

**CORSO MET RER 2019**  
**Sede di RAVENNA**

**Dr. Nicola Binetti**  
**Dr. Andrea Strada**

## **MODULO 8 ECG & ARITMIE**

*“Sbagliamo di più non vedendo  
che non sapendo”*

William Osler

L'elettrocardiogramma (ECG) è la registrazione su carta (monitor) dell'**attività elettrica del cuore che si verifica nel ciclo** cardiaco

La misurazione dell'attività elettrica si basa su un principio prettamente fisiologico: l'insorgere degli impulsi nel miocardio porta alla generazione di **differenze di potenziale che variano nello spazio e nel tempo e che** possono essere registrate tramite degli elettrodi

L'attività elettrica del cuore può essere descritta da un **dipolo elettrico**. *Gli elettrodi*, misurando una differenza di potenziale sulla superficie corporea, rivelano la proiezione del vettore dipolo sulla propria congiungente.

La congiungente tra i due elettrodi è chiamata **derivazione**

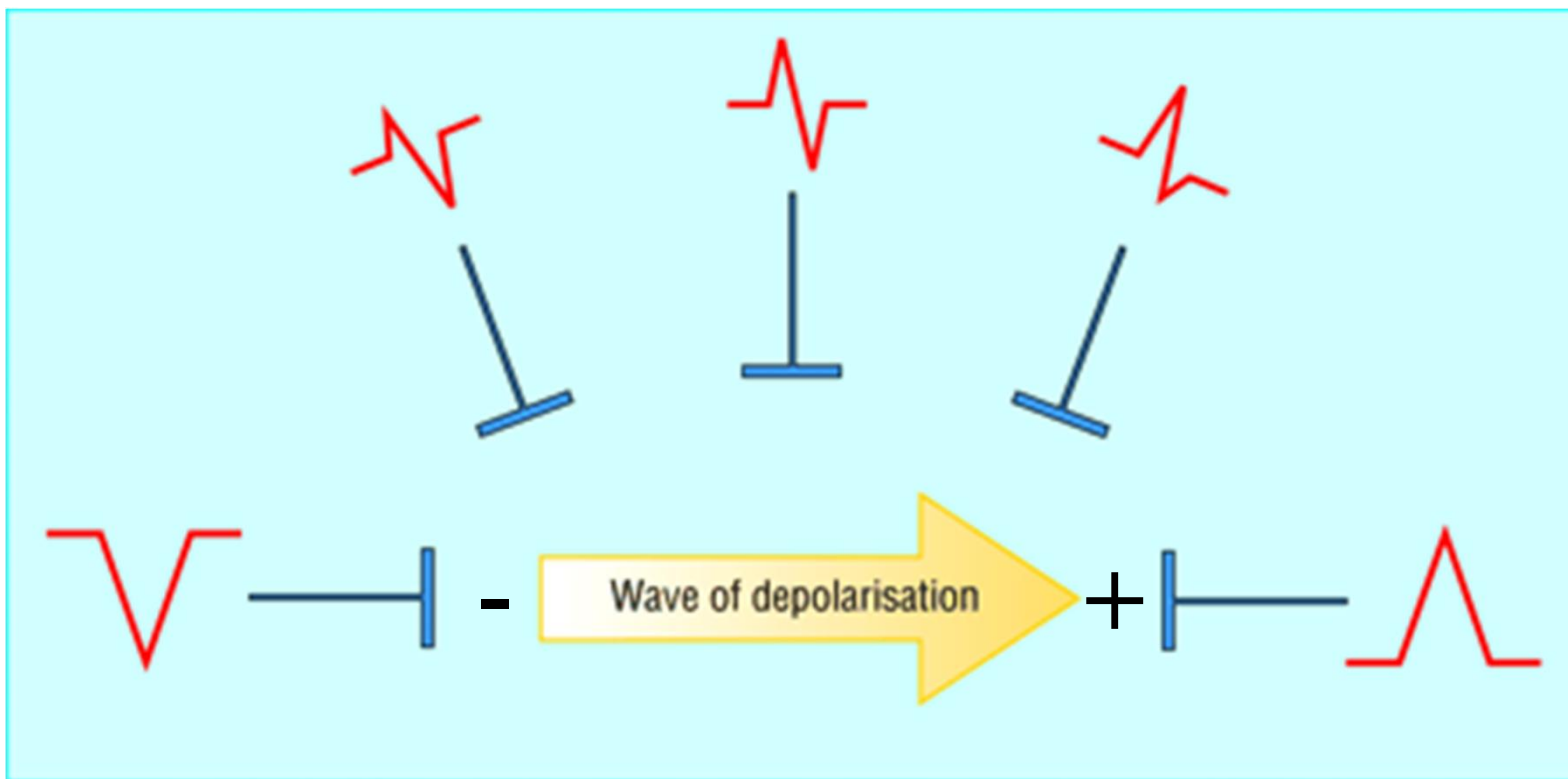
# LE DERIVAZIONI

L'ECG registra i potenziali elettrici prodotti dal cuore mediante ***elettrodi bipolari***.

Questi elettrodi sono variamente orientati nello spazio secondo **assi standardizzati** chiamati ***derivazioni***.

Quando la corrente si muove verso il polo positivo, lungo la stessa direzione dell'asse della derivazione, sull'ecg si osserva una marcata deflessione positiva.

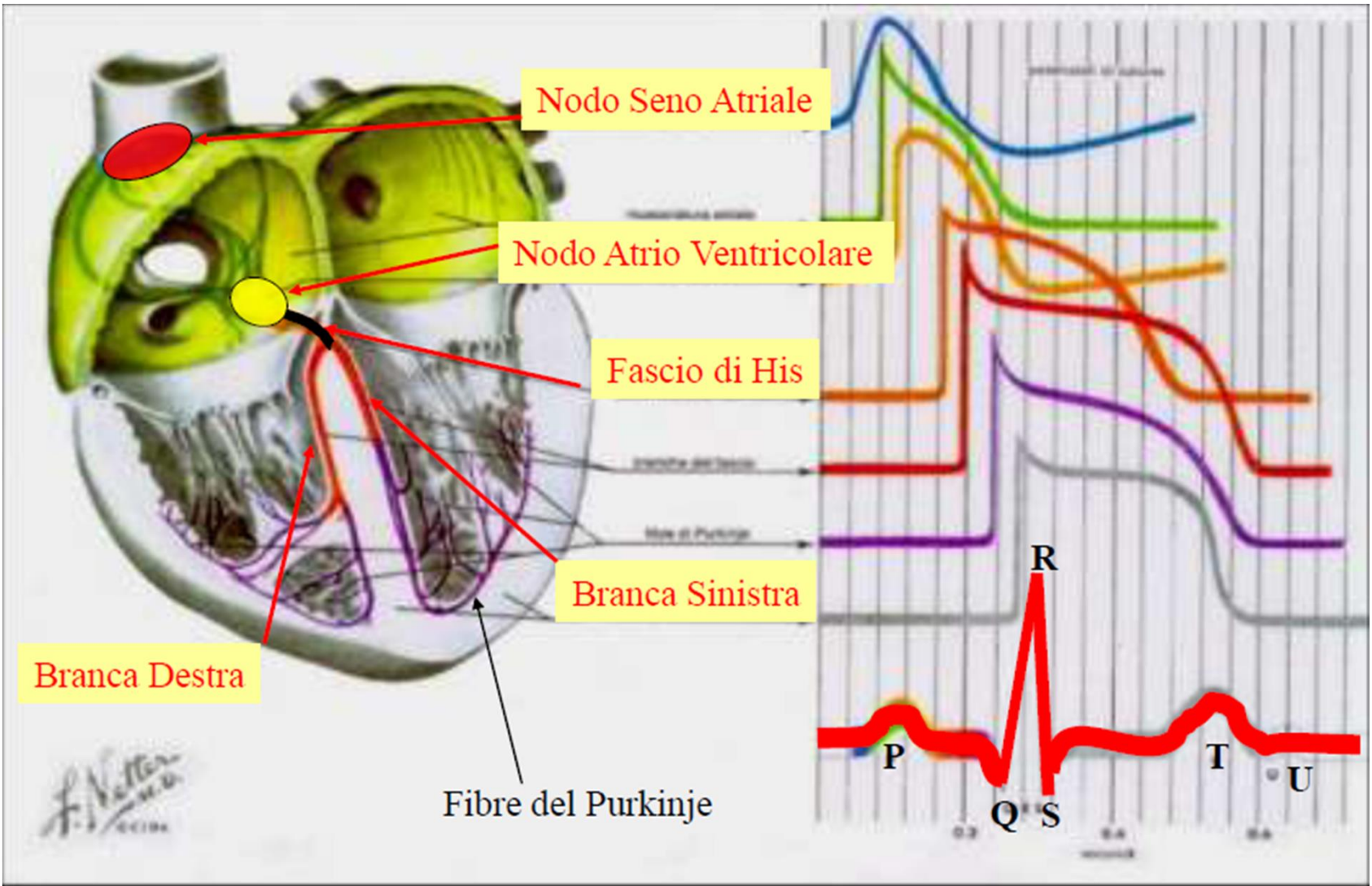
Quando la corrente è diretta verso il polo negativo, avrò deflessioni più o meno negative in relazione alla direzione della corrente rispetto all'asse della derivazione.

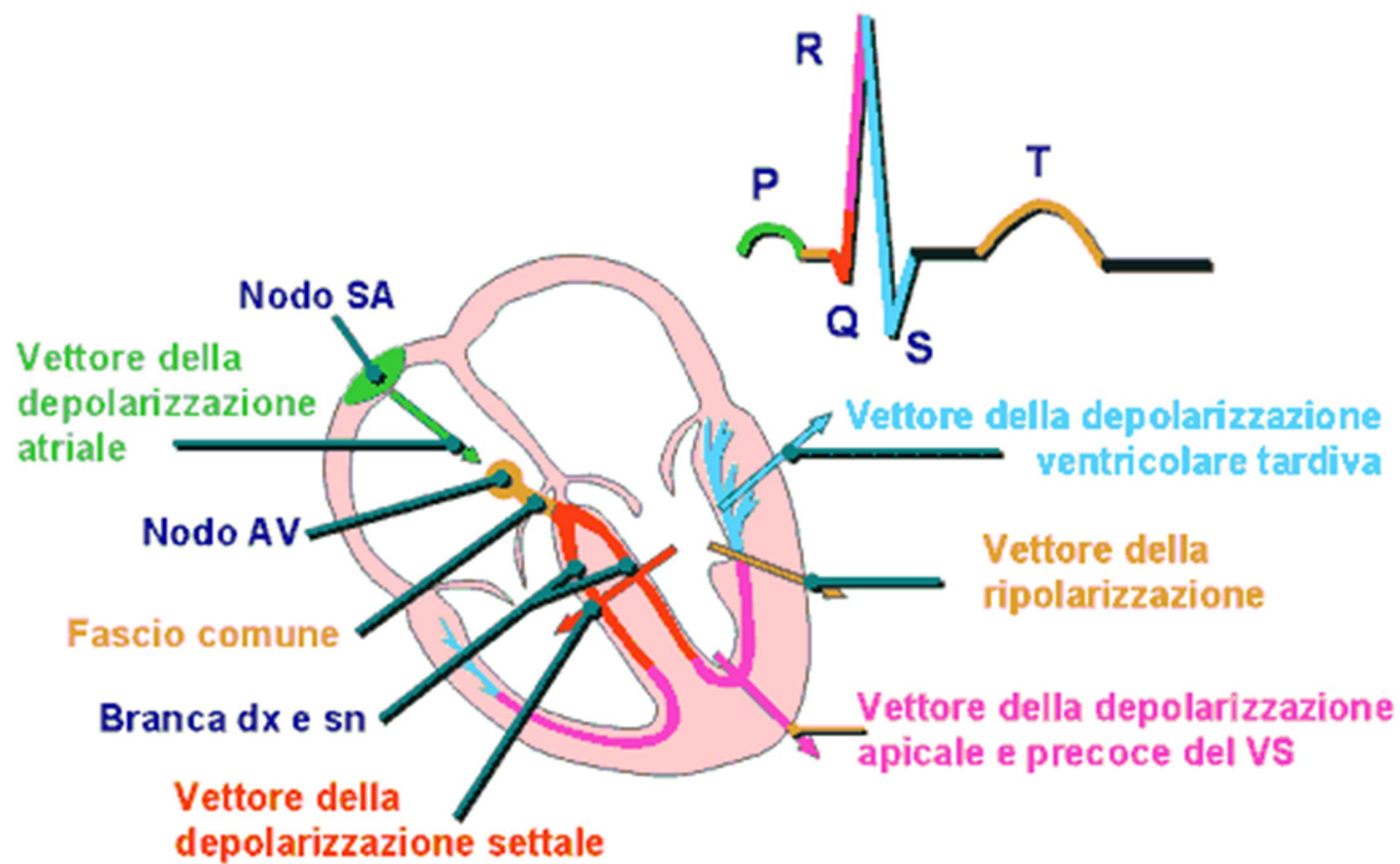


DEFLESSIONI/ONDE  
NEGATIVE

DEFLESSIONI/ONDE  
POSITIVE

*MODALITA' DI REGISTRAZIONE DEL SEGNALE ECG*







# LE DERIVAZIONI STANDARD

12 derivazioni in totale

3 periferiche bipolari: **D1, D2, D3**

3 periferiche unipolari: **aVR, aVL, aVF**

(*augmented Voltage of **R**ight, **L**eft, **F**oot*)

6 precordiali unipolari: **V1, V2, V3, V4, V5, V6**

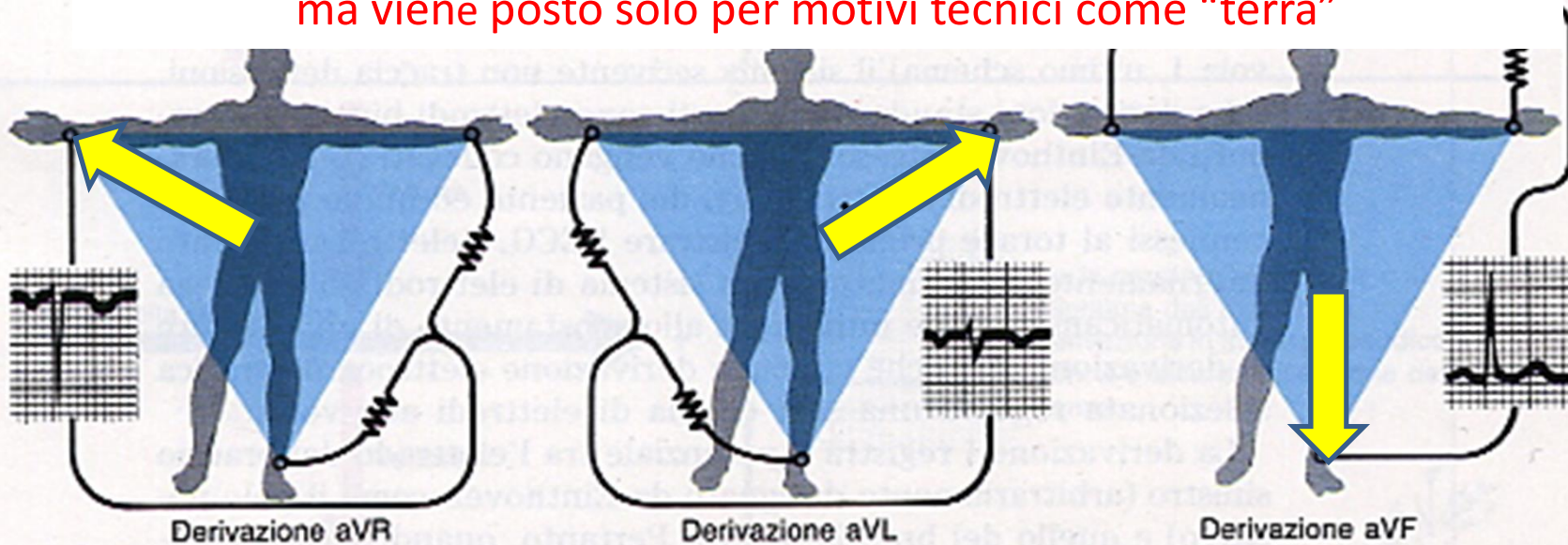


## Derivazioni elettrocardiografiche ed i loro assi

### Derivazione degli arti

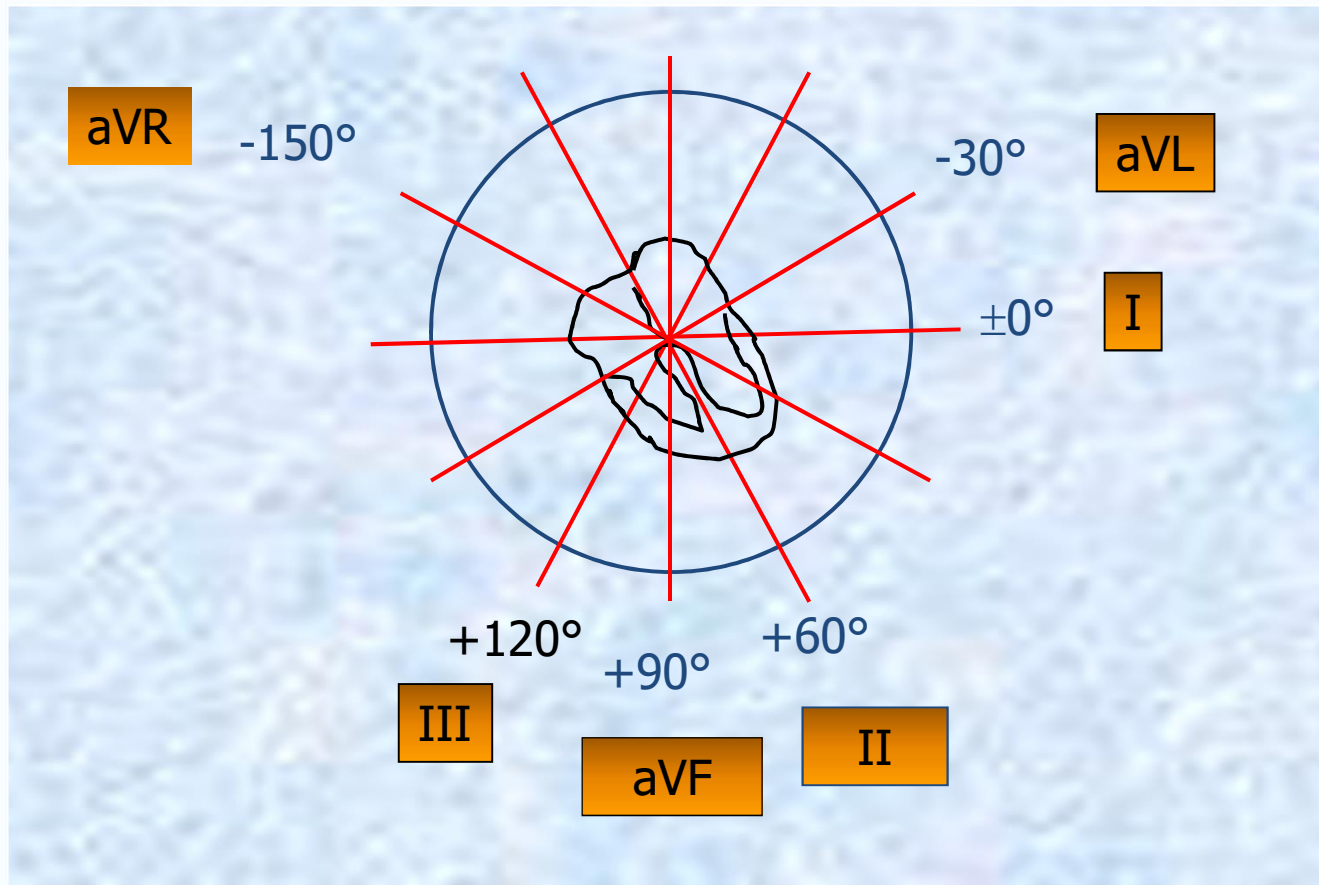


L'elettrodo alla ***gamba destra*** è ***inerte*** (non registra potenziali) ma viene posto solo per motivi tecnici come "terra"



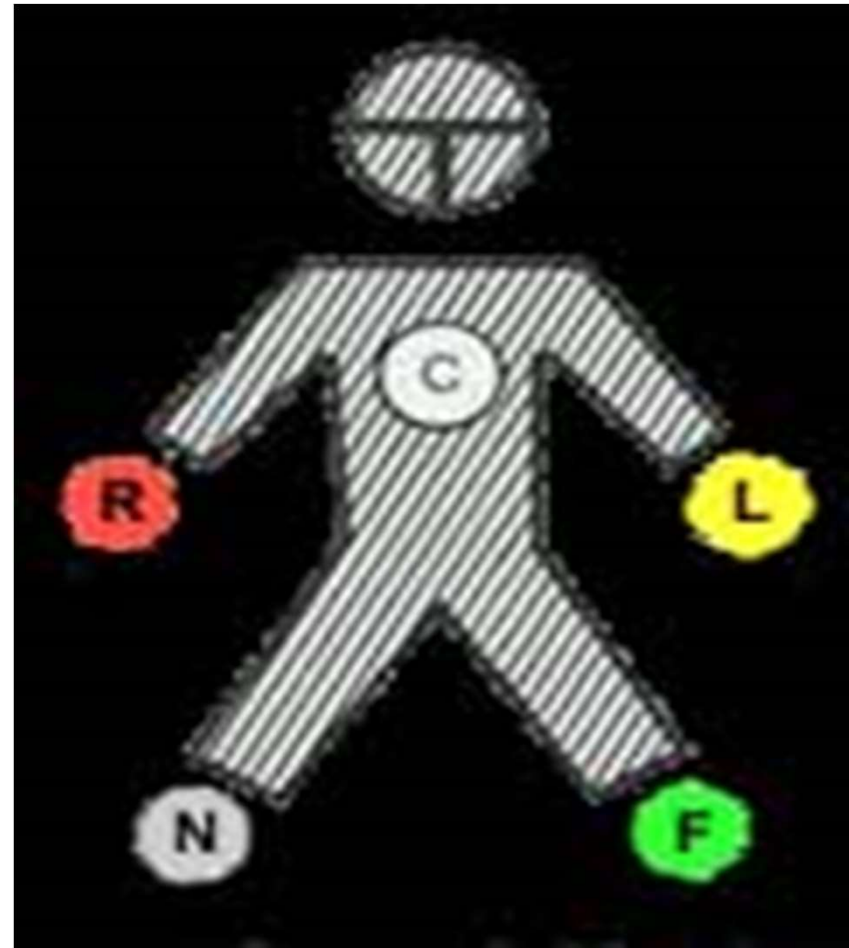
# Derivazioni periferiche

## Sistema esassiale



# Corretto posizionamento degli elettrodi

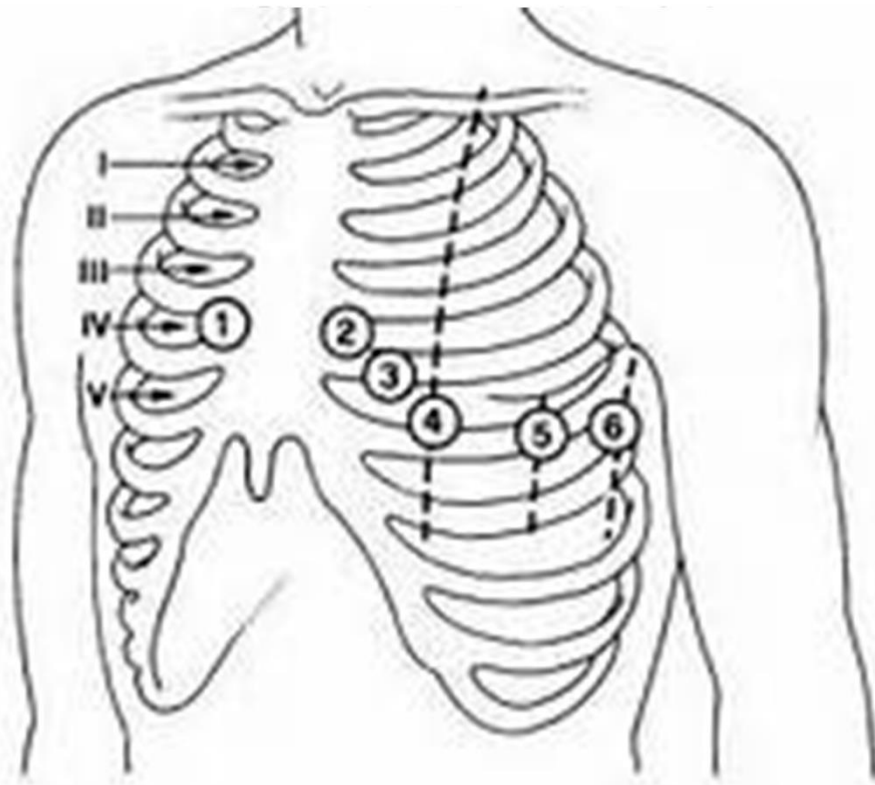
- PERIFERICHE
- ROSSO arto sup. Destro
- NERO arto inf. Destro
- GIALLO arto sup. Sinistro
- VERDE arto inf. Sinistro



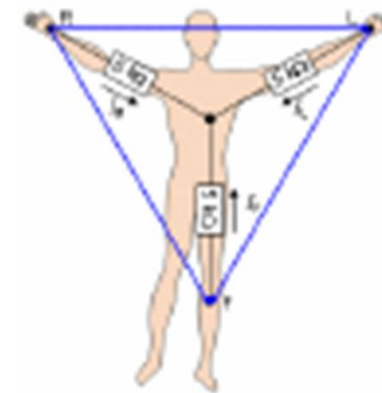
# Derivazioni unipolari precordiali

Elettrodi precordiali V1-V6

Questi potenziali misurano proiezione sul piano perpendicolare



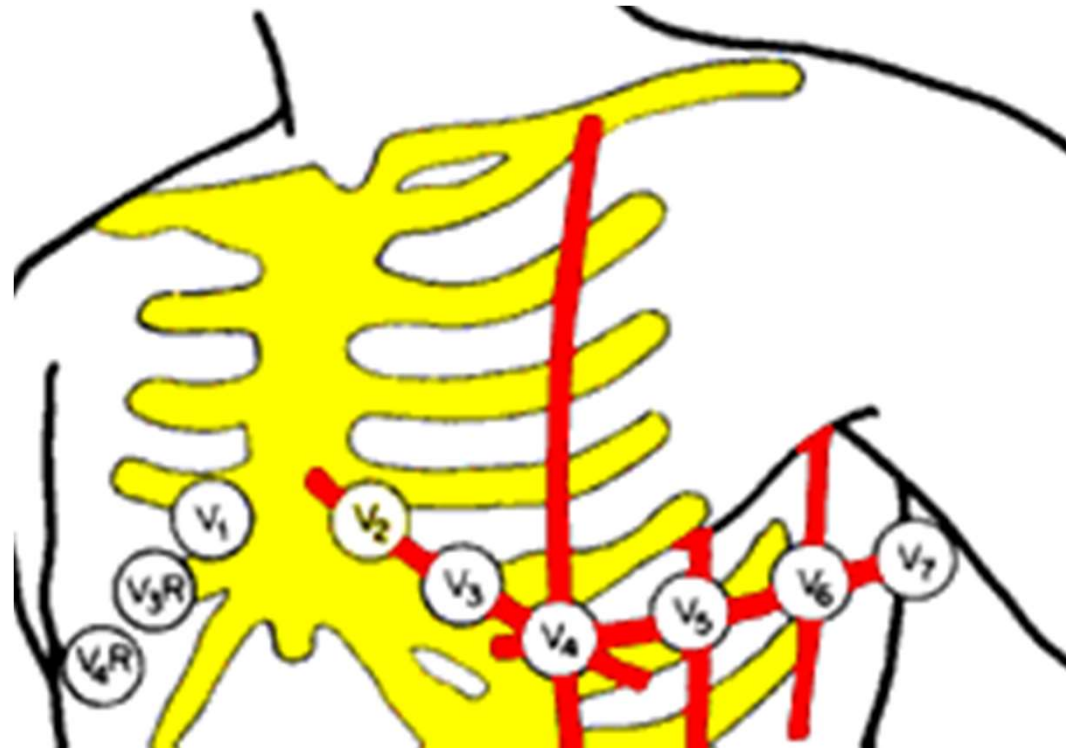
Essi misurano la differenza di potenziale tra l'elettrodo precordiale e il **terminale centrale di Wilson** dato dalla media dei potenziali posti alle estremità degli arti



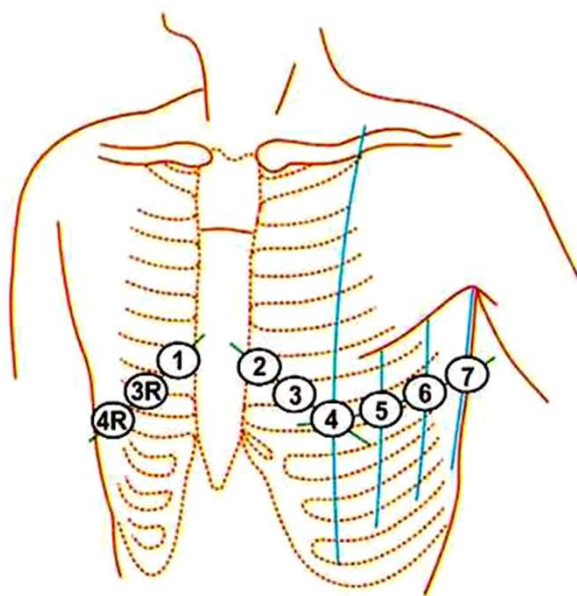
# Corretto posizionamento degli elettrodi

- PRECORDIALI

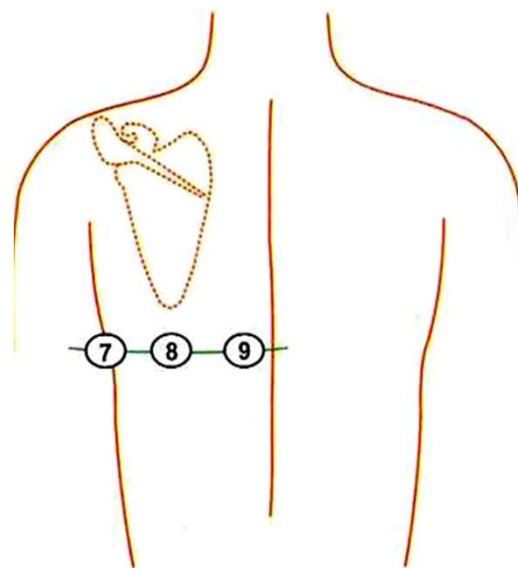
- **V1** - 4° spazio intercostale marginosternale destro
- **V2** - 4° spazio intercostale marginosternale sinistro
- **V3** - intermedio tra V2 e V4
- **V4** - 5° spazio intercostale emiclaveare sinistro
- **V5** - 5° spazio intercostale ascellare anteriore sn
- **V6** - 5° spazio intercostale ascellare medio sn



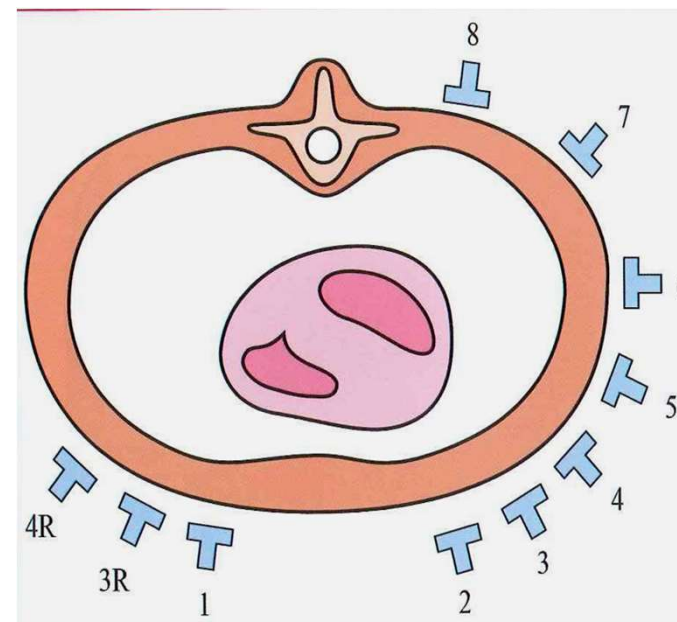
# Derivazioni unipolari precordiali



$V_3R = V3$  "right"  
 $V_4R = V4$  "right"



$V_7 = 5$  SI ascellare posteriore  
 $V_8 = 5$  SI angolare scapola  
 $V_9 = 5$  SI paravertebrale

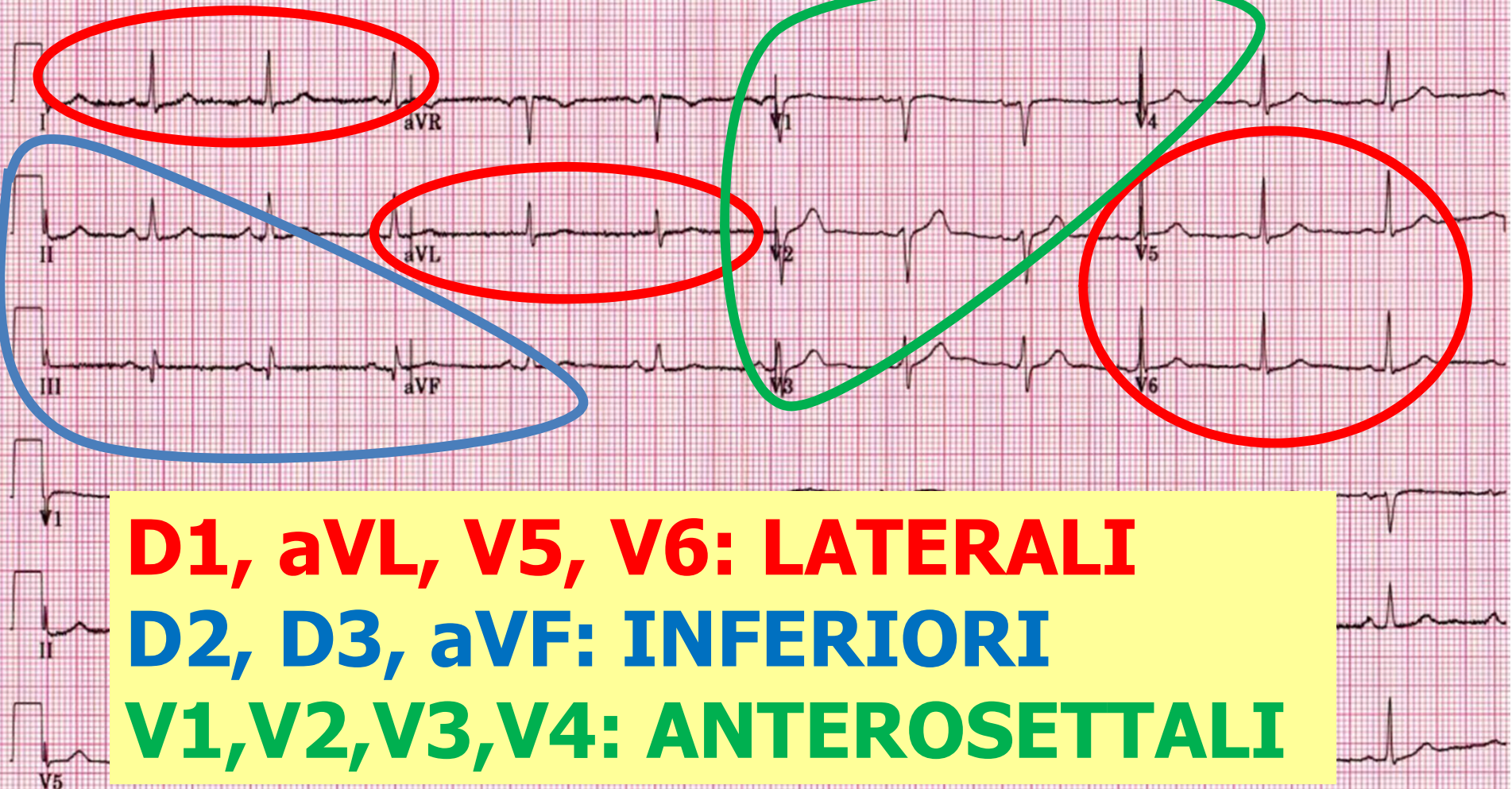


Precordiali destre e sinistre  
(piano orizzontale)

3-Set-1967  
MaschileFrequenza 71 bpm  
Intervallo PR 144 ms  
Durata QRS 100 ms  
QT/QTc 396/430 ms  
Assi P-R-T 56 40 49Ritmo sinusale  
ECG normale

Indicazioni:

Non confermato





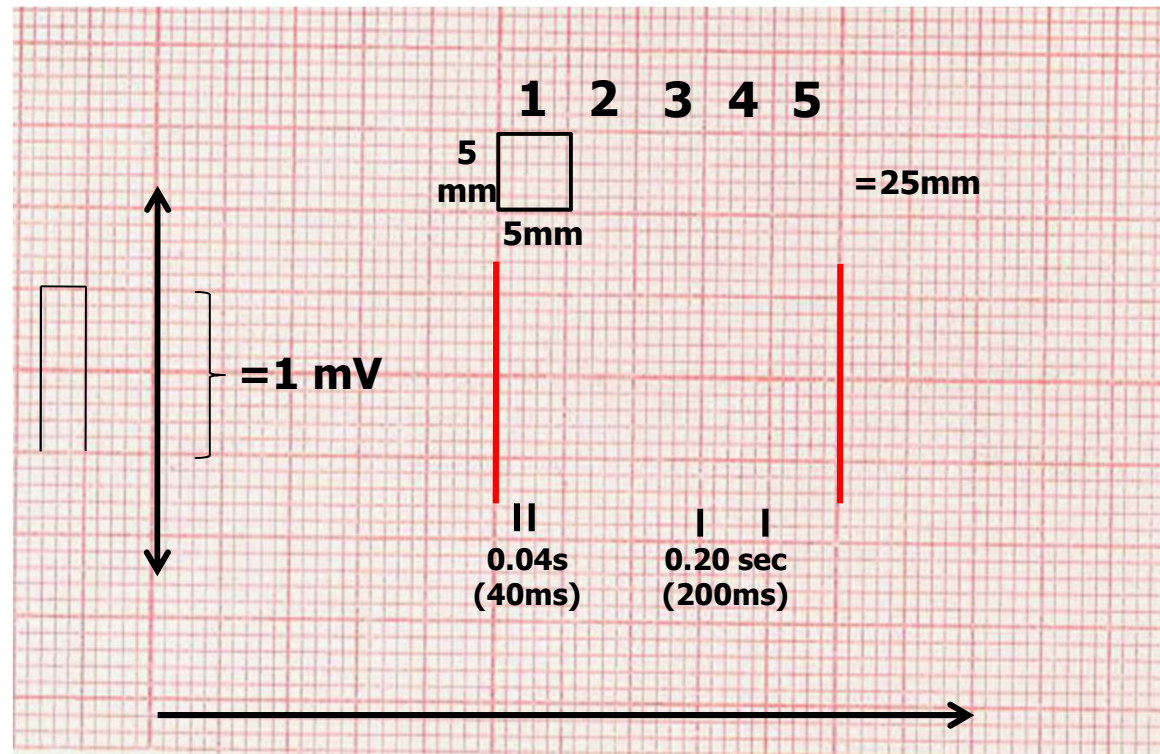
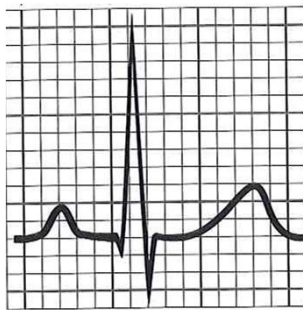
***Conoscere  
il proprio  
elettrocardiografo***

***RICORDARE SEMPRE  
Nome e cognome  
Data  
Ora (ora legale)  
Posizione elettrodi  
Taratura voltaggi  
Velocità della carta***



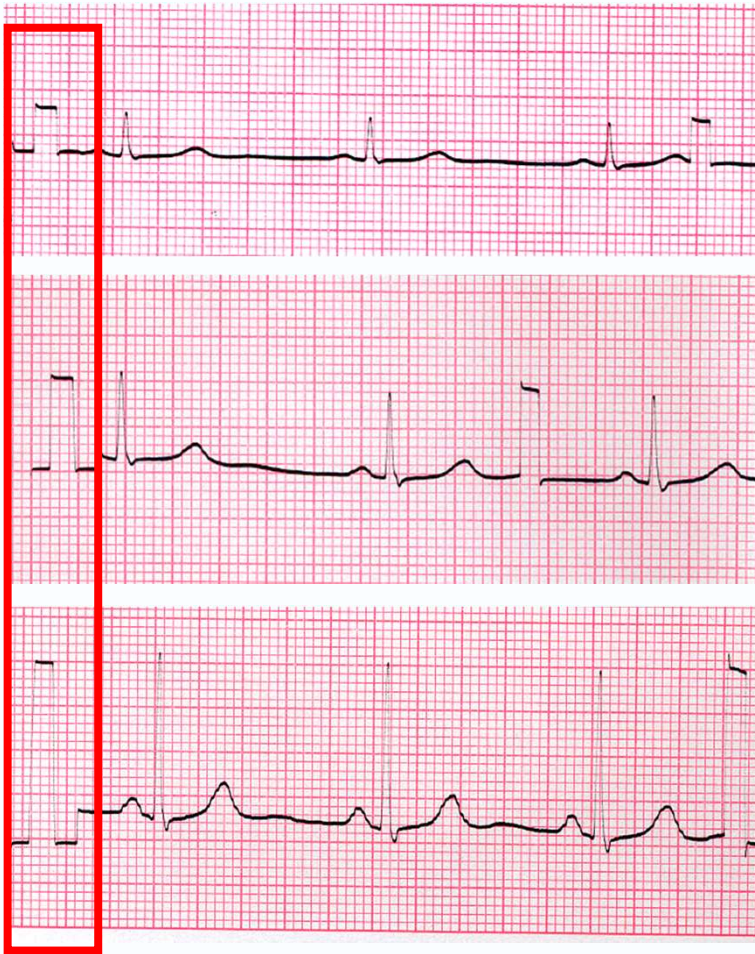
# Taratura dell'ECG

Voltaggio delle deflessioni  
10mm=1mV



Velocità di scorrimento della carta (25 mm/sec)

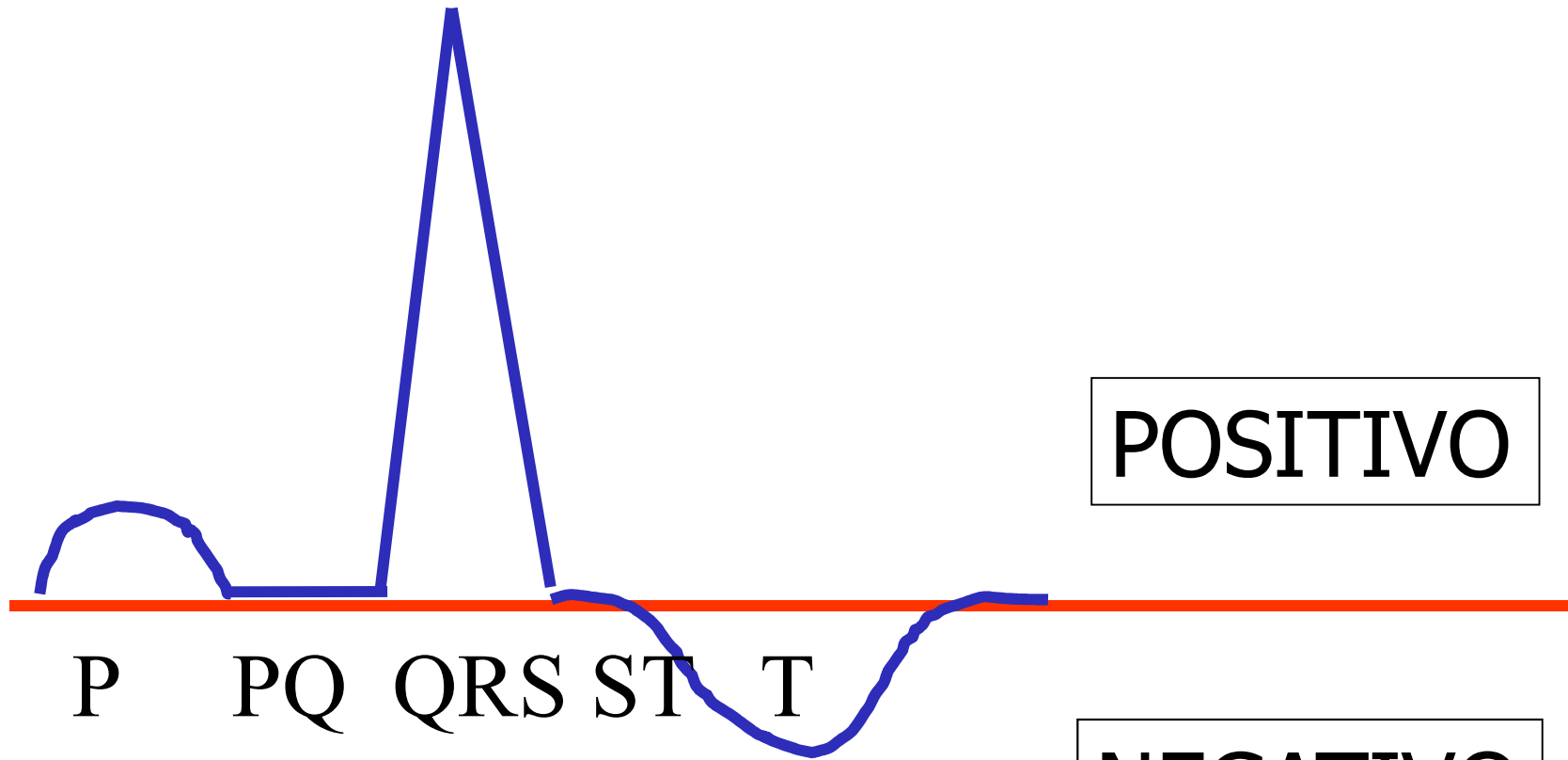
# La taratura: i voltaggi



1mV/5 mm  
(taratura dimezzata)  
Es: IVS

**1mV/10mm**  
**(taratura intera o normale)**

1mV/20mm  
(taratura doppia)  
Es: aritmia atriale...



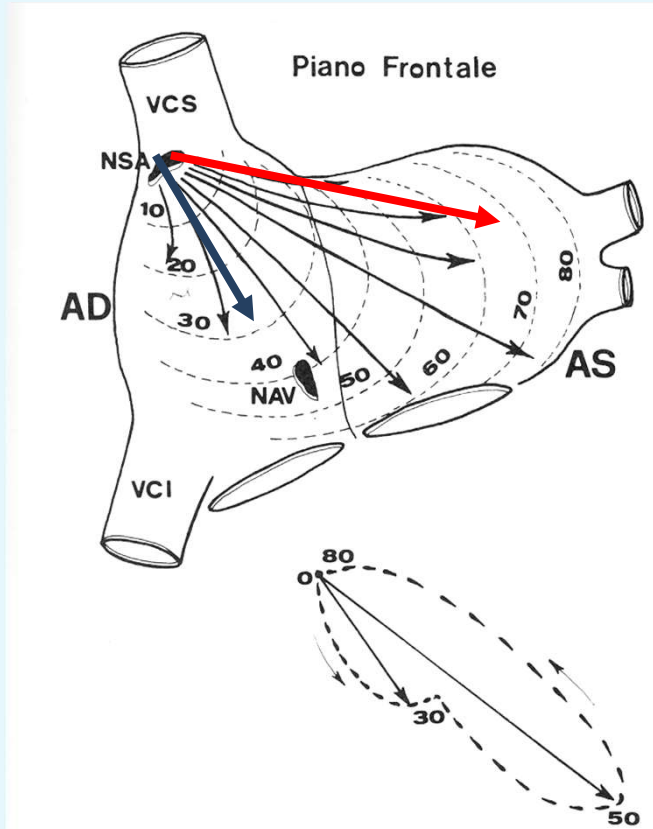
POSITIVO

NEGATIVO

P PQ QRS ST T

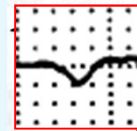
*PARLIAMO DI ONDE...*

# Attivazione atriale normale. *Piano frontale*

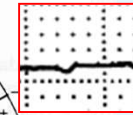


$\hat{A}P$ : tra  $0^\circ$  e  $+90^\circ$

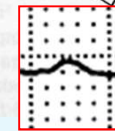
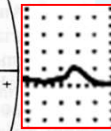
aVR



aVL



D<sub>1</sub>



D<sub>3</sub>



aVF



D<sub>2</sub>

P positiva in tutte le periferiche eccetto in aVR (negativa) e in aVL (isodifasica)

# RITMO SINUSALE se...

- Onde P presenti
- Onde P positive in D2 (inferiore)
- Onde P monomorfe
- Onde P equidistanti
- $P : QRS = 1 : 1$

# Intervallo P - Q



Tempo necessario perché l'impulso si propaghi dal nodo SA ai ventricoli

Normale : 0.12 - 0.20 sec

Si riduce se aumenta Freq.cardiaca (se bradicardia sinusale fino a 0.21sec)

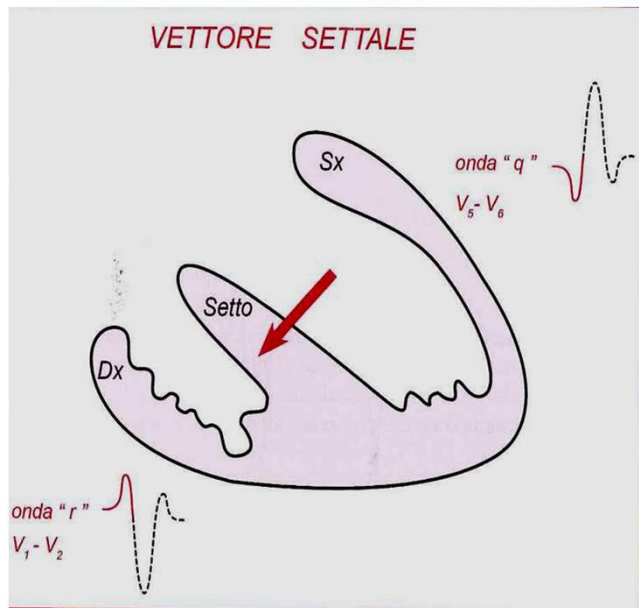
Aumenta con l'età

**PQ > 0,20 Blocco AV**

**PQ < 0.12 sec: presenza di via accessoria - ritmo atriale ectopico**

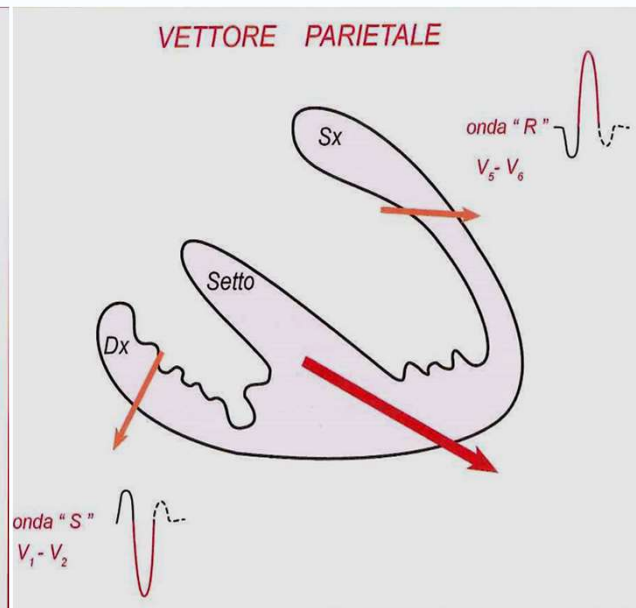
# Attivazione ventricolare: 3 vettori

## Vettore settale



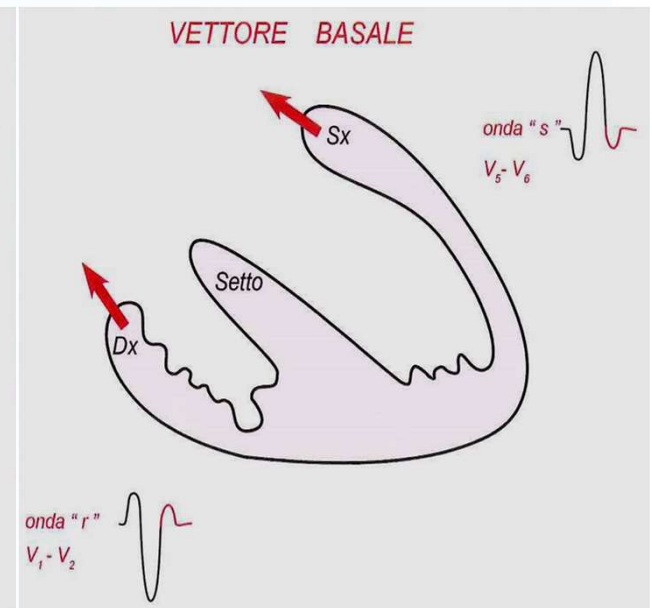
In basso, avanti e a dx (parete libera del VD). Forza elettrica piccola.

## Vettore parietale



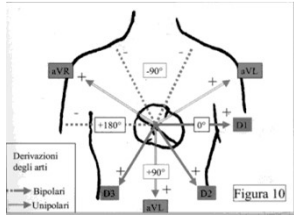
Parte media della parete libera. In basso, sinistra e posteriore. Forza 10-15volte >v. settale

## Vettore basale

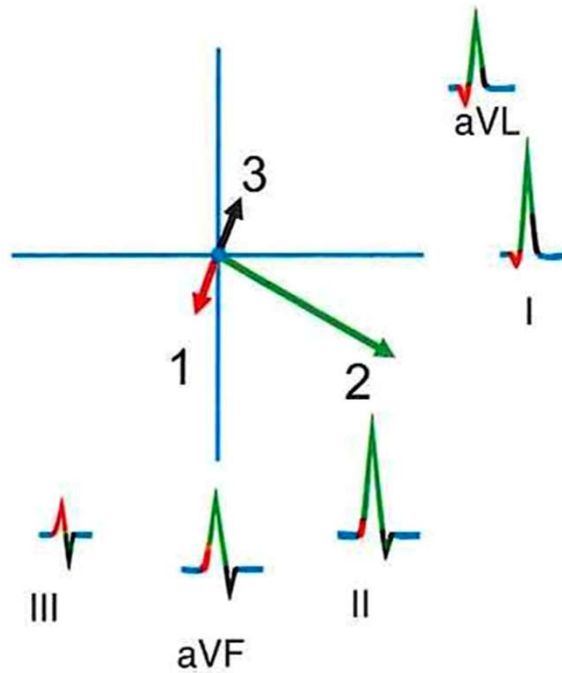


In alto/basso, a destra/sx e posteriore. Forza elettrica = vettore settale.

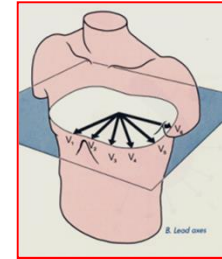
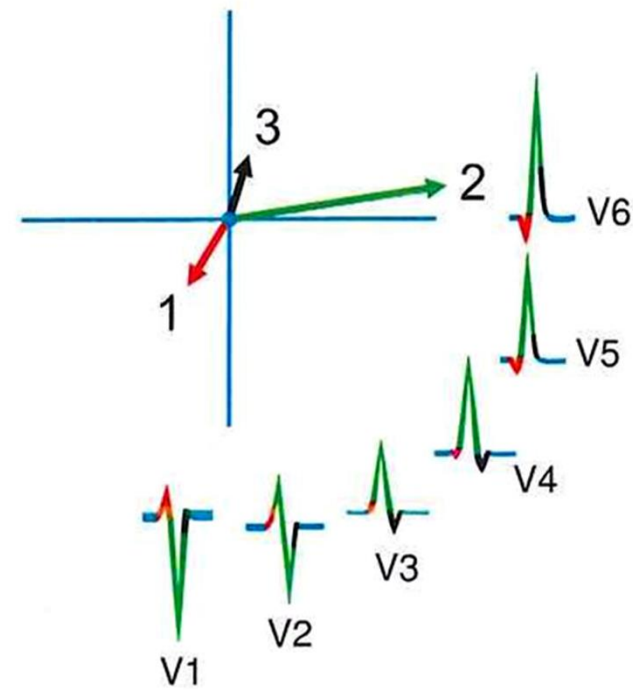
# Attivazione ventricolare normale



## Piano Frontale

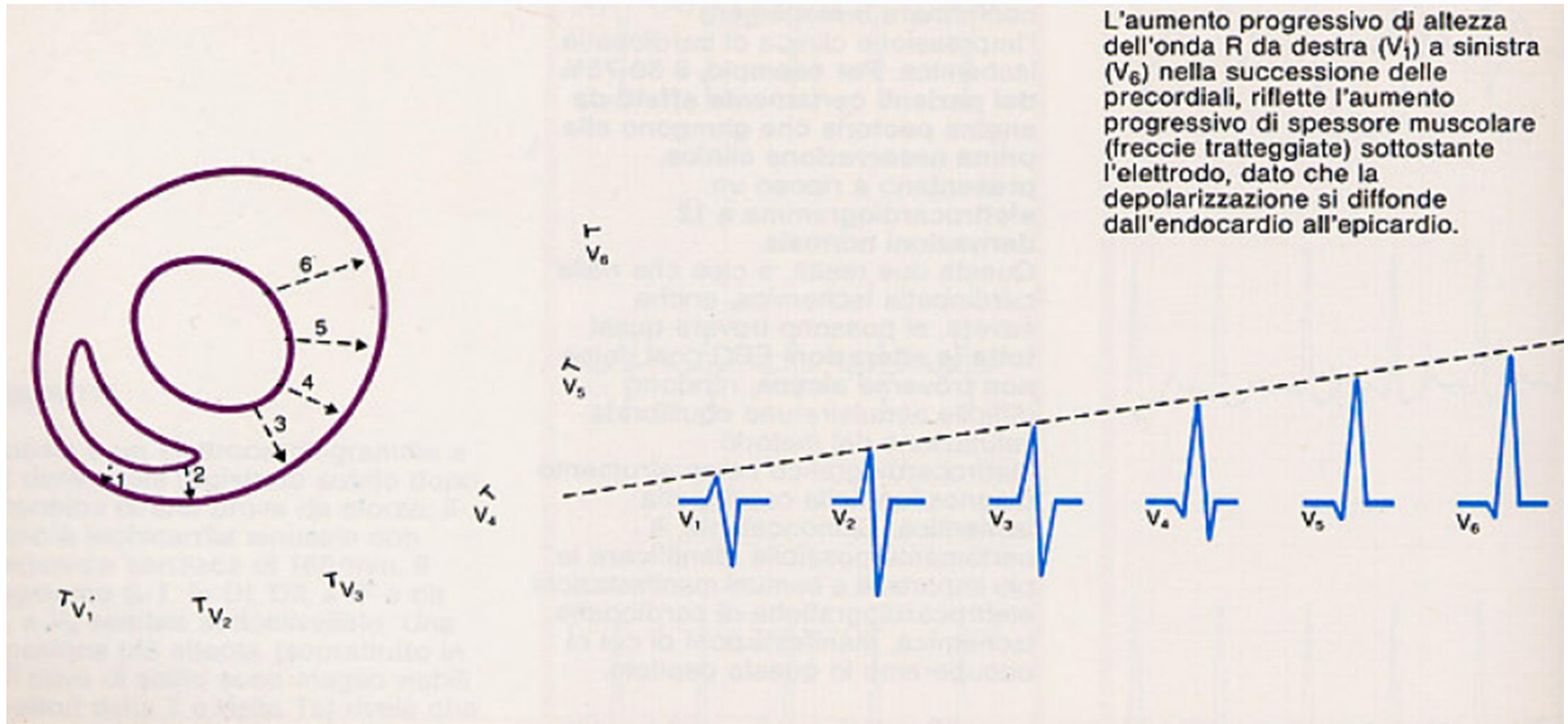


## Piano Orizzontale





# ECG normale: il QRS nelle precordiali

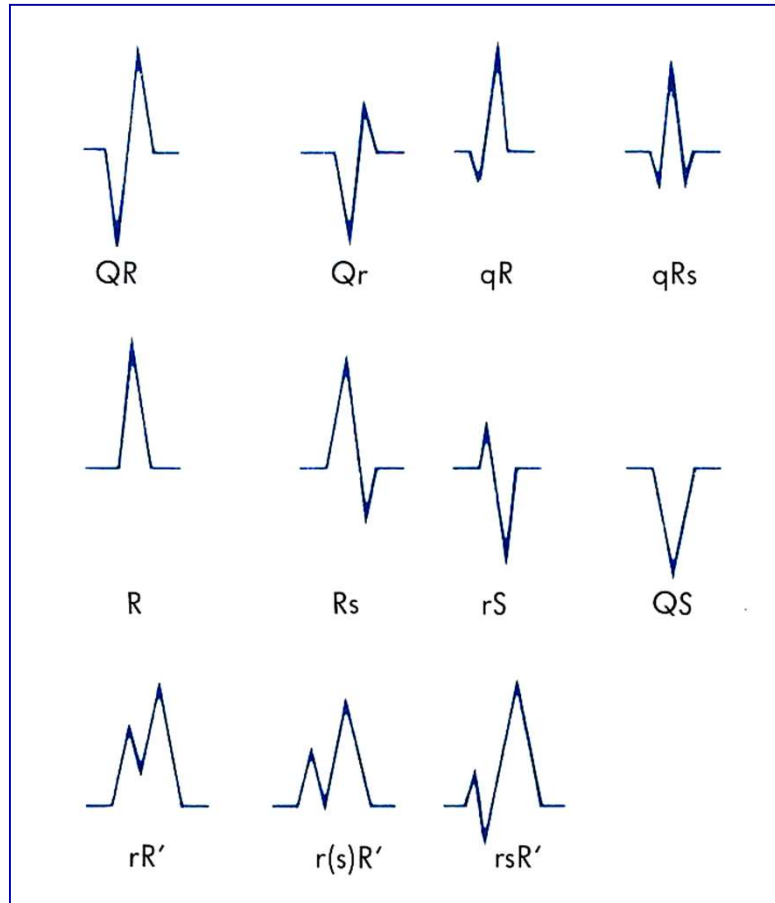


# QRS : forme e lettere...

✓ La prima deflessione negativa che si incontra dopo la linea isoelettrica è sempre una Q

✓ La prima deflessione positiva che si incontra dopo la linea isoelettrica è sempre una R

✓ Se onda > 5 mm si scrive maiuscola, se < 5 mm si scrive minuscola



# Occhio al respiro



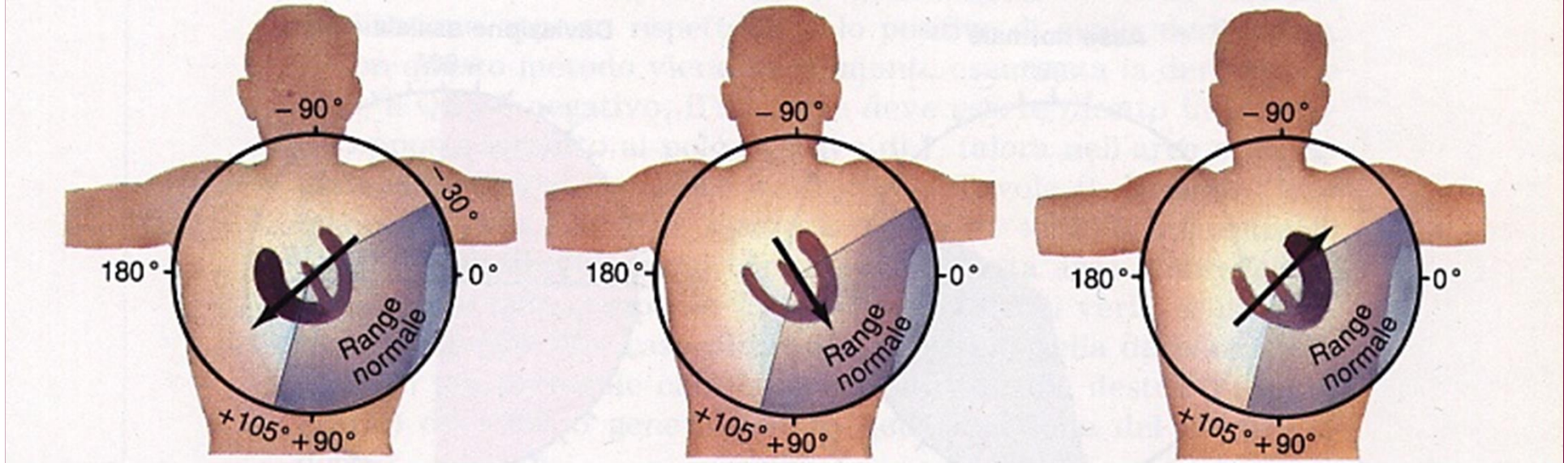
# ASSE CARDIACO (asse QRS)

Attivando le varie parti del muscolo cardiaco la corrente elettrica segue una direzione che viene detta ***asse elettrico***.

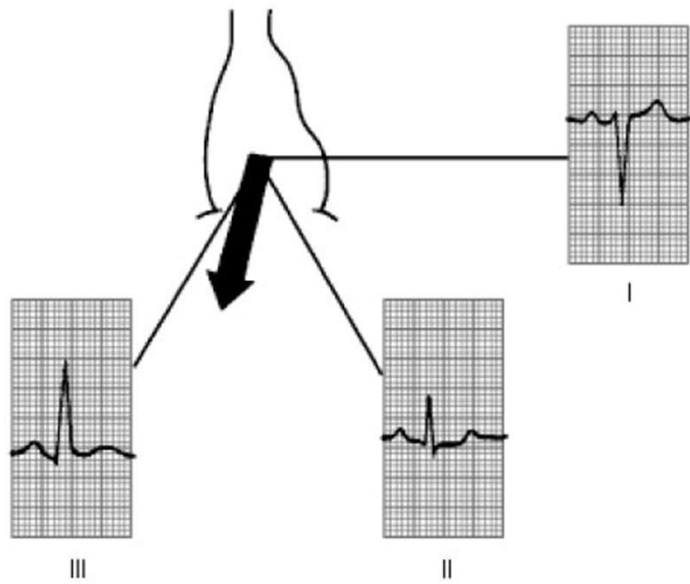
Esiste un asse elettrico dell'onda P, uno del complesso QRS ed uno della onda T.

A seconda che l'asse venga determinato avvalendosi delle derivazioni periferiche o di quelle precordiali, si parlerà rispettivamente di asse elettrico sul **piano frontale** o su quello **orizzontale**.

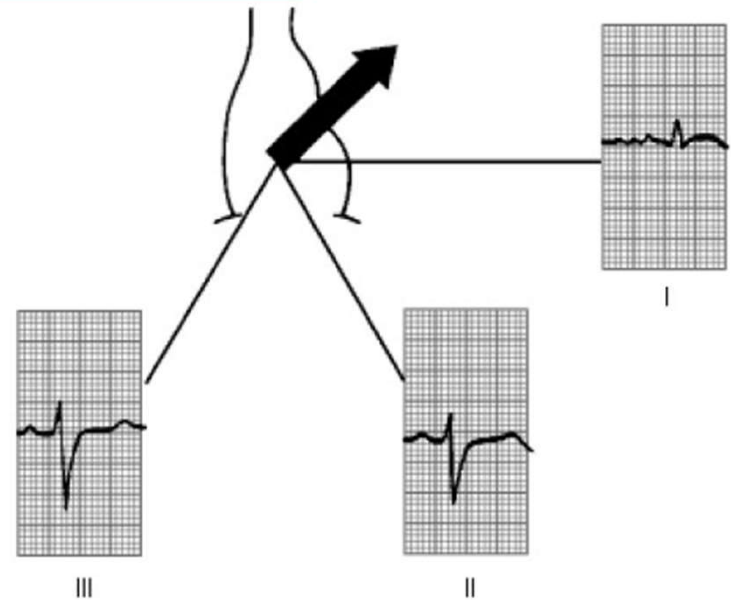
## Asse elettrico del cuore



### DEVIAZIONE ASSIALE DESTRA

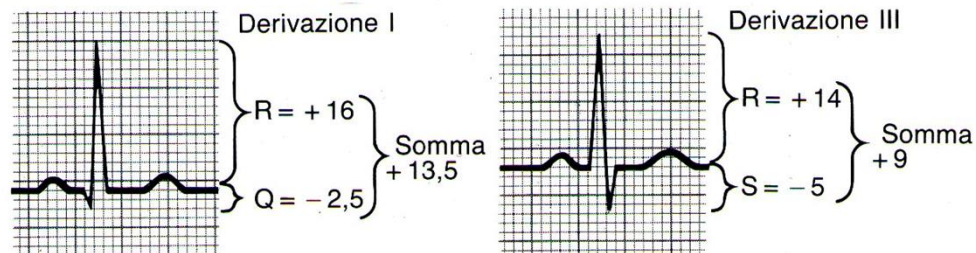


### DEVIAZIONE ASSIALE SINISTRA

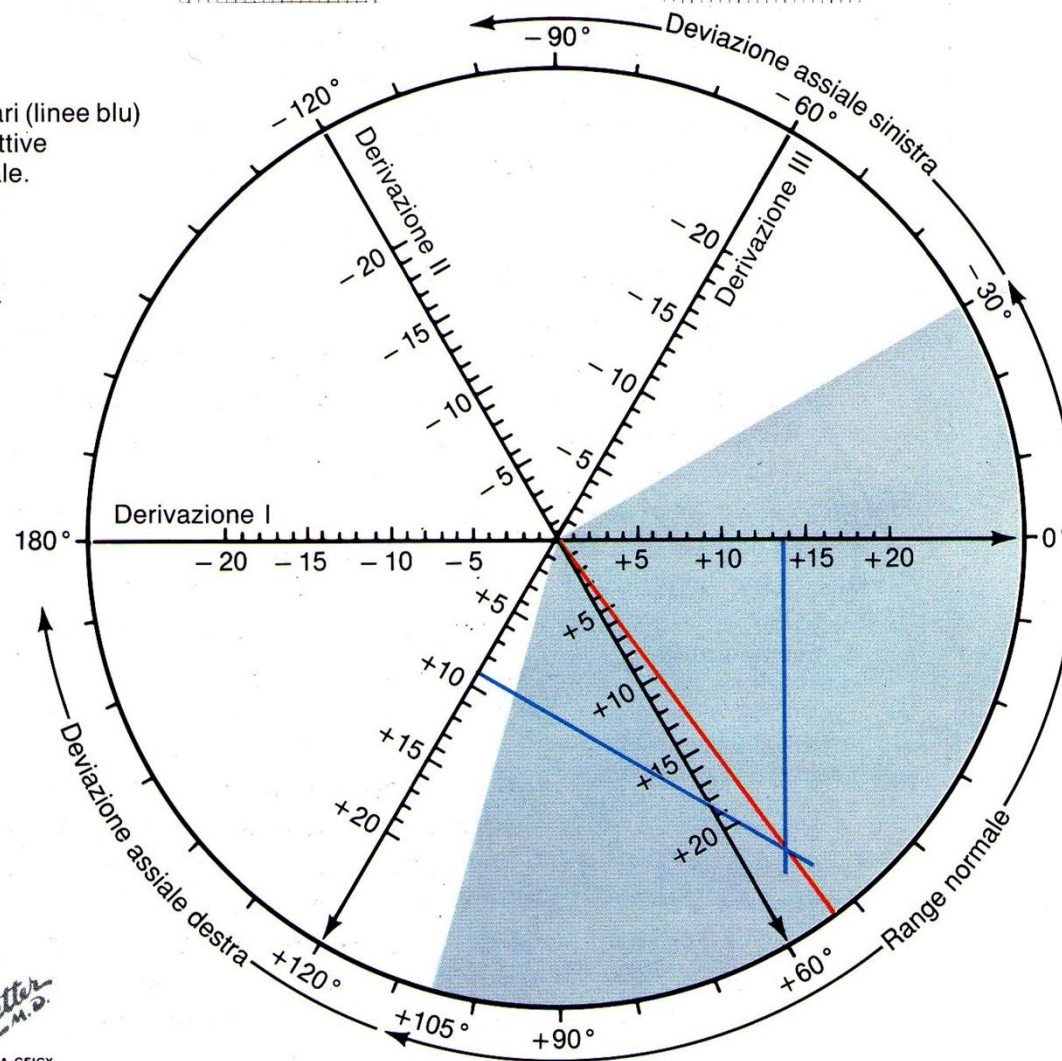


### Metodo di riferimento triassiale (vettoriale) per la determinazione dell'asse

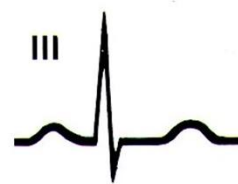
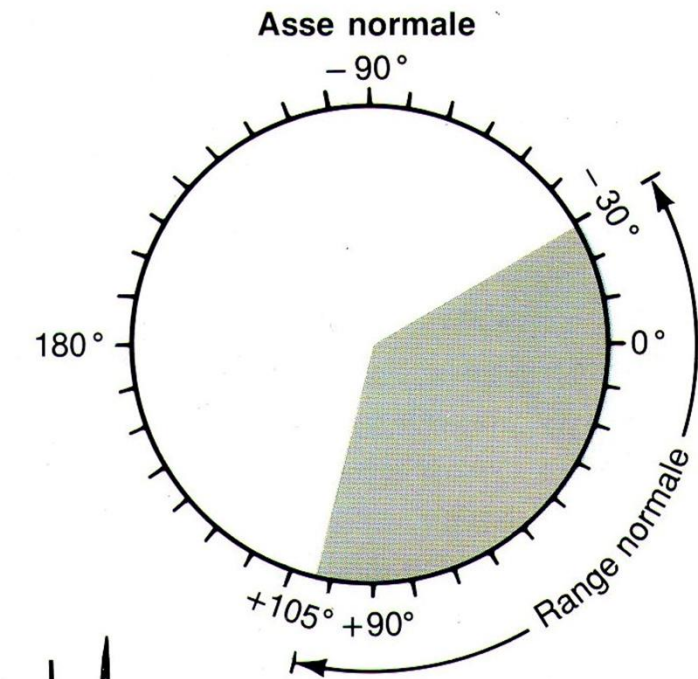
Si determina la somma di QRS in mm nella derivazione I e nella derivazione III (o nelle derivazioni I e II) e si riporta il valore ottenuto sul diagramma sottoriportato



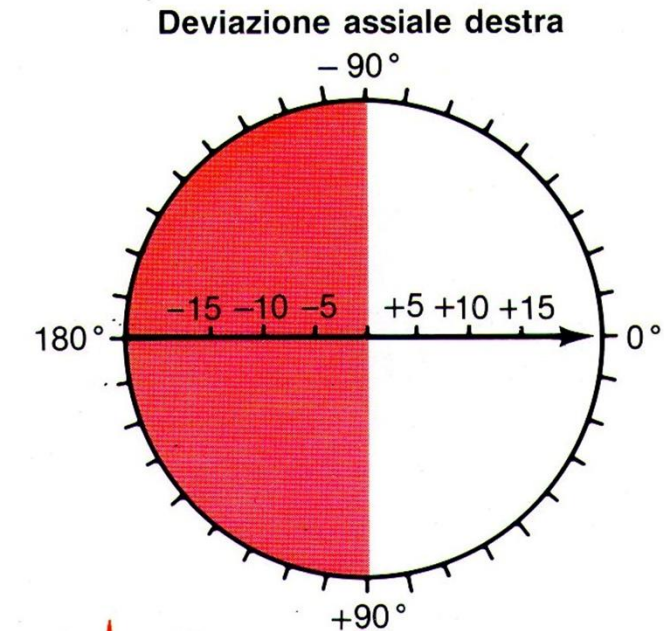
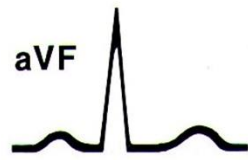
Si tracciano le perpendicolari (linee blu) ai punti segnati sulle rispettive linee di riferimento vettoriale. La linea rossa che va dal centro del diagramma al punto d'intersezione delle perpendicolari rappresenta l'asse elettrico (in questo caso circa  $+53^\circ$  che è compreso nel range normale)



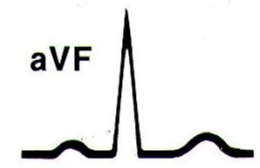
## Metodo pratico (approssimativo) per la determinazione dell'asse elettrico



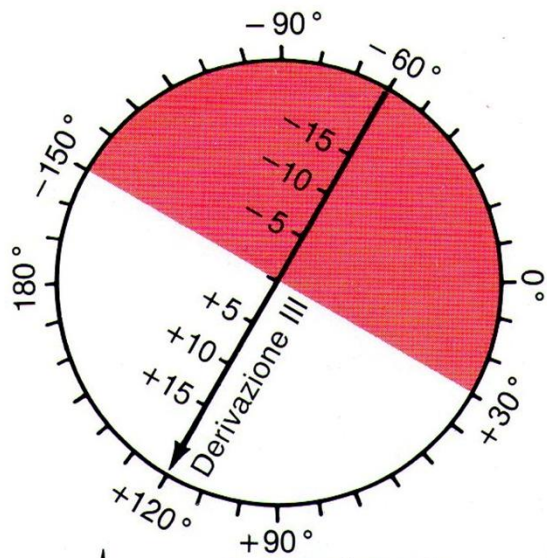
1. Se il QRS non è negativo nelle derivazioni I, II, III o aVF, l'asse è compreso nel range normale



2. **Esaminare la derivazione I**  
 Se il QRS è negativo nella derivazione I, l'asse si trova a destra di 90° (area ombreggiata)  
 2a. Se il QRS è positivo anche nella derivazione aVR si tratta di una **deviazione assiale destra**

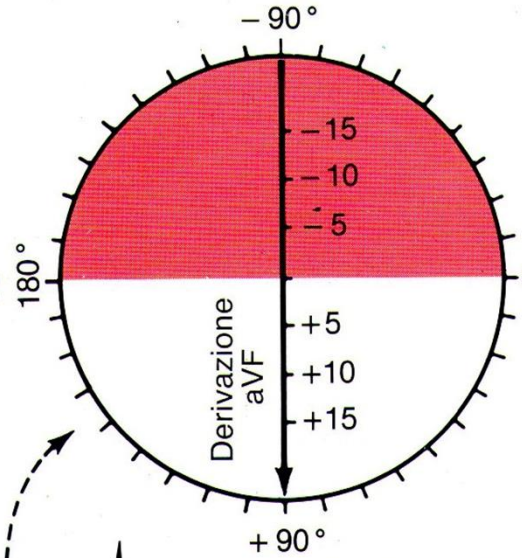


Spostamento dell'asse a sinistra



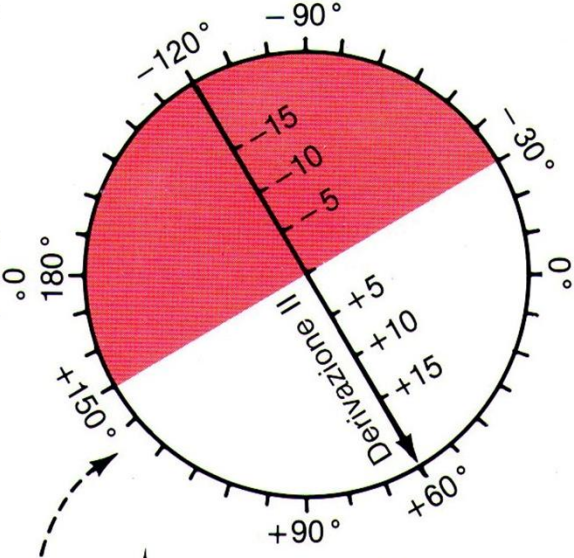
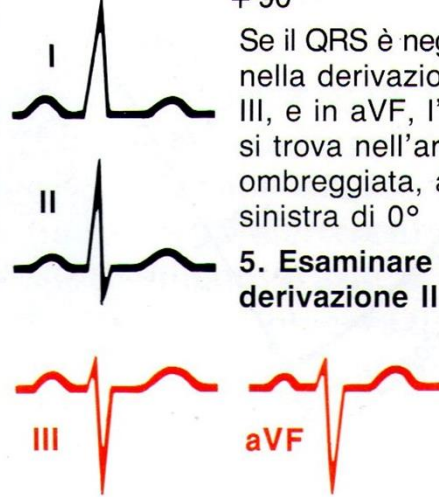
**3. Esaminare la derivazione III**  
 Se il QRS è negativo nella derivazione III, l'asse si trova nell'area ombreggiata, a sinistra di  $+30^\circ$

**4. Esaminare la derivazione aVF**

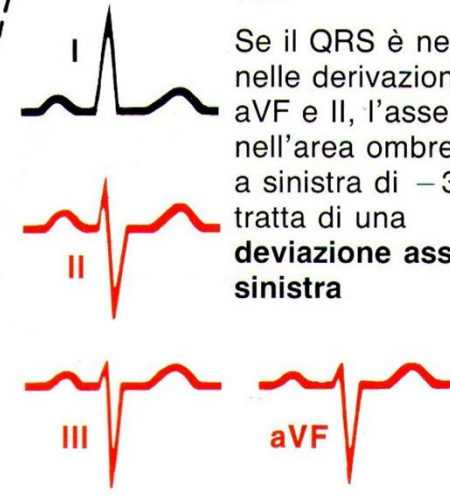


Se il QRS è negativo nella derivazione III, e in aVF, l'asse si trova nell'area ombreggiata, a sinistra di  $0^\circ$

**5. Esaminare la derivazione II**

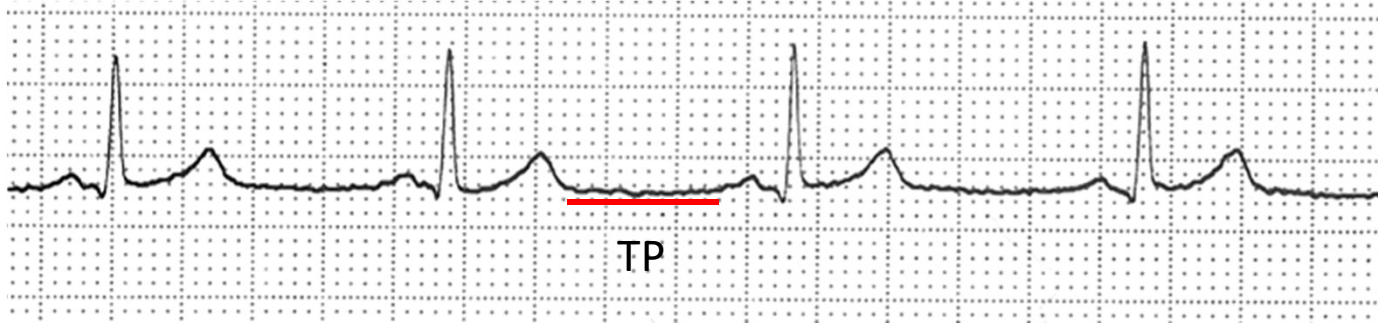


Se il QRS è negativo nelle derivazioni III, aVF e II, l'asse è nell'area ombreggiata, a sinistra di  $-30^\circ$ ; si tratta di una **deviazione assiale sinistra**





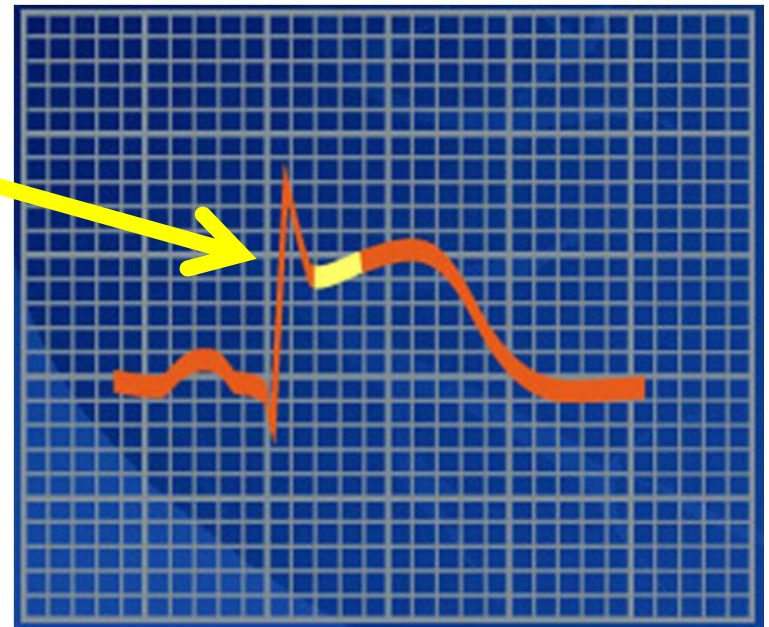
# IL TRATTO ST



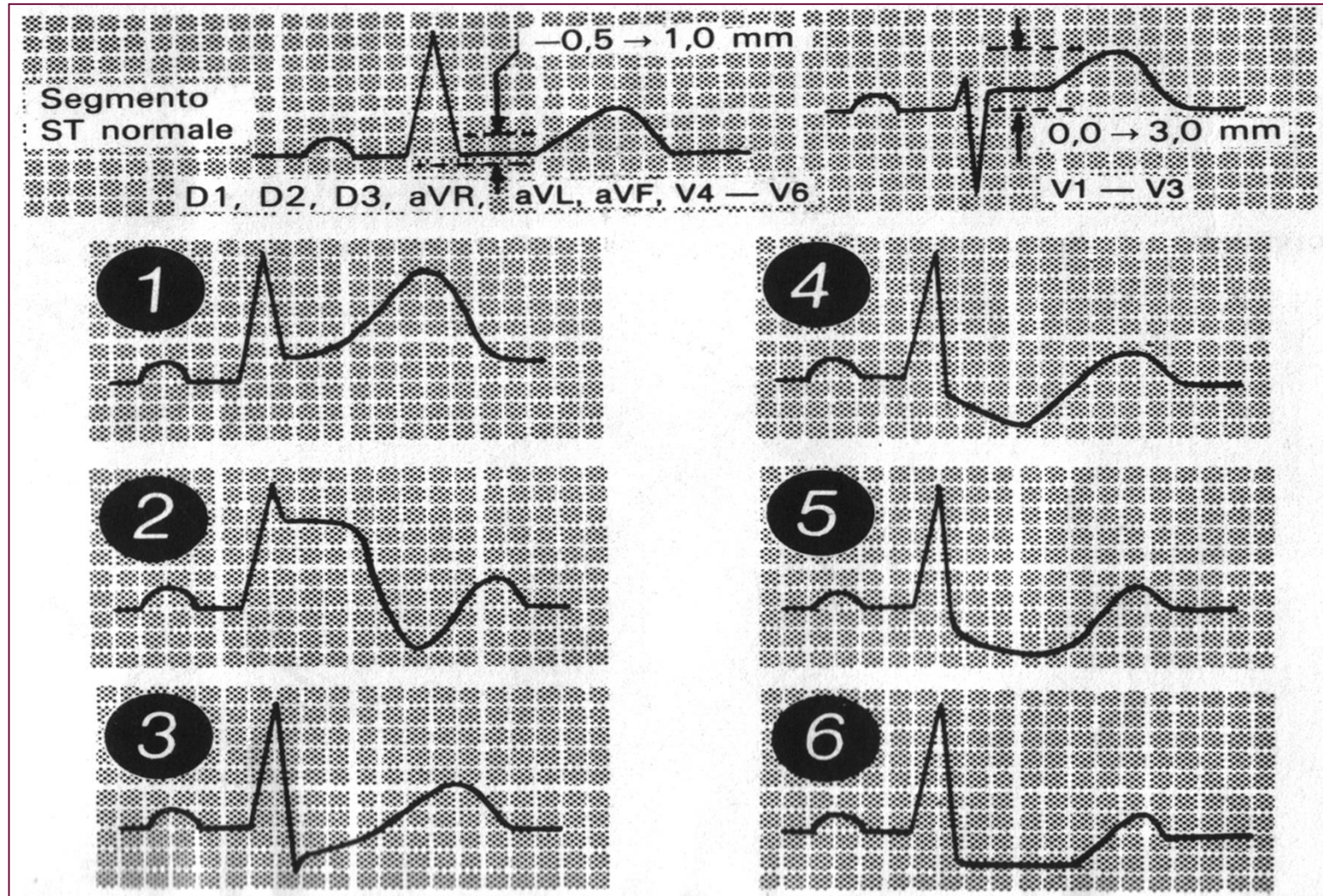
- E' il periodo tra la depolarizzazione e la ripolarizzazione ventricolare.
- E' *isoelettrico* perché non esistono variazioni di potenziale.
- L'AHA considera come riferimento *isoelettrico* il tratto TP

# IL PUNTO “J”

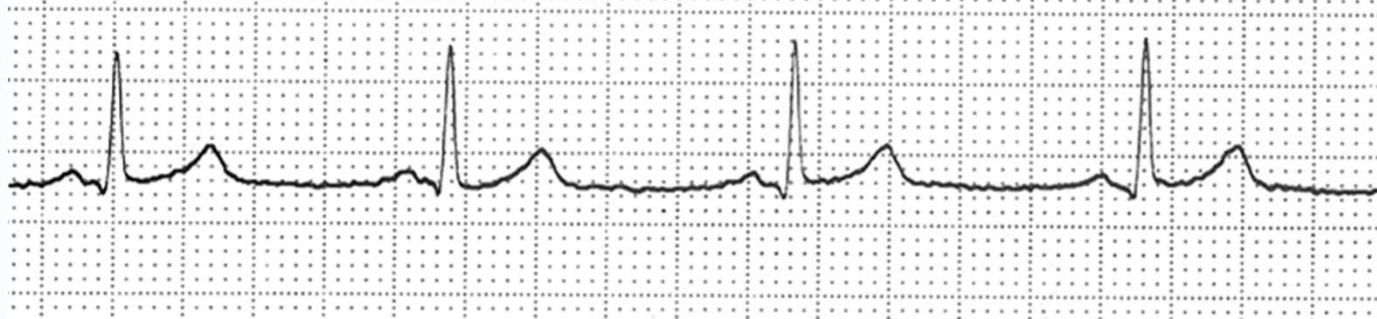
- Giunzione tra la fine del QRS e l’inizio del tratto ST
- Non sempre facile da identificare (*meglio nelle precordiali sx che dx*)
- Lo slivellamento del tratto ST si misura al punto J



# Alterazioni TRATTO ST



# L'onda T



- Asimmetrica (branca ascendente più lenta)
- Voltaggio è sempre minore rispetto a quello del QRS
- Piano frontale: concorde con QRS.
- Piano orizzontale:
  - negativa in  $V_1$  (20%)
  - negativa in  $V_2$  *se lo è anche in  $V_1$*  (5%)
  - isodifasica in  $V_2$ - ( $V_3$ ) solo in giovani (bambini)
  - SEMPRE positiva da  $V_4$  a  $V_6$

# ECG essenziale - METODO

**Frequenza** (bassa/alta)

**Ritmo** (regolare/irregolare)

**QRS** (stretto/largo)

Onde P

Rapporto P-QRS

**ST** (sopra/sotto)

(positive/negative) ***T***

Onde Q

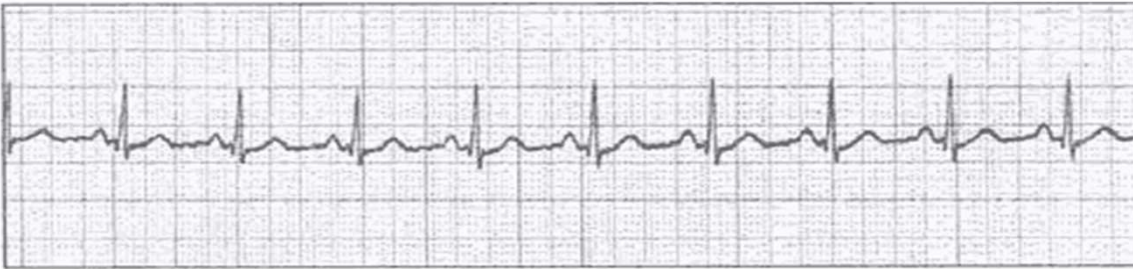
(lungo/corto) **QT**

# FREQUENZA

1		300	(300:1)	o	(1500:5)
2		150	(300:2)	o	(1500:10)
3		100	(300:3)	o	(1500:15)
4		75	(300:4)	o	(1500:20)
5		60			
6		50			
43	(300:7)	o	(1500:35)	7	



FC 150bpm



FC 75bpm



FC 35bpm

# REGOLARITA'





# QRS ST-T

- STRETTO  $< 0,12$  sec



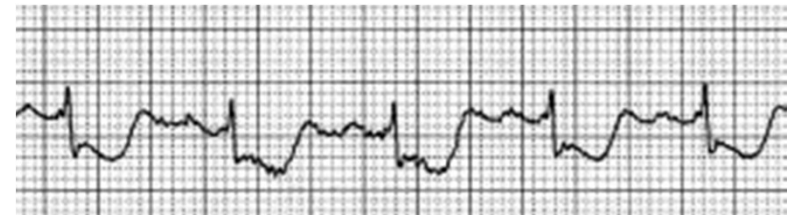
- LARGO  $> 0,12$  sec



- ST SOPRASLIVELLATO



- ST SOTTOSLIVELLATO



# Onda P

**Presente o non presente**

**D2 – D3 – aVF – V1**

## Rapporto P - QRS

**Ad ogni P un QRS**

**Più P che QRS**

**Meno P che QRS**

**Nessun rapporto**

# Ecg normale: P-QRS-T

P positiva, QRS positivo stretto, T positiva (!aVR, V1!)

- **Frequenza: 60-100 bpm**
- **Ritmo regolare (R-R regolare)**
- **QRS stretto (< 3 quadratini piccoli)**
- **Presenza di onda P**
- **Rapporto P – QRS: per una P, un QRS**



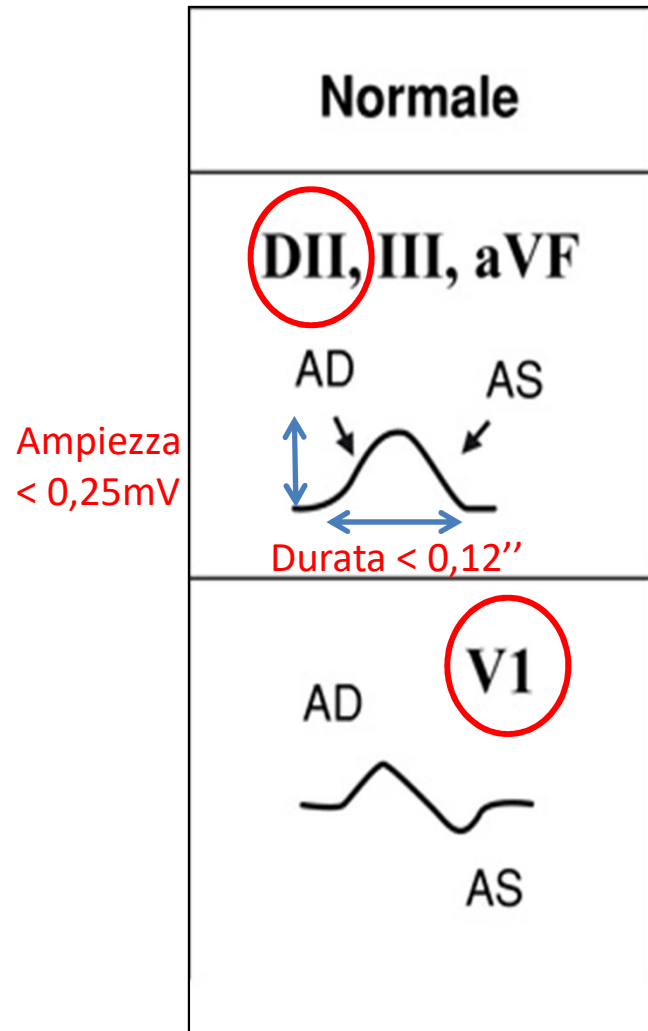
**Cosa cerco di patologico?**

(ECG fatto bene? Artefatti?)

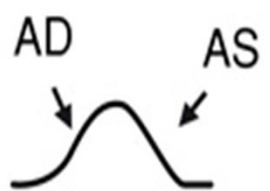
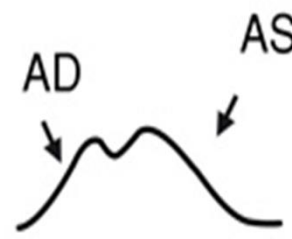
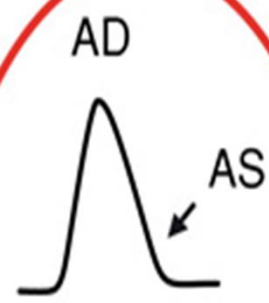
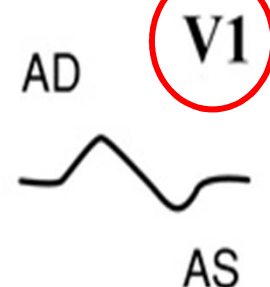
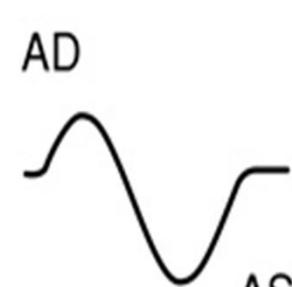
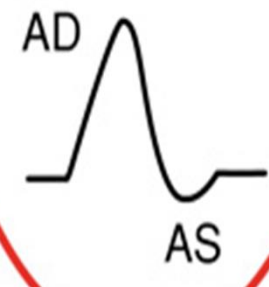
# LE IPERTROFIE



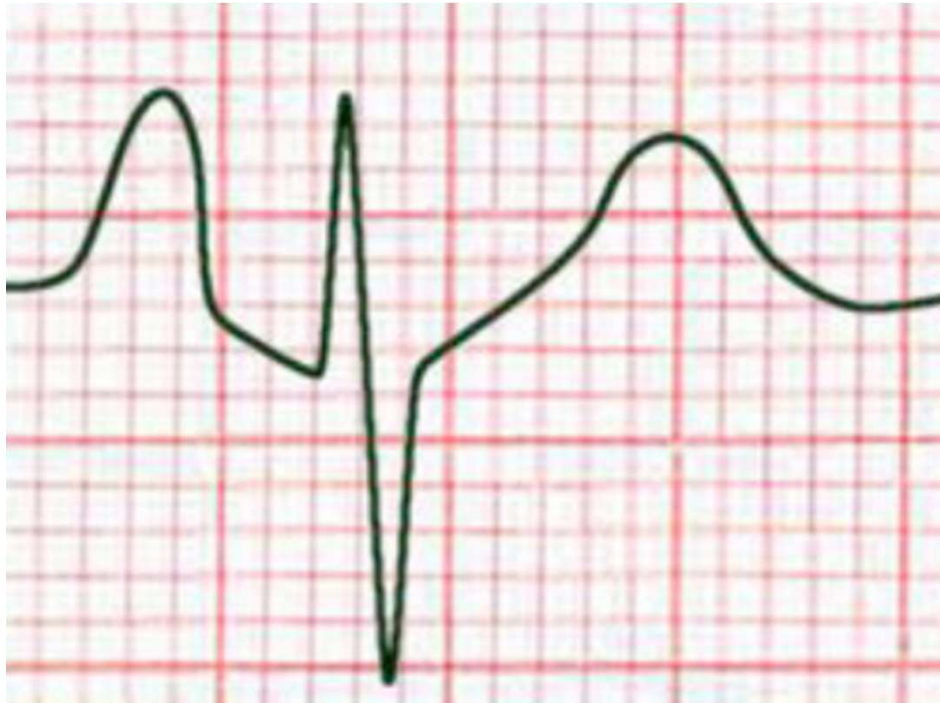
# Onda P: occhio alla forma



# Onda P: occhio alla forma

Normale	Sinistra	Destra
<p><b>DII, III, aVF</b></p> 		
		

# “P POLMONARE”



## **Ingrandimento atriale destro**

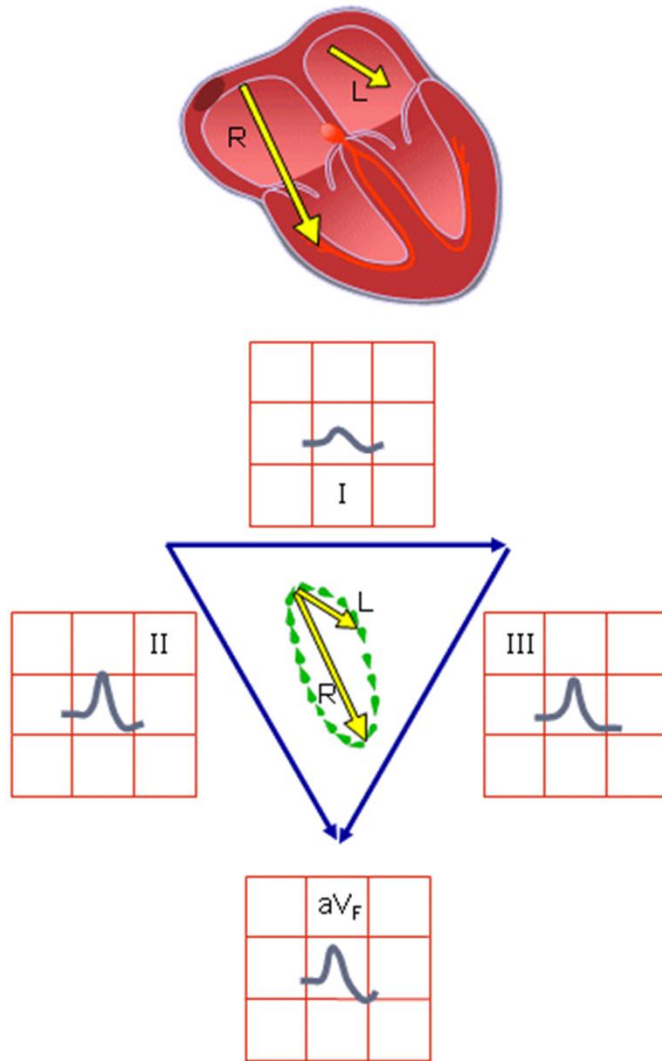
Causa principale: il cuore polmonare cronico che determina anche un impegno ventricolare dx

AMPIEZZA > 2,5 mm nelle derivazioni inferiori

Il persistere delle aumentate pressioni negli atri porta comunemente alla perdita della diffusione elettrica con comparsa di fibrillazione atriale

## RIGHT ATRIAL HYPERTROPHY

Tall, peaked P wave in leads I and II



## Ipertrofia atriale destra

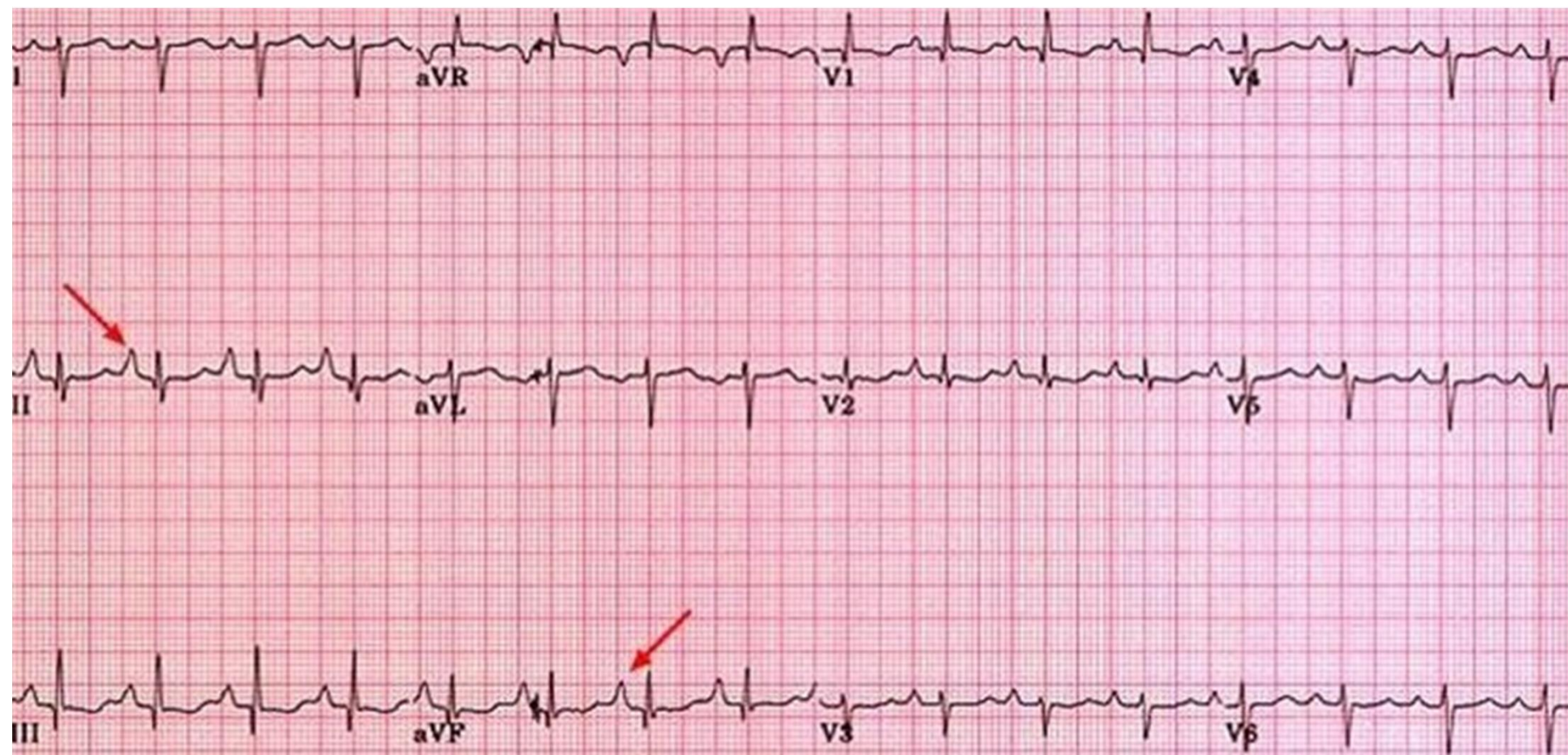
Stenosi polmonare  
BPCO

Ipertensione polmonare

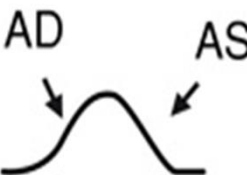
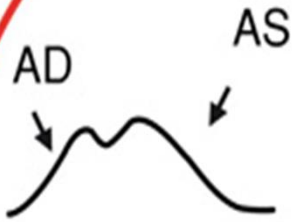
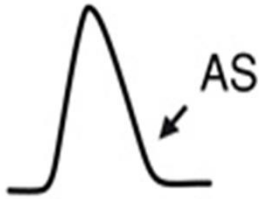

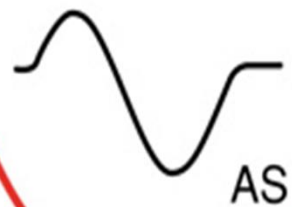
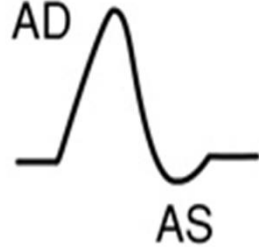
P polmonare in D2-3  
P negativa in V1

Si associa sempre una  
ipertrofia del ventricolo  
dx

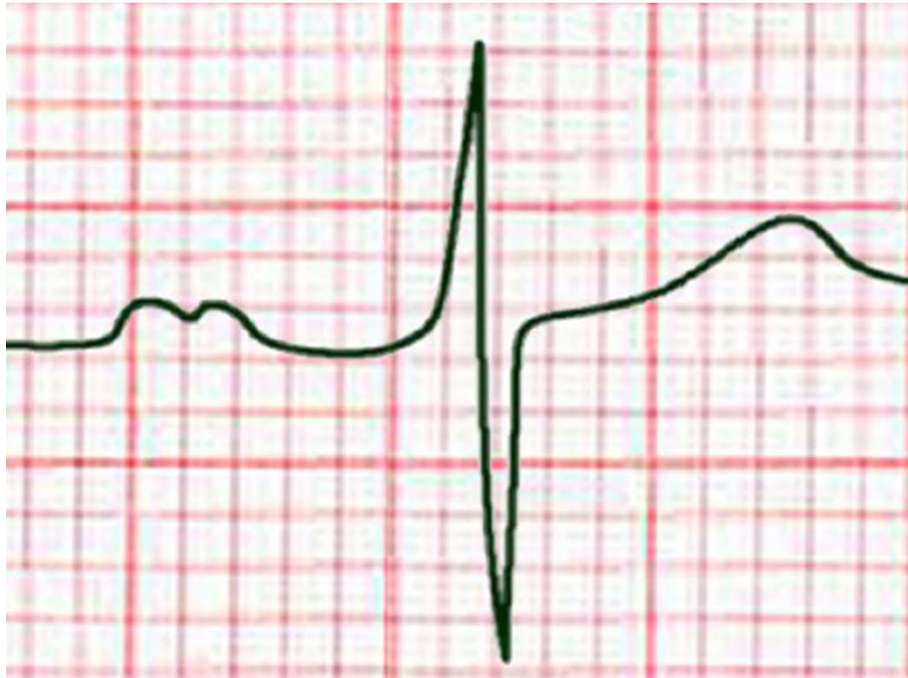




# Onda P: occhio alla forma

Normale	Sinistra	Destra
<b>DII, III, aVF</b> 		
<b>V1</b> 		

# “P MITRALICA”



## **Ingrandimento atriale sinistro**

Causa principale è la Stenosi Mitralica

Si associa comunemente anche l'ipertrofia del ventricolo dx

l'insufficienza Mitralica determina Dilatazione atrio Sn e IVSn

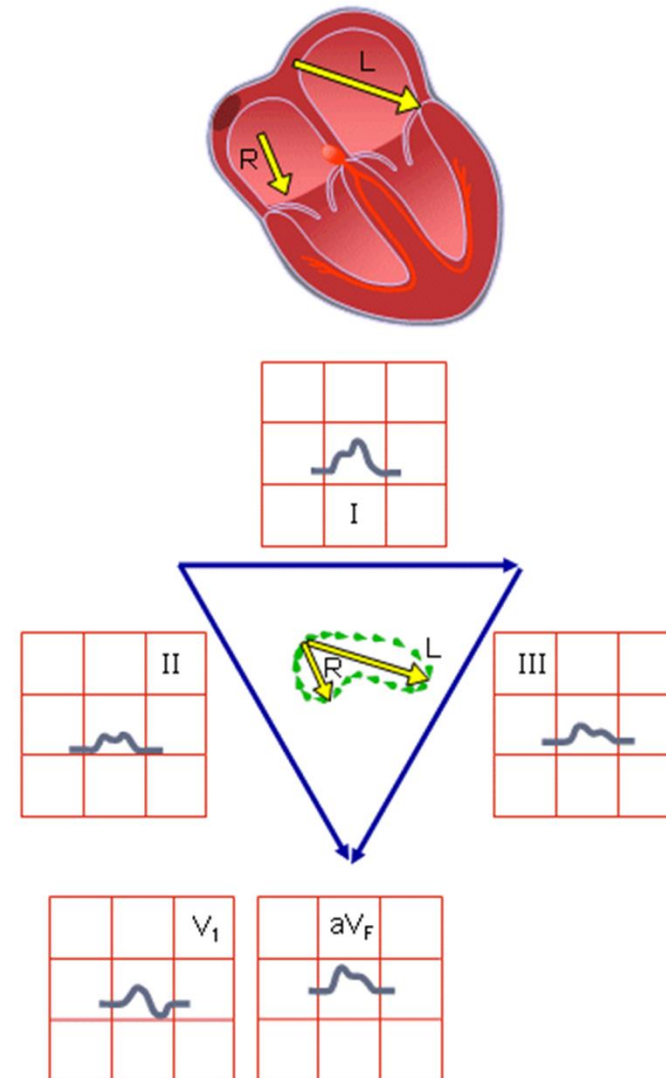
## Ingrandimento atriale sinistro

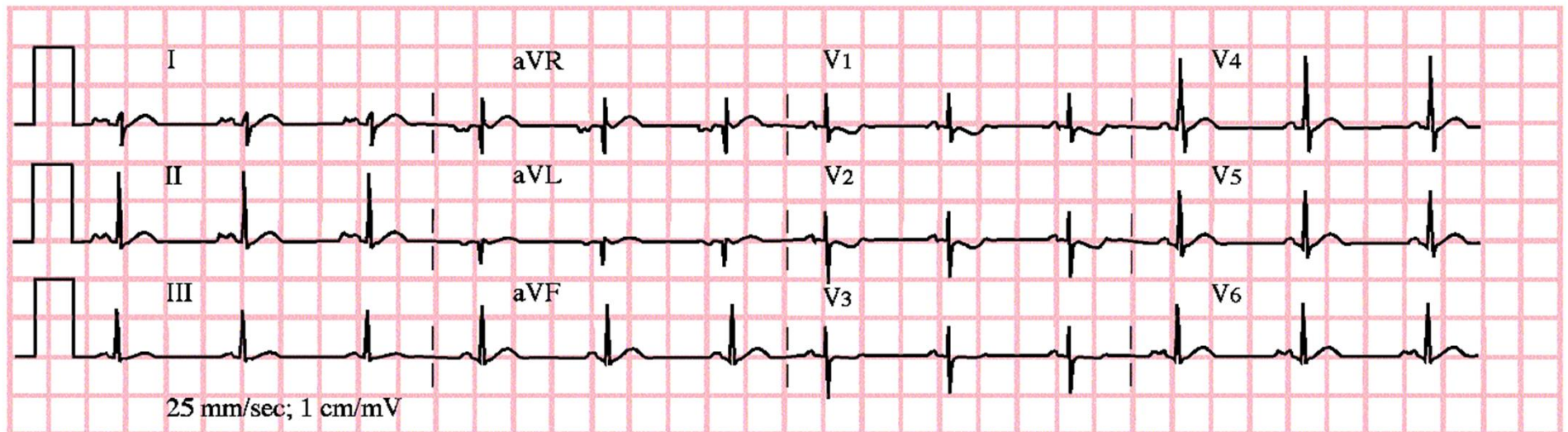
Cause principali:  
Stenosi Mitralica  
Insufficienza Mitralica

Il persistere delle aumentate pressioni  
negli atri porta  
comunemente alla perdita della  
diffusione elettrica con comparsa di  
fibrillazione atriale

## LEFT ATRIAL HYPERTROPHY

Wide, notched P wave in lead II. Diphasic P wave in V1



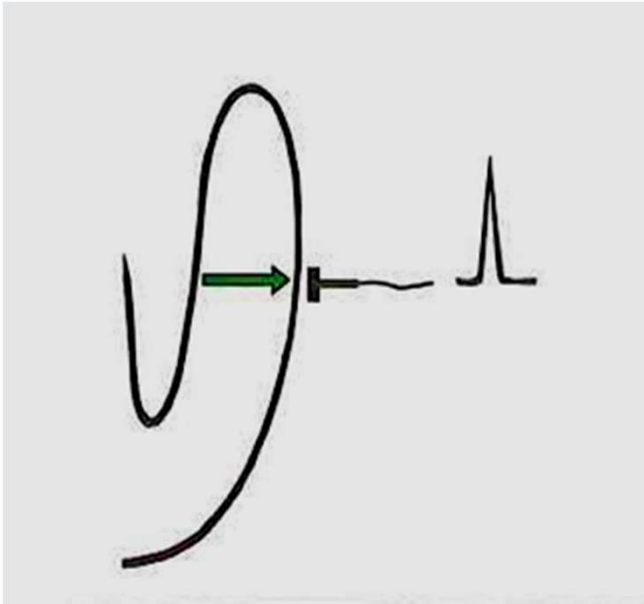


- Stenosi mitralica con P MITRALICA (+ ipertrofia ventricolare destra)

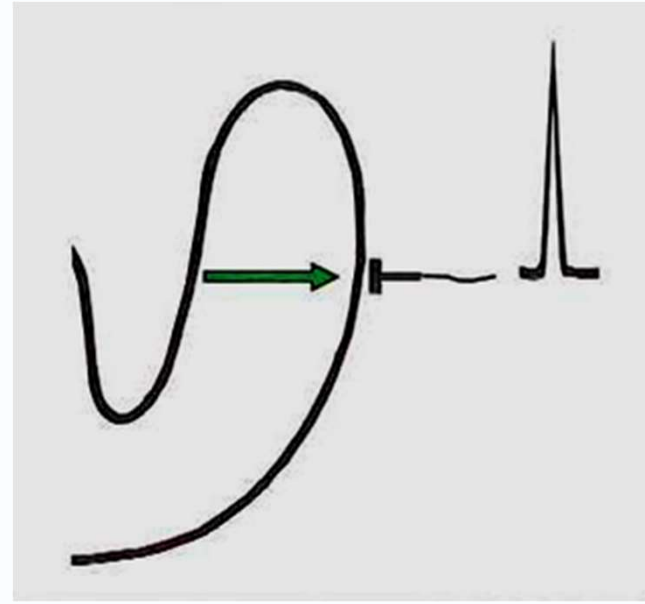
# IPERTROFIE VENTRICOLARI

## Aumento del voltaggio del QRS

NORMALE



IVS



# Ipertrofia ventricolare destra (IVD)

## *Caratteristiche ECG*

### Principali

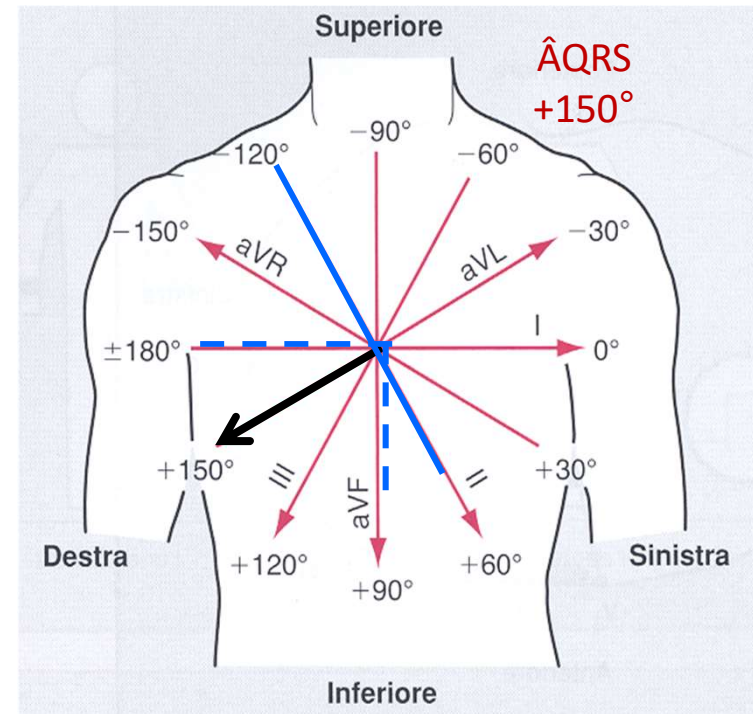
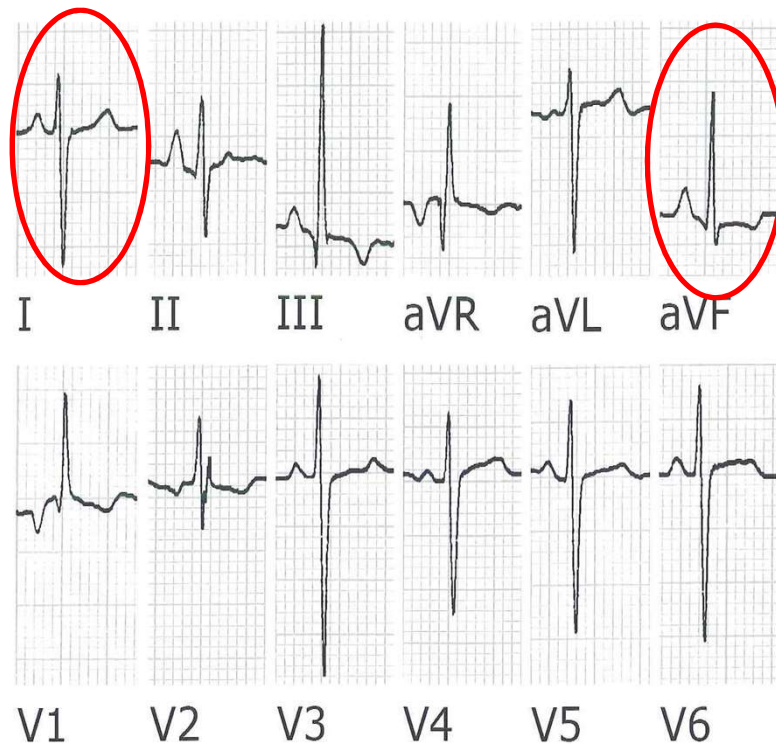
1. Deviazione a destra dell'ÂQRS
2. Onde R alte in  $V_1$  ( $R/S > 1$ )

### Secondarie

3. Modifiche della fase di ripolarizzazione (sovraccarico del VD)
4. Rotazione in senso orario sull'asse longitudinale
5. Ingrandimento atriale destro

# Ipertrofia ventricolare destra (IVD)

## 1. Deviazione assiale destra dell'ÂQRS



Nell'adulto un  $\hat{A}QRS$  deviato a dx ( $+120^\circ$  e oltre) è sempre patologico (IVD). DD: EPS.

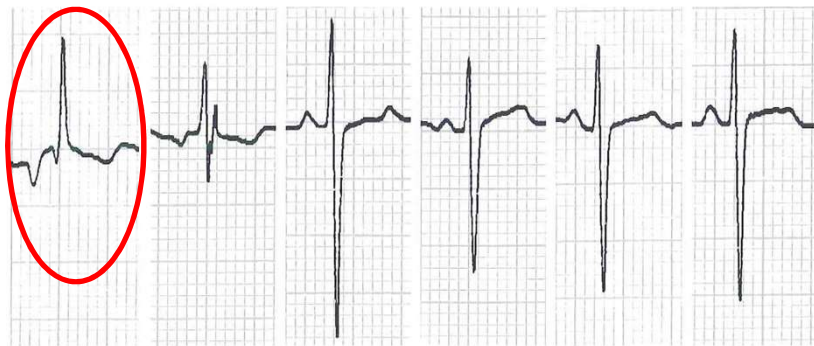


# Ipertrofia ventricolare destra (IVD)

## 2. Onde R alte in $V_1$



I II III aVR aVL aVF



V1 V2 V3 V4 V5 V6

Aumento R in  $V_1$  e  $V_2$  ( $\pm$ ) che può essere totalmente positiva (R), oppure avere piccola incisura iniziale ( $Rr'$ ) o qR

$R/S > 1$  in  $V_1$

Onda R che si riduce da  $V_1$  a  $V_4$  anziché progredire

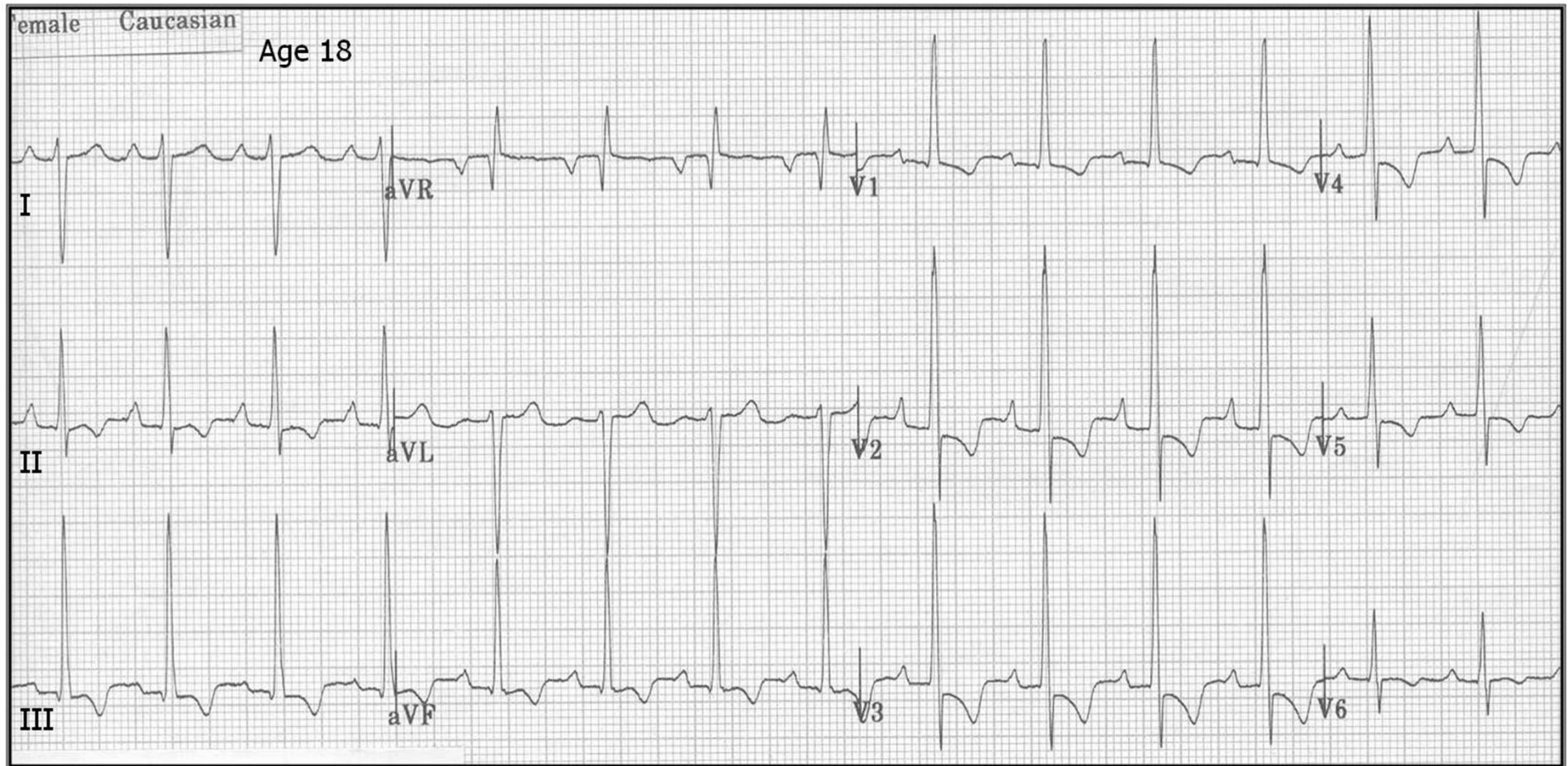
Diminuzione R in  $V_5$ - $V_6$  e aumento dell'onda S.

Nell'IVD estrema il complesso può essere rS o QS

Onde S1-S2-S3 nelle periferiche

# Ipertrofia VDx

- EZIOLOGIA
  - stenosi mitralica
  - stenosi polmonare,
  - ipertensione polmonare primitiva o secondaria
  - BPCO
  - cuore polmonare cronico
- Sintomi prevalentemente respiratori (dispnea)
- Elevato rischio cardio embolico nella stenosi mitralica



Ragazza di 18 aa con ipertensione polmonare primitiva  
Severa deviazione assiale dx (+ 130°)  
P polmonare  
Onde R alte in V1-V3 con anomalie ST-T da sovraccarico dx

# **Ipertrofia ventricolare sinistra (IVS)**

## ***Caratteristiche ECG***

### **Principali**

**Aumento voltaggio e durata del QRS**

**Alterazioni secondarie della ripolarizzazione**

### **Secondarie**

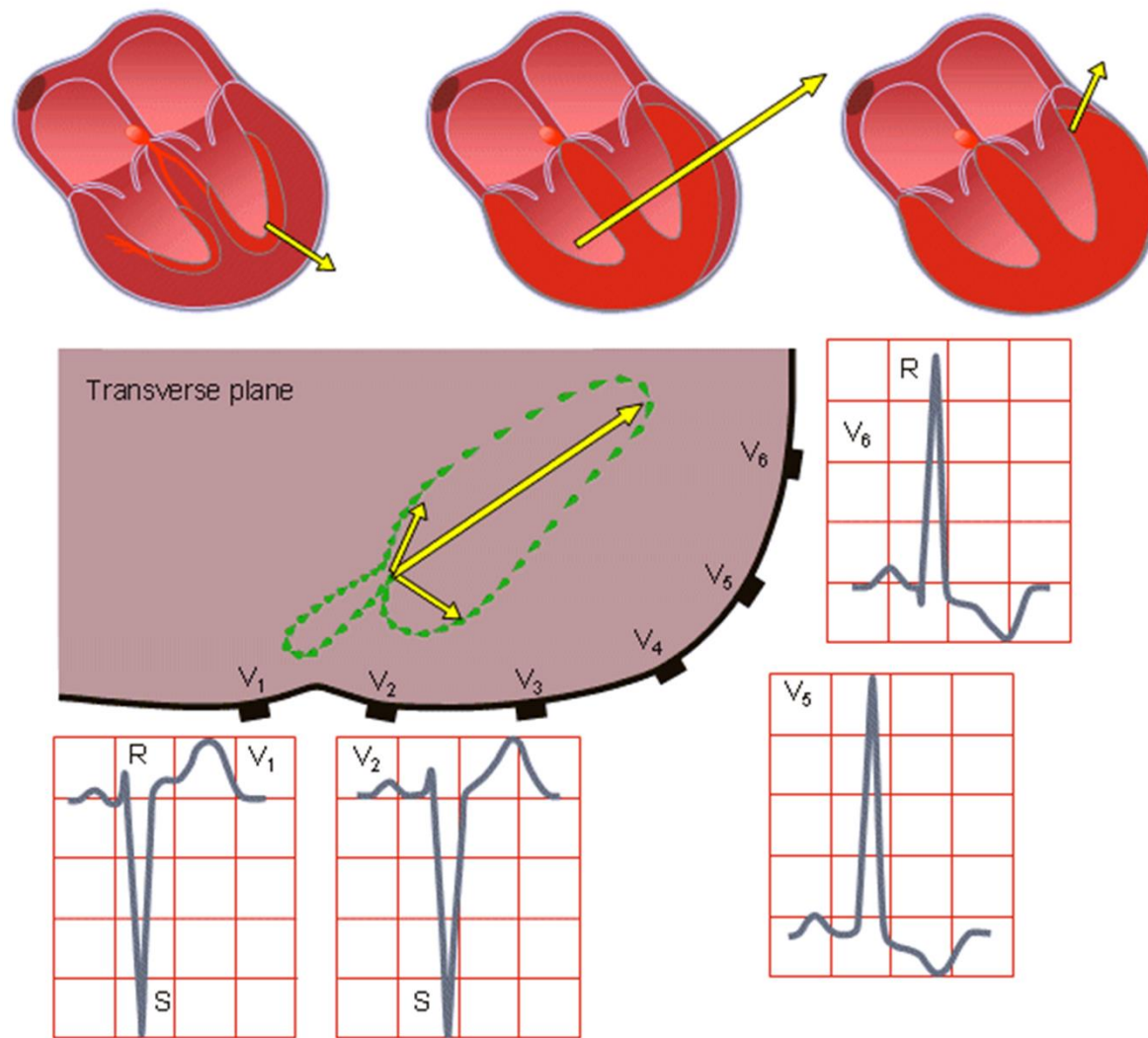
Scomparsa delle q settali

Deviazione a sinistra dell'ÂQRS

Ingrandimento atriale sinistro

## LEFT VENTRICULAR HYPERTROPHY

Large S wave in leads V1 and V2, large R wave in V5 and V6



# IPERTROFIA VENTRICOLARE SINISTRA

- FISIOLOGICA

- *ALLENAMENTO INTENSO E PROLUNGATO*  
(*atleti di fondo: ciclisti, maratoneti, ecc*)

- PATOLOGICA

- *IPERTENSIONE ARTERIOSA*

- CARDIOMIOPATIA IPERTROFICA

- Cardiopatie congenite (pervietà dotto di Botallo, coartazione aortica, atresia della tricuspide)

- STENOSI E INSUFFICIENZA AORTICA

# IVS: cause più frequenti

## Ostacolo allo svuotamento del VS

*sovraccarico sistolico o di pressione*

ipertensione arteriosa, stenosi aortica,  
cardiomiopatia ipertrofica (ostruttiva e non)

## Aumento del riempimento diastolico del VS

*sovraccarico diastolico o di volume*

insufficienza aortica o mitralica, pervietà del  
dotto di Botallo

# IVS: significato clinico

## Nella popolazione generale

IVS all'ECG correla ad un ↑ rischio di eventi CV, specialmente nelle donne e in presenza di alterazioni del tratto ST-T

## In nota cardiopatia

IVS all'ECG si associa con una gravità maggiore della patologia (es: PA più alta, disfunzione del VS in ipertesi e coronaropatici)

Pz con alterazioni del tratto ST hanno di solito gradi maggiori di IVS, disfunzione VS e ↑ rischio di eventi CV

La riduzione/scomparsa dei segni ECG di IVS dopo terapia si associa a riduzione del rischio CV



# IPERTROFIA E SINTOMI

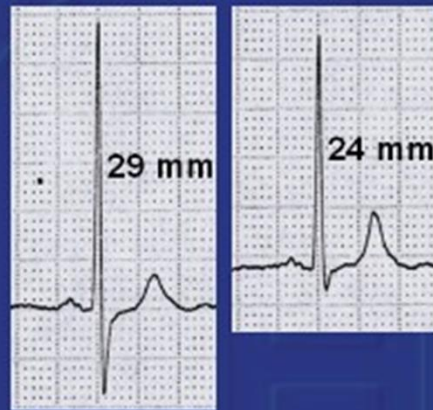
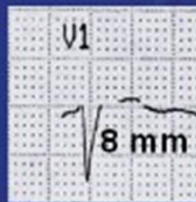
- Il muscolo cardiaco ipertrofico consuma più ossigeno.
- Incrementi di consumo o ridotto apporto possono dare ISCHEMIA..  
> *dolore toracico*
- ARITMIE
- INSUFFICIENZA CARDIACA ACUTA  
DIASTOLICA (alterato rilasciamento)

# Ipertrofia ventricolare sinistra

- Criteri di voltaggio
  - Voltaggio cumulativo dell'onda S in V<sub>1</sub> e dell'onda R in V<sub>5</sub> e V<sub>6</sub> > 35 mm (3,5 mV) [indice di Sokolow]
- Pattern caratteristico
  - Sottoslivellamento discendente dell'ST con T simmetriche, invertite nelle derivazioni laterali
- Età > 35 anni

# Indice di Sokolow-Lyon

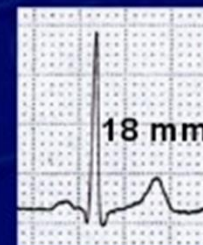
$$(S \text{ in } V1) + (R \text{ in } V5 \text{ o } V6) \geq 3,5 \text{ mV (35 mm)}$$



$$8 + 29 = 37 \text{ mm}$$

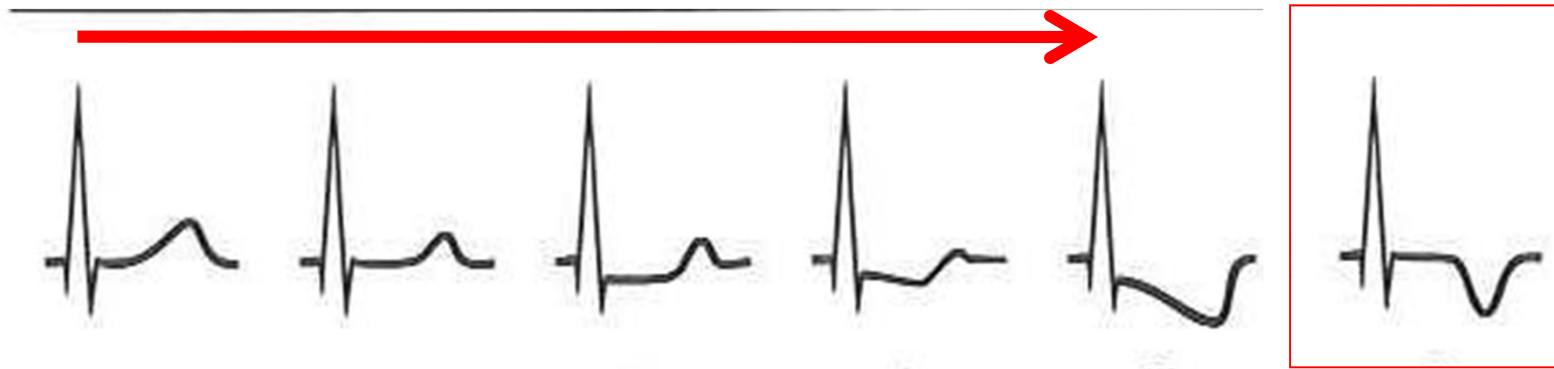
e/o

R in aVL > 1,1 mV (11 mm)



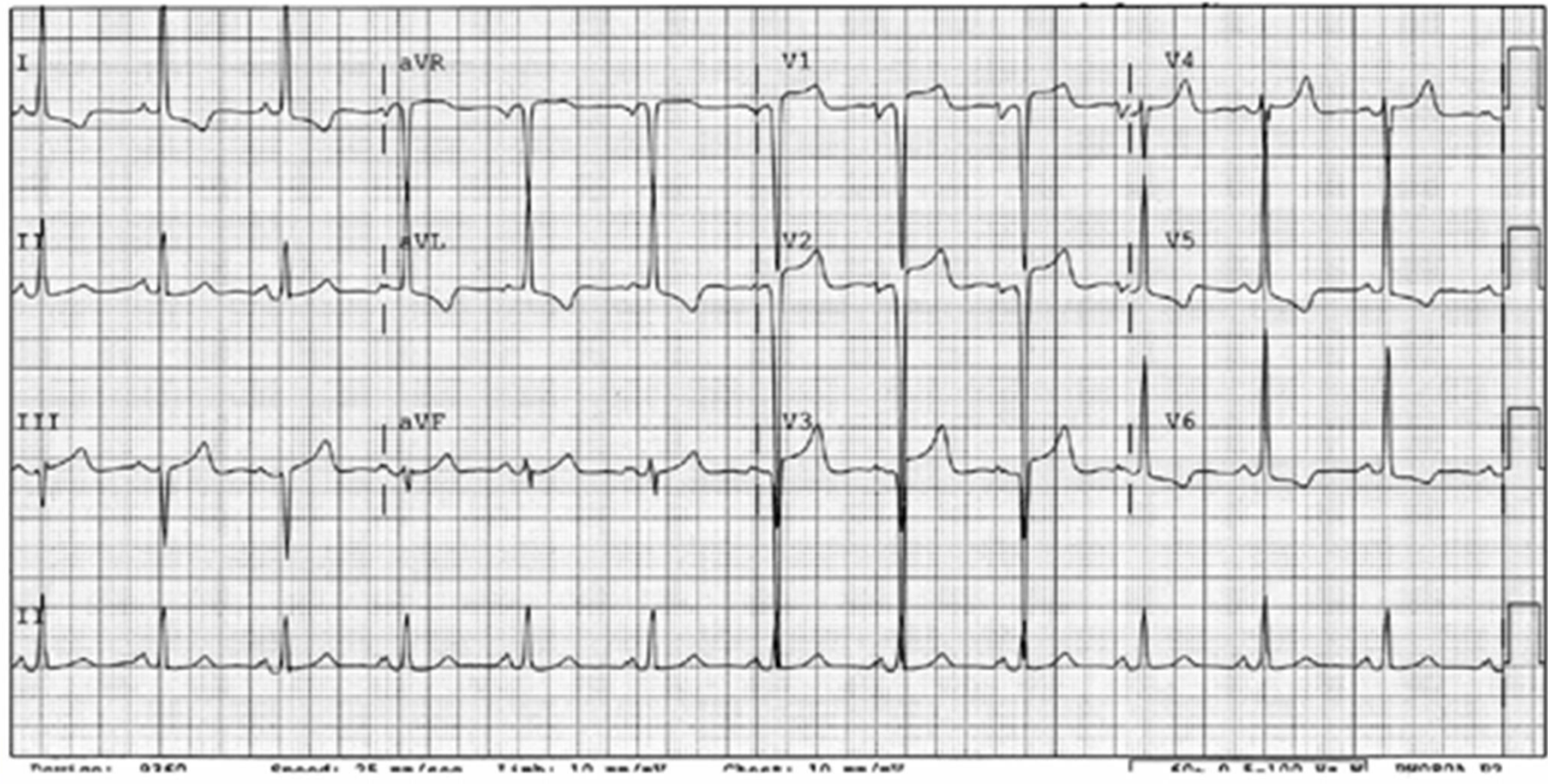
# Ipertrofia ventricolare sinistra (IVS)

## *Alterazioni secondarie dell'ST-T*



**T ischemica**

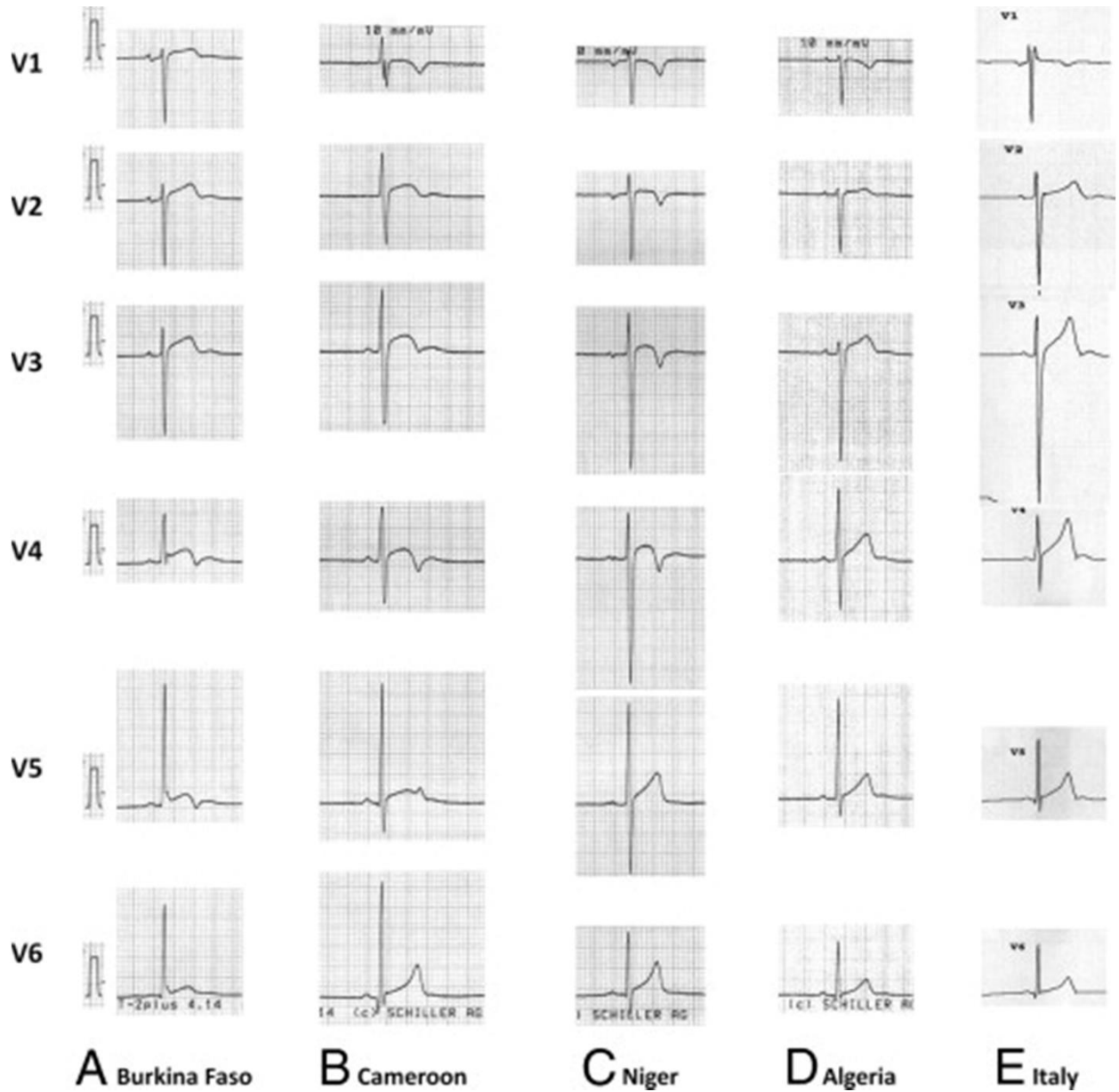
Esiste una correlazione tra queste alterazioni ed il grado di IVS



Più del 90 % dei maschi giovani hanno un sopraslivellamento del tratto ST da 1 a 3 mm in V<sub>1</sub>-V<sub>3</sub> normalmente.

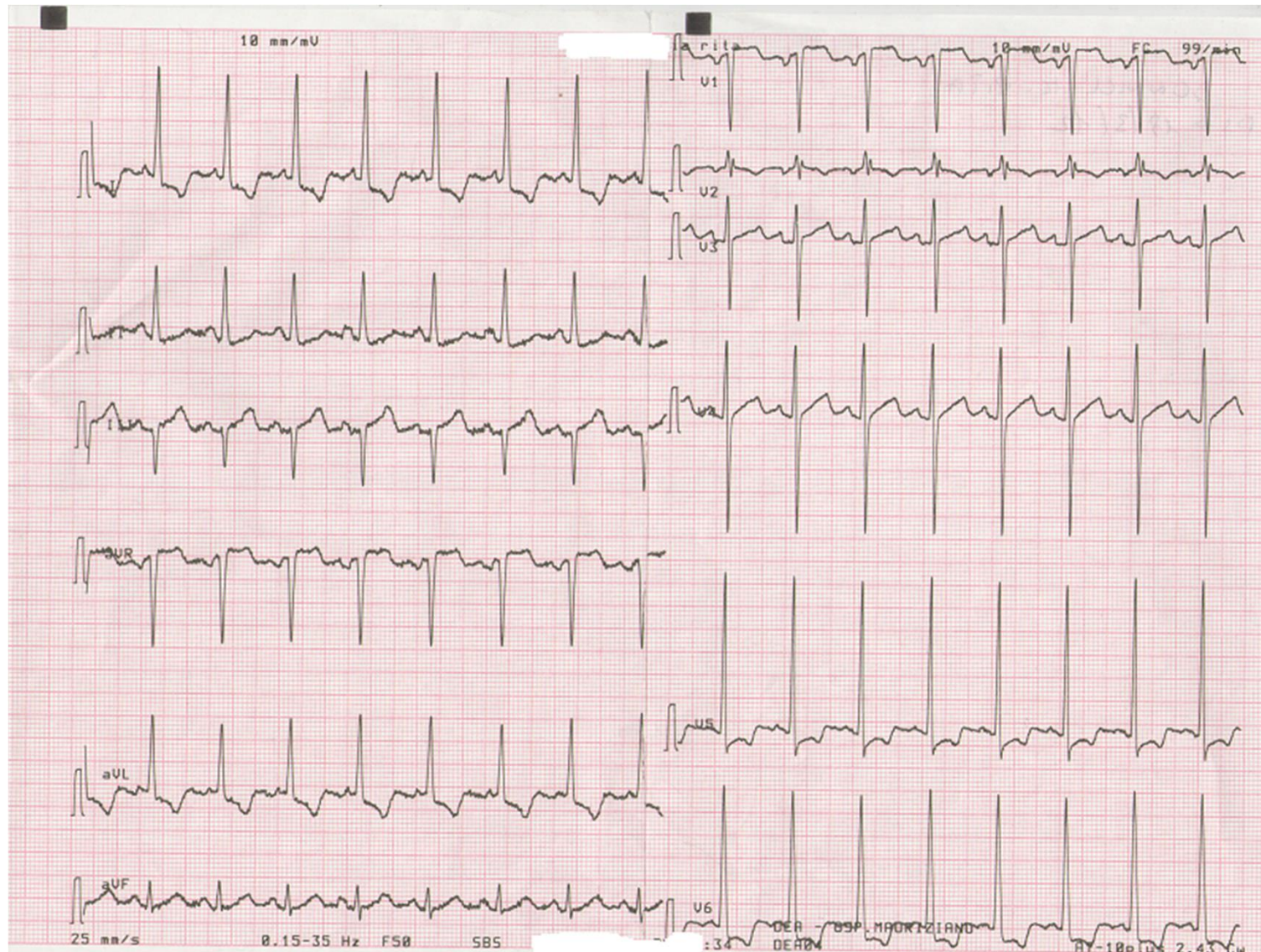
Il tratto ST è sovraconcavo

Più profonda è l'onda S del QRS maggiore sarà il sopraslivellamento



Cuori di atleti più che sani

# La tachicardia accentua le anomalie della ripolarizzazione (ST-T)





Vent. rate 66 bpm  
PR interval  
QRS durat  
QT/QTc  
P-R-T axes

Ipertrofia/sovraccarico VS ischemia ?

