

# ECG

# FACILE

Traduzione della 5 edizione inglese di: The ECG made easy

John R. Hampton

Professore di cardiologia

Università di Nottingham, Nottingham, UK

Versione italiana a cura di

[hystamina@hackmed.org](mailto:hystamina@hackmed.org)

Edizioni HACKMED.ORG

P e r u g i a

## INTRODUZIONE

ECG facile è stato pubblicato per la prima volta nel 1973: da allora sono state vendute più di 250 000 copie in tutto il mondo. Il libro è stato tradotto in tedesco, in francese, in spagnolo, in italiano, in portoghese, in indonesiano ed in giapponese.

Non abbiamo voluto scrivere un manuale completo di elettrofisiologia né un manuale di interpretazione elettrocardiografica, ma una introduzione all'ECG destinata agli studenti in medicina, agli infermieri specializzati ed al personale paramedico. In oltre, l'ECG facile, costituirà un'occasione di ripasso per tutti coloro i quali hanno dimenticato quanto appreso da studenti.

L'ECG non dovrebbe essere un argomento preoccupante: come la maggior parte delle persone può guidare la macchina senza avere conoscenze avanzate in meccanica, così la maggior parte delle persone può interpretare un ECG senza addentrarsi troppo nelle sue complessità.

Questo libro incoraggia il lettore ad accettare l'idea che l'ECG è veramente **facile da capire**, e che il suo utilizzo è parte naturale dell'esame obiettivo.

L'ECG facile, dovrebbe aiutare gli studenti a prepararsi agli esami: ma per acquisire competenze cliniche e fiducia in se stessi, niente può rimpiazzare la lettura di un gran numero di tracciati ECG.

Il titolo "ECG facile" ci è stato suggerito 25 anni fa da Tony Mitchell, Professore di medicina all'università di Nottingham, a Nottingham in Inghilterra. Cogliamo questa occasione per esprimere la nostra sincera gratitudine a lui ed alle molte altre persone che ci hanno permesso di migliorare l'opera lungo il corso degli anni, in particolar modo ai molti studenti che, con le loro critiche costruttive ed i loro utili commenti, ci hanno convinto più di prima che **l'ECG è veramente facile da capire**.

John Hampton  
NOTTINGHAM, 1997

## INDICE

- CAP. 1 Che cosa è l'ECG?
- CAP. 2 La conduzione ed i suoi problemi.
- CAP. 3 Il ritmo cardiaco.
- CAP. 4 Anomalie dell'onda P, QRS e T.

## CAPITOLO 1

# CHE COSA E' L'ECG?

L'ECG è un elettrocardiogramma. Sappiate che:

### Principi

Quando avrete terminato di leggere questo libro, voi sarete in grado di affermare che:

1. L'ECG è facile da capire.
2. La maggior parte delle anomalie dell'ECG hanno una spiegazione razionale.

### COSA POSSIAMO ASPETTARCI DALL'ECG?

La diagnosi clinica si basa essenzialmente sulla storia clinica del malato ed in misura minore sull'esame obiettivo.

L'ECG può però apportare delle utili informazioni per una corretta diagnosi ed, in alcuni casi, gioca un ruolo di primo piano nella scelta del trattamento terapeutico. E' bene, dunque, considerare l'ECG come uno strumento utile nella diagnosi e non semplicemente finalizzato a se stesso.

L'ECG è essenziale per la diagnosi e quindi per il trattamento dei problemi del ritmo cardiaco, ci orienta nell'eziologia dei dolori toracici e nell'utilizzazione del trattamento trombolitico dell'infarto del miocardio. Inoltre contribuisce a diagnosticare la causa di problemi respiratori.

L'interpretazione dell'ECG è basata sulla identificazione della morfologia dei tracciati: tenendo conto di qualche regola semplice, applicando dei principi base, l'ECG può essere analizzato facilmente.

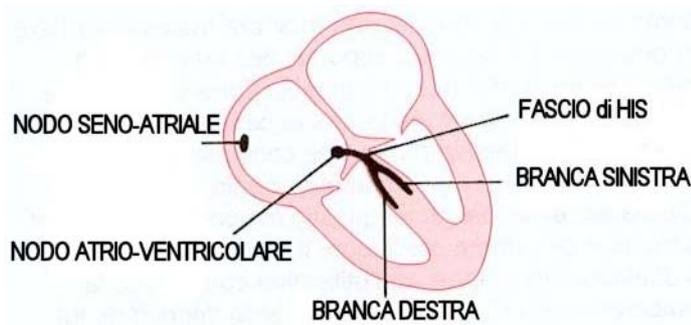
Queste regole saranno presentate in questo capitolo.

### ELETTRICITA' CARDIACA

La contrazione di ogni muscolo si accompagna a modificazioni elettriche chiamate "depolarizzazioni" che possono essere registrate da elettrodi fissati alla superficie del corpo. Poichè, in questo modo, saranno messe in evidenza tutte le depolarizzazioni muscolari, le modificazioni legate alla contrazione del muscolo cardiaco saranno visibili solo se il soggetto sarà completamente disteso e rilassato, per evitare la contrazione dei muscoli scheletrici.

Nonostante il cuore abbia 4 cavità, dal punto di vista elettrico possiamo considerarne soltanto 2: una costituita dai 2 atri e l'altra dai 2 ventricoli.

## Schema del circuito elettrico del cuore



La depolarizzazione inizia in una regione di tessuto specializzato dell'atrio destro detta NODO SENO ATRIALE (SA) o NODO SINUSALE (Keith e Flack). L'onda di depolarizzazione si propaga, poi, alle circostanti fibre muscolari atriali. E' necessario un certo intervallo di tempo perchè l'onda di depolarizzazione raggiunga una seconda

zona specializzata nell'atrio destro: il NODO ATRIO VENTRICOLARE (AV).

Quindi l'onda di depolarizzazione si propaga lungo un tessuto di conduzione specializzato: inizialmente è una via unica, il fascio di HIS, che poi si divide a livello del setto interventricolare in una branca destra ed in una branca sinistra.

Nella massa ventricolare, la conduzione dell'onda può avvenire velocemente grazie ad un altro tipo di tessuto specializzato nella conduzione, le fibre di Purkinje.

## Il ritmo cardiaco

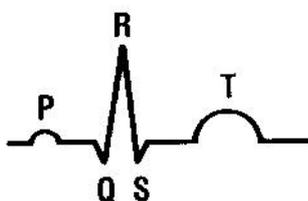
Il termine "ritmo sinusale" definisce quel ritmo cardiaco che inizia nel NODO SA, la parte del cuore che regola fisiologicamente la sequenza di attivazione elettrica cardiaca.

Come vedremo in seguito, alcune volte, l'attivazione elettrica del cuore può iniziare in zone diverse dal nodo SENO ATRIALE.

## MORFOLOGIA DELL'ECG

La massa muscolare degli atri è relativamente piccola e le modificazioni elettriche che accompagnano la loro contrazione sono deboli. Le contrazioni degli atri provocano sull'ECG un'onda chiamata P; poiché la massa ventricolare è maggiore, quando i ventricoli si contraggono, si produce una deflessione di ampiezza maggiore sull'ECG: è il complesso QRS. L'onda T dell'ECG è generata dal ritorno della massa ventricolare allo stato elettrico di riposo (ripolarizzazione).

L'ECG normale ha questa morfologia caratteristica:



Le lettere P, Q, R, S e T sono state scelte in modo casuale. Le deflessioni P, Q, R, S e T sono tutte chiamate onde; l'insieme formato dalla onda Q, R e S è un complesso; e l'intervallo (o spazio) tra l'onda S e l'onda T è denominato "tratto ST".

## Definizioni

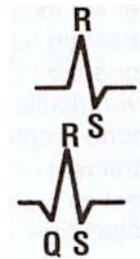
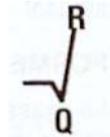
Le differenti parti del complesso QRS utilizzano lettere che sono state scelte a caso.



Se la prima deflessione è rivolta verso il basso, viene chiamata onda Q.



Una deflessione verso l'alto è una onda R (indipendentemente che sia preceduta o meno da una onda Q).



Una deflessione verso il basso preceduta da una onda R è un'onda S (indipendentemente che sia preceduta o meno da una onda Q).

## Tempi e velocità

L'ECG viene tracciato su carta millimetrata che avanza a velocità costante e standard: questo è il principio fondamentale degli elettrocardiografi.

Ogni grande quadrato corrisponde a 0,2 secondi, in modo tale che ci siano 5 grandi quadrati al secondo e 300 al minuto. Un fenomeno come il complesso QRS che si ripete una volta nella distanza di grande quadrato ha una frequenza di 300 bpm.

Si può calcolare rapidamente la frequenza cardiaca tenendo conto che:

se l'intervallo R-R è di

1 gran quadrato, la frequenza è di 300 bpm

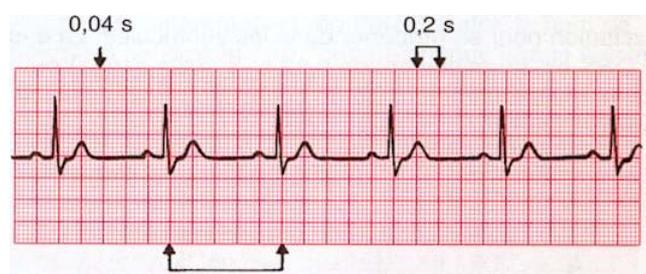
2 gran quadrati, la frequenza è di 150 bpm

3 gran quadrati, la frequenza è di 100 bpm

4 gran quadrati, la frequenza è di 75 bpm

5 gran quadrati, la frequenza è di 60 bpm

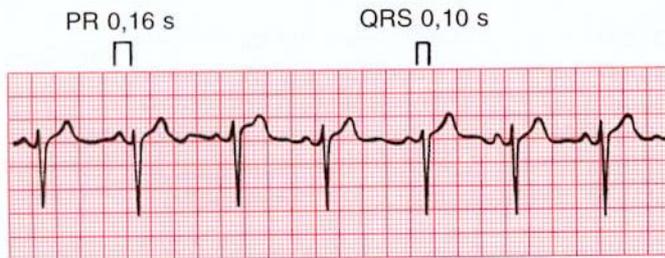
6 gran quadrati, la frequenza è di 50 bpm



Come la lunghezza tra le onde R, misurata in quadrati, permette di calcolare la frequenza cardiaca, così la distanza tra le differenti parti del complesso P-QRS-T è correlata al tempo di conduzione tra le differenti parti del cuore.

L'intervallo PR (calcolato dall'inizio dell'onda P all'inizio del complesso QRS) corrisponde al tempo impiegato dall'onda di depolarizzazione per propagarsi dal nodo SA, al muscolo atriale, quindi al nodo AV, ed al fascio di HIS.

La maggior parte dell'intervallo è occupato dal tempo impiegato per giungere al nodo AV. L'intervallo PR normale è di 0,12-0,2 sec (3-5 quadratini). Se l'intervallo PR è molto corto, vuol dire che la depolarizzazione atriale è cominciata vicino al nodo AV o che esistono delle anomalie nella conduzione tra gli atri ed i ventricoli.



La durata del complesso QRS indica il tempo che è necessario affinché l'onda si propaghi nei ventricoli: questa è normalmente 0,12 sec (3 quadratini) o poco meno: ogni anomalia nella conduzione rallenta i tempi e allarga il complesso QRS.



## Registrazione di un ECG

I segnali elettrici sono raccolti sulla superficie del corpo da cinque elettrodi, 4 fissati ad ogni arto (responsabili delle immagini in DI, DII, VL, VF, DIII,VR) ed uno fissato con 6 ventose sulla faccia anteriore del torace nelle diverse posizioni: V1, V2, V3, V4, V5, V6.

L'elettrocardiografo confronta i fenomeni elettrici registrati nelle diverse posizioni e li trascrive sul tracciato.

Ogni derivazione guarda l'attività cardiaca da un punto di vista differente e produce, quindi, un'immagine elettrocardiografica diversa.

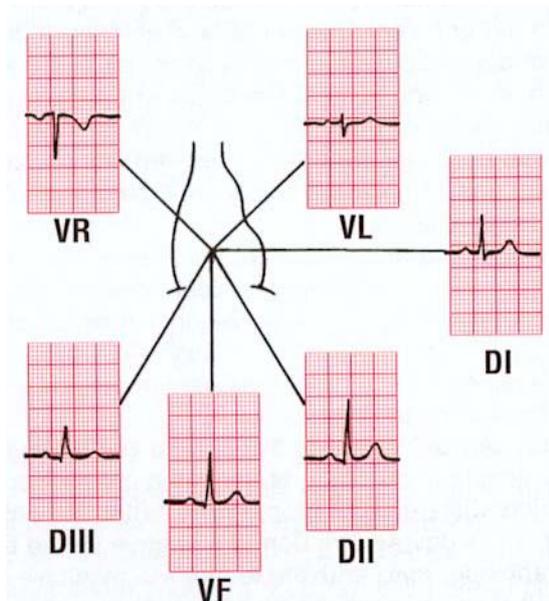
Non è necessario ricordarsi quali elettrodi corrispondono a determinate derivazioni, ma è necessario controllare che gli elettrodi siano posizionati correttamente.

Come vedremo, l'ECG è costituito da immagini caratteristiche ed il tracciato, nel suo insieme, non può essere correttamente interpretato se gli elettrodi non sono posizionati nei punti giusti.

## ECG a 12 derivazioni

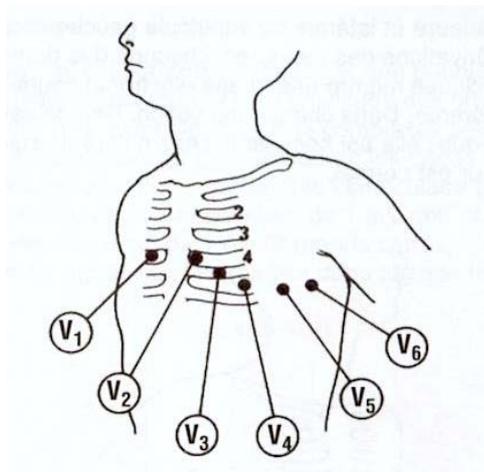
L'interpretazione dell'ECG è facile tenendo ben presenti gli angoli dai quali le diverse derivazioni guardano il cuore.

Si può supporre che le **sei derivazioni** standard, registrate dagli **elettrodi fissati agli arti**, guardino il cuore su un piano sagittale, di profilo (VL, DI, DII guardano il lato sinistro del cuore; VR guarda l'atrio destro; DIII, VF guardano la parete inferiore del cuore).

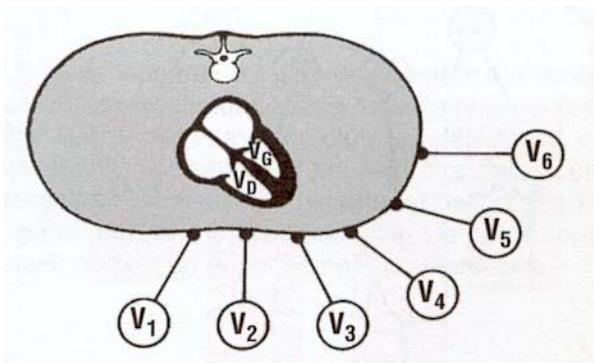


Così le derivazioni DI, DII, VL guardano la **faccia laterale sinistra** del cuore, DIII e VF la **faccia inferiore** del cuore e VR **l'atrio destro**. (Da tutto ciò ne consegue che, per esempio, la localizzazione di un'onda Q, espressione di un infarto, in DIII e VR suggerisce una necrosi sulla faccia inferiore del cuore; in DI, DII e VL suggerisce invece una necrosi sulla faccia laterale sinistra.)

La derivazione V (precordiale) è fissata sulla parete toracica per mezzo di 6 ventose, ed è registrata in 6 posizioni diverse situate tutte sopra il 4° o 5° spazio intercostale

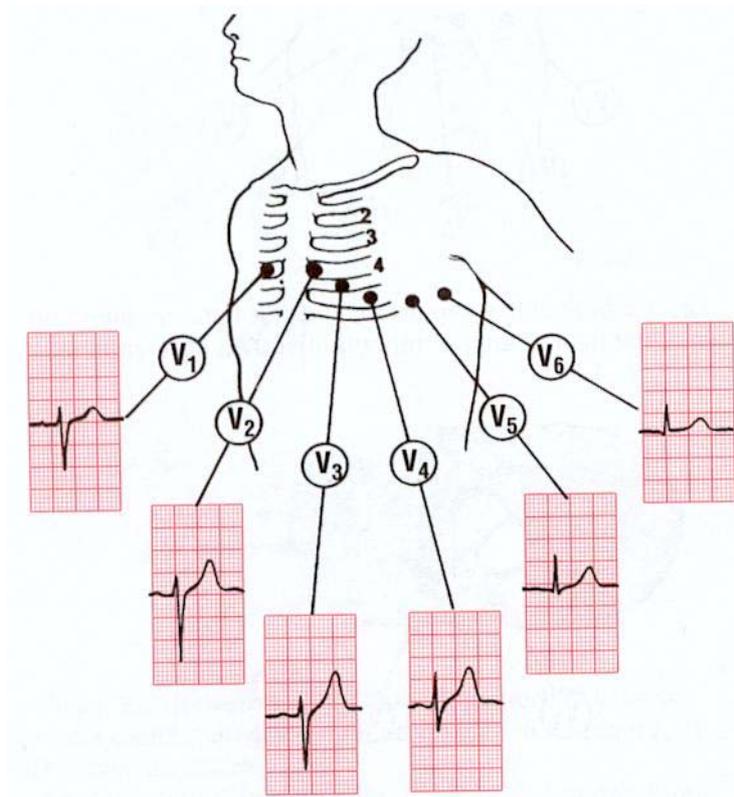


Le sei derivazioni guardano il cuore su un piano orizzontale (vedi disegno sotto), dalla parete anteriore fino al lato sinistro.



Così V1 e V2 esplorano il ventricolo destro, V3 e V4 il setto interventricolare, V5 e V6 guardano rispettivamente la parete anteriore e laterale del ventricolo sinistro: ne consegue che un'onda Q in V1 e V2 è espressione di un infarto ventricolare destro, un'onda Q in V5 e V6 è invece espressione di un infarto del ventricolo sinistro.)

Come per le derivazioni degli arti, ogni derivazione precordiale mostra un'immagine differente caratteristica.



### Realizzare un ECG

Quando si realizza un ECG:

1. Per evitare tremori muscolari il soggetto deve essere sdraiato e rilassato.
2. Bisogna connettere gli elettrodi agli arti e assicurarsi che sia stati posizionati correttamente.
3. L'elettrocardiografo deve essere "calibrato" (di solito avviene automaticamente all'accensione dell'elettrocardiografo).
4. Per registrare le sei derivazioni standard: tre o quattro complessi sono sufficienti.

5. Le sei derivazioni V, precordiali, devono essere registrate accuratamente.

## MORFOLOGIA DEL COMPLESSO QRS

Ora dobbiamo considerare perchè l'ECG ha un aspetto diverso per ogni derivazione.

### Il complesso QRS nelle derivazioni degli arti

L'elettrocardiografo è costruito in modo tale che per ogni onda di depolarizzazione che si avvicina all'elettrodo, si genera sul tracciato un'onda rivolta verso l'alto, e per ogni onda di depolarizzazione che si allontana dall'elettrodo, si genera sul tracciato una onda rivolta verso il basso.

L'onda di depolarizzazione si propaga dal cuore seguendo, nello stesso tempo, diverse direzioni, ma la deflessione del complesso QRS indica la direzione media verso la quale l'onda si propaga nei ventricoli.

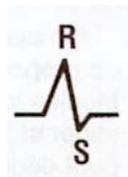


Se il QRS è per la maggior parte rivolto verso l'alto (cioè l'onda R è più ampia dell'onda S), l'onda di depolarizzazione si avvicinerà alla derivazione che registra questa onda.



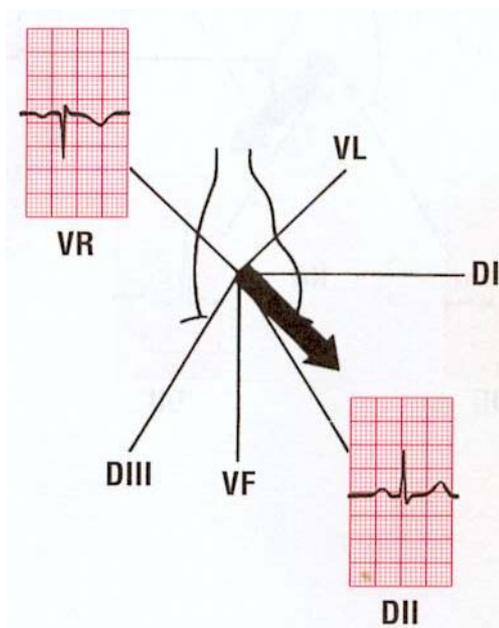
Se il QRS è per la maggior parte rivolto verso il basso (cioè l'onda S più ampia dell'onda R), l'onda di depolarizzazione si allontanerà dalla derivazione che registra questa onda.

Quando l'onda di depolarizzazione si sposta ad angolo retto rispetto alla direzione della derivazione, le onde R ed S sono di uguale ampiezza.



Le onde Q hanno un significato particolare (generalmente infarto transmurale) che verrà trattato in un altro capitolo.

### L'asse elettrico cardiaco



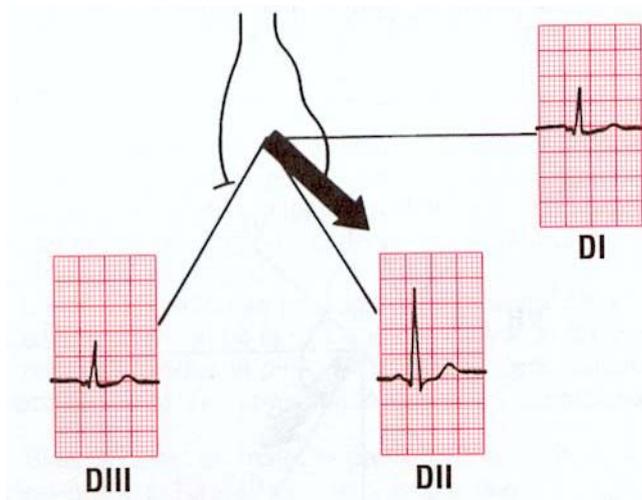
VR e DII guardano il cuore da direzioni perfettamente opposte. Vista di fronte, l'onda di depolarizzazione si propaga da ore 11 a ore 5: le deflessioni **sul tracciato** saranno per la maggior parte negative (dirette verso il basso) in VR (infatti per questa derivazione l'onda di depolarizzazione si allontana) e per la maggior parte positive (dirette verso l'alto) per DII (infatti per questa derivazione l'onda di depolarizzazione si avvicina).

Si chiama *asse elettrico cardiaco* la direzione media di propagazione dell'onda di depolarizzazione nei ventricoli. E' utile verificare la direzione di questo asse. Si può dedurre la direzione dell'asse elettrico a partire dai complessi QRS nelle derivazioni DI, DII e DIII.

L'asse normale (ore 11 -> ore 5) traduce un'onda di depolarizzazione che si propaga verso le derivazioni DI, DII e DIII e che quindi è caratterizzata da un'onda che nel tracciato ECG sarà per la maggior parte diretta verso l'alto (positiva) in DI, DII e DIII.

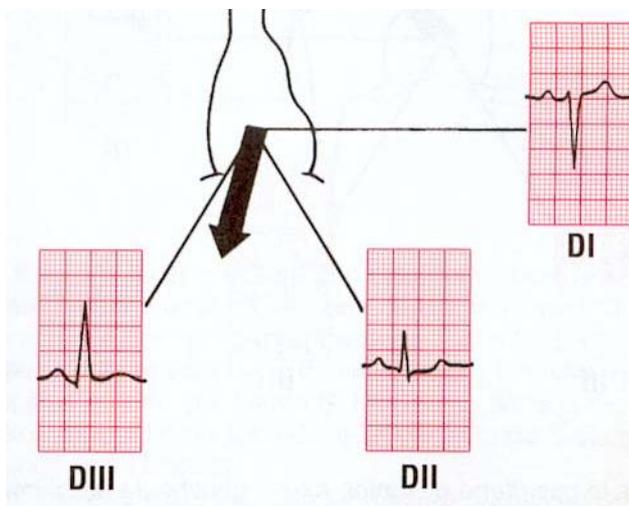
La deflessione sarà più ampia in DII che in DI o DIII.

#### ASSE ELETTRICO NORMALE



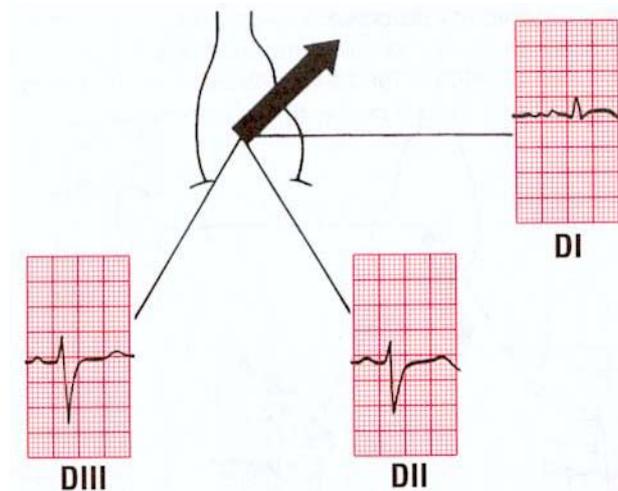
Se il ventricolo destro si ipertrofizza, l'asse elettrico ruota verso destra. La deflessione in DI diventa negativa e la deflessione in DIII diventa più positiva. Questa condizione si chiama "deviazione assiale destra" ed è indice di condizioni polmonari che determinano un sovraccarico cardiaco (cuore polmonare) o malformazioni cardiache congenite.

#### DEVIAZIONE ASSIALE DESTRA



Quando il ventricolo sinistro si ipertrofizza, l'asse può spostarsi verso sinistra: il QRS diventa in gran parte negativo in DIII, le deviazioni assiali sinistre diventano significativa quando si accompagnano ad una deflessione negativa in DII.

### DEVIAZIONE ASSIALE SINISTRA



Nel caso di una deviazione assiale sinistra, il difetto è generalmente legato ad un problema di conduzione piuttosto che ad un aumento di massa ventricolare sinistra (capitolo 2).

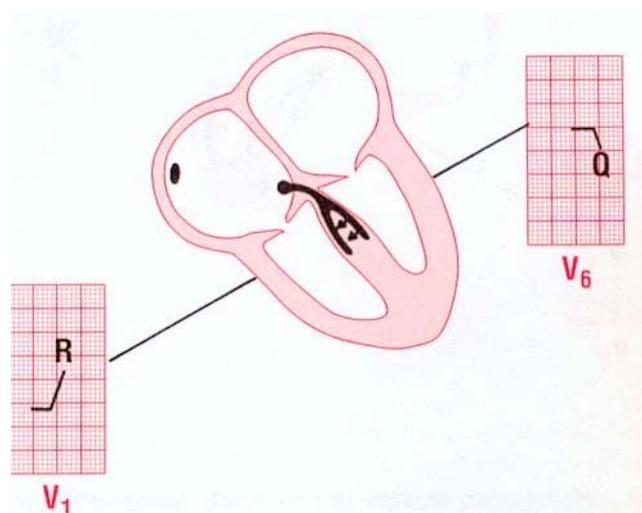
Le deviazioni assiali destre e sinistre sono raramente significative da sole, ma la loro presenza deve spingervi alla ricerca di altri segni di ipertrofia destra e sinistra (capitolo 4).

### Il QRS nelle derivazioni V precordiali

La forma del complesso QRS nelle derivazioni precordiali è determinata da 2 fattori:

1. Il setto interventricolare è depolarizzato per primo e l'onda di depolarizzazione si propaga, nel setto, da sinistra verso destra.
2. In un cuore normale, c'è più muscolo nella parete del ventricolo sinistro e di conseguenza, la depolarizzazione del ventricolo sinistro ha più influenza nell'ECG rispetto a quella del ventricolo destro.

Le derivazioni V1 e V2 guardano l'attività elettrica del ventricolo destro. Le derivazioni V3 e V4 quella del setto interventricolare e V5 e V6 quella del ventricolo sinistro.



Il complesso QRS può essere diviso in 2 fasi: la prima traduce la depolarizzazione del setto interventricolare, la seconda la depolarizzazione della massa ventricolare (non settale).

### PRIMA FASE DEL COMPLESSO QRS

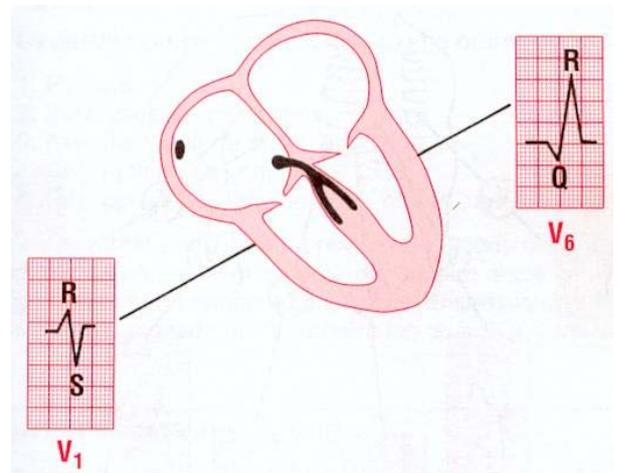
In una derivazione ventricolare destra la deflessione sarà prima verso l'alto (onda R, perchè **l'onda di depolarizzazione del**

**setto** va da sinistra verso destra). Al contrario, in una derivazione ventricolare sinistra, la deflessione sarà prima verso il basso (NB: l'onda Q **settale** ha caratteristiche diverse rispetto a l'onda Q dell'infarto transmurale: la profondità dell'onda Q settale è inferiore a 2mm e la sua larghezza è inferiore a 1mm).

## SECONDA FASE DEL COMPLESSO QRS

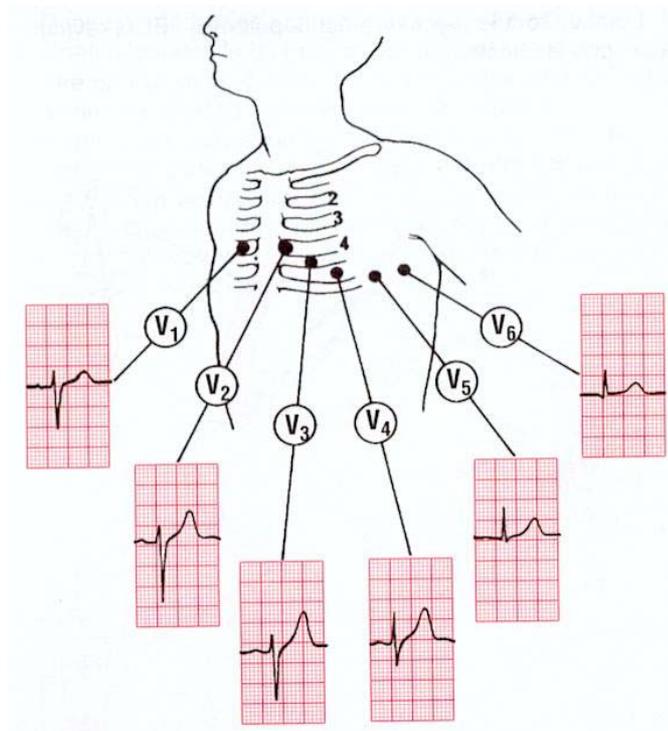
La **depolarizzazione della massa muscolare ventricolare** (non settale), in una derivazione ventricolare destra, produce una deflessione verso il basso (onda S) mentre in una derivazione ventricolare sinistra, produce una deflessione verso l'alto (onda R).

La depolarizzazione ventricolare sinistra è di ampiezza maggiore data la notevole massa muscolare, e quindi maschera totalmente la depolarizzazione del ventricolo di destra.



Quando tutto il miocardio è depolarizzato, l'ECG registra una linea isoelettrica.

Di conseguenza, nelle derivazioni precordiali il complesso QRS mostra una progressione regolare da V1 (dove è maggiormente verso il basso) a V6 dove è principalmente verso l'alto. Il punto di transizione dove le 2 onde si eguagliano in ampiezza indica la posizione del setto interventricolare.



Se il ventricolo destro è ipertrofizzato, ed occupa più spazio del normale, il punto di transizione si sposta verso V4-V5. Questa condizione è caratteristica delle pneumopatie croniche.

## **COME DESCRIVERE UN ECG**

Adesso siete in grado di presentare un ECG. La presentazione consiste in una descrizione seguita da una interpretazione.

La descrizione segue sempre lo stesso ordine:

1. Ritmo.
2. Asse elettrico cardiaco.
3. Intervalli di conduzione.
4. Descrizione dei complessi QRS.
5. Descrizione del tratto ST e delle onde T.

## **NOZIONI DA RICORDARE**

1. L'ECG si ottiene dalle modificazioni elettriche che accompagnano l'attivazione degli atri e poi dei ventricoli
2. L'attivazione degli atri produce l'onda P
3. L'attivazione dei ventricoli produce il complesso QRS
4. Quando l'onda di depolarizzazione si propaga verso una derivazione, la deflessione, registrata in quella derivazione, sarà verso l'alto, in caso contrario verso il basso.
5. Il setto interventricolare si depolarizza da sinistra verso destra.
6. In un cuore normale il ventricolo sinistro esercita più influenza sull'ECG del ventricolo destro.