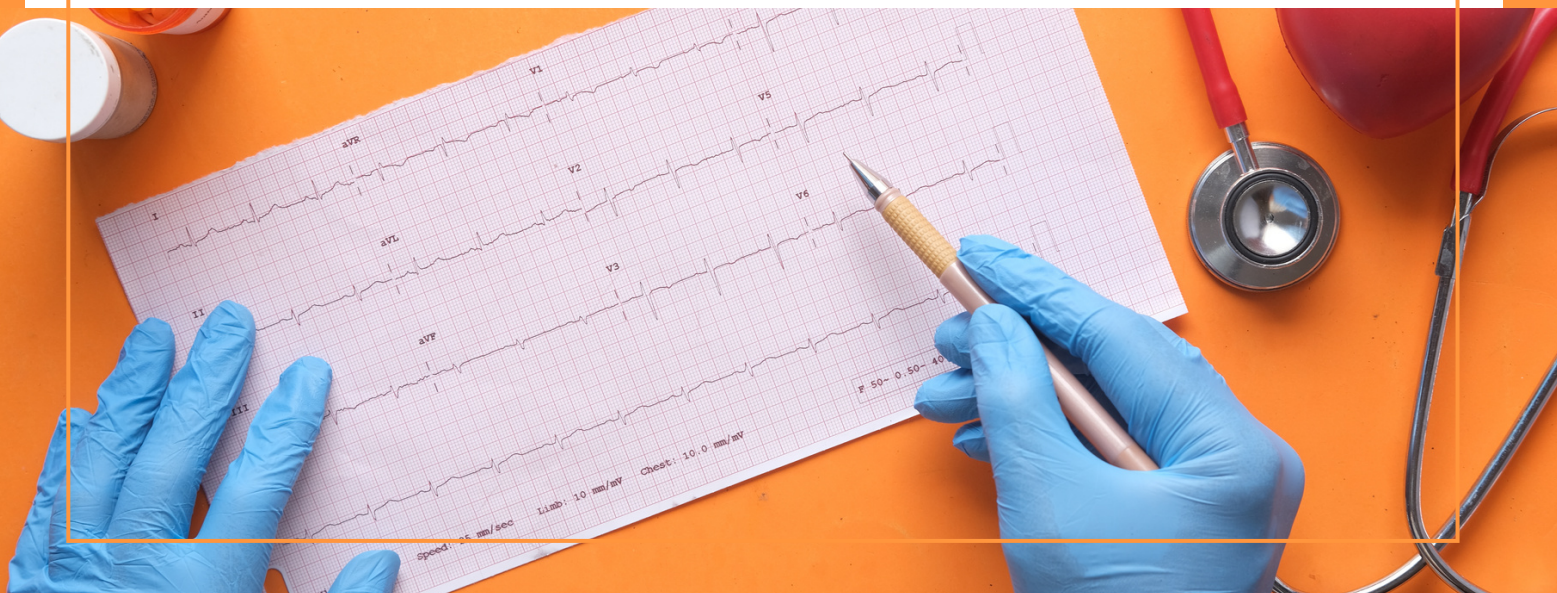


# ECG: l'interpretazione per il pediatra

Dott.ssa **Lara Fusani**, Specializzanda Università di Firenze  
Dott. **Marco de Luca**, Direttore Centro Simulazione Meyer



L'elettrocardiogramma (**ECG**) è un esame rapido, economico e di facile esecuzione, ma a volte di complessa interpretazione, insostituibile nel sospetto di aritmie, eventi ischemici e pericarditi. Dovrebbe essere considerato un esame "semplice", utile nella pratica quotidiana per dirimere dubbi clinici e non come ulteriore "complicazione" e fonte di nuove preoccupazioni per il medico. L'ECG deve essere visto non come un esame fine a se stesso, ma come strumento in grado di aggiungere informazioni alla storia clinica e all'esame obiettivo, un ulteriore punto di vista per approfondire l'inquadramento generale del paziente.

## QUANDO CHIEDERE UN ECG?

I motivi principali che in Pronto Soccorso possono portare a richiedere l'esecuzione di un ECG sono:

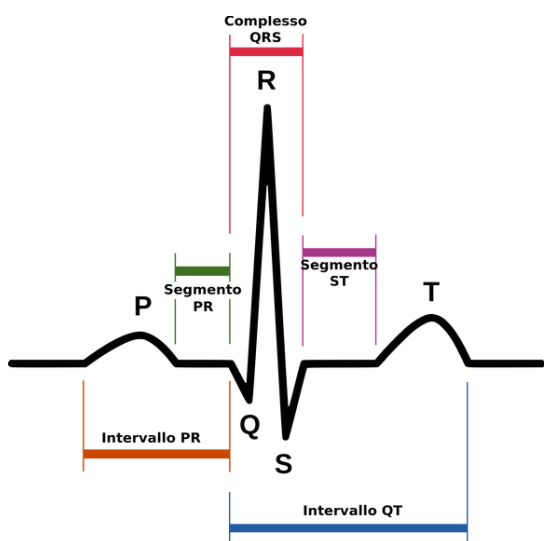
- **Dolore toracico:** in età pediatrica solo lo 0,2% dei pazienti con tale sintomatologia presenta un'origine cardiaca del sintomo. Nell'inquadramento del dolore toracico è fondamentale una corretta anamnesi che permetterà di orientarsi sulla possibile origine cardiaca del sintomo e con cui individuare eventuali fattori di rischio per patologia cardiaca. Se presenti potrà essere utile un ECG!
- **Sospetta aritmia**
- **Episodi sincopali** con forte e fondato sospetto per origine cardiogena del sintomo
- **Soffi cardiaci patologici**, nel sospetto di cardiopatia
- **Crisi convulsive "atipiche"**, nel sospetto di alterazioni patologiche del ritmo cardiaco.

## COSA RAPPRESENTA L'ECCG?

Il tracciato elettrocardiografico è caratterizzato da una sequenza di onde e segmenti, rappresentazione grafica delle forze elettriche generate dall'attivazione del miocardio.

L'elettrocardiogramma altro non è che la *rappresentazione vettoriale* dei fenomeni elettrici generati dalle fibre miocardiche. Per semplificare il concetto, un vettore è un elemento caratterizzato da due entità, grandezza e direzione: la depolarizzazione e la ripolarizzazione possono essere rappresentati da vettori in cui la grandezza è data dalla massa (volume del miocardio interessato) e la direzione invece è rappresentata dalla progressione del fronte d'onda di depolarizzazione-ripolarizzazione e dipende dalla sede dove il fenomeno elettrico ha avuto origine (zone cardiache interessate).

L'elettrocardiogramma permette di rappresentare graficamente il ciclo cardiaco, dalla depolarizzazione atriale alla ripolarizzazione ventricolare (vedi *figura 1*). La traccia elettrocardiografica non è altro che il ripetersi secondo una sequenza fissa di onde e segmenti: l'insieme di un'onda e di un segmento viene definito come *intervallo*, mentre il *segmento* è la linea retta che collega due onde.



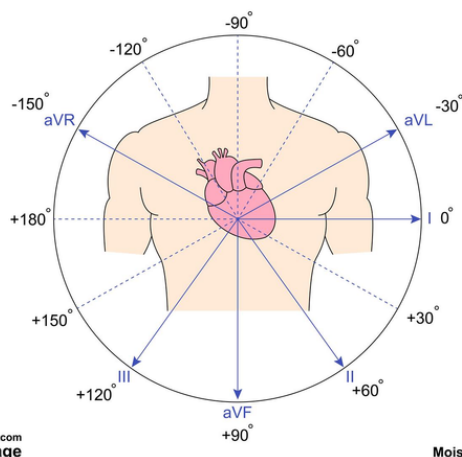
**Figura 1.** Traccia elettrocardiografica di un ciclo cardiaco  
(Fonte: <https://commons.wikimedia.org>)

- **Onda P:** depolarizzazione atriale
- **Segmento PR:** tempo dalla fine della depolarizzazione atriale all'inizio della depolarizzazione ventricolare
- **Complesso QRS:** depolarizzazione ventricolare
- **Segmento ST:** tempo dalla fine della depolarizzazione ventricolare all'inizio della ripolarizzazione ventricolare
- **Onda T:** ripolarizzazione ventricolare; segue sempre il QRS

Essendo il cuore un organo tridimensionale, un solo paio di elettrodi non sarebbe sufficiente a garantire una corretta rappresentazione e interpretazione dell'attività elettrica cardiaca. Da qui l'utilizzo di un sistema a **12 derivazioni**: ogni derivazione esplora il cuore da una specifica angolazione focalizzandosi e rappresentando una determinata regione a discapito delle altre. Possiamo distinguere:

- Sei derivazioni periferiche (vedi *figura 2*): tre derivazioni standard (o bipolari) **DI, DII, DIII** e tre derivazioni aumentate (\*) (o unipolari) **aVL, aVF, aVR**. Esplorano il cuore registrando l'attività elettrica su un piano *frontale*.

(\*) Si parla di derivazione aumentata perché l'elettrocardiografo deve amplificare i tracciati per ottenere una registrazione adeguata.



**Figura 2.** Derivazioni periferiche (Medbullets.com)

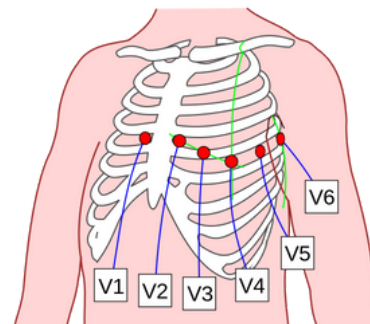
La **DII**, la **DIII** e **aVF** sono le cosiddette derivazioni *inferiori*, esplorano la parete inferiore del cuore, in rapporto con il diaframma.

La **DI** e **aVL** rappresentano le derivazioni *laterali sinistre*, esplorano la superficie laterale sinistra del cuore.

La derivazione **aVR** è la derivazione *laterale destra*.

- Sei derivazioni precordiali (vedi figura 3): V1 - V6 disposte sul torace lungo un piano *orizzontale*. Registrano l'attività elettrica cardiaca che si muove in direzione antero-posteriore. Ognuna delle derivazioni registra l'attività di una particolare regione:

- **V1** → ventricolo destro
- **V2** e **V3** → setto interventricolare
- **V4** → apice ventricolo sinistro
- **V5** e **V6** → superficie laterale ventricolo sinistro



**Figura 3.** Derivazioni precordiali  
(Fonte: <https://commons.wikimedia.org>  
Autore: Jmarchn (CC BY-SA 3.0))

Mettendo insieme quanto detto avremo:

- **V2-V3-V4** → derivazioni anteriori (camera più rappresentata sulla superficie anteriore → *ventricolo destro, setto interventricolare, apice del cuore*)
- **DI, aVL, V5, V6** → derivazioni laterali sinistre (esplorano *ventricolo sinistro*)
- **DII, DIII, aVF** → derivazioni inferiori (camera più rappresentata sulla superficie inferiore → *atrio destro*)
- **aVR, V1** → derivazioni per *ventricolo destro*

### ECG IN PEDIATRIA

Per una corretta interpretazione dell'ECG è fondamentale tenere presenti i cambiamenti anatomici ed emodinamici che avvengono fisiologicamente con la crescita.

In particolare, nel primo mese di vita, si assiste ad una progressiva caduta delle resistenze polmonari che comporta una riduzione dello spessore della parete del ventricolo destro (VD); aumenta lo spessore del ventricolo sinistro (VS) visto il contemporaneo incremento del carico di lavoro. Questo fa sì che, nelle prime settimane di vita, i potenziali ventricolari destri siano dominanti, ma che successivamente, già dai 2- 6 mesi, si assista ad una progressiva dominanza dei potenziali ventricolari sinistri.

Ci sono caratteristiche tipiche dell'ECG pediatrico, fisiologiche, che vanno ricordate:

- Spiccata aritmia respiratoria (aumento della frequenza cardiaca in inspirazione e diminuzione in espirazione)
- Ritmo atriale basso fisiologico o segnapassi atriale migrante
- Blocco di branca destro incompleto
- Blocchi A-V di I e II grado tipo Wenckebach, specie notturni e in soggetti allenati (evidenziabili nella registrazione Holter)
- Sporadiche extrasistoli atriali e ventricolari (se di tipo comune)
- Deviazione assiale destra (nei primi mesi di vita)
- Onde Q profonde, ma strette nelle derivazioni inferiori e laterali (DIII, aVF, V5, V6)
- Ripolarizzazione precoce (lieve soprasslivellamento del tratto ST con precoce comparsa dell'onda T)
- Onde T negative da V1 a V4 (fino a 12 anni)
- Onda U (\*) prominente

(\*) onda in genere di basso voltaggio che segue l'onda T.

## ATTENZIONE:

Prima di porre qualsiasi diagnosi, specie con tracciati anomali, escludere un errato posizionamento degli elettrodi, la presenza di deformità toraciche, medicazioni o di altri fattori che potrebbero interferire con la registrazione. Si ricorda che l'onda T in DI deve essere positiva, se negativa potrebbe essere una destroposizione cardiaca, ma più spesso una "mal"destroposizione cagionata da un erroneo posizionamento - inversione - degli elettrodi agli arti superiori.

Per leggere l'ECG è utile adottare un approccio sistematico che prenda in considerazione:

- Frequenza cardiaca (FC)
- Ritmo
- Onda P (asse, voltaggio e durata)
- Intervallo P-R
- QRS (asse, voltaggio, durata)
- Segmento ST e onda T
- Calcolo del QTc

**N.B.** A un quadretto grande (pari a 5 mm) corrispondono 0,2 sec o 200 msec, mentre a un quadretto piccolo (pari a 1 mm) corrispondono 0,04 sec o 40 msec.

## FREQUENZA CARDIACA

È un parametro altamente età-dipendente (vedi *tabella 1*). Per fare un calcolo rapido, basta contare quanti quadretti grandi sono compresi fra due R-R consecutivi e dividendo 300 per tale numero.

A titolo di esempio: la FC sarà di 300 bpm se la distanza tra due QRS è di 1 quadretto grande (5 mm), di 150 bpm se la distanza è di 2 quadretti, di 100 bpm se è di 3 quadretti, di 75 bpm se è di 4 quadretti, di 60 bpm se è di 5 quadretti, di 50 bpm se è di 6 quadretti (vedi *figura 4*).

Età	FC media (battiti/min)	Intervallo
Neonato	145	90 - 180
Lattante	140	106 - 185
1 anno	130	105 - 170
2 anni	120	90 - 150
4 anni	108	72 - 135
6 anni	100	65 - 135
10 anni	90	65 - 130
14 anni	85	60 - 120

**Tabella 1.** Variabilità della FC in base all'età



**Figura 4.** Metodo per il calcolo rapido della frequenza cardiaca  
(Agnetti A, et al. 2016)

Nonostante le alte FC che si ritrovano comunemente nei neonati e nei lattanti, tenere presente che al di sopra dei 220 bpm è molto difficile che il ritmo sia sinusale.

La febbre in genere aumenta la FC di 20 bpm per incremento di ogni grado centigrado.

## RITMO

Per definizione, nel ritmo sinusale la depolarizzazione atriale deve originare dal nodo del seno, quindi l'onda P dovrà essere positiva in DI, DII e aVF, negativa in aVR.

Da questo assunto deriveranno secondariamente alcune caratteristiche:

- Ogni QRS è preceduto da una singola onda P.
- Le onde P devono essere presenti nel tracciato e mantenere la stessa morfologia in ogni singola derivazione.
- L'asse dell'onda P normalmente segue quello del QRS ponendosi tra  $+30^\circ$  e  $+90^\circ$ .

## ONDA P

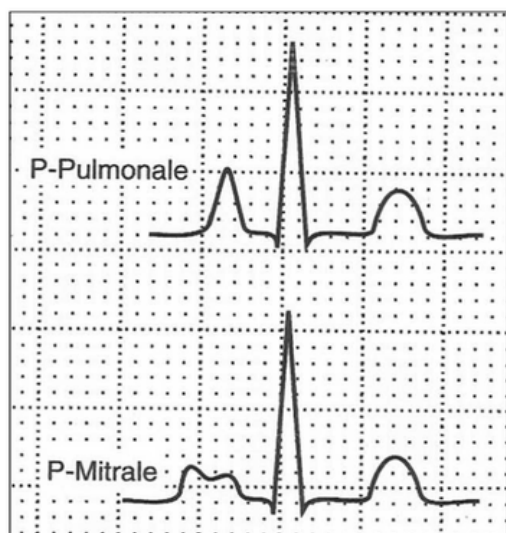
Le derivazioni in cui si osserva meglio l'onda P sono le derivazioni inferiori DII, DIII e aVF.

Il voltaggio dell'onda P non varia in modo significativo con l'età: il limite di normalità è di 2 mm nel neonato, quindi fino a 2,5 mm per arrivare poi a 3 mm nell'adolescente/adulto

Voltaggi superiori possono essere suggestivi di *ingrandimento atriale destro*: in questo caso troveremo sul tracciato la cosiddetta **"P polmonare"** di ampiezza aumentata (vedi figura 5)

Segni d'*ingrandimento atriale sinistro* sono invece:

- Onda P di durata maggiore a 80 msec nei bambini sotto l'anno di vita, e oltre e 120 msec nell'adolescente
- **"P mitralica"**: P bifasiche in VI, con incisura in DII (vedi figura 5)



**Figura 5.** Onda P "polmonare" (voltaggio > 3 mm), e onda P "mitralica" (durata > 120 msec) (Agnetti A., et al., 2016)

Età	Durata PR (s)
0 giorni	0,07" - 0,16"
1-7 giorni	0,08" - 0,14"
7-30 giorni	0,07" - 0,13"
1-3 mesi	0,07" - 0,13"
3-6 mesi	0,07" - 0,15"
1-3 anni	0,08" - 0,14"
3-5 anni	0,08" - 0,16"
5-8 anni	0,09" - 0,16"
8-12 anni	0,09" - 0,17"
12-16 anni	0,09" - 0,18"

**Tabella 2.** Variabilità della durata dell'intervallo PR in base all'età

## INTERVALLO PR

Può essere più breve rispetto all'adulto, e la sua durata cambia con l'età. Il range di normalità va da 70-80 a 120 msec nei neonati (media 100 msec) e da 110 a 180 msec negli adolescenti (vedi Tabella 2).

### Attenzione ad alcuni punti:

- Nella fase acuta della *malattia reumatica* l'allungamento del P-R è annoverato tra i criteri diagnostici minori.
- Per parlare di *pre-eccitazione* deve essere comunque ben evidente un'**ONDA DELTA** (vedi figura 6).
- Il *P-R breve* in età pediatrica è compatibile con un ritmo atriale basso fisiologico.
- Il riscontro di *P-R lungo* e il blocco di branca destra possono essere suggestivi per difetto interatriale (DIA).

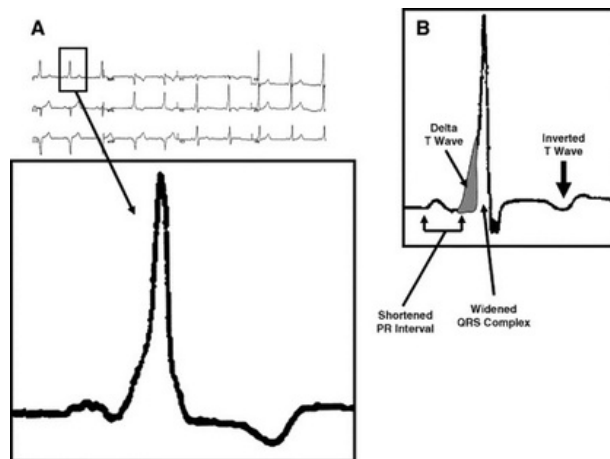


Figura 6. Onda delta (Agnetti A., et al., 2016)

## ONDA Q

Risulta più evidente nelle derivazioni inferiori e sinistre, mentre è assente in DI, aVL e V1.

Nel neonato il voltaggio in DIII può arrivare a 5,5 mm (media 1.5 mm), da 6 a 12 mesi a 6-8 mm in DIII (media 2 mm), mentre da 3 a 8 anni il voltaggio può arrivare anche a 5,5 mm in V5 (media 1 mm).

La durata normale deve essere inferiore a 30 msec.

## COMPLESSO QRS

Il complesso QRS permette di valutare quanto avviene da un punto di vista elettrico a livello ventricolare.

In condizioni normali la durata del QRS si valuta in V4 o in V5 e i valori variano in base all'età del paziente:

- Fino a 3 anni                      QRS < 0,07"
- Fra 3 aa - 8 aa                    QRS < 0,08"
- Fra 8 aa - 14 aa                  QRS < 0,09"
- Adolescente - Adulto            QRS > 0,10" -0,12"

## Morfologia del QRS

Quando si esamina il complesso QRS è importante tenere presenti tre modelli che corrispondono al graduale passaggio da una prevalenza anatomica ventricolare destra a una prevalenza ventricolare sinistra, passando attraverso un modello intermedio, caratterizzato da bilanciamento ventricolare. Questi sono rispettivamente il *modello neonatale*, *modello del lattante* e *modello dell'adulto*.

**N.B.:** in V1 l'onda R rappresenta i potenziali del VD e l'onda S i potenziali del VS, mentre in V6 l'onda R rappresenta i potenziali del VS e l'onda S quelli del VD.

1. *Modello neonatale* in V1 abbiamo un'onda R dominante con rapporto R/S >1; si può trovare anche un'onda R esclusiva (i voltaggi di onda R e onda S devono essere comunque nel range di normalità).
2. *Modello del lattante:* si può riscontrare fino a 2-3 anni di vita. L'onda R prevale sia in V1 che in V6 (bilanciamento ventricolare); in V1 si può trovare un'onda R esclusiva, di basso voltaggio (non deve superare i 5-10 mm), che comunque non deve mai persistere dopo l'anno di vita.
3. *Modello dell'adulto (dopo i 2-3 anni):* in V1 prevale l'onda S, con R/S<1, in V6 prevale l'onda R con R/S>1. In V1 non deve mai esserci un'onda R esclusiva.

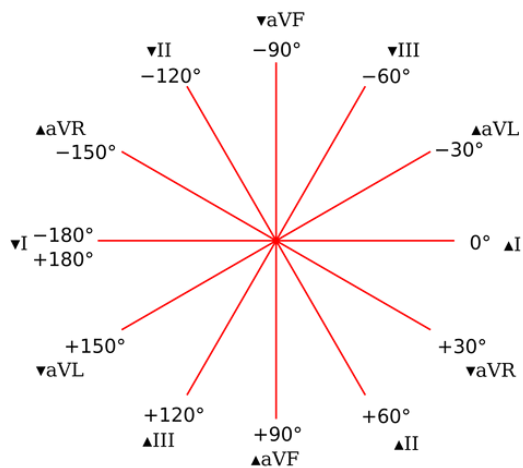
## ATTENZIONE

- Un ritardo di conduzione di branca destra (o *blocco di branca destra incompleto*) è molto comune nei bambini. D'altra parte, un pattern rSR', con R'>r (sia in voltaggio che in durata), indica la presenza di un ingrandimento ventricolare destro, che si può riscontrare ad esempio nel difetto interatriale.
- Un *blocco di branca sinistra* invece è sempre patologico.

### Asse del complesso QRS (asse cardiaco)

Dipende dalla massa muscolare e dalla dimensione dei ventricoli. È necessario utilizzare il sistema esassiale (vedi figura 7). Si può calcolare trovando, tra le derivazioni periferiche, quella isoelettrica (con deflessione positiva e negativa bilanciate): l'asse sarà ortogonale a tale derivazione. In alternativa si può individuare, sempre tra le derivazioni periferiche quella con la massima positività e, in questo caso, l'asse elettrico sarà orientato verso tale derivazione.

L'asse elettrico si modifica col tempo passando da circa  $+120^\circ$  nel neonato/lattante, a progressivamente  $+30/+60^\circ$  nell'adolescente-adulto (vedi tabella 3).



**Figura 7.** Sistema di riferimento esassiale per determinazione dell'asse elettrico cardiaco (Fonte: <https://commons.wikimedia.org>)

Età	Min	Max
7 - 30 giorni	$+ 30^\circ$	$+ 180^\circ$
1 - 3 mesi	$+ 10^\circ$	$+ 120^\circ$
3 mesi - 3 anni	$+ 10^\circ$	$+ 110^\circ$
3 - 12 anni	$+ 20^\circ$	$+ 120^\circ$
Adolescente e adulto	$- 30^\circ$	$+ 105^\circ$

**Tabella 3.** Variabilità dell'asse elettrico cardiaco in base all'età

### TRATTO ST

Il segmento ST è localizzato fra il complesso QRS e l'onda T. In condizioni fisiologiche è isoelettrico, cioè è localizzato sulla stessa linea che congiunge la fine dell'onda T e l'inizio dell'onda P successiva.

Nel neonato sono considerati fisiologici slivellamenti del tratto ST fino a 1-2 mm, soprattutto nelle precordiali destre (elevazioni del segmento ST fino a 1 mm per le derivazioni periferiche e fino a 2 mm per le derivazioni precordiali).

### ONDA T

Nella prima settimana di vita, l'onda T nelle precordiali destre (anche in V1) può essere positiva, bifasica o negativa e in V6 negativa, piatta o positiva (con uno scarso significato diagnostico).

Onda T positiva in V1, nei primi anni di vita è espressione di *ipertrofia ventricolare destra*. Successivamente, fino ai 10-12 anni di solito l'onda T persiste negativa in V1, positiva in V5-V6, e da V1 a V4 può restare negativa (pattern giovanile).

Dopo i 12 anni di età visualizzare una onda T positiva in V1 seppure non sia la norma non permette più di porre diagnosi di ipertrofia ventricolare sinistra. Dopo i 12 anni (o dopo lo sviluppo) sarà necessariamente positiva da V3 a V6.

**ATTENZIONE:** dopo la prima settimana di vita un'onda T positiva nelle precordiali destre è indice di *ipertrofia ventricolare destra*. D'altra parte l'onda T negativa nelle precordiali sinistre è indicativa di *ipertrofia ventricolare sinistra*, o di un esito di peri-miocardite, o in generale segno di ischemia miocardica. Quasi il 20% dei bambini presenta T bifasica in V2-V3.

## ONDA U

Segue la T di cui presenta la stessa polarità (vedi figura 8) . Ha un'ampiezza del 10-25% dell'onda T e si visualizza meglio nelle precordiali destre (V1 e V2). È prominente se maggiore di 1.5 mm. Nelle giovani donne è reperto molto frequente. Attenzione a non includerla nel QT per il calcolo del QTc!

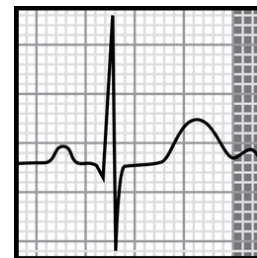


Figura 8. Onda U

(Fonte: <https://it.wikipedia.org>  
Autore: Bron766 (CC BY-SA 3.0))

## TRATTO QT

Indica il tempo necessario per la depolarizzazione (QRS) e la ripolarizzazione (onda T) ventricolare.

È inversamente proporzionale alla FC, quindi il QT deve essere corretto in base ad essa (QTc). La formula più utilizzata per calcolarlo è quella di Bazett.

$$QTc = \frac{\overline{QT} (ms)}{\sqrt{RR} (sec)}$$

**Questa formula può sovrastimare il QT a FC alte e sottostimarla a FC basse.**

Il QT si misura in DII o in V5 o in V6. Per il corretto calcolo del QTc è necessario che almeno tre battiti consecutivi presentino un R-R che non vari più del 10%. Inoltre, per una più precisa valutazione, è utile fare una media della lunghezza del QT su 3-5 battiti consecutivi.

Per calcolare il punto finale del QT, si può tracciare la tangente alla massima pendenza dell'onda T e prendere il punto d'incrocio con l'isoelettrica (vedi figura 9), oppure prendere il punto in cui la T raggiunge l'isoelettrica (metodo soglia).

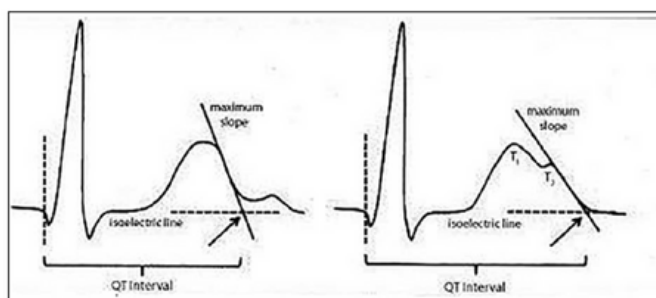


Figura 9. Metodo della tangente per il calcolo del QT (Agnetti A., et al., 2016)

Nei primi 5 giorni di vita **non** andrebbe calcolato il QTc, fisiologicamente maggiore dei canonici 440 msec. Fino ai 12 anni non ci sono differenze tra i due sessi. Dopo la pubertà, nel sesso femminile i valori normali sono leggermente più alti rispetto al sesso maschile.

### Valori normali QTc:

- Nel neonato si considera normale fino a 440 msec, fanno eccezione i primi 4 - 5 giorni di vita, quando il limite arriva fino a 470 msec
- Dal primo mese all'adolescenza è normale fino a 440 msec. Si considera quindi **borderline** tra 440 e 460 msec. È considerato **patologico** >460 msec.
- Nei maschi adulti è normale fino a 440 msec, nelle femmine fino a 460 msec. Si considera **borderline** tra 440 e 450 msec, nelle femmine tra 460 e 470 msec. È considerato **patologico** >450 msec, nelle femmine >470 msec.



Nel caso di valori superiori a 440 msec, assume grande importanza la storia familiare del paziente ed eventuali sintomi (sincopi-lipotimie e cardiopalmo).

Nel caso in cui si riscontri un QTc <320 msec (320-360 msec sono valori borderline) è fondamentale pensare alla *sindrome del QT corto*, che può predisporre lo sviluppo di gravi aritmie ventricolari.

#### BIBLIOGRAFIA

- Bronzetti G, et al. *L'ECG in età pediatrica: cosa deve sapere il cardiologo dell'adulto*. G Ital Cardiol 2011; 12:408-18.
- Malcom S. Thaler, *L'unico libro sull'ECG di cui avrai bisogno*, edizioni Piccin-Nuova Libreria 2019.
- Davignon A, et al. *Normal ECG standards for infants and children*. Pediatr Cardiol 1980; 1:123-31.
- Rijnbeek PR, et al. *New normal limits for the paediatric electrocardiogram*. Europ Heart J 2001; 22:702-11.
- Ghazala Q, et al. *The Pediatric ECG*. Emerg Med Clin N Am 2006;195-208.
- O'Connor M, et al. *The pediatric electrocardiogram. Part I: Age-related interpretation*. Am J Emerg Med 2008; 26:221-8.
- Dickinson DF. *The normal ECG in childhood and adolescence*. Heart 2005; 91:1626-30.
- Schwartz PJ, et al. *Linee guida per l'interpretazione dell'elettrocardiogramma neonatale. Task Force della Società Europea di Cardiologia*. Ital Heart J Suppl 2003; 4:138-53.
- Drs Gentles, Nicholson & Skinner *Electrocardiograph*. Paediatric Cardiology, December 2009
- Agnetti A., et al. *L'ECG in età pediatrica* Quaderni acp – 2016; 23(6) 271-275

**Revisionata da Dott. Giovanni Battista Calabri, Cardiologo AOU Meyer - luglio 2022**

**QUESTA NEWSLETTER NON INTENDE SOSTITUIRE UN PROTOCOLLO DIAGNOSTICO TERAPEUTICO, MA SEMPLICEMENTE ESSERE FONTE DI AGGIORNAMENTO E RIFLESSIONE SULL'ARGOMENTO**

Vai all'archivio  
newsletter  
SIMYoung



[www.meyer.it/simulazione](http://www.meyer.it/simulazione)