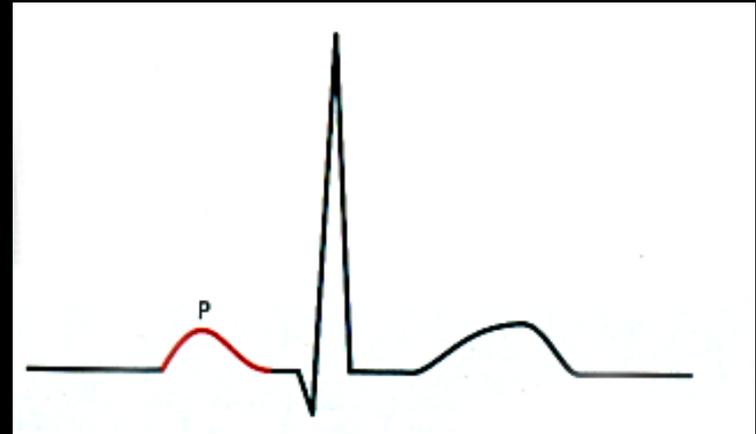


COMPONENTI ELEMENTARI DEL COMPLESSO Elettrocardiografico

- ONDA P
- ONDA T_p
- SEGMENTO PR
- INTERVALLO PR
- COMPLESSO QR
- SEGMENTO ST
- ONDA T
- INTERVALLO QT



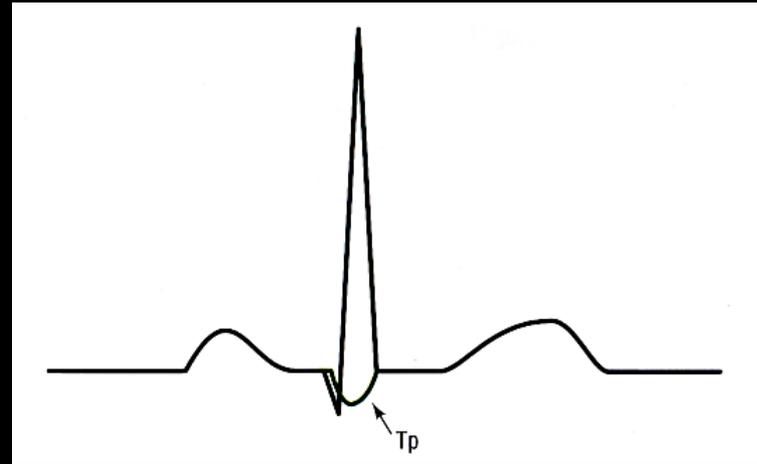
Onda P



- E' la **prima** onda che si incontra
- Rappresenta la **depolarizzazione elettrica di entrambi gli atri**
- Inizia quando si attiva il **nodo senoatriale**
- Comprende la trasmissione dell'impulso attraverso le tre vie internodali, il fascio di Bachman ed i miociti atriali
- L'impulso elettrico raggiunge il nodo atrioventricolare e le appendici atriali

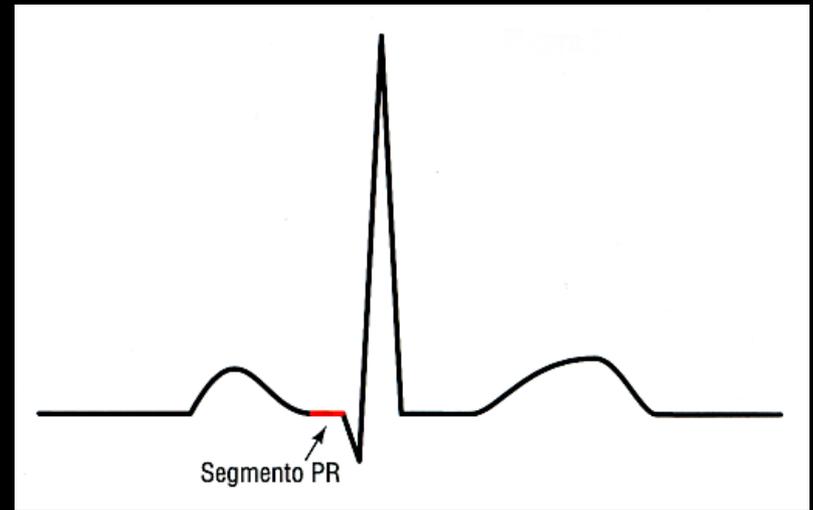
- **Durata normale:** da 0.08 a 0.11 secondi (2 quadretti piccoli)
- **Asse:** orientato in basso e a sinistra

Onda Tp



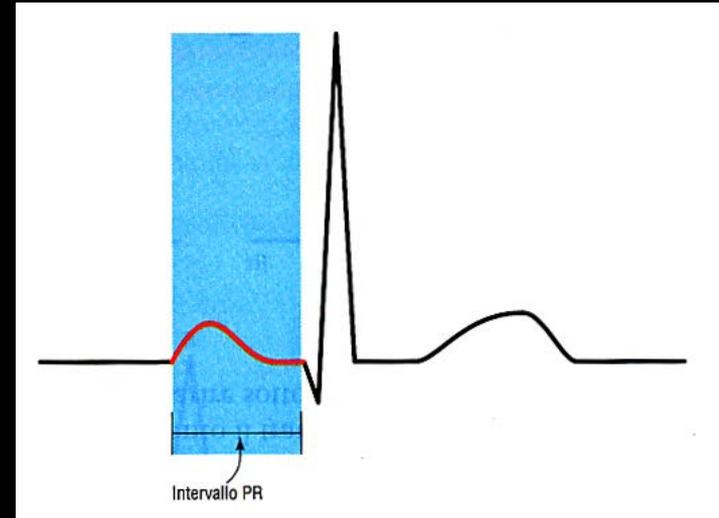
- Rappresenta la **ripolarizzazione degli atri**
- Normalmente **non è visibile** in quanto si verifica nello stesso istante dell'onda QRS dalla quale è oscurata.
Può essere evidenziata quando dopo l'onda P il complesso QRS è assente (dissociazione AV o in caso di battiti non condotti)
- **Durata normale:** di solito l'onda non appare
- **Direzione dell'onda:** opposta all'onda P

Segmento PR



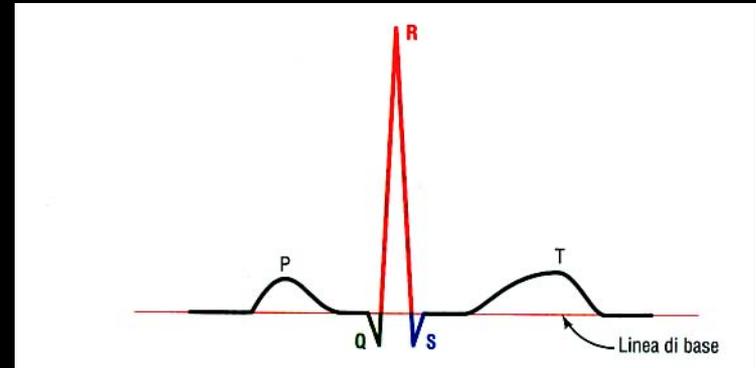
- Occupa l'intervallo di tempo tra la fine dell'onda P e l'inizio del complesso QRS
- Di solito si trova **sulla linea di base**
- È sottoslivellato in eventi patologici quali la pericardite o in caso di infarto atriale
- **Eventi cardiaci rappresentati:** trasmissione dell'onda di depolarizzazione elettrica attraverso il nodo AV, il fascio di His, la branca sinistra e il sistema di Purkinje

Intervallo PR



- Rappresenta il periodo di tempo intercorrente dall'inizio dell'onda P all'inizio del complesso QRS
- **Eventi cardiaci rappresentati:** avvio dell'impulso elettrico del nodo senoatriale (SA), depolarizzazione atriale, ripolarizzazione atriale, stimolazione del nodo AV, stimolazione del fascio di His, della branca sinistra e del sistema di Purkinje.
- **Durata normale:** da 0.11 a 0.20 secondi (da 2,5 a 4 quadrettini)

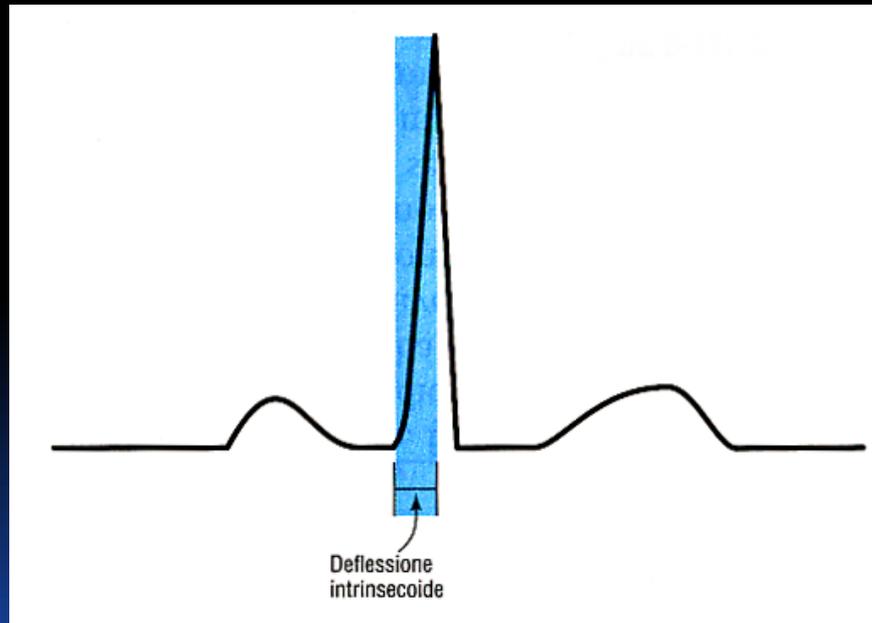
Complesso QRS



- **Evento cardiaco rappresentato: depolarizzazione ventricolare**
- Componenti principali sono le onde:
 - Q prima deflessione **negativa** dopo l'onda P. Può essere sia presente che assente
 - R prima deflessione **positiva** dopo l'onda P
 - S prima deflessione **negativa** dopo l'onda R
- **Durata normale:** da 0.06 a < 0.12 secondi (da 1.5 a 2.5 quadretti)
- **Asse:** da -30° a $+105^\circ$, orientato in basso e a sinistra

La deflesione intrinsecoide

- Si misura dall'inizio del complesso QRS all'inizio della discesa dell'onda R nelle derivazioni che cominciano con un'onda R e senza onda Q



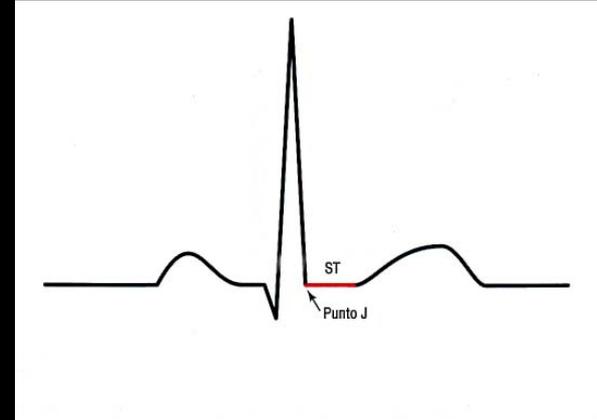
- Rappresenta il tempo che l'impulso elettrico impiega nel percorso dal sistema di Purkinje nell'endocardio alla superficie dell'epicardio immediatamente sottostante un elettrodo.

Nelle **derivazioni precordiali destre (V1 e V2)** è **corto** in quanto il ventricolo destro è sottile in confronto al ventricolo sinistro.

Nelle **derivazioni precordiali sinistre (V5 e V6)** è più **lungo** a causa del maggiore spessore del ventricolo sinistro.

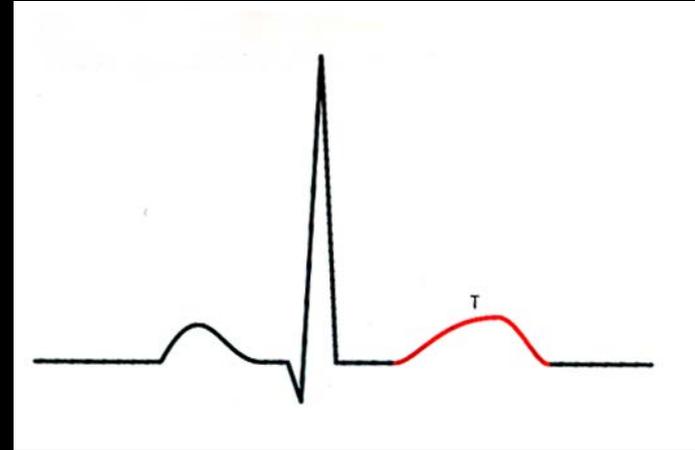
- Un prolungamento della deflessione si avrà nell'ipertrofia ventricolare o nel blocco di branca sinistro.

Segmento ST



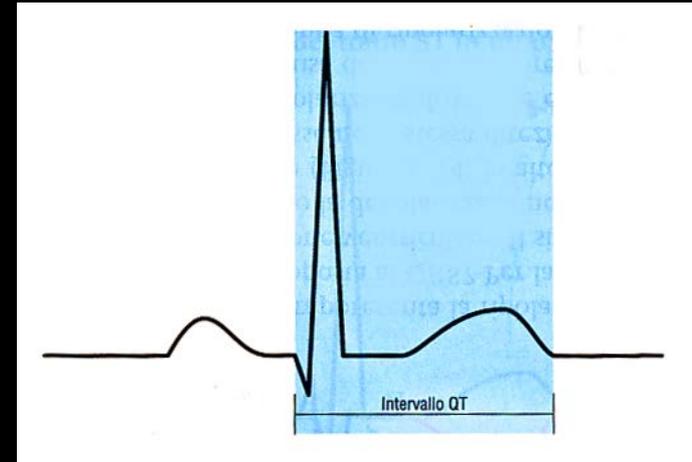
- Parte del ciclo cardiaco compreso tra la fine del complesso QRS e l'inizio dell'onda T
- In circostanze normali il segmento ST è **posto sulla linea di base**
- Un sopraslivellamento del tratto ST in un paziente sintomatico può essere significativo per sospetto di danno miocardico o infarto.
- **Evento cardiaco rappresentato: periodo elettricamente neutro** compreso tra la depolarizzazione e la ripolarizzazione ventricolare, dal punto di vista meccanico il miocardio **mantiene la contrazione** per espellere il sangue dal ventricolo

Onda T



- Si tratta della deflessione positiva o negativa che segue il segmento ST e dovrebbe cominciare nella stessa direzione del complesso QRS
- **Evento cardiaco rappresentato: ripolarizzazione ventricolare**
- **Asse:** orientato in basso e a sinistra, simile all'asse del complesso QRS

Intervallo QT



- Comprende il complesso QRS, il segmento ST e l'onda T, cioè va dall'inizio dell'onda Q alla fine dell'onda T
- **Eventi cardiaci rappresentati:** tutti gli eventi della sistole ventricolare, dall'inizio della depolarizzazione ventricolare alla fine del ciclo di ripolarizzazione.
- **Durata normale:** variabile, specialmente in funzione della frequenza cardiaca (con la diminuzione della frequenza cardiaca il QT si allunga, con l'aumento della frequenza cardiaca l'intervallo QT si accorcia). Possono influire anomalie genetiche, elettrolitiche, età e sesso, utilizzo di farmaci.

Derivazioni periferiche

Esplorano l'attività cardiaca sul piano frontale

- **Derivazioni bipolari**
di Einthoven

Misurano la differenza di potenziale fra due punti del campo elettrico

I

II

III

- **Derivazioni unipolari**
di Goldberger

Misurano la differenza di potenziale fra un punto e un elettrodo di riferimento a potenziale zero

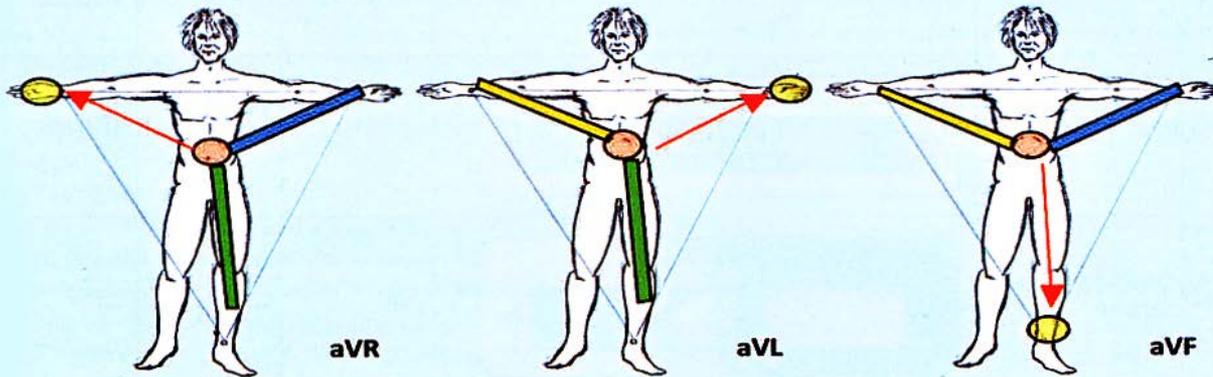
aVR

aVL

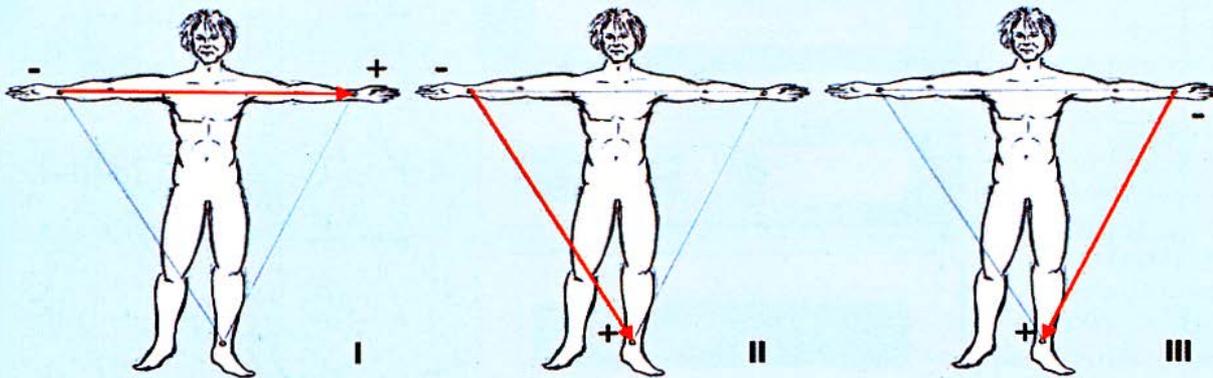
aVF

Derivazioni periferiche

Derivazioni unipolari



Derivazioni bipolari



Come posizionare gli elettrodi

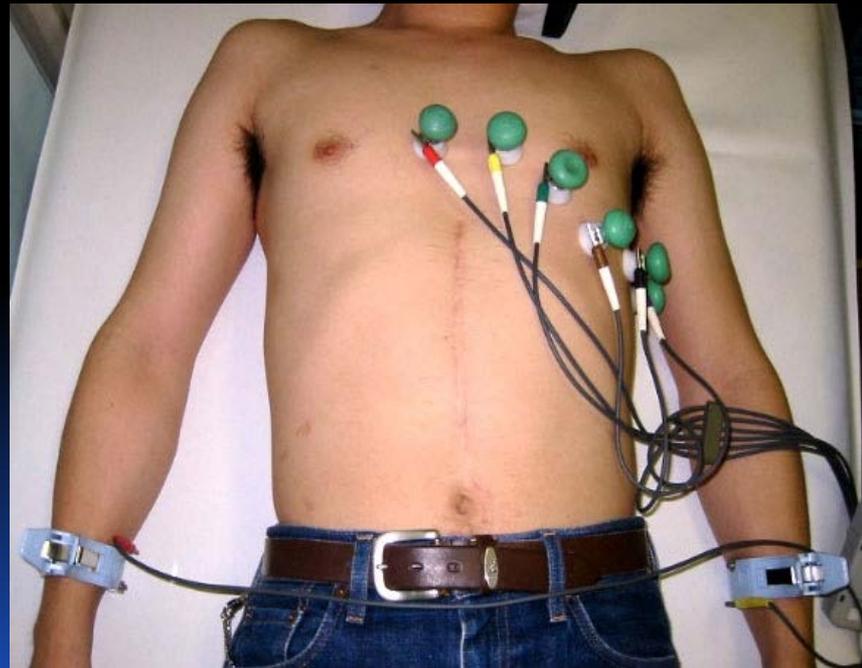
derivazioni periferiche

- Braccio destro R (rossa)
- Braccio sinistro L (gialla)
- Gamba destra N (nera)
- Gamba sinistra F (verde)

Derivazioni precordiali

derivazioni unipolari introdotte da Wilson.
Esplorano l'attività cardiaca sul piano orizzontale
L'elettrodo **esplorante** è sul torace.

Torace	V1	C1
Torace	V2	C2
Torace	V3	C3
Torace	V4	C4
Torace	V5	C5
Torace	V6	C6



Come posizionare gli elettrodi

derivazioni precordiali

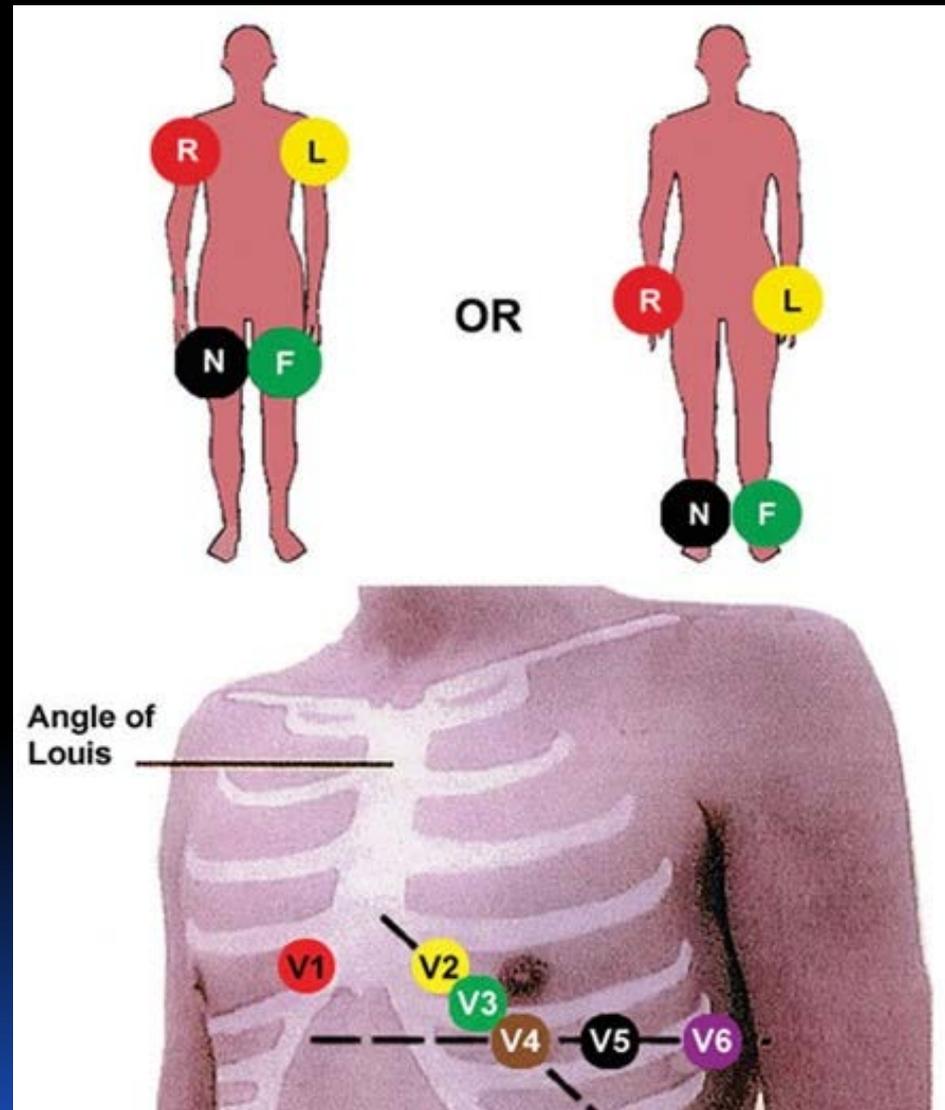
- **C1** : quarto spazio intercostale, sul margine sternale destro.
- **C2** : quarto spazio intercostale, sul margine sternale sinistro.
- **C3** : quinto spazio intercostale, fra le derivazioni C2 e C4.
- **C4** : quinto spazio intercostale, sulla linea emiclaveare sinistra.
- **C5** : quinto spazio intercostale sulla linea ascellare anteriore sinistra.
- **C6** : quinto spazio intercostale sulla linea ascellare media sinistra.

C1 (quarto spazio intercostale) ha un'importanza critica perché è il punto di riferimento per l'applicazione delle altre derivazioni

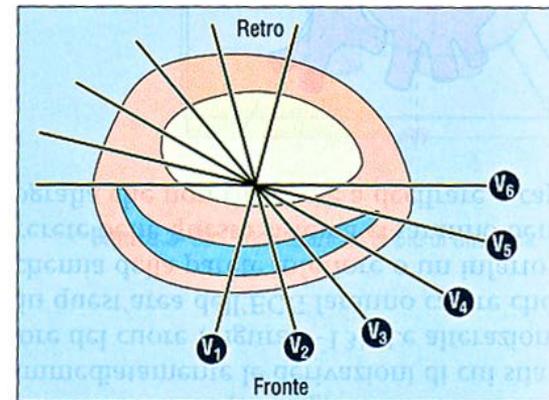
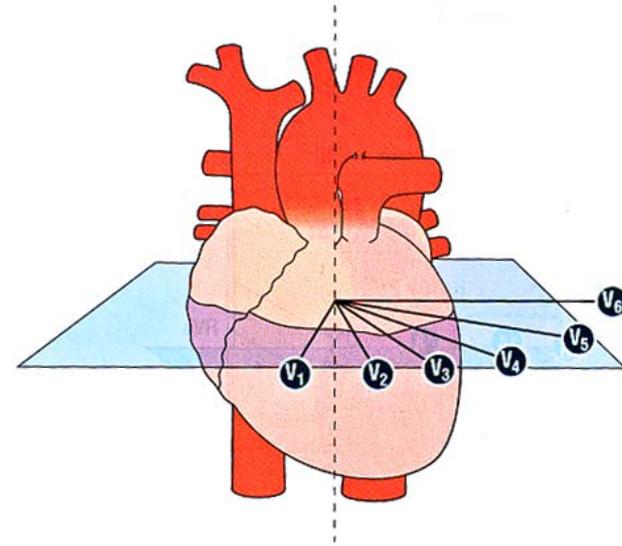
Come determinare la posizione C1

1. Appoggiare il dito **sull'incisura giugulare.**
2. Far scivolare lentamente il dito verso il basso, circa 4 centimetri, finché non si sente una leggera escrescenza orizzontale: questo è **l'angolo di Louis** o (sternale) dove il manubrio si unisce al corpo dello sterno.
3. Individuare il secondo spazio intercostale sul lato destro, lateralmente e appena sotto l'angolo di Louis.
4. Far scivolare il dito verso il basso, di altri due spazi intercostali, fino al quarto spazio intercostale che è la posizione C1.

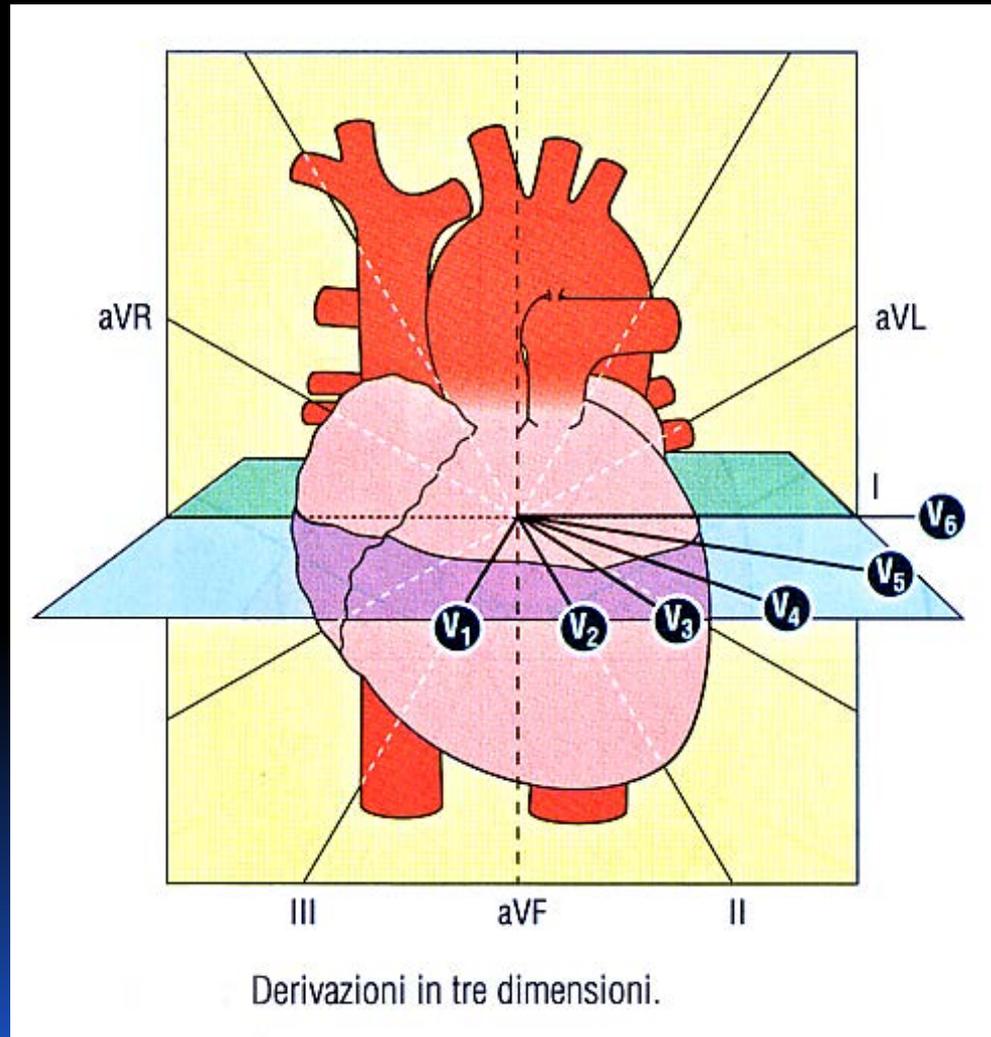
In pratica



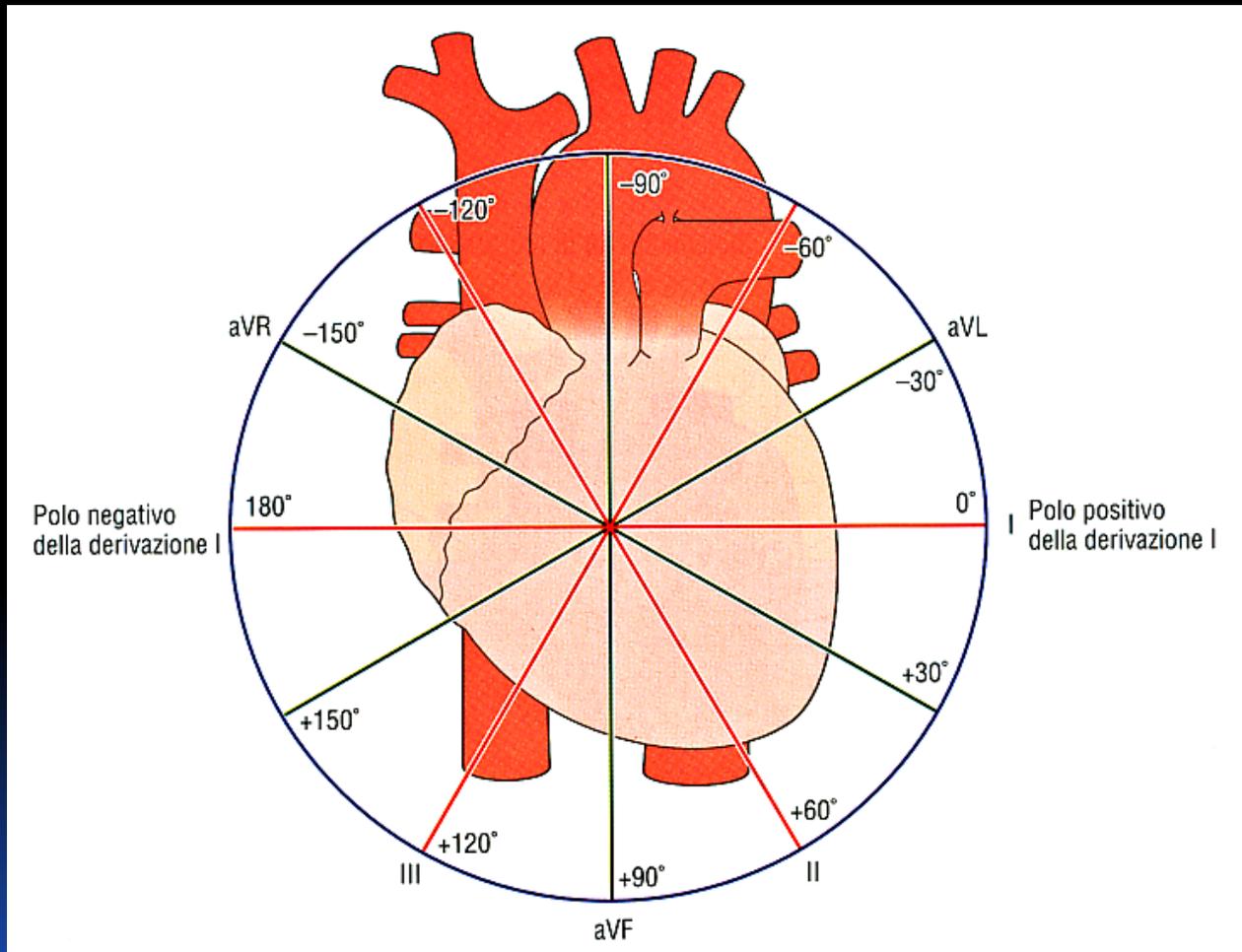
Derivazioni precordiali



Le derivazioni in 3D



Il sistema a 6 assi



Asse elettrico

- L'asse elettrico rappresenta la **direzione** che ha, **sul piano frontale**, il **vettore medio** dell'attività elettrica del cuore.
- Questo vettore, normalmente, è diretto in **basso e verso sinistra**, cioè fra **0 e 90 gradi**. Quando la sua direzione non rientra in questi limiti si parla di **deviazione assiale sinistra** o **destra**.
- In condizioni normali quindi il complesso **QRS** è **positivo sia in I** (che corrisponde a 0 gradi) sia in **AVF** (che corrisponde a 90 gradi).

Sul diagramma esassiale la direzione della depolarizzazione è orientata verso la derivazione che mostra una deflessione positiva, si allontana dalla derivazione che mostra una deflessione negativa, ed è perpendicolare alla derivazione che mostra una deflessione isodifasica

Determinazione asse elettrico.

- Per determinare l'asse elettrico si prendono in considerazione le **sei derivazioni degli arti** (le precordiali non hanno rilevanza nella determinazione dell'asse elettrico nel piano frontale).
1. Stabilire la derivazione (tra le periferiche) in cui la somma delle deflessioni del QRS si avvicina maggiormente allo zero (**QRS ISODIFASICO**)
 2. **L'asse è perpendicolare** a questa derivazione.
 3. Deve essere cercato **nelle due direzioni possibili**.

	ASSE NORMALE	DEVIAZIONE ASSIALE DESTRA	DEVIAZIONE ASSIALE SINISTRA
DERIVAZIONE I	POSITIVA	NEGATIVA	POSITIVA
DERIVAZIONE II	POSITIVA	POSITIVA o NEGATIVA	NEGATIVA
DERIVAZIONE III	POSITIVA o NEGATIVA	POSITIVA	NEGATIVA

Principali cause di deviazione assiale

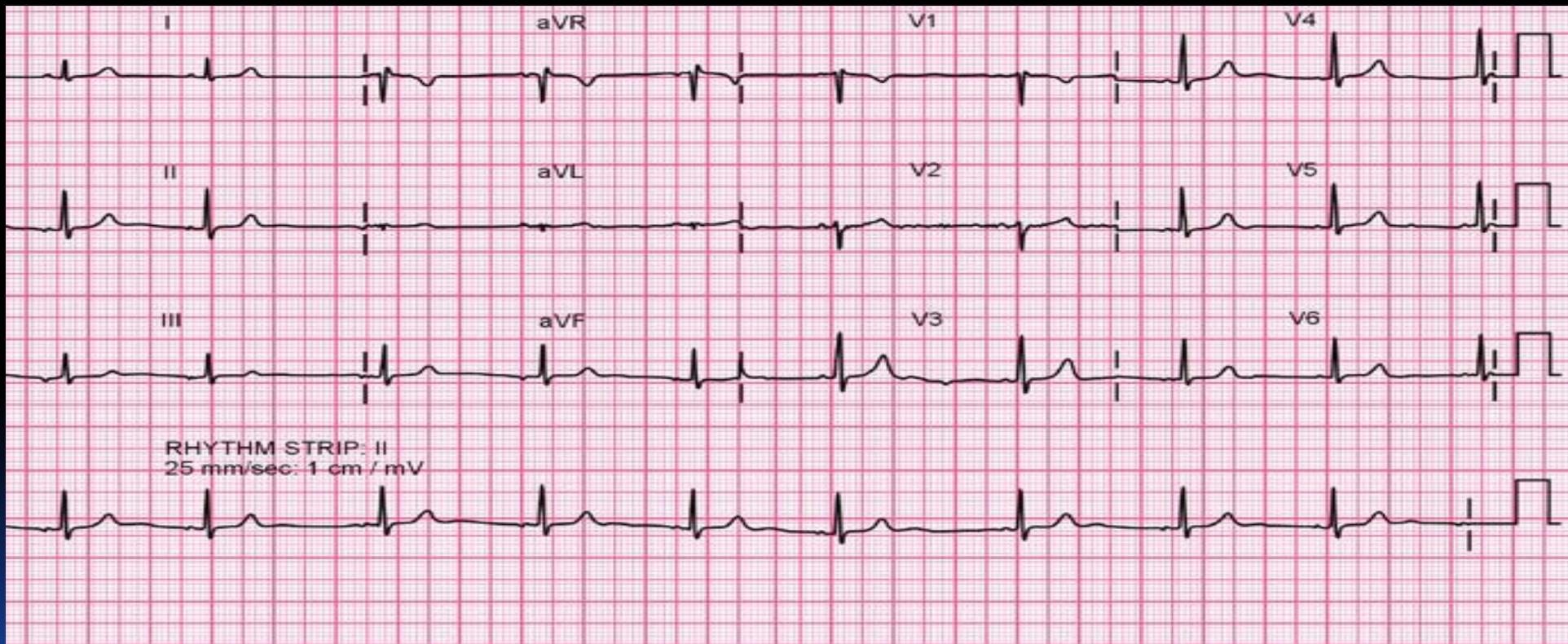
DAS (sinistra)

- Ipertrofia ventricolare sinistra
- Emiblocco anteriore sinistro
- IMA inferiore

DAD (destra)

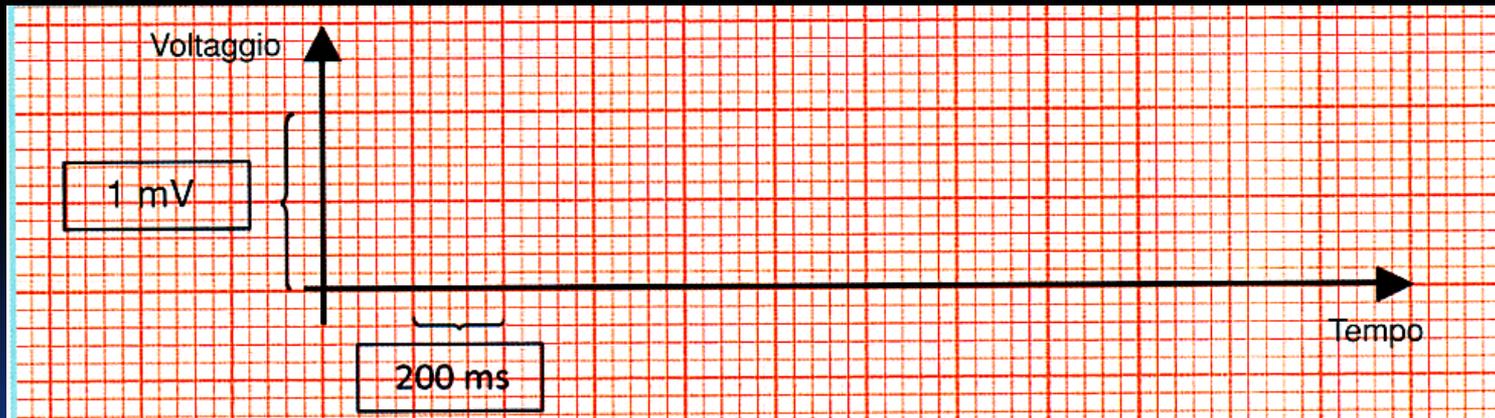
- Ipertrofia ventricolare destra
- Emiblocco posteriore sinistro
- IMA antero-laterale

ECG a 12 derivazioni



ECG

- La carta dell'ECG scorre alla velocità di **25 mm/sec**
- **1 quadratino piccolo** = a $1/25$ di sec = **0.04 sec**
- **1 quadrato grande** = $5 \times 0.04 =$ **0.2 sec**
- **5 quadrati grandi** = **1 sec**



Calcolo della frequenza cardiaca

FREQUENZA CARDIACA:

numero di battiti cardiaci nell'unità di tempo. bpm = battiti per minuto

msec in 1 minuto/ciclo RR in 1 sec (ms)

$$60000/200 = 300 \text{ bpm}$$

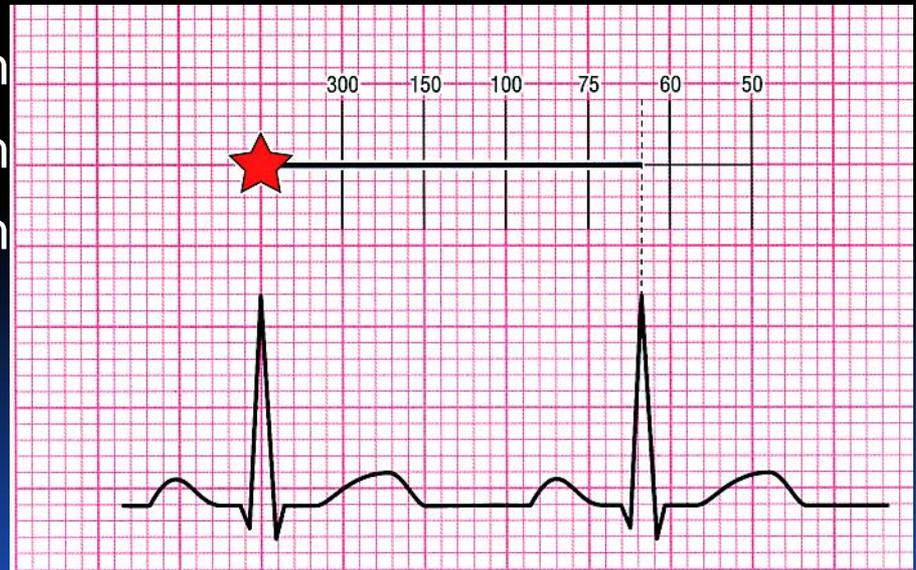
$$60000/400 = 150 \text{ bpm}$$

$$60000/600 = 100 \text{ bpm}$$

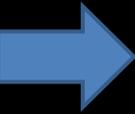
$$60000/800 = 75 \text{ bpm}$$

$$60000/1000 = 60 \text{ bpm}$$

$$60000/1200 = 50 \text{ bpm}$$



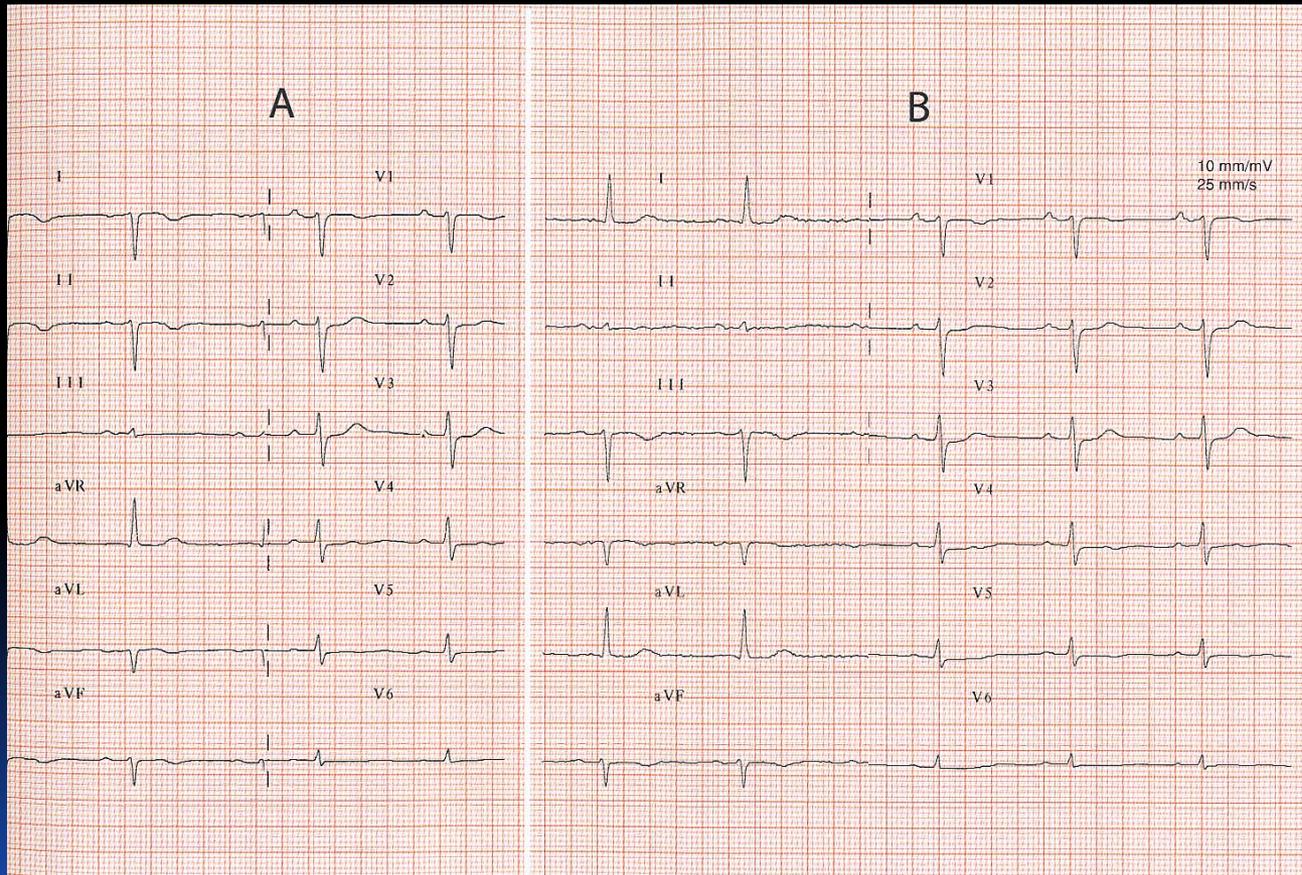
Come leggere una striscia del ritmo

Gli elettrodi sono posizionati correttamente? **N** 

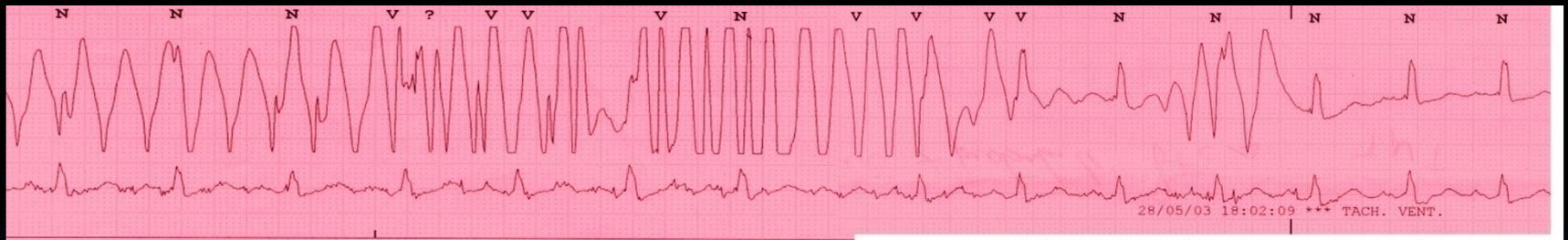
SI 

- 1. C'è un'attività elettrica?
- 2. Quale è la frequenza ventricolare (QRS)?
- 3. Il ritmo dei QRS è regolare o irregolare?
- 4. La durata dei QRS è normale o prolungata?
- 5. E' presente un'attività atriale?
- 6. Come si correla all'attività ventricolare?

Posizionamento non corretto degli elettrodi periferici



Artefatti elettrocardiografici



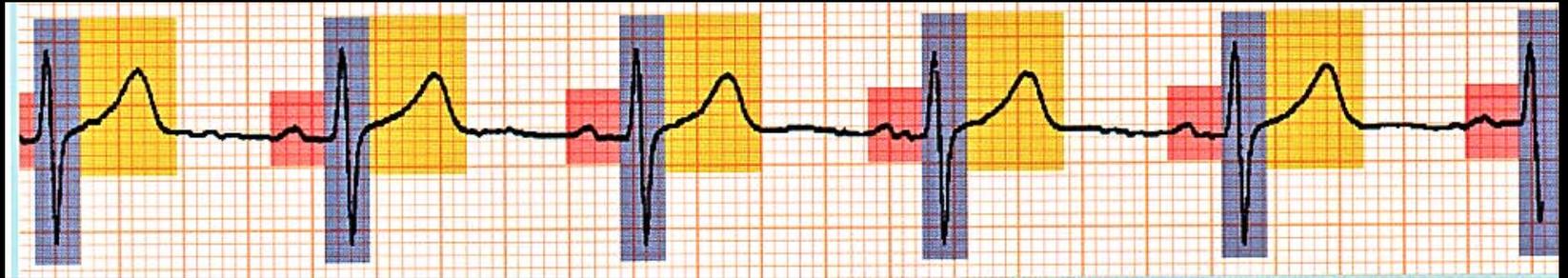
C'è una attività elettrica?



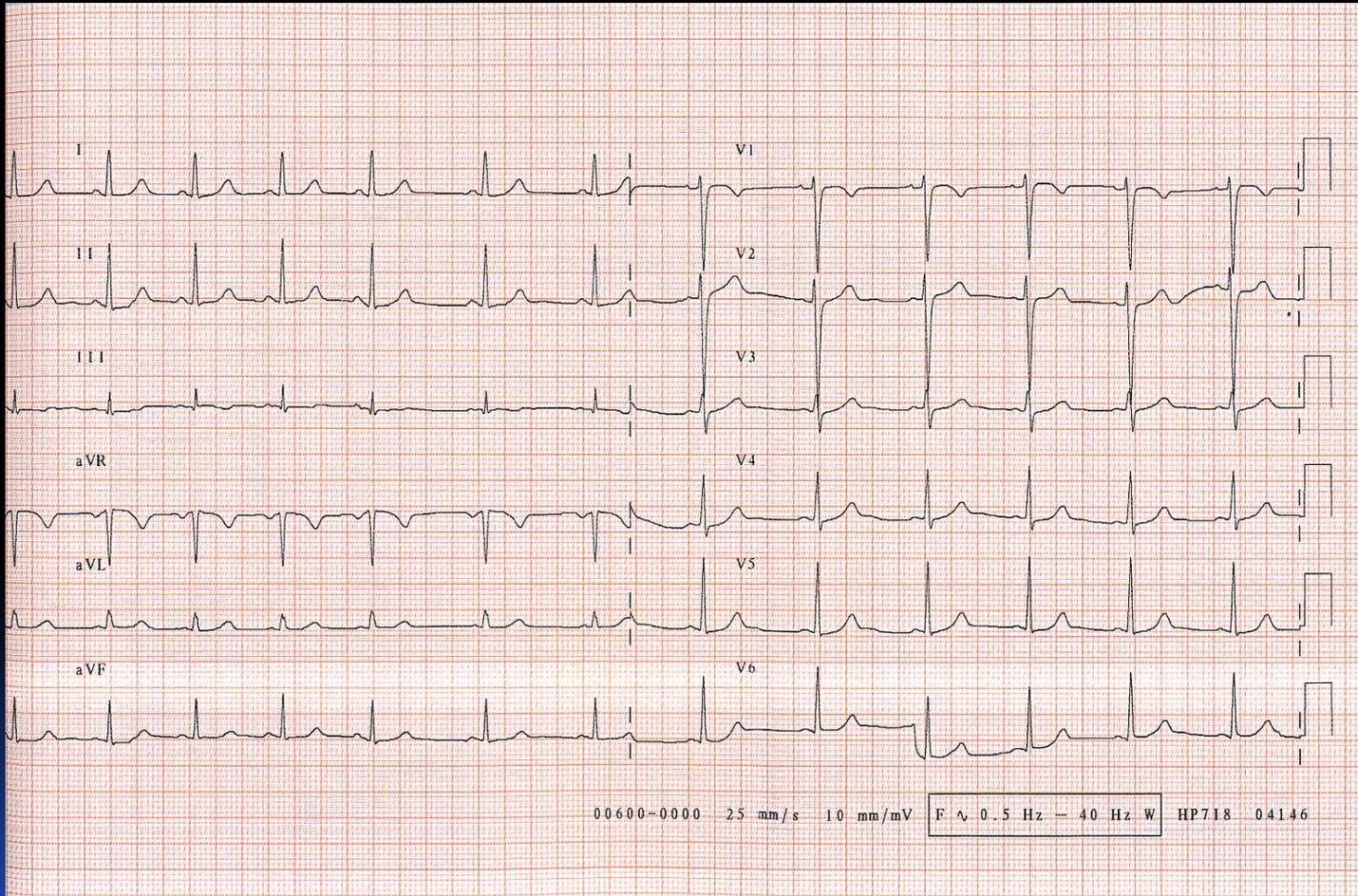
Qual'è la frequenza ventricolare?



Il ritmo dei QRS è regolare o irregolare?

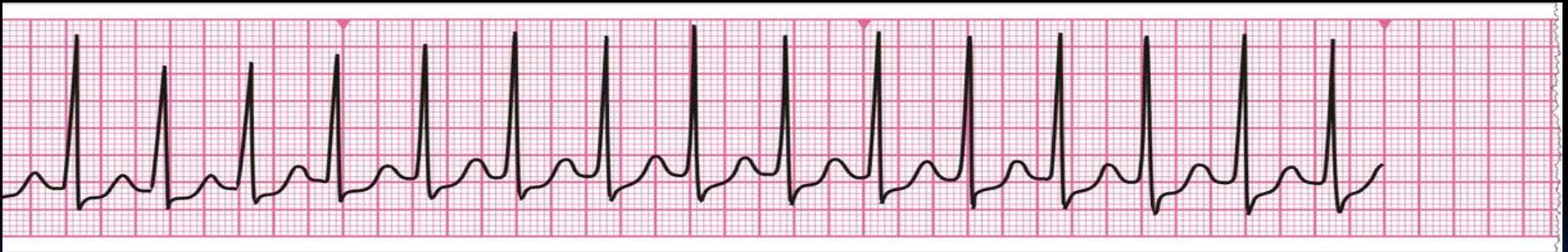


Aritmia sinusale respiratoria

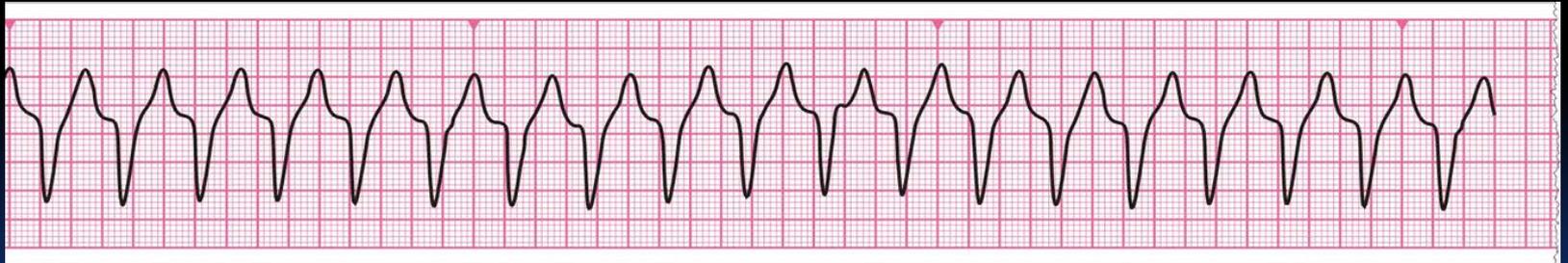


La durata del QRS è normale o prolungata?

QRS normale: < 0.12 s (< 3 piccoli quadratini)



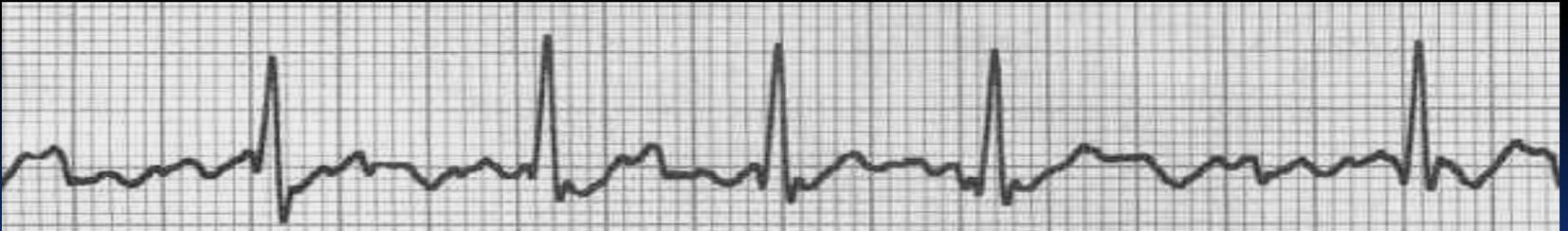
QRS allungato: > 0.12 s (> 3 piccoli quadratini)
(dovuto a: blocchi di branca ventricolari -
extrasistoli/tachicardie ventricolari - tachicardie
sopraventricolari condotte con aberranza)



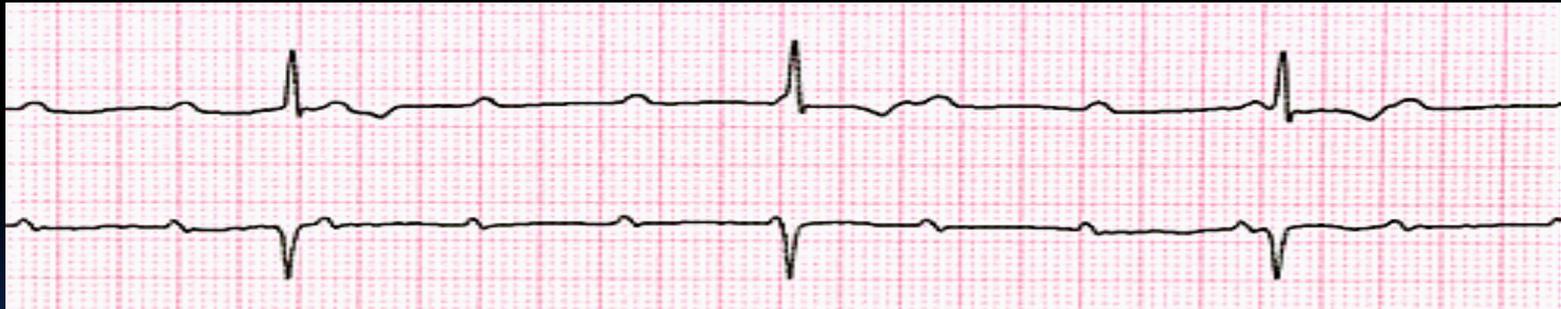
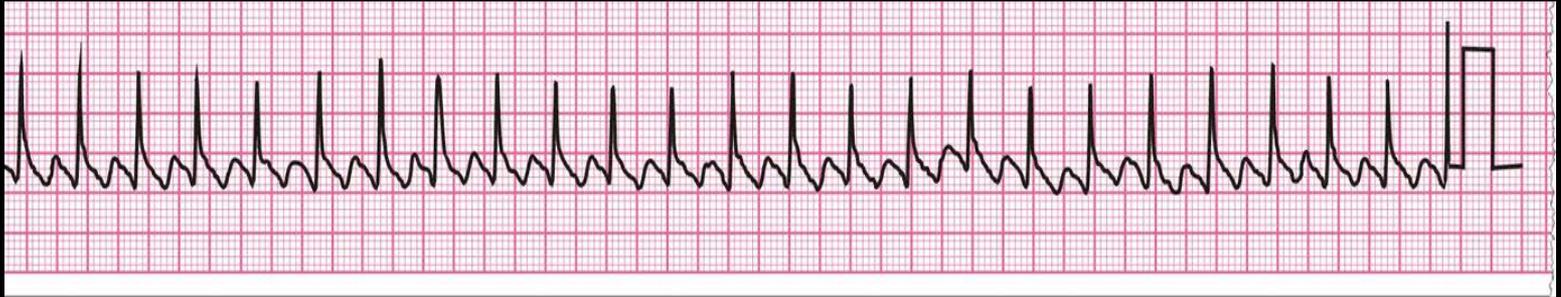
E' presente una attività atriale?

Onde **P** valutabili in **II e V1**.

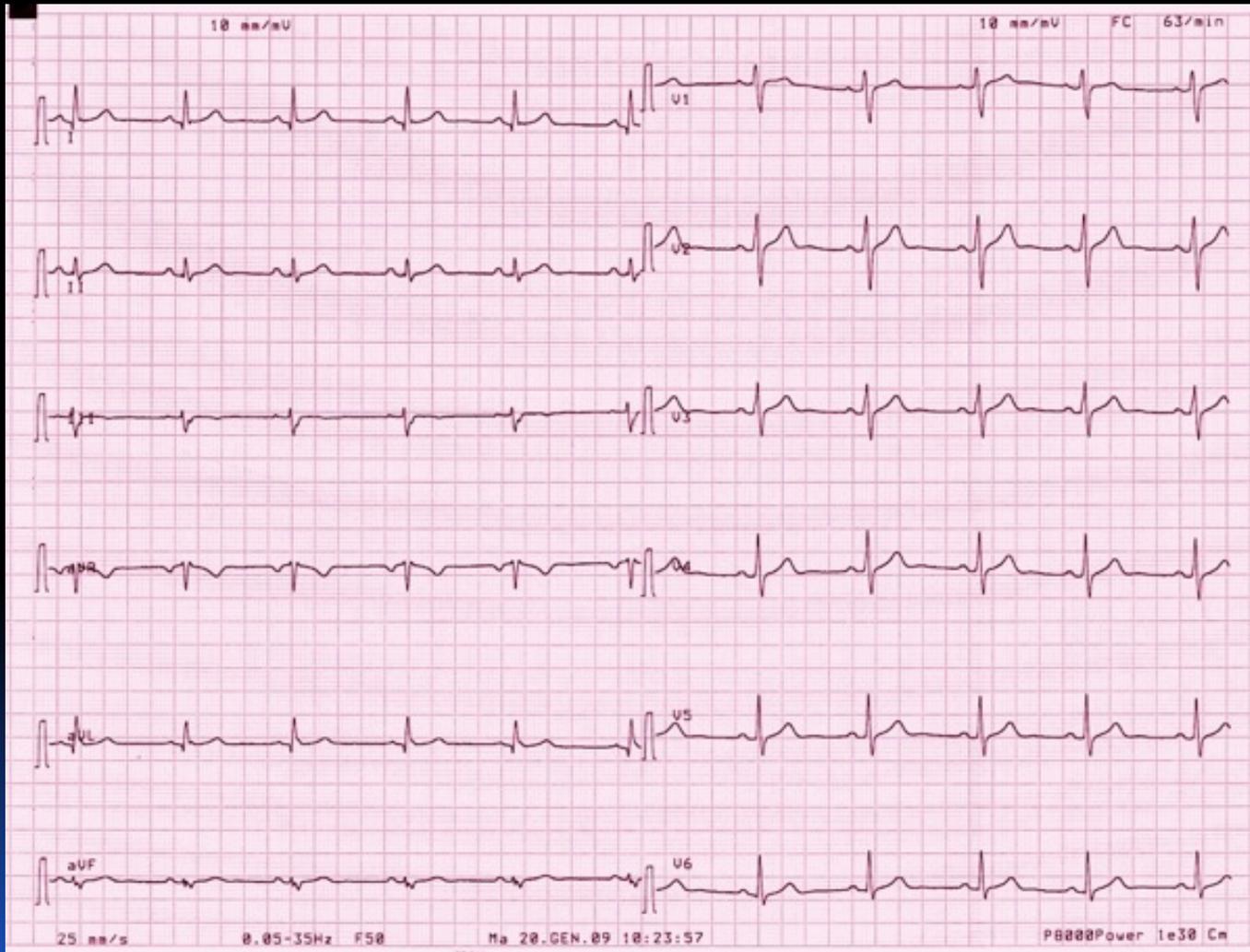
Valutare frequenza, regolarità, morfologia



L'attività atriale si correla a quella ventricolare?



ECG normale



ECG normale

- Attività elettrica presente
- Frequenza cardiaca tra 60 bpm e 100 bpm
- Ritmo regolare del QRS
- Durata del QRS < 120 ms (3 quadrettini piccoli)
- Presenza di attività atriale (onda P presente)
- Onda P positiva in II e negativa in aVR
- Ogni onda P è seguita da un complesso QRS
- Normale progressione del voltaggio delle onde R da V1 a V6

Questa è la normalità ...



E se insorgono problemi?



To be continued ...

