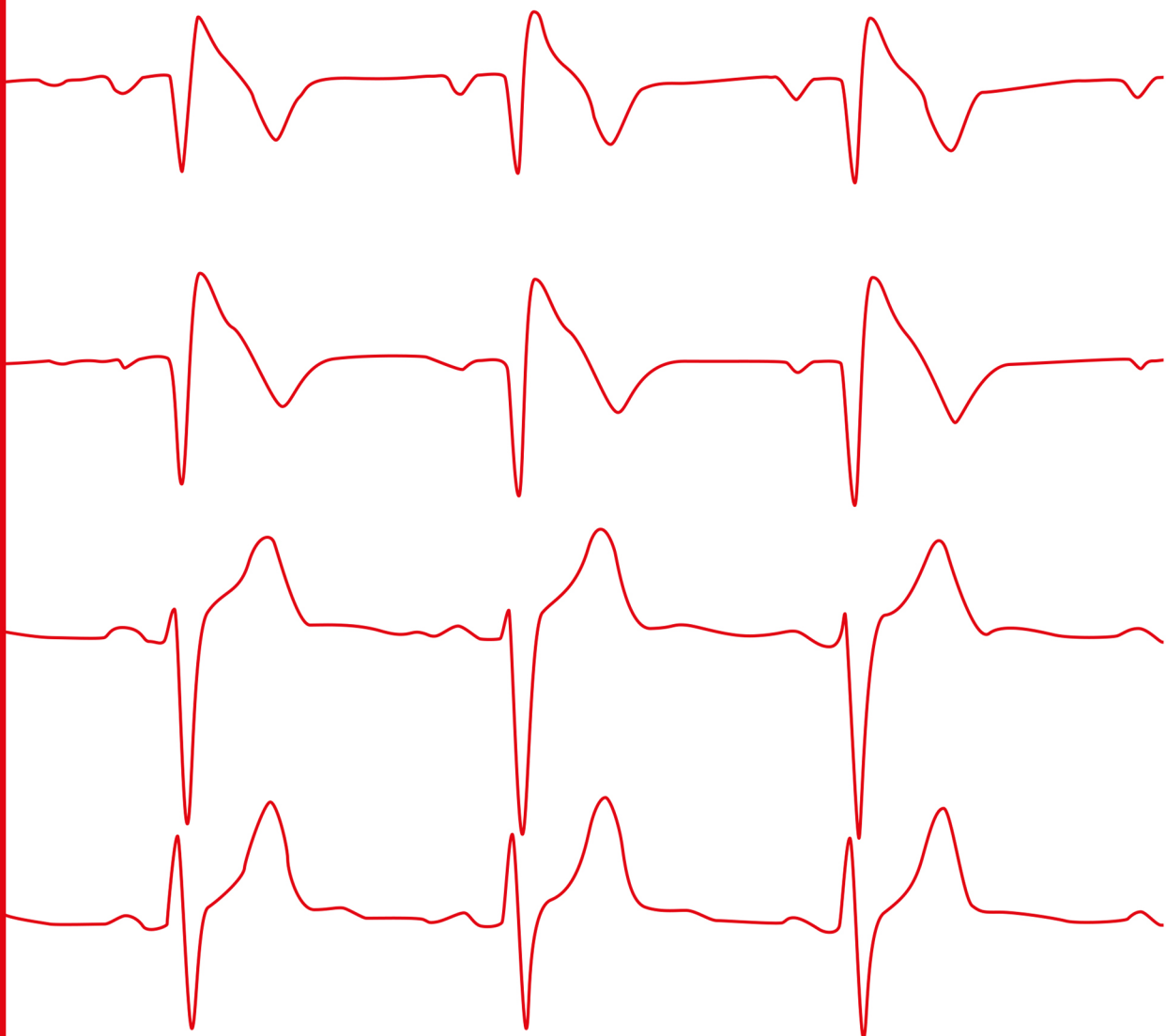


Electrocardiografia al teu abast

Ramon Brugada, Manjot Singh



Electrocardiografia al teu abast

Electrocardiografia al teu abast

**Ramon Brugada
Manjot Singh**

Pròleg a càrrec
de Pere Brugada


**Universitat
de Girona**


Dades CIP proporcionades per la Biblioteca de la UdG

CIP 616.12-07 BRU

Brugada, Ramon, autor

Electrocardiografia al teu abast / Ramon Brugada, Manjot

Singh ; pròleg a càrrec de Pere Brugada. – 1a edició. –

Girona : Universitat de Girona - Oficina Edicions UdG, [2025].

– 1 recurs en línia (245 pàgines) :

il·lustracions, gràfics

Descripció del recurs:

978-84-8458-696-8 (Universitat de Girona)

I. Singh, Manjot, autor II. Brugada i Terradellas, Pere, escriptor d'un pròleg 1. Electrofisiologia 2. Electrocardiografia 3. Cor – Malalties – Diagnòstic 4. Llibres electrònics

CIP 616.12-07 BRU

Amb el suport de



Generalitat de Catalunya
**Departament de Recerca
i Universitats**

Universitat de Girona
Consell Social



Diputació de Girona

Amb la col·laboració de



CÀTEDRA UdG DE
**MALALTIES
CARDIOVASCULARS**

**Universitat
de Girona**

Correcció lingüística: Documenta Universitaria

Assessorament lingüístic: Ramon Brugada

Disseny i maquetació: Documenta Universitaria

© del text i de les imatges: els seus autors

ISBN

978-84-8458-696-8

DOI: 10.33115/b/9788499846934



Els textos i imatges publicats en aquesta obra estan subjectes –llevat que s'indiqui el contrari– a una llicència Creative Commons de tipus Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada (BY-NC-ND) v.4.0. Podeu copiar-los, distribuir-los i transmetre'ls públicament sempre que en citeu l'autor i la font, que no en feu un ús comercial i no en feu obra derivada. La llicència completa es pot consultar a <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>

Pròleg

Que un germà escrigui un llibre li pot passar a molta gent. Que un germà teu et demani d'escriure'n el pròleg és un altre assumpte, un que no té res a veure amb casualitats, però sí amb causalitats. El meu germà Ramon escriu un llibre amb en Manjot, un alumne seu. En Ramon, encara que, per una curta però intensa durada, va ser alumne meu. Cap situació millor per explicar la importància que l'aprenentatge telescòpic té en el progrés del coneixement i de la ciència.

Un dels primers hominoides va veure el Sol i li va donar el nom de Sol. Immediatament, ho va explicar al seu amic –el seu primer estudiant.

—Veus això que he descobert en el cel és el Sol.

L'estudiant, coneixent ara ja el Sol, veié la Lluna durant la nit, i ho explicà al seu alumne.

—Aquell és el Sol, i jo he descobert aquesta altra, la Lluna.

El tercer hominoide, a qui no li va fer cap falta d'explorar què eren el Sol ni la Lluna perquè ja ho havia après dels seus mestres, va observar després els estels. I així, progressivament, cada hominoide aprenia moltes més coses més ràpidament, com si cada vegada se li donés un telescopi més i més gran: la progressió geomètrica del coneixement.

Cada hominoide era al mateix temps alumne i mestre. Els seus coneixements creixien a través de noves investigacions i a través de la interacció amb els seus alumnes, gràcies a les preguntes que es feien, preguntes que potser encara no tenen solució. Quants hominoides i humans s'han necessitat fins a arribar a definir els forats negres de l'espai?

Ensenyament telescòpic, una forma d'aprenentatge que s'autoempeny pel sol fet que hi ha mestres que volen ensenyar i alumnes que volen aprendre. Una forma d'aprenentatge exponencial que teòricament arribaria al punt de la perfecció quan el mestre es fa inútil com a mestre perquè ja ho ha ensenyat tot.

Sense cap dubte, treballar amb els alumnes és la millor forma de progressar en la transmissió del coneixement. Bé, en Ramon i en Manjot han fet un llibre d'electrocardiografia de qualitat extraordinària, basat en un principi molt senzill: una bona imatge val més que mil paraules. Un llibre que representa un pas més en la progressió de l'aprenentatge telescòpic, un llibre que fa fàcil aprendre en comptes de complicar-ho tot.



Pere Brugada
Brussel·les, diada
de Reis de 2024

Ramon Brugada

Durant tot el recorregut vital m'he anat trobant gent que em feu millor persona.

Un sentit agraïment:

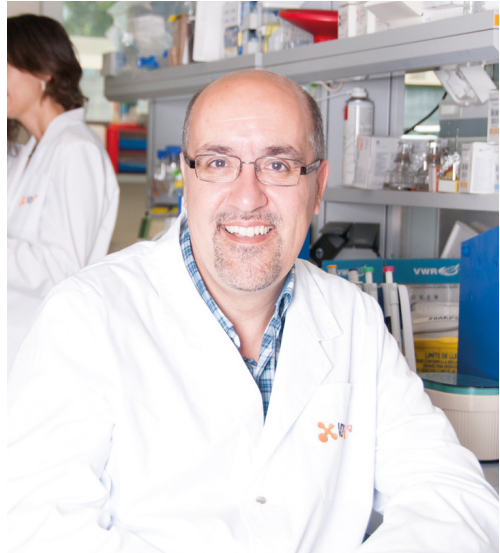
als qui vàreu decidir emprendre aquest viatge al meu costat,

als qui compartim les nostres alegries,

als qui ens donem suport davant les dificultats,

als qui només ens veiem de tant en tant, massa poc, però sabem que sempre hi som quan ens necessitem i

als qui ja no hi sou, però us recordo cada dia amb enyorança.



Cap de cardiologia, Hospital Josep Trueta i Santa Caterina.

Catedràtic de Medicina, Director Càtedra de Malalties Cardiovasculars, Universitat de Girona.

Director Centre de Genètica Cardiovascular, Institut d'Investigació Biomèdica de Girona.

Manjot Singh

Mai seran suficients les paraules d'agraïment que pugui escriure al Dr. Ramon Brugada, qui amb la senzillesa que el caracteritza, tota la voluntat d'un bon cor i amb la facilitat que li atorguen els reptes superats, m'ha ajudat i guiat des que ens vàrem conèixer.

Als meus mestres cardiòlegs de l'Hospital Doctor Negrin de Gran Canaria, qui m'han ensenyat l'abecedari de la Cardiologia, i als companys de l'Hospital Josep Trueta amb qui continuo aprenent dia a dia.



Cardiòleg, Hospital Josep Trueta de Girona.

Índex

Electrofisiologia bàsica del miòcit

1. El potencial d'acció cardíac.....15
2. El potencial d'acció segons els tipus de cèl·lules
cardíaques.....22
3. La transmissió de l'impuls elèctric.....23
4. Els potencials d'acció i l'electrocardiograma25

Registre de l'activitat elèctrica del cor: l'electrocardiograma

1. Detecció de l'activitat elèctrica 29
2. Despolarització..... 36
3. Repolarització.....37

L'electrocardiograma normal

1. Enregistrament..... 41
2. L'electrocardiograma: ones, complexos, segments
i intervals..... 49

Valoració sistemàtica de l'electrocardiograma

1. Alteracions en l'enregistrament 59
2. Ritme..... 73
3. Freqüència cardíaca 76
4. Eix..... 79
5. Ona P..... 90
6. Interval i segment PR..... 108

7. Complex QRS.....	120
8. Punt J.....	148
9. Segment ST.....	152
10. Ona T.....	162
11. Interval QT.....	170
12. Ona U.....	174

Isquèmia / lesió / necrosi

1. Definició.....	179
2. Isquèmia subendocàrdica.....	180
3. Isquèmia subepicàrdica o transmural.....	181
4. Lesió subendocàrdica.....	183
5. Lesió subepicàrdica o transmural.....	184
6. Infart o necrosi.....	186
7. Progressió de l'infart agut de miocardi.....	188
8. Localització de l'infart.....	189
9. Infart de miocardi agut i antic.....	191
10. Infart sense Q.....	193
11. Bloqueig de branca i infart.....	194

Arrítmies

1. Definició.....	199
2. Sistema de conducció.....	200
3. Velocitats de conducció.....	201
4. Mecanisme de reentrada.....	202
5. Tipus d'arrítmies.....	203
6. Ritmes supraventriculars.....	205
7. Ritmes ventriculars.....	234
8. Diferenciació entre taquicàrdia ventricular i supraventricular amb QRS ample.....	243

ELECTROFISIOLOGIA BÀSICA DEL MIÒCIT

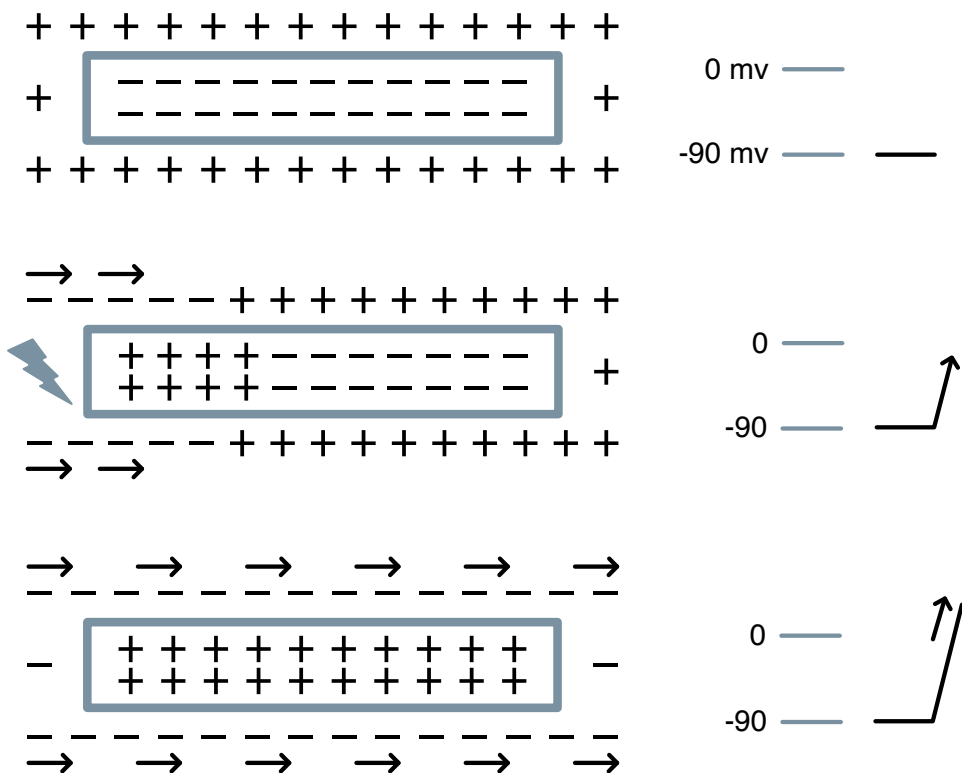


1. El potencial d'acció cardíac

La cèl·lula en repòs està polaritzada. Aquesta polarització està generada per una acumulació de càrregues positives a l'exterior i de negatives a l'interior cel·lular.

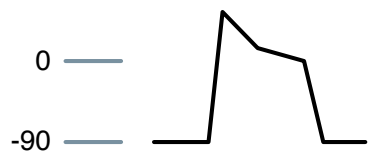
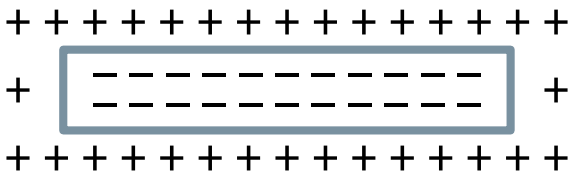
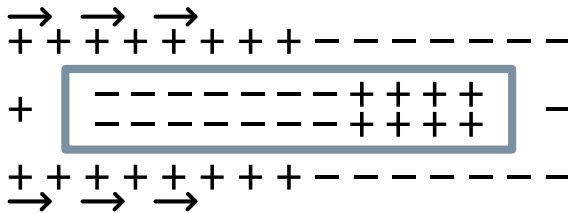
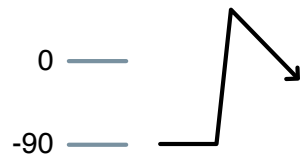
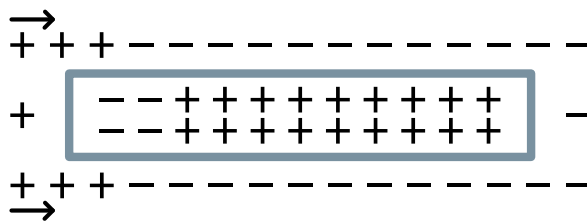
Quan un estímul activa els canals iònics a la membrana posa en marxa un intercanvi iònic entre l'interior i l'exterior cel·lular.

Despolarització



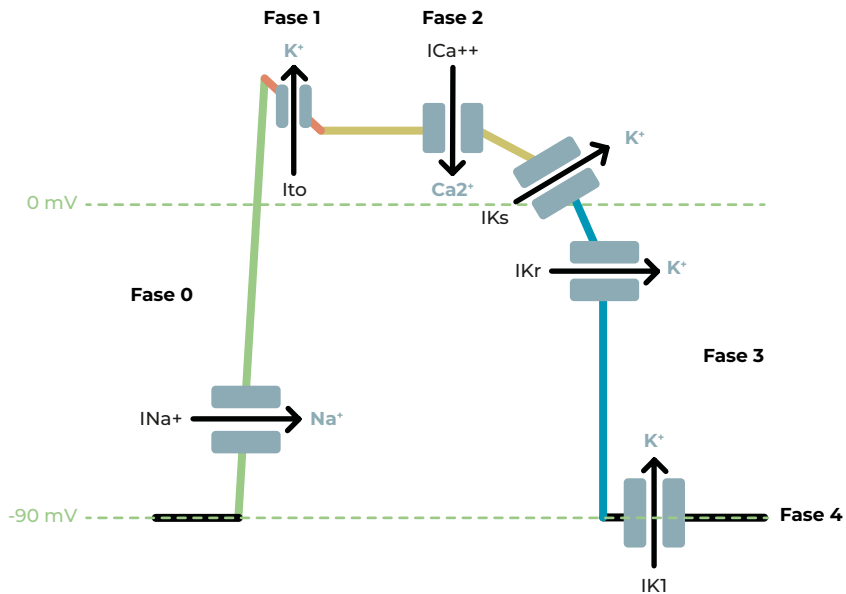
Aquesta activació iònica genera el potencial d'acció transmembrana, que inclou tant la despolarització com la repolarització, per retornar a la seva fase de repòs.

Repolarització



1.1. Generació del potencial d'acció

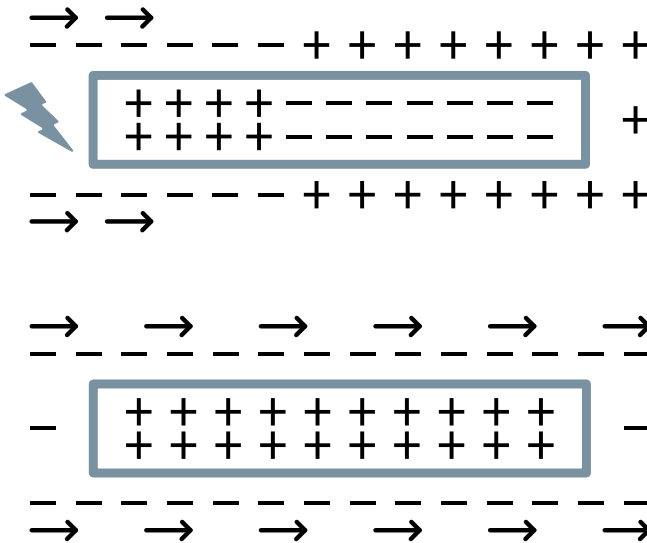
El potencial d'acció cardíac consta de 5 fases durant les quals hi ha activació de diferents canals iònics.



1.2. Fase 0. Despolarització

Després de rebre un estímul, la cèl·lula s'activa.

S'altera la càrrega elèctrica mitjançant un intercanvi d'ions (cations i anions) a través de la membrana.



Durant la despolarització entra Na^+ a l'interior. Per tant, l'exterior es va fent negatiu i l'interior positiu.

La despolarització avança a tota la cèl·lula.

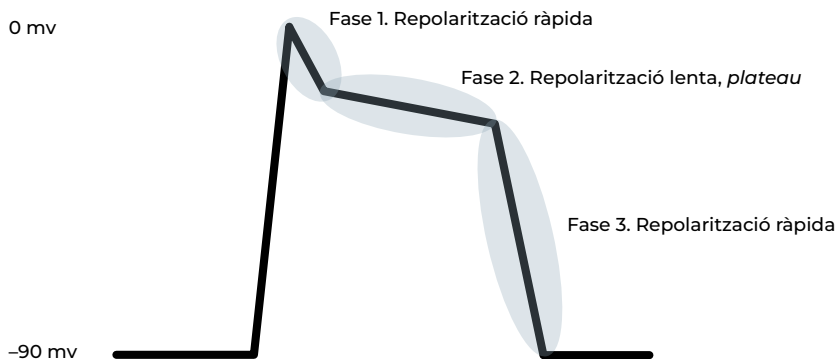
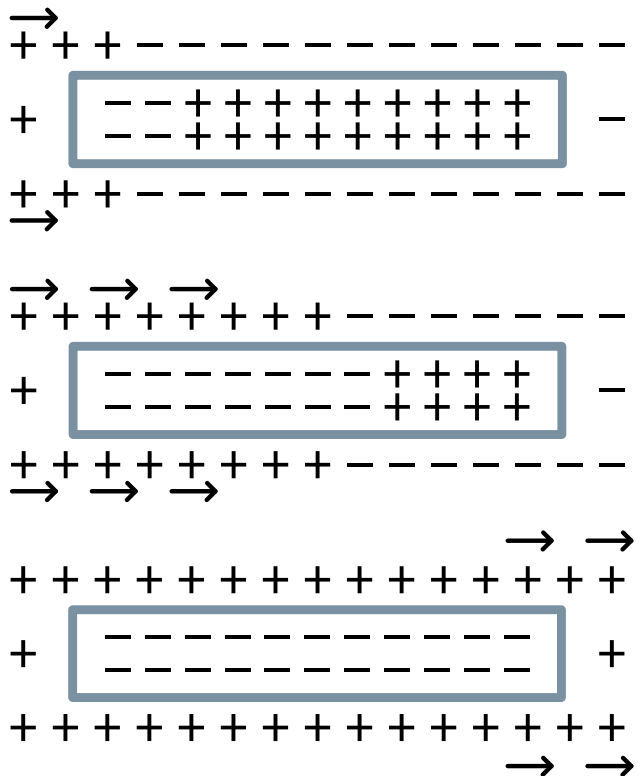


1.3. Fase 1 a 3. Repolarització

Un cop completament despolaritzades, les cèl·lules comencen a recuperar la seva polaritat negativa interna.

Durant la repolarització, les cèl·lules recuperen la negativitat interna per tornar a la fase de repòs.

Durant la repolarització, els canals iònics extreuen càrregues positives (sobretot K+) de l'interior cel·lular.

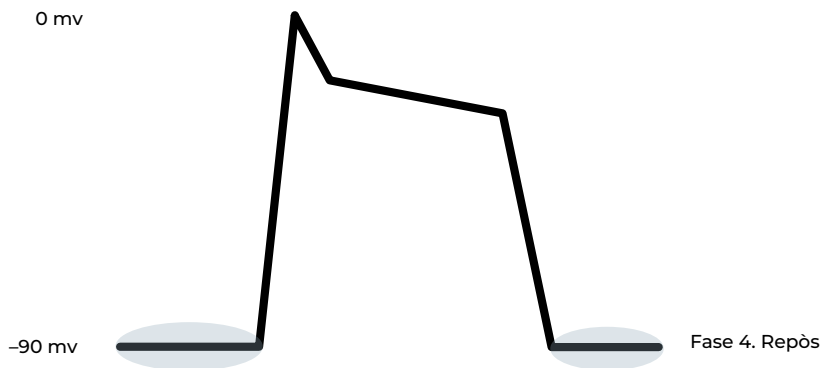
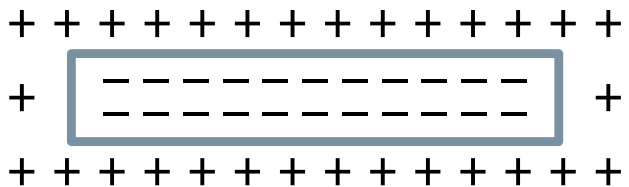


1.4. Fase 4. Fase de repòs

Durant la fase de repòs, les cèl·lules cardíques, miòcits, estan polaritzades, tenen càrrega negativa a l'interior i positiva a l'exterior.

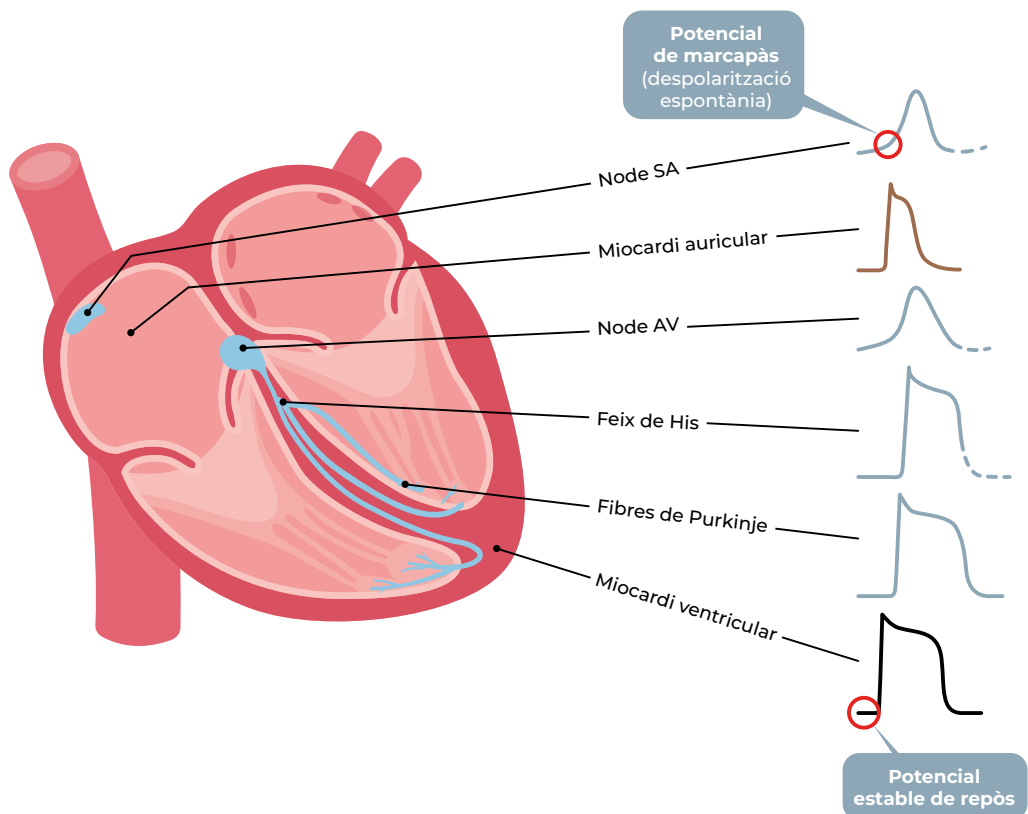
Aquesta fase de repòs està present en les cèl·lules contràctils o no automàtiques.

En les cèl·lules automàtiques, com veurem més endavant, no hi ha fase de repòs real.



1.5. Els diferents potencials d'acció

El **potencial d'acció** és diferent en cada zona del cor i en cada tipus cel·lular per aconseguir una activitat elèctrica i mecànica coordinades.



2. El potencial d'acció segons els tipus de cèl·lules cardíques

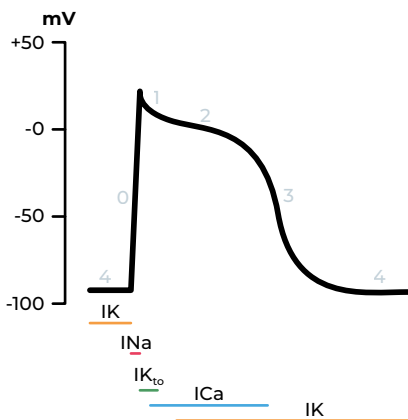
Cèl·lula contràctil o no automàtica

La cèl·lula no automàtica genera la contracció, per tant, l'activitat mecànica.

Té un potencial de repòs. Necessita un estímul per a despolaritzar-se. Es de resposta ràpida.

No té capacitat de generar o per conduir ràpidament un impuls elèctric.

En la generació del potencial d'acció hi participen canals de sodi, de calci i de potassi.



Potencial d'acció d'un miòcit cardíac (cèl·lula contràctil)

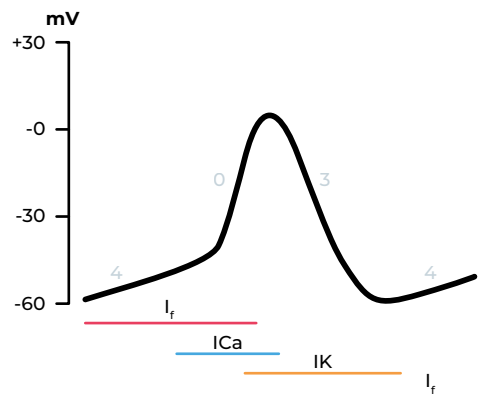
Cèl·lula no contràctil o específica

Cèl·lula marcapassos o automàtica:

- Té capacitat d'iniciar l'activació elèctrica. És de resposta lenta.
- Es pot despolaritzar contínuament sense necessitat d'un estímul.
- No té una fase de repòs real (fase 4 no és horitzontal).
- En la generació del potencial d'acció hi participen canals de calci i de potassi, així com els canals HCN responsables del current I_p , que permeten l'entrada de sodi i potassi.

Cèl·lula de Purkinje:

- Té capacitat de transmetre ràpidament aquest impuls elèctric.
- És de resposta ràpida.

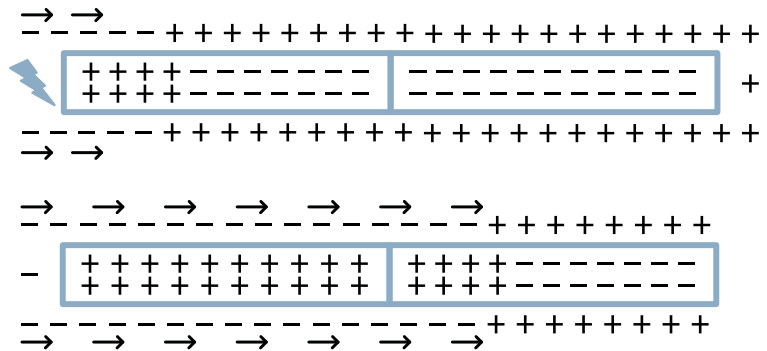


Potencial d'acció d'una cèl·lula automàtica

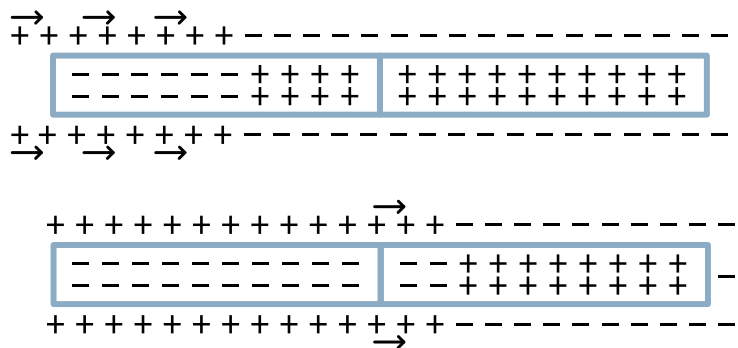
3. La transmissió de l'impuls elèctric

El procés d'activació (despolarització) i de recuperació (repolarització) de la cèl·lula es propaga a les cèl·lules veïnes.

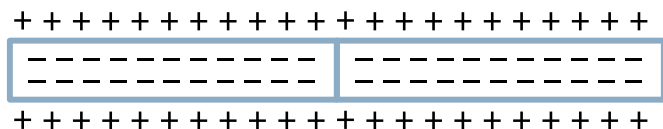
Despolarització



Repolarització



Repòs

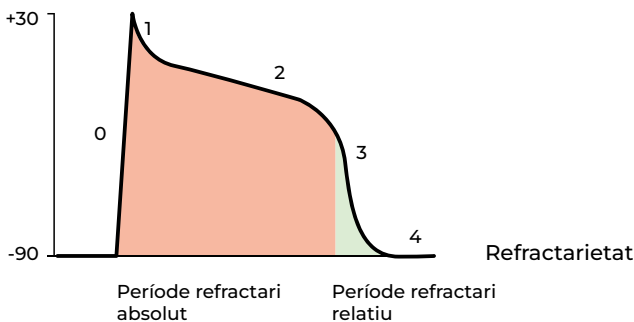
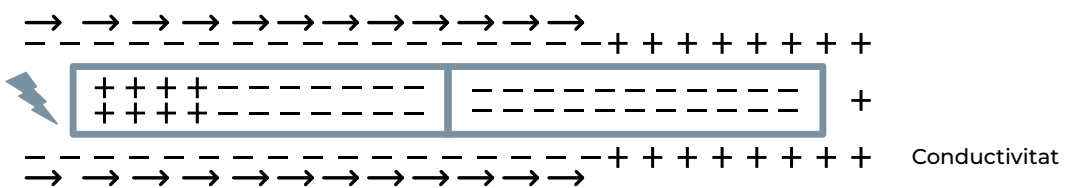
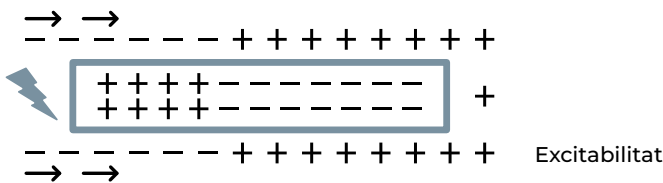
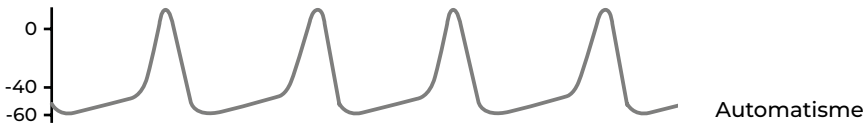


La generació i transmissió de l'impuls elèctric depèn de 4 característiques electrofisiològiques de les cèl·lules cardíaques:

- **Automatisme** (només a les cèl·lules automàtiques). Capacitat de despolaritzar-se espontàniament, d'iniciar l'activació elèctrica sense estimulació externa.
- **Excitabilitat**. Capacitat de respondre a un estímul extern

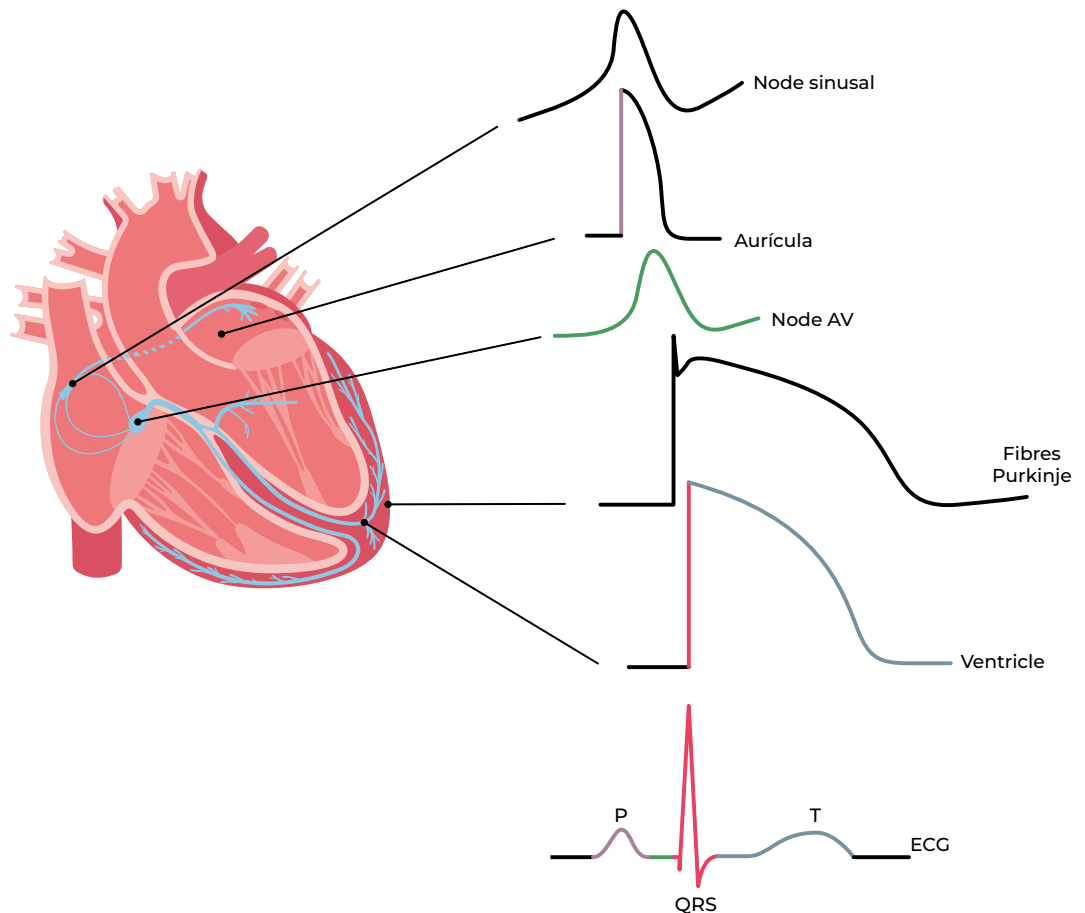
i generar resposta elèctrica (potencial d'acció).

- **Conductivitat**. Habilitat de transmetre l'impuls elèctric a una cèl·lula veïna.
- **Refractarietat**. Les cèl·lules no poden ser estimulades constantment. Hi ha un període (període refractari) durant el qual no responen a un estímul.



4. Els potencials d'acció i l'electrocardiograma

Es pot interpretar l'activitat elèctrica del cor des de la superfície corporal amb l'electrocardiograma, que detecta la suma de l'activitat elèctrica de totes les cèl·lules cardíques.



**REGISTRE DE L'ACTIVITAT
ELÈCTRICA DEL COR:
L'ELECTROCARDIOGRAMA**

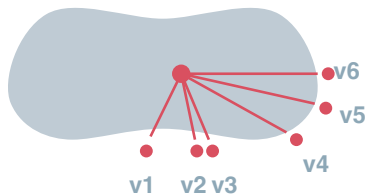


1. Detecció de l'activitat elèctrica

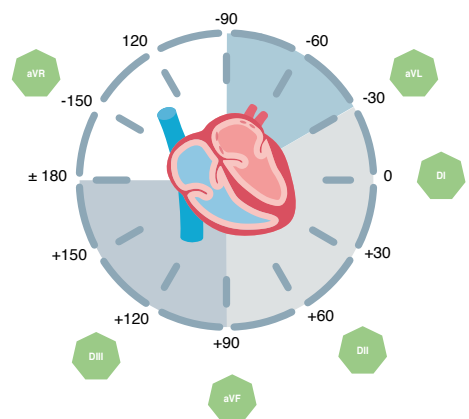
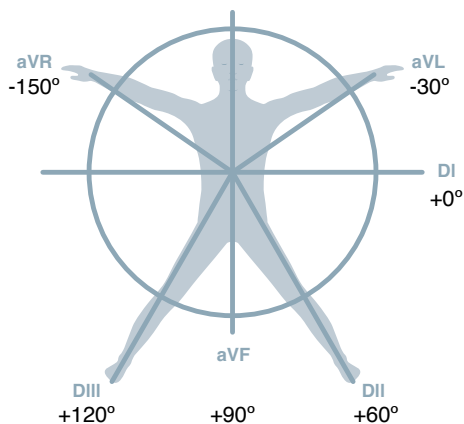
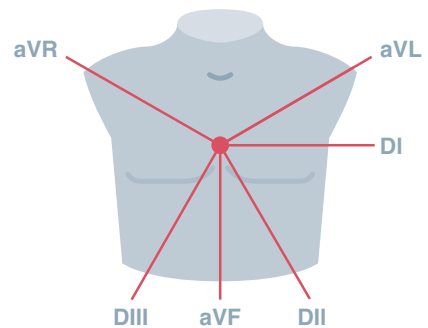
Per enregistrar un electrocardiograma utilitzem 10 elèctrodes, que permeten detectar el corrent elèctric des de 12 posicions diferents (derivacions):

- Sis derivacions de les extremitats. Detecten el corrent des d'un pla frontal:
 - 3 derivacions clàssiques o bipolars: DI, DII, DIII.
 - 3 derivacions augmentades unipolars: aVR, aVL, aVF.
- Sis derivacions precordials unipolars (V1 a V6). Detecten el corrent des d'un pla transversal o horitzontal.

Pla horitzontal



Pla frontal

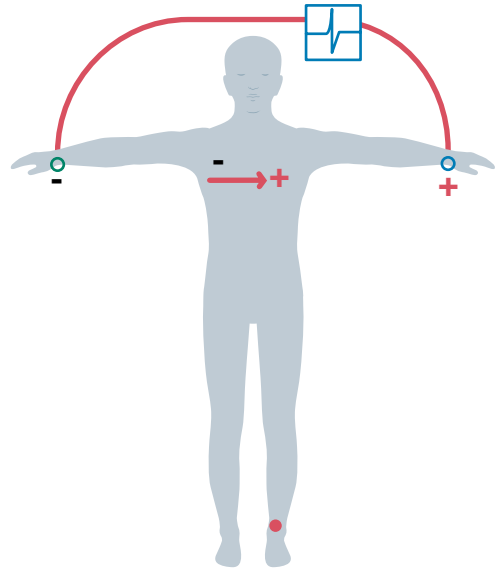


1.1. Derivacions clàssiques o bipolars

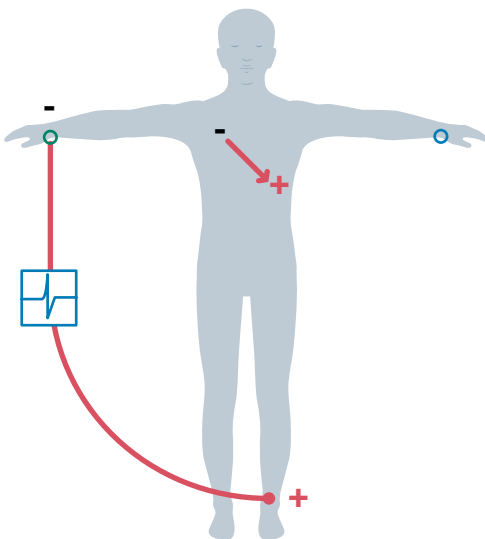
Per a la detecció del corrent elèctric hi ha un pol negatiu i un pol positiu.

- Derivació I: extremitat superior esquerra positiva i extremitat superior dreta negativa.
- Derivació II: extremitat inferior esquerra positiva i extremitat superior dreta negativa.
- Derivació III: extremitat inferior esquerra positiva i extremitat superior esquerra negativa.

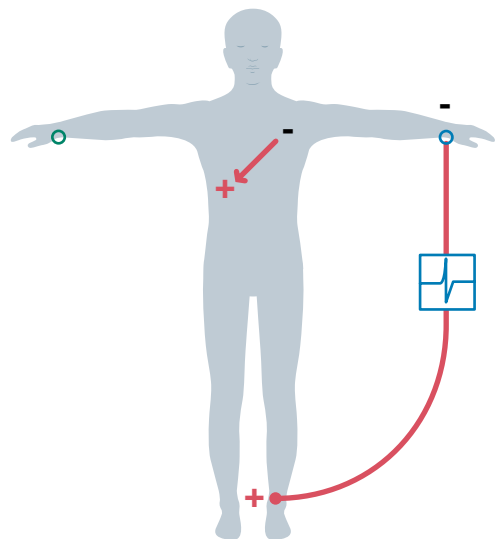
Derivació I



Derivació II



Derivació III

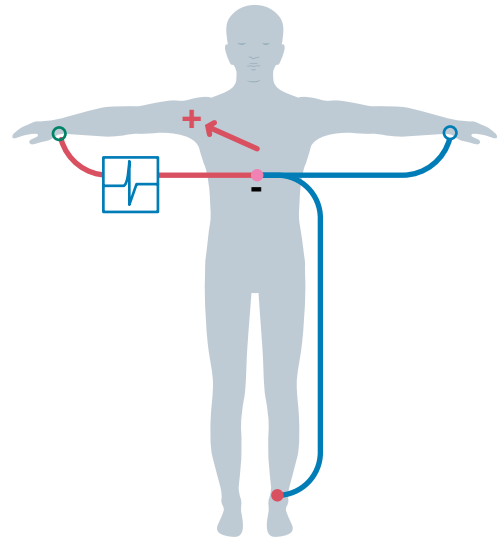


1.2. Derivacions unipolars augmentades

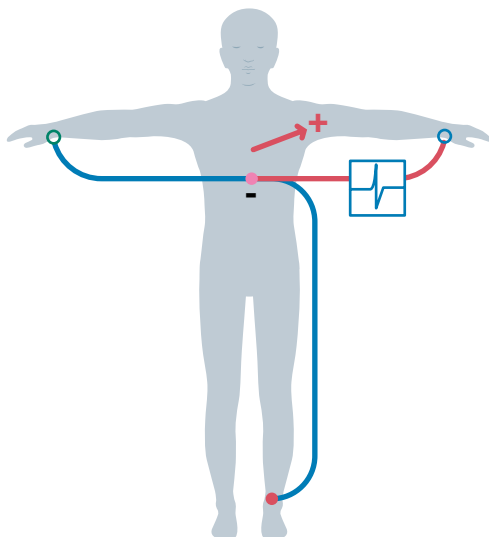
Hi ha un únic **pol positiu** i un punt de referència (amb potencial elèctric 0) situat al centre del camp elèctric cardíac.

- aVR: extremitat superior dreta positiva.
- aVL: extremitat superior esquerra positiva.
- aVF: extremitats inferiors positives.

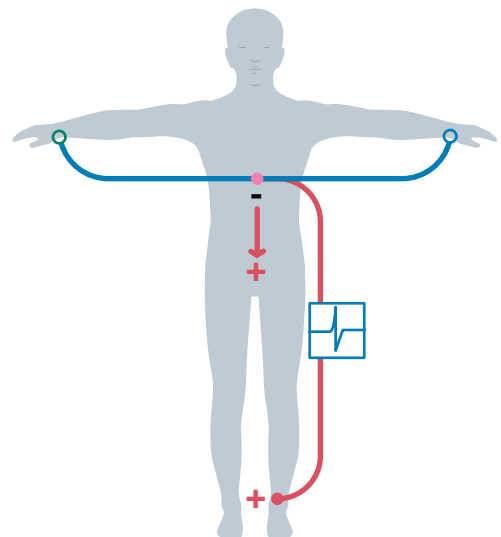
Derivació aVR



Derivació aVL



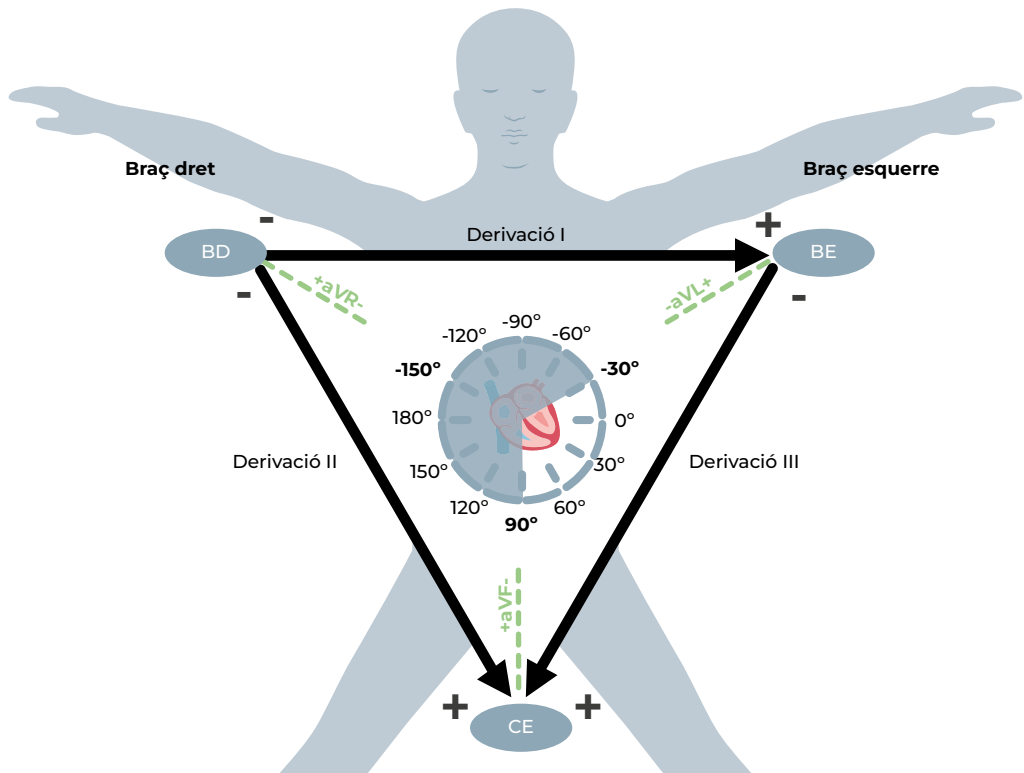
Derivació aVF



1.3. Triangle d'Einthoven

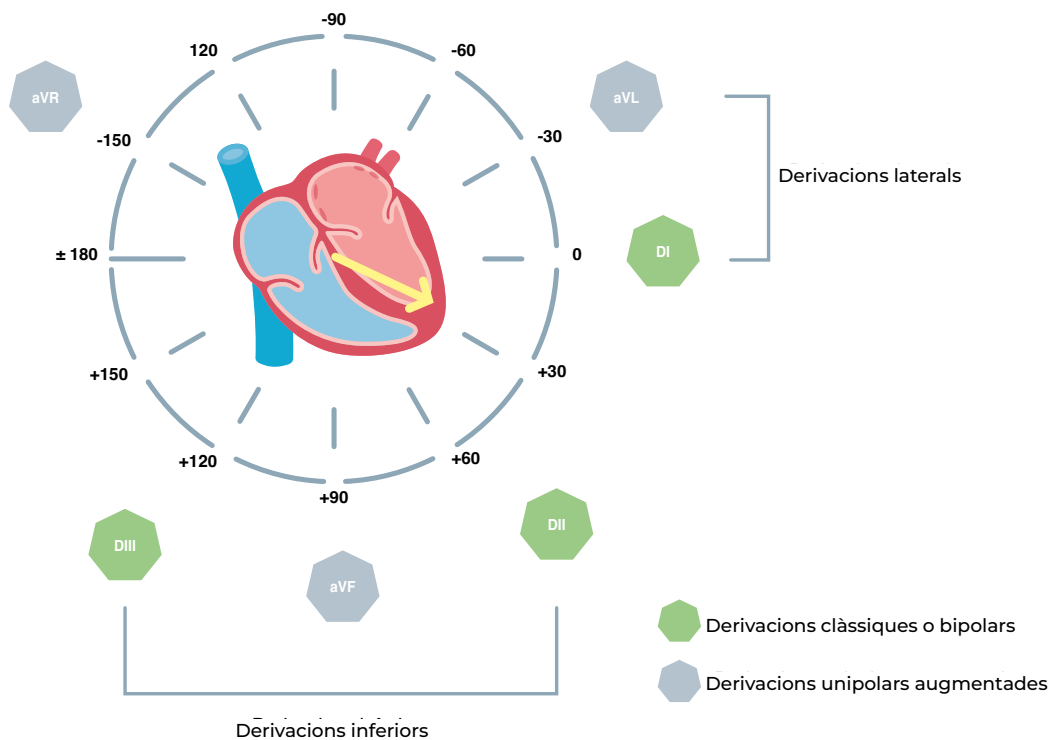
Els eixos de les **tres derivacions clàssiques o bipolars** (I, II, i III) formen el triangle d'Einthoven.

Com que els elèctrodes estan a la mateixa distància del cor (aproximadament), el triangle és equilàter.



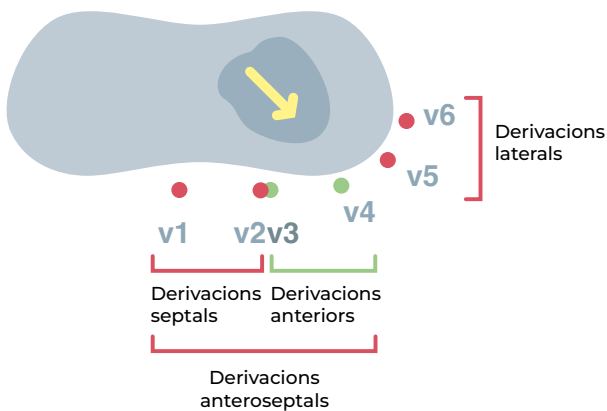
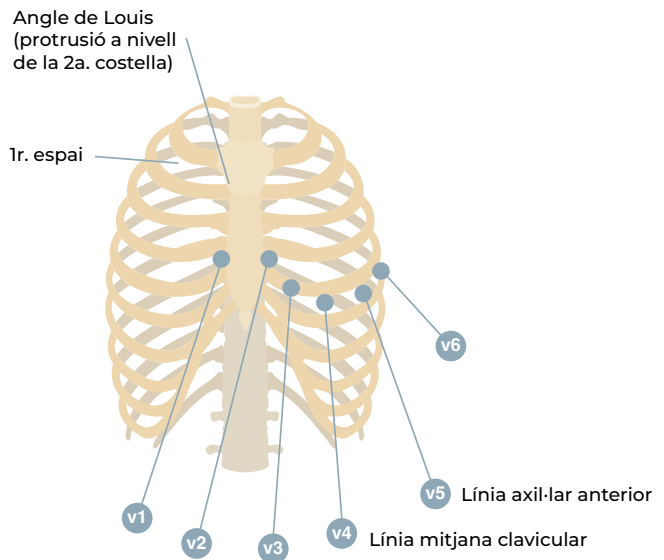
1.4. Derivacions en pla frontal

En el pla frontal l'electrocardiograma es valora amb 6 derivacions.



1.5. Derivacions precordials

- V1: 4t. espai intercostal, al costat dret de l'estènum.
- V2: 4t. espai intercostal, al costat esquerre de l'estènum.
- V3: entre V2 i V4.
- V4: 5è. espai intercostal, línia mitjana clavicular.
- V5: en el mateix espai intercostal que V4, però en la línia axil·lar anterior.
- V6: en el mateix espai intercostal que V4 i V5, en la línia axil·lar mitjana.



1.6. Regions del cor analitzades per les diferents derivacions

La paret del ventricle dret i la paret posterior del ventricle esquerre no són ben visualitzades amb 6 derivacions precordials.

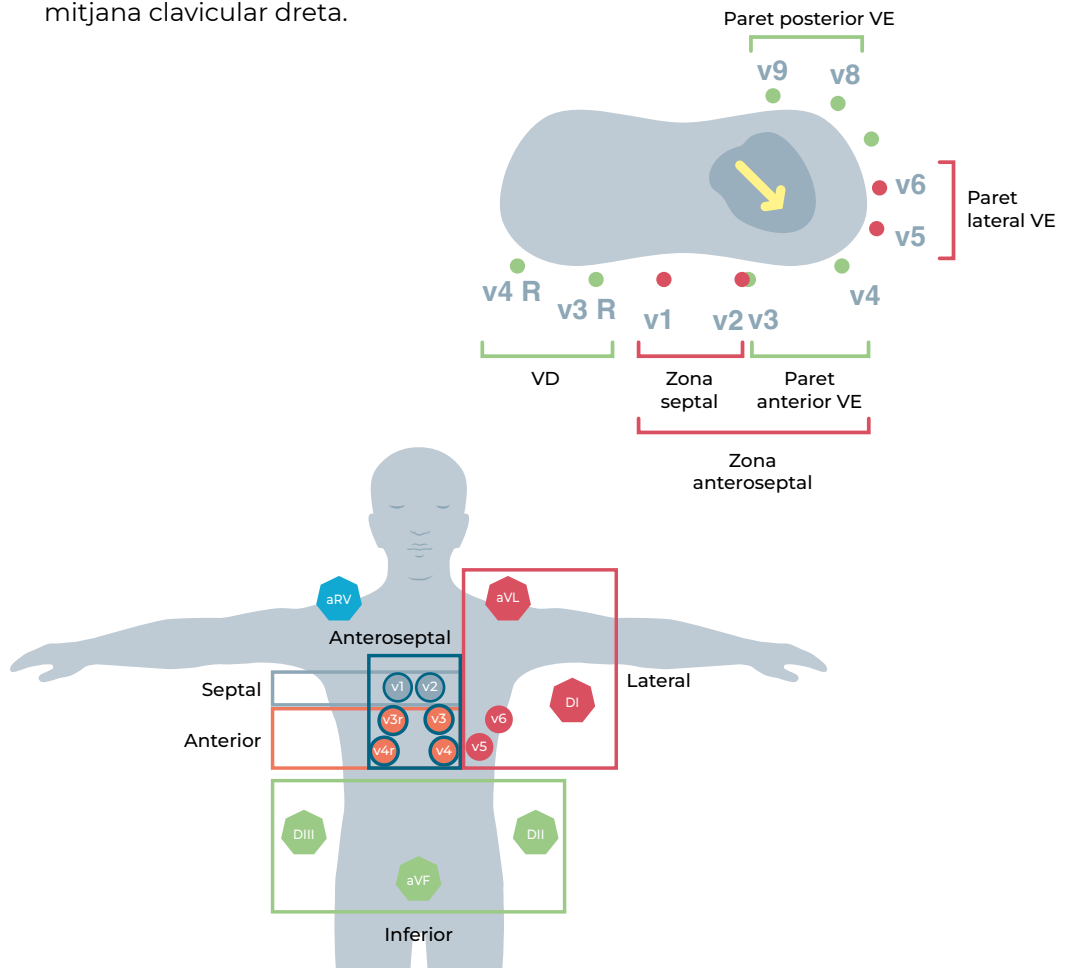
Per visualitzar aquestes àrees es poden afegir derivacions addicionals: **V3R, V4R, V7, V8, V9.**

Per visualitzar el ventricle dret:

- **V3R:** entre V1 i V4R.
- **V4R:** 5è. espai intercostal a la línia mitjana clavicular dreta.

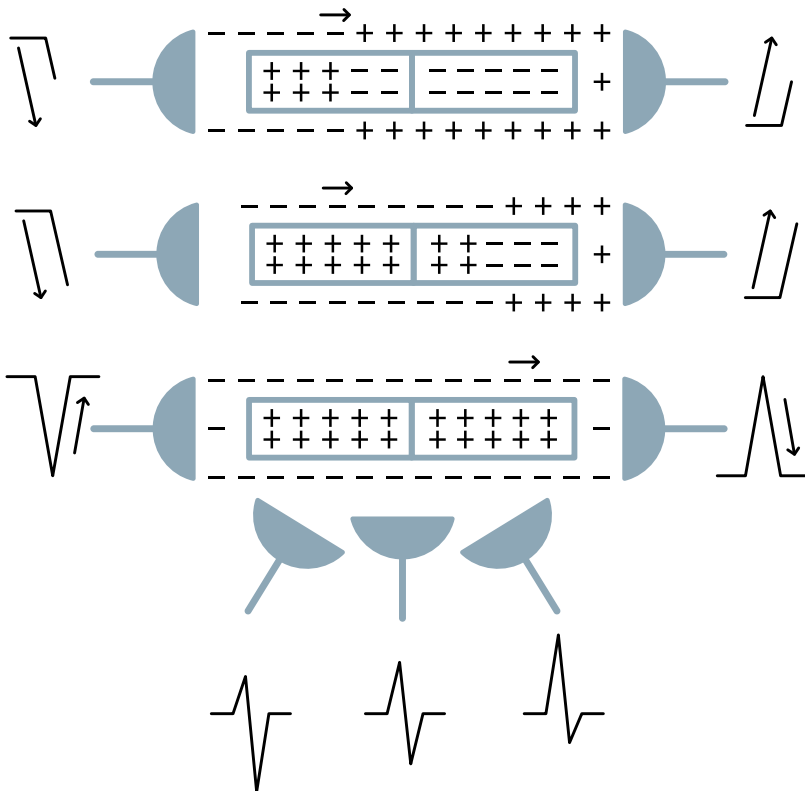
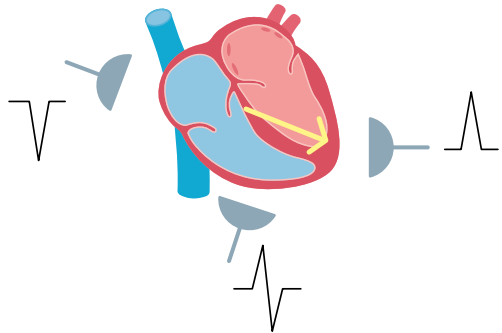
Per visualitzar la paret posterior del ventricle esquerre:

- **V7:** 5è. espai intercostal, línia axil·lar posterior.
- **V8:** 5è. espai intercostal, línia mitjana escapular posterior.
- **V9:** 5è. espai intercostal, entre V8 i columna vertebral.



2. Despolarització

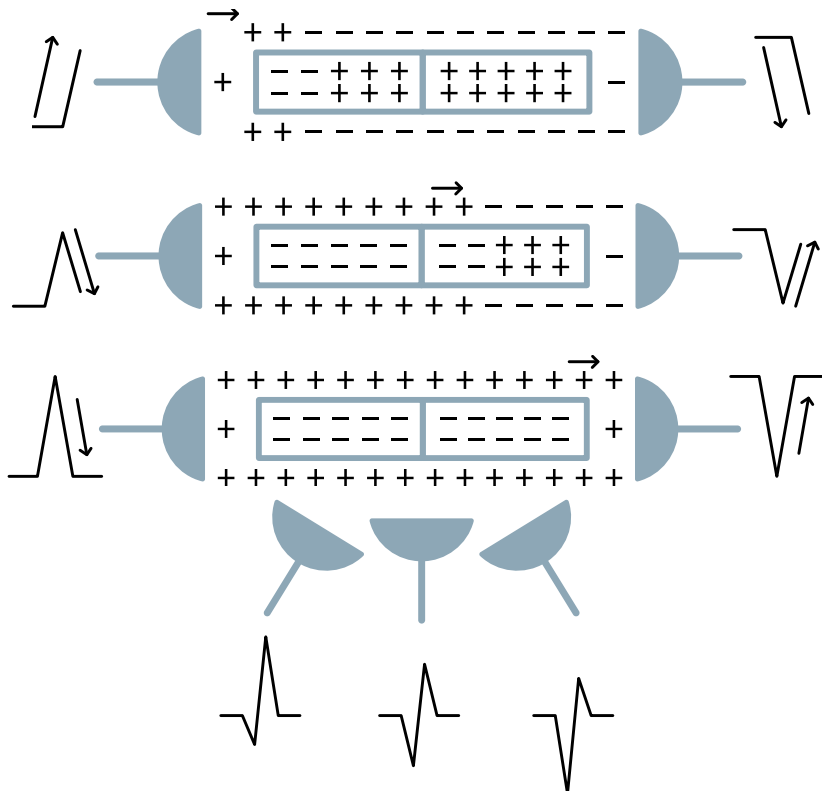
- Una **ona de despolarització**, càrregues positives, que es dirigeix cap a l'elèctrode positiu generarà una deflexió positiva.
- Si s'allunya de l'elèctrode positiu, generarà una deflexió negativa.
- Si el corrent elèctric és perpendicular a la línia que uneix els elèctrodes positius i negatius, la deflexió desapareixerà o serà bifàsica.



3. Repolarització

En la repolarització els efectes són semblants, però les càrregues estan revertides.

- Una **ona de repolarització**, càrregues negatives, que vagi cap al pol positiu generarà una deflexió negativa.
- Si s'allunya del pol positiu, generarà una deflexió positiva.
- Si el corrent elèctric és perpendicular a la línia que uneix els elèctrodes positius i negatius, la deflexió desapareixerà o serà bifàsica.



L'ELECTROCARDIOGRAMA NORMAL



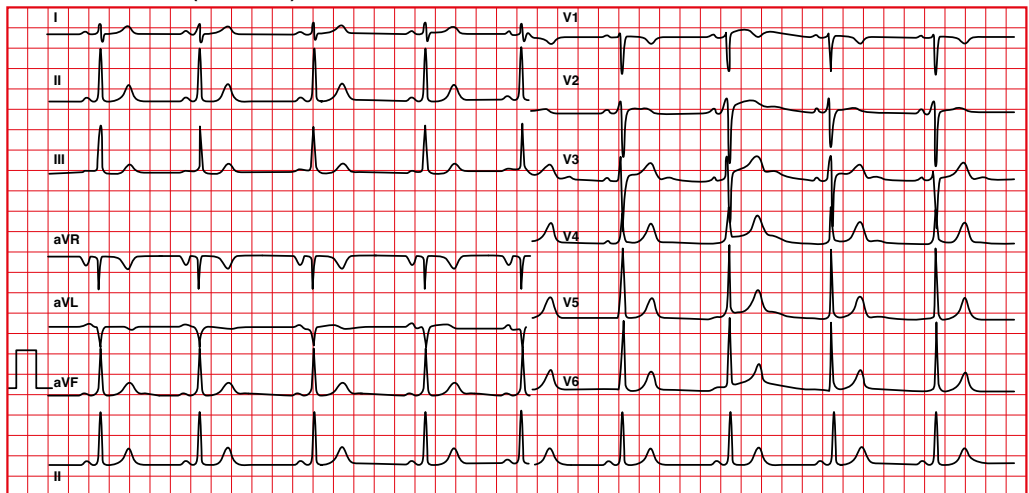
1. Enregistrament

1.1. Velocitat del paper

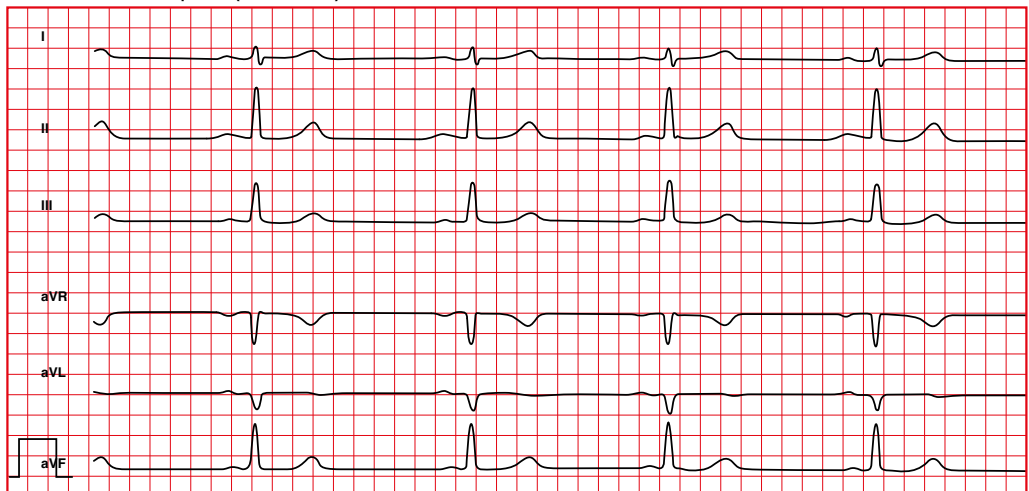
Per enregistrar un electrocardiograma estàndard, el paper es desplaça a una velocitat preestablerta de 25 mm/s.

Quan la velocitat no és 25 mm/s s'han de corregir tots els paràmetres.

Velocitat normal (25 mm/s)



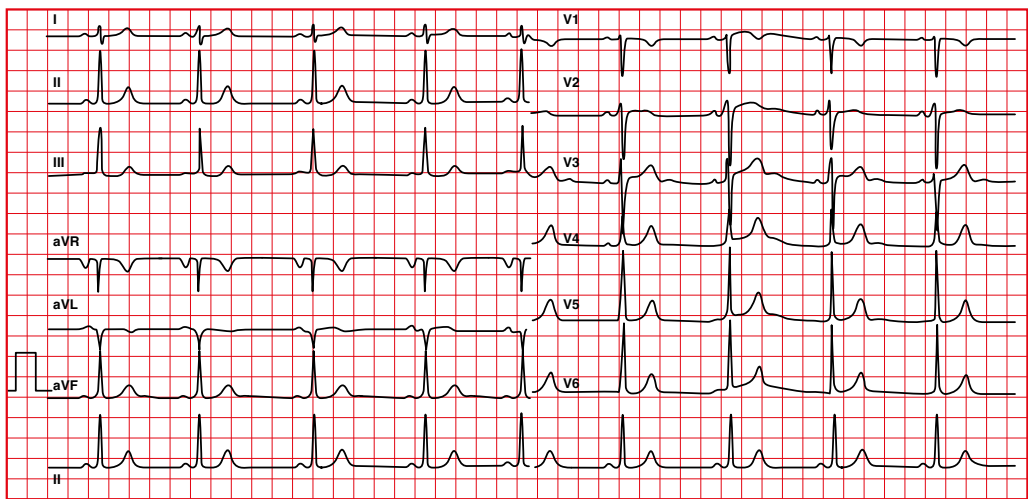
Velocitat més ràpida (50 mm/s)



L'electrocardiograma normal

Un electrocardiograma sol enregistrar l'activitat elèctrica durant 10 segons (del punt A al B).

Aquest detall és important per poder calcular la freqüència cardíaca quan no hi ha un ritme regular, com veurem més endavant.



↑
A

50 quadrats grans
250 mm
10 segons

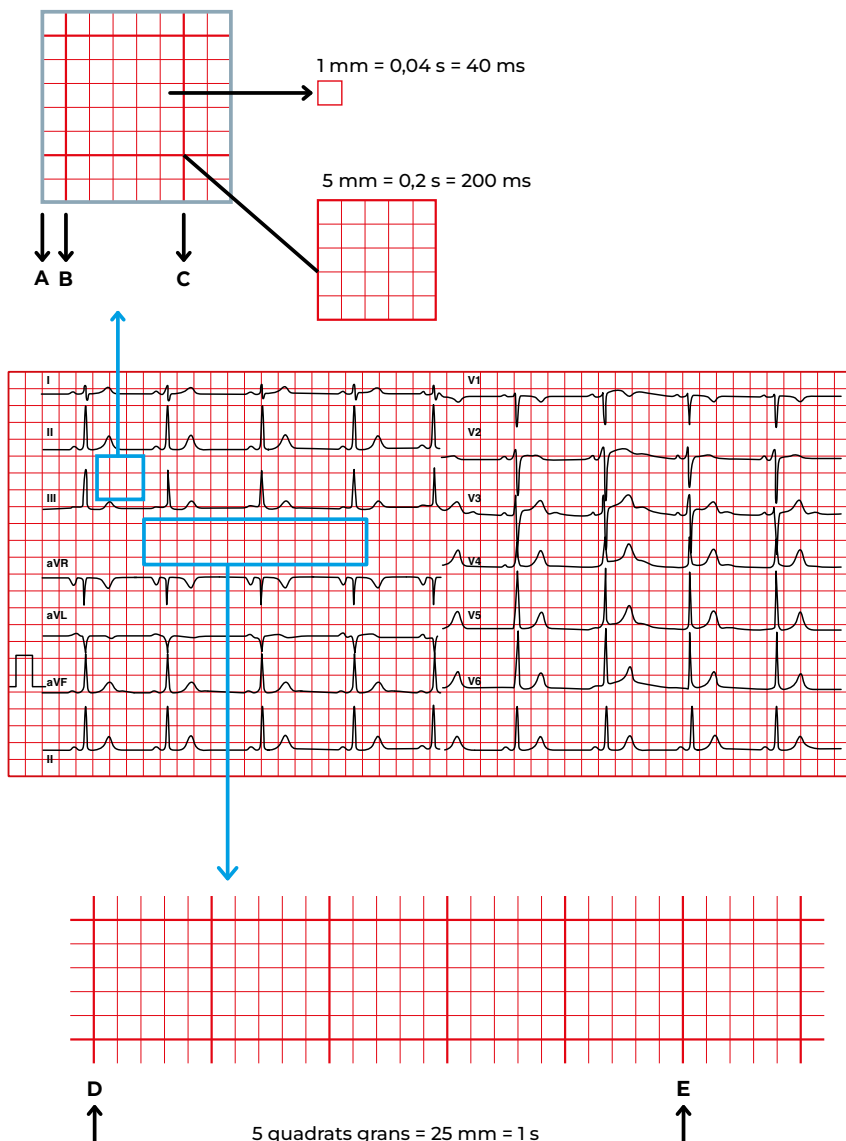
↑
B

La quadrícula del paper de l'electrocardiograma permet calcular la freqüència cardíaca.

A una velocitat de 25 mm/s:

- Cada quadrat petit (A-B) correspon a 0,04 segons (40 mil·lisegons).

- Cada quadrat gran (B-C) correspon a 0,2 segons (200 mil·lisegons).
- Cada 5 quadrats grans (D-E) corresponen a 1 segon.



1.2. Traçat continu o discontinu?

Un electrocardiograma no necessàriament està enregistrat al llarg de 10 segons. És possible que s'hagin enregistrat totes les derivacions, de forma separada o en grup, només durant uns segons i que es posin de costat.

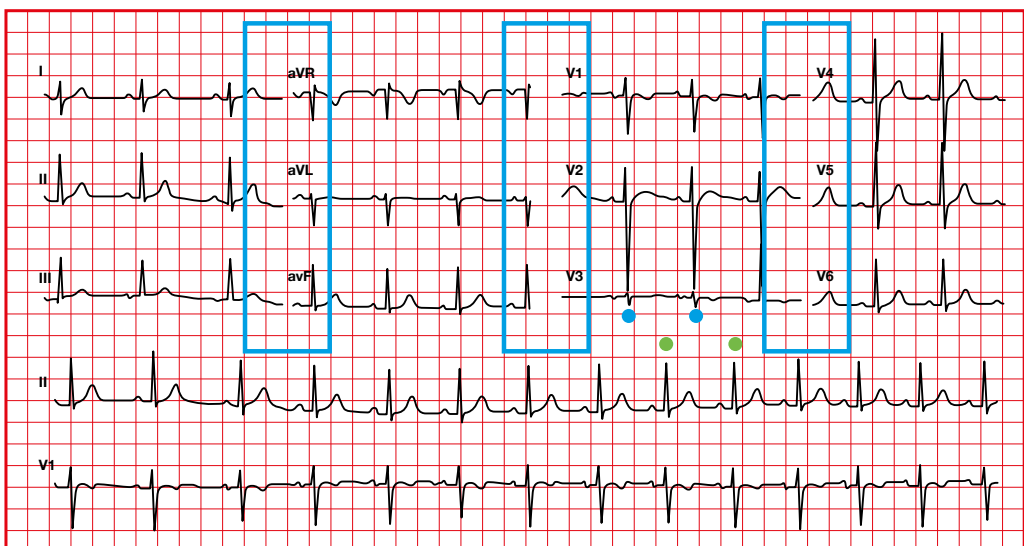
Una manera de detectar-ho és valorant si hi ha solució de continuïtat en el canvi de derivacions del traçat.

Traçat discontinu

En aquest electrocardiograma es pot observar com hi ha solució de continuïtat.

Els complexos de la tira de ritme no coincideixen amb els complexos de l'electrocardiograma (punts blaus i verds).

Per tant, aquest és un electrocardiograma enregistrat en grups de 3 derivacions.



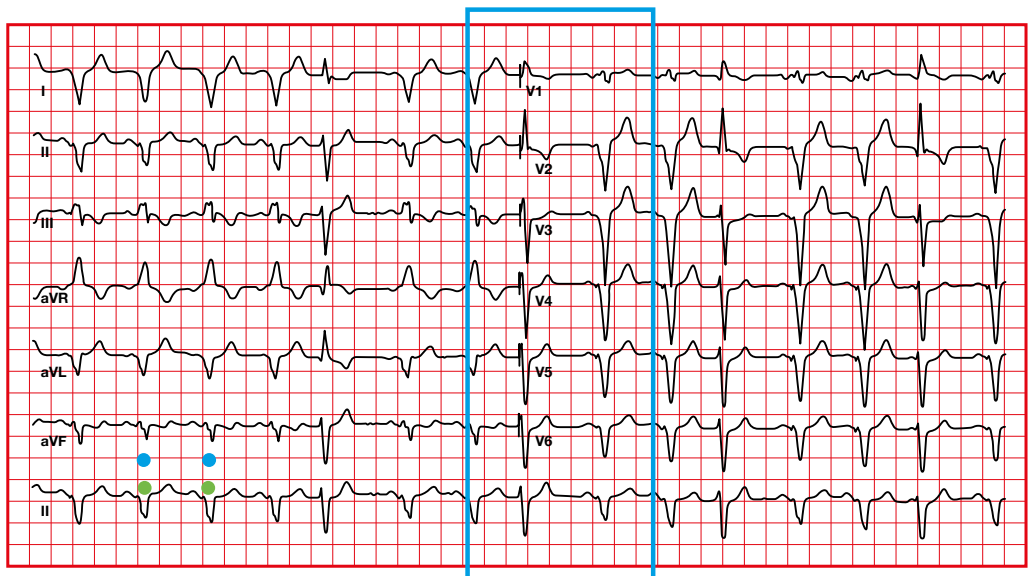
Quan el ritme no és regular, per calcular la freqüència cardíaca, cal utilitzar o un electrocardiograma amb traçat continu o la tira de ritme en un electrocardiograma amb el traçat discontinu (normalment disponible en l'electrocardiograma registrat).

Traçat continu

En aquest electrocardiograma es pot observar com no hi ha solució de continuïtat.

Els complexos de la tira de ritme coincideixen amb els complexos de l'electrocardiograma (punts blaus i verds).

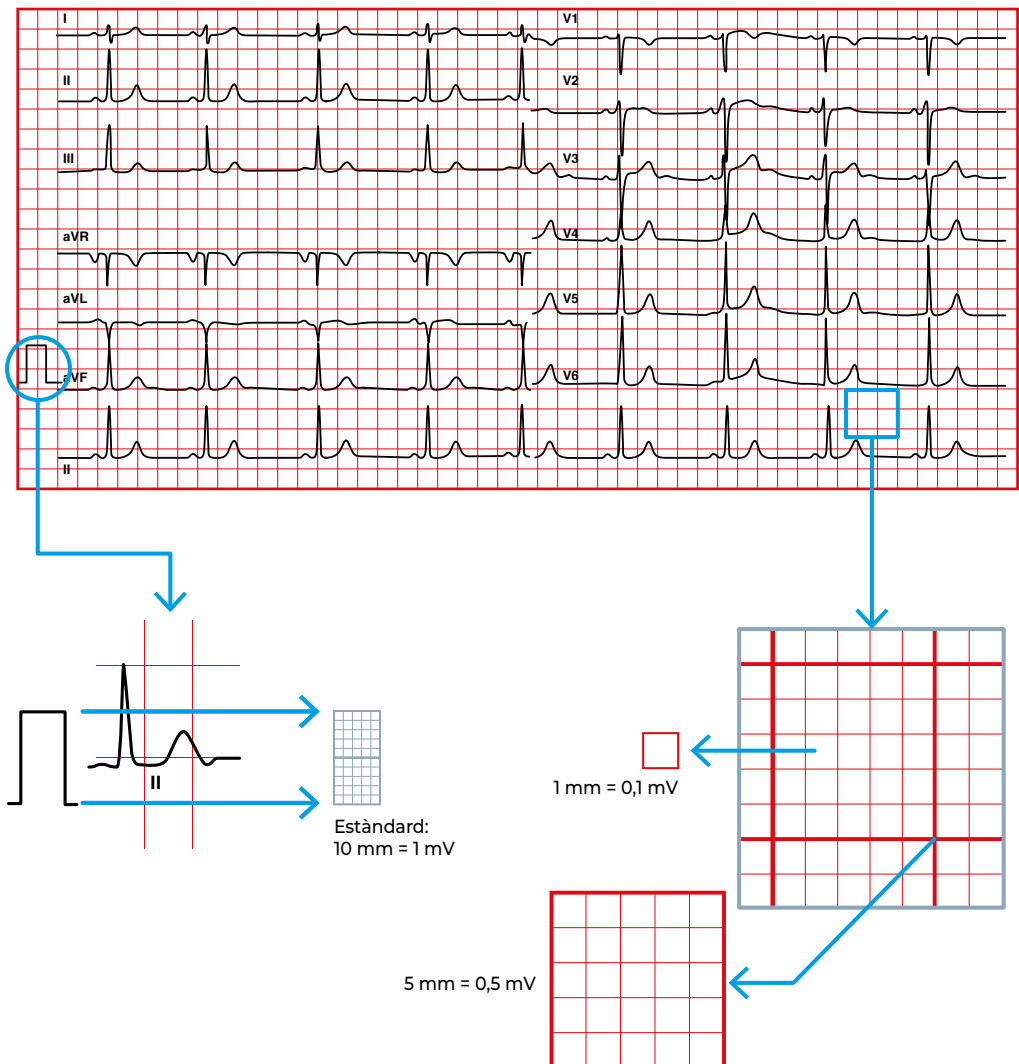
Per tant, aquest és un electrocardiograma continu durant 10 segons.



1.3. Calibratge

Les línies horitzontals de l'electrocardiograma permeten determinar l'amplitud o voltatge de les ones.

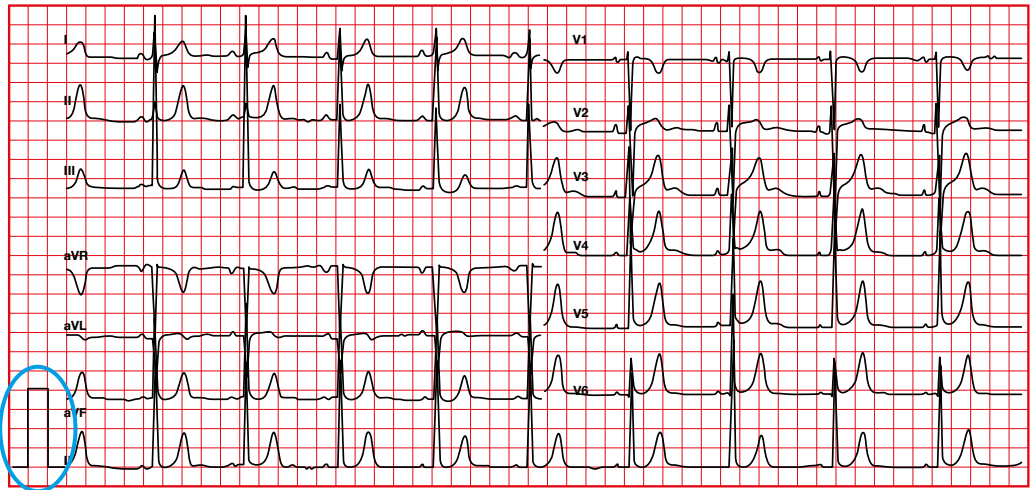
A la calibració estàndard de 10 mm/mV (tal com es mostra en la imatge), cada línia fina (1 mm) correspon a 0,1 mV.



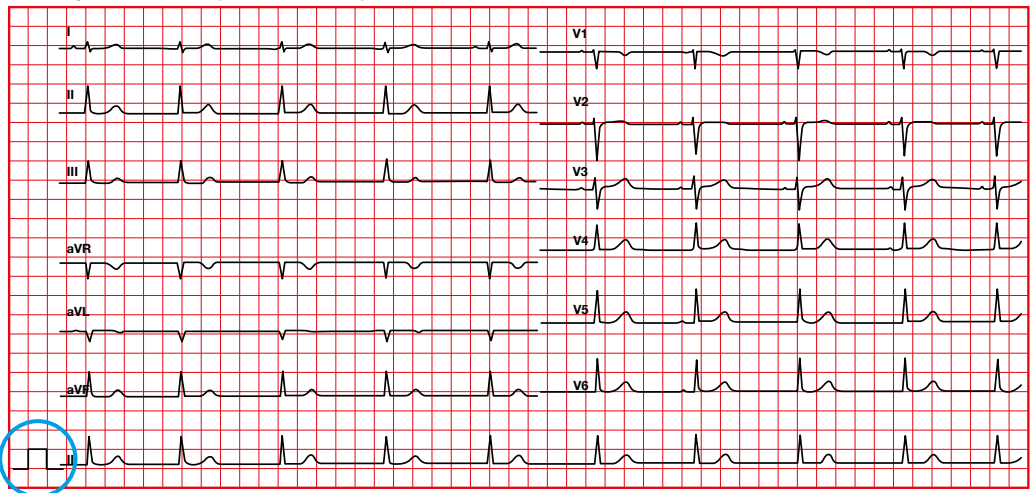
El calibratge s'utilitza per modular l'amplitud de les ones i els complexos de l'electrocardiograma.

Quan el calibratge no és 0,1 mV/mm, s'han de corregir tots els paràmetres.

Voltatge augmentat (0,2 mV/mm)

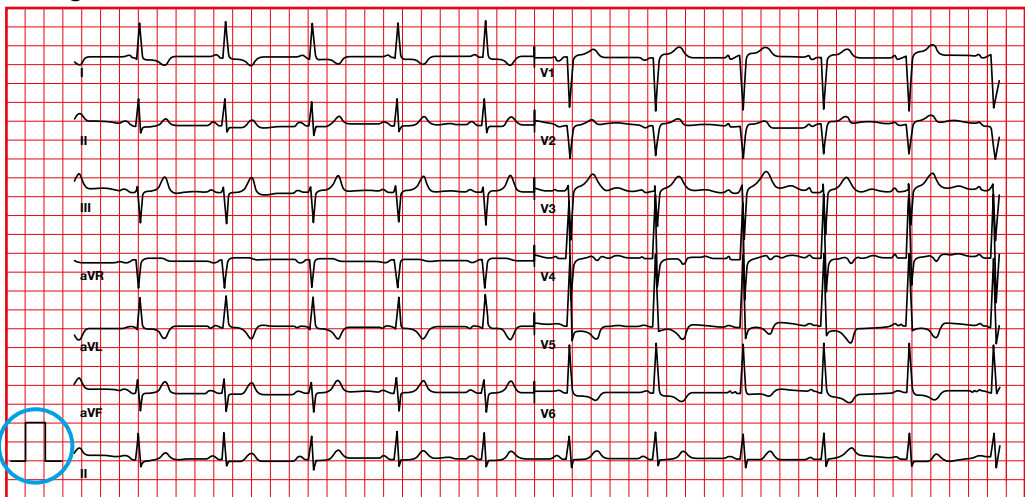


Voltatge disminuït (0,05 mV/mm)

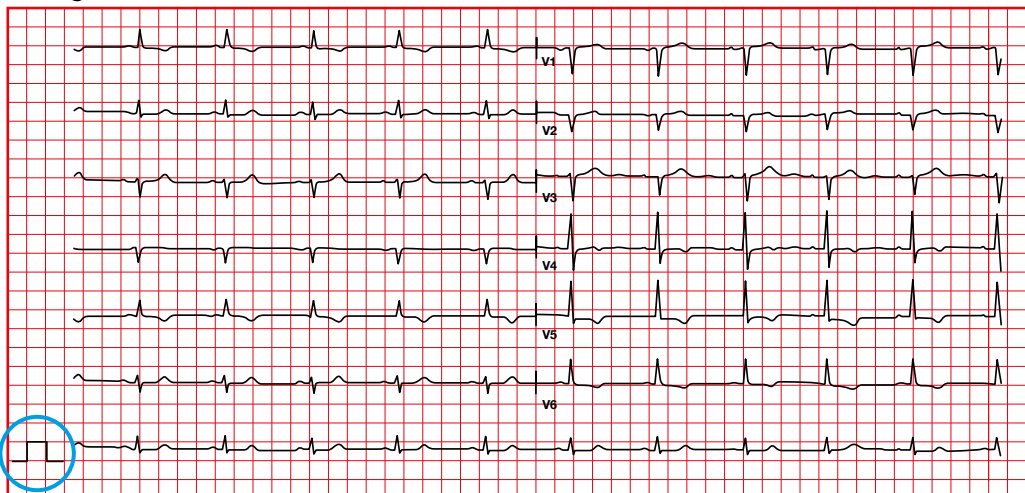


El canvi en el calibratge s'utilitza quan els complexos QRS són massa alts i interfereixen en la valoració de l'electrocardiograma (per exemple en la hipertròfia cardíaca).

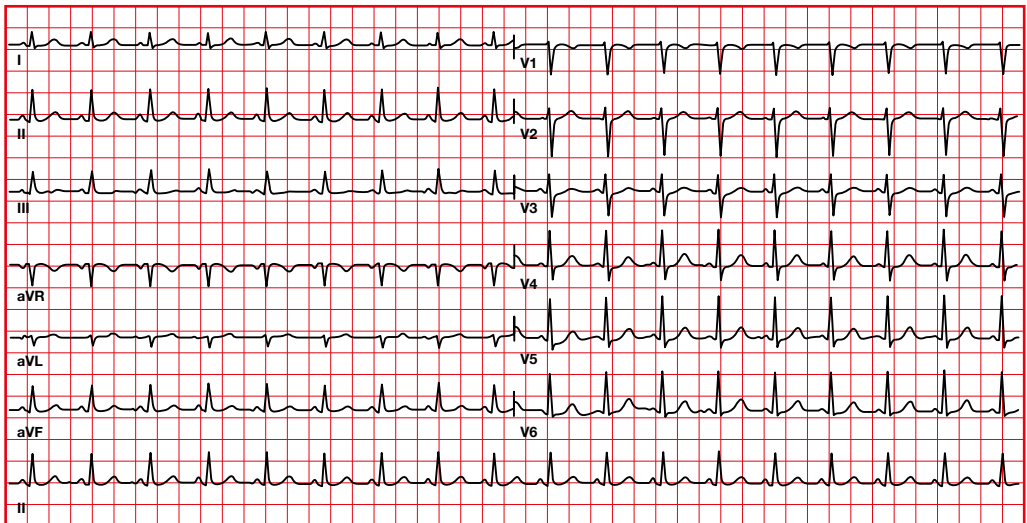
Voltatge normal



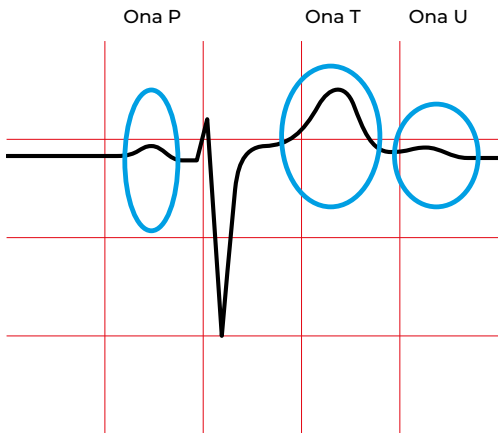
Voltatge disminuït



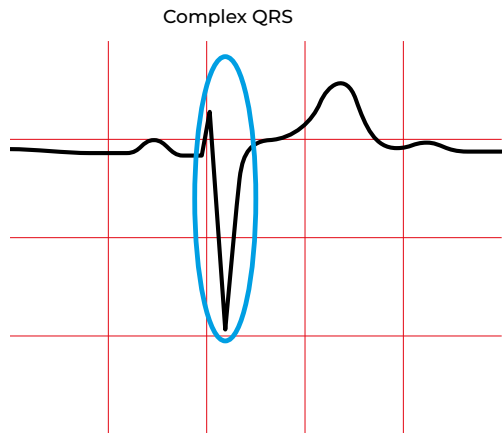
2. L'electrocardiograma: ones, complexos, segments i intervals



L'electrocardiograma normal



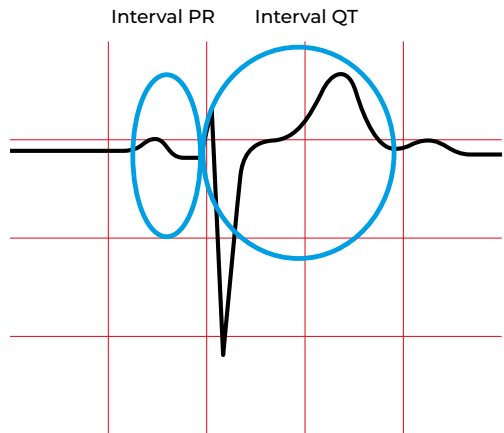
Ona: deflexió positiva o negativa en el traçat electrocardiogràfic



Complex: varies ones



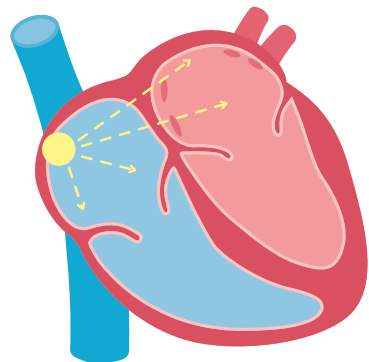
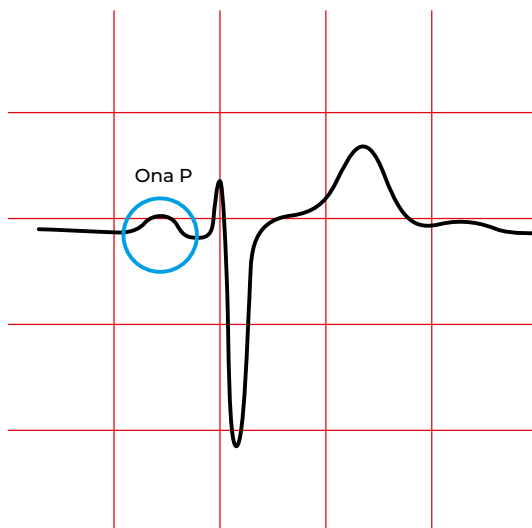
Segment: línies entre ones i complexos



Interval: conté segments, ones i complexos

2.1. Ona P

- L'ona P de l'ECG representa la **despolarització de les aurícules** (no del node sinusal).
- En condicions normals s'inicia en el node sinusal, situat a la part superior de l'aurícula dreta. D'aquesta manera tenim una **P sinusal**.

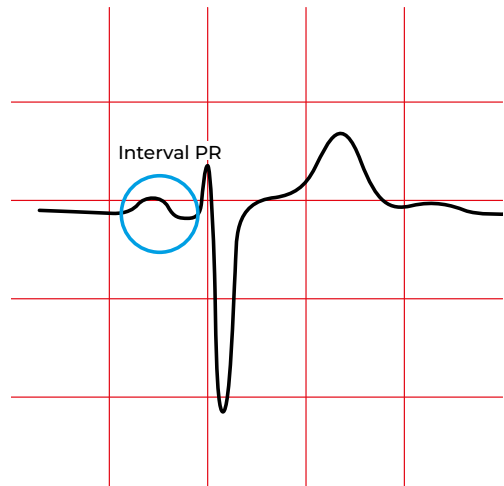
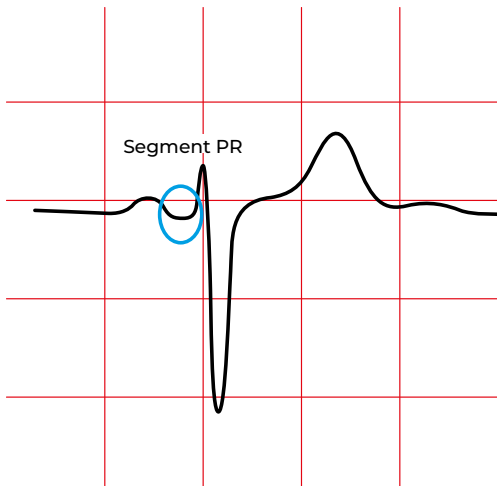


2.2. Segment PR

- Del final de l'ona P a l'inici del QRS.
- Temps des que acaba la **despolarització auricular** fins que comença la **despolarització ventricular**.
- El segment PR sol ser isoelectric, amb una elevació $< 0,5$ mm i una depressió $< 0,8$ mm.

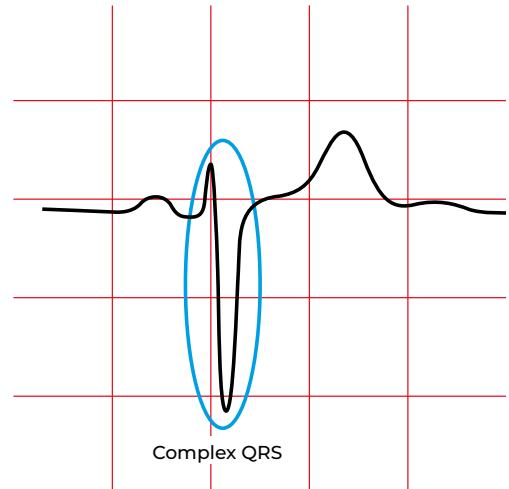
2.3. Interval PR

- De l'inici de l'ona P a l'inici del QRS.
- Temps des de l'inici de la **despolarització auricular** fins a l'inici de la **despolarització ventricular**.
- És el temps necessari perquè l'impuls vagi del miocardi adjacent al node sinusal fins a les fibres de Purkinje a nivell ventricular.
- Una porció important de l'interval PR correspon a la conducció lenta pel node auriculoventricular.
- L'interval PR canvia amb la freqüència cardíaca, essent més curt a freqüències més altes.

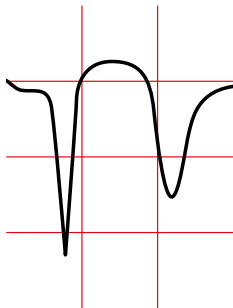


2.4. Complex QRS

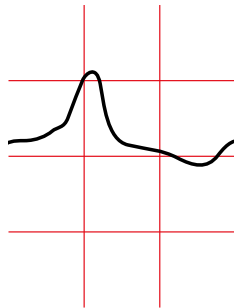
En l'electrocardiograma, el complex QRS representa la **despolarització dels ventricles**.



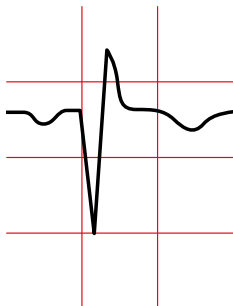
QS (tot negatiu)



R (tot positiu)



QR (bifàsic)



RS (isodifàsic)

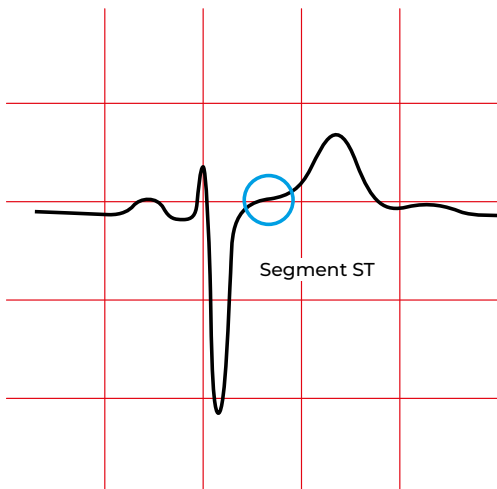


rSR' (trifàsic)



2.5. Segment ST

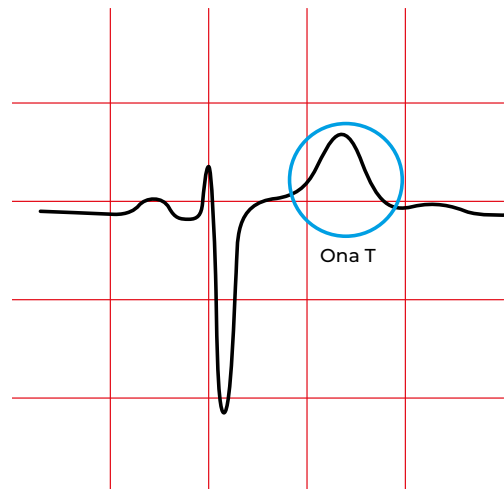
El segment ST representa el temps des de la fi de la **despolarització ventricular** (punt J) fins a l'inici de l'ona T.



2.6. Ona T

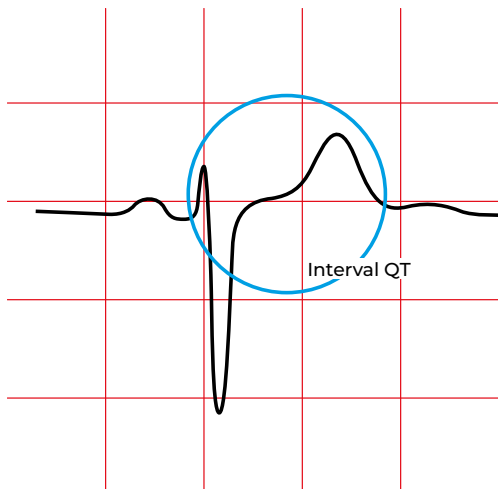
L'ona T indica la **repolarització dels ventricles**.

(L'ona de repolarització de les aurícules queda amagada dins el QRS.)



2.7. Interval QT

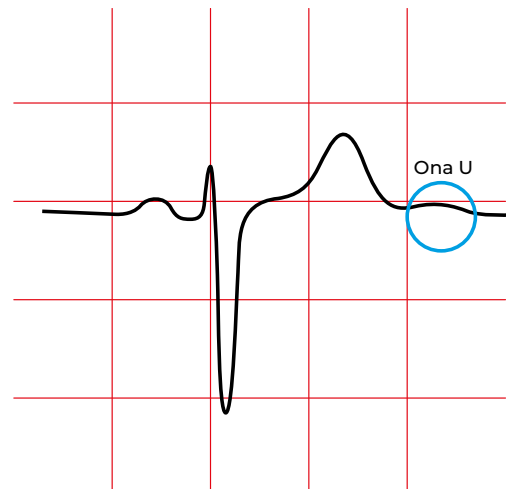
L'interval QT mesura la durada de l'activació i recuperació del miocardi ventricular. Per tant, des de l'inici de la **despolarització ventricular** fins a la fi de la **repolarització ventricular**.



2.8. Ona U

Hi ha controvèrsia sobre què representa l'ona U.

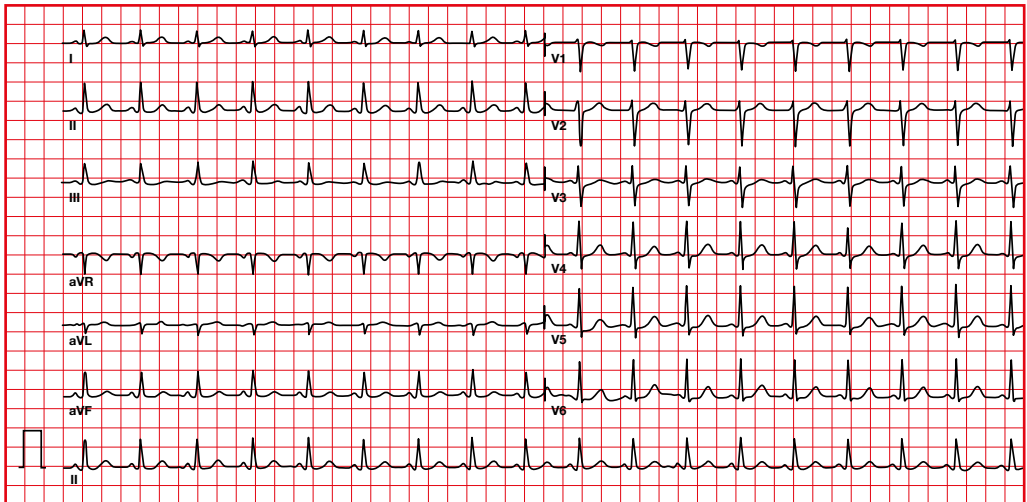
Es creu que representa o la **repolarització dels músculs papil·lars** o de **les fibres de Purkinje**.



VALORACIÓ SISTEMÀTICA DE L'ELECTROCARDIOGRAMA

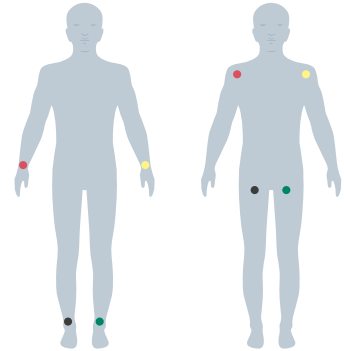


1. Alteracions en l'enregistrament

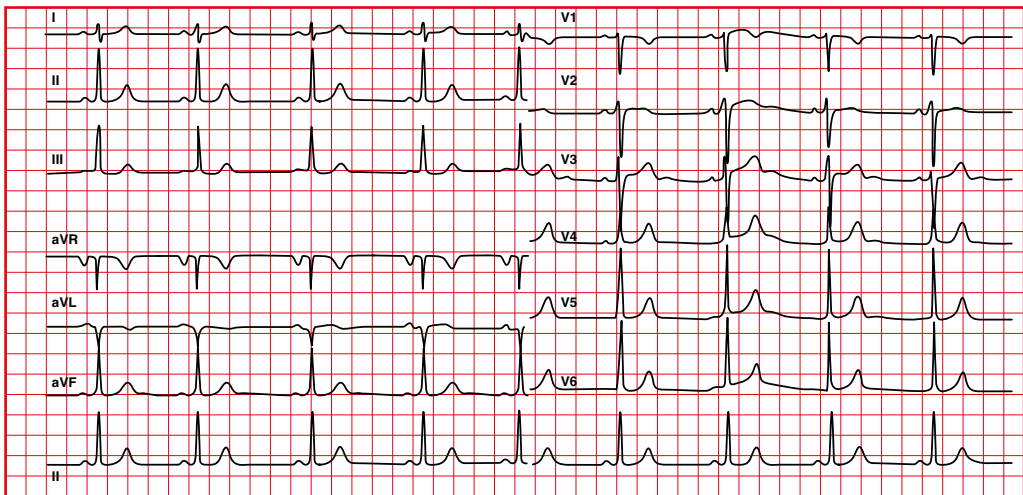


1.1. Col·locació dels elèctrodes Sistema Mason-Likar (derivacions d'extremitats col·locades al tors)

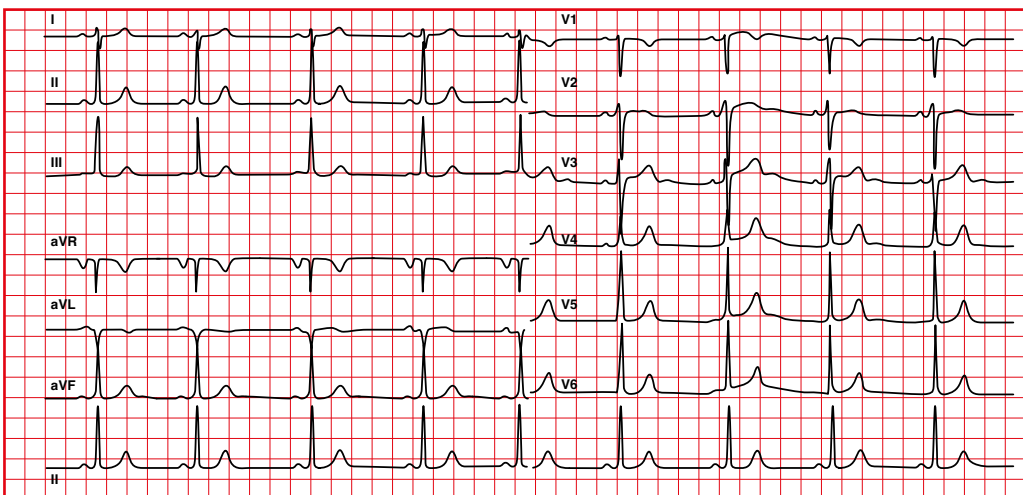
- Desviació de l'eix cap a la dreta, amb pèrdua de R a I i a aVL i augment de R a II, III i aVF.
- Progressió normal a derivacions precordials.



A les extremitats

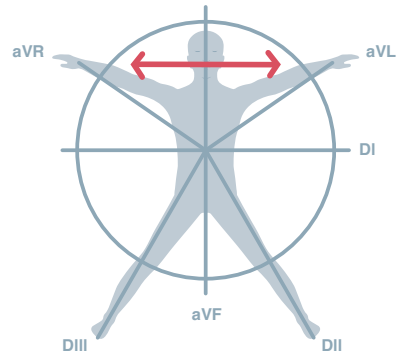


Al tors

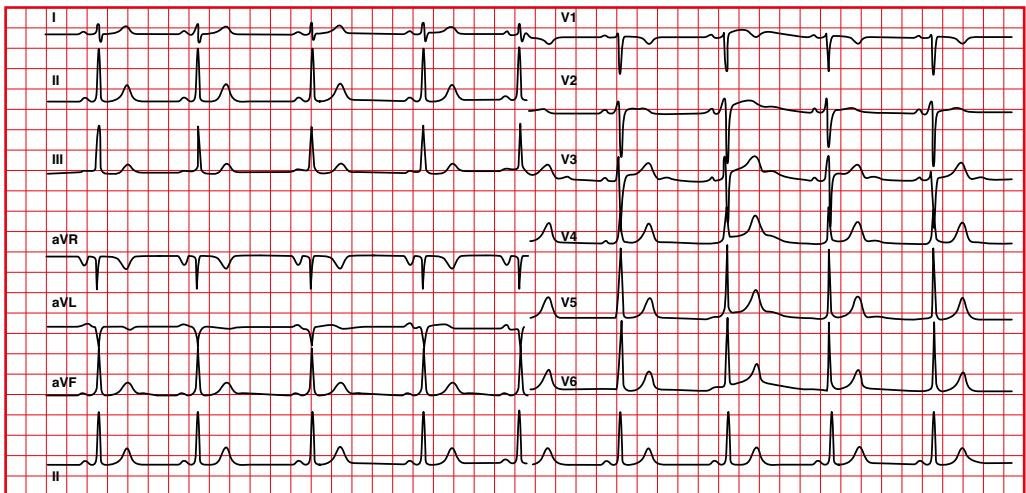


1.2. Inversió d'elèctrodes de braç dret i esquerre

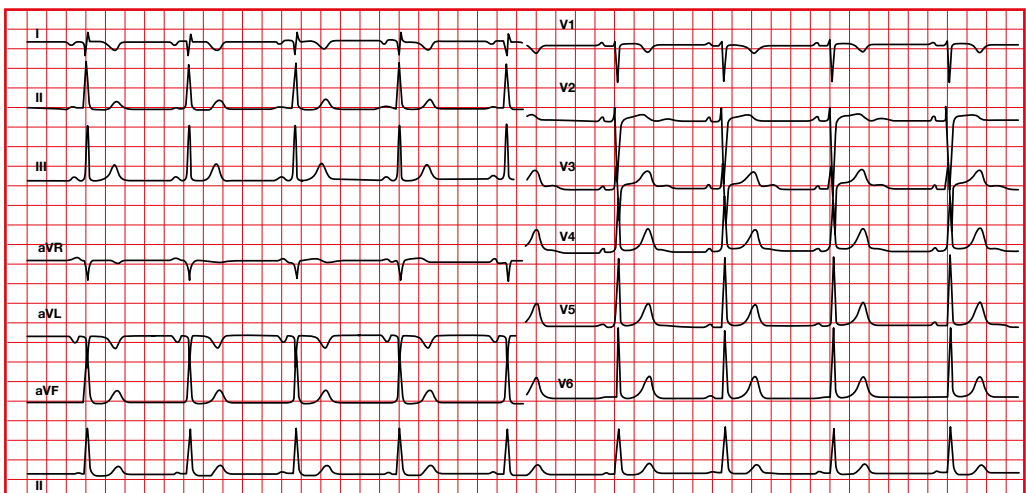
- Desviació de l'eix cap a la dreta, amb P, QRS i T negatius a I.
- Progressió normal a derivacions precordials.



Normal

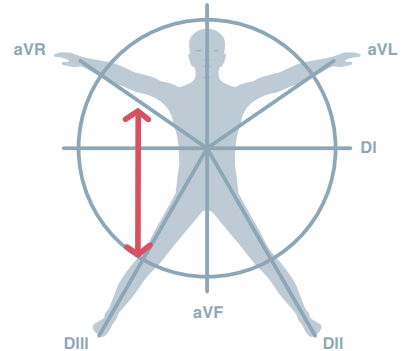


BD-BE

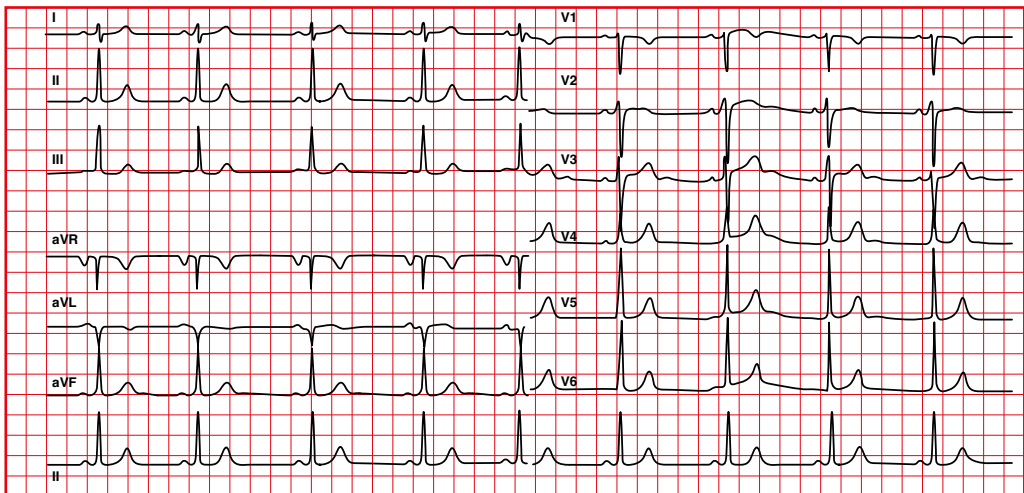


1.3. Inversió d'elèctrodes de braç dret i cama dreta

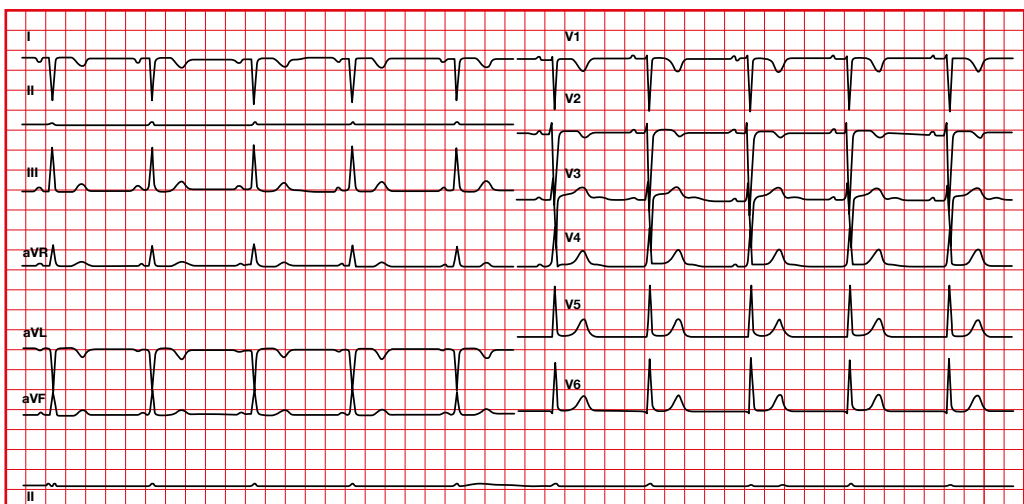
- Desviació de l'eix cap a la dreta, amb QRS negatiu a I.
- Voltatge mínim a II.
- Precordials una mica alterades.



Normal

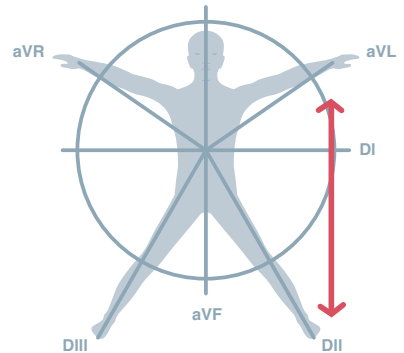


BD-CD

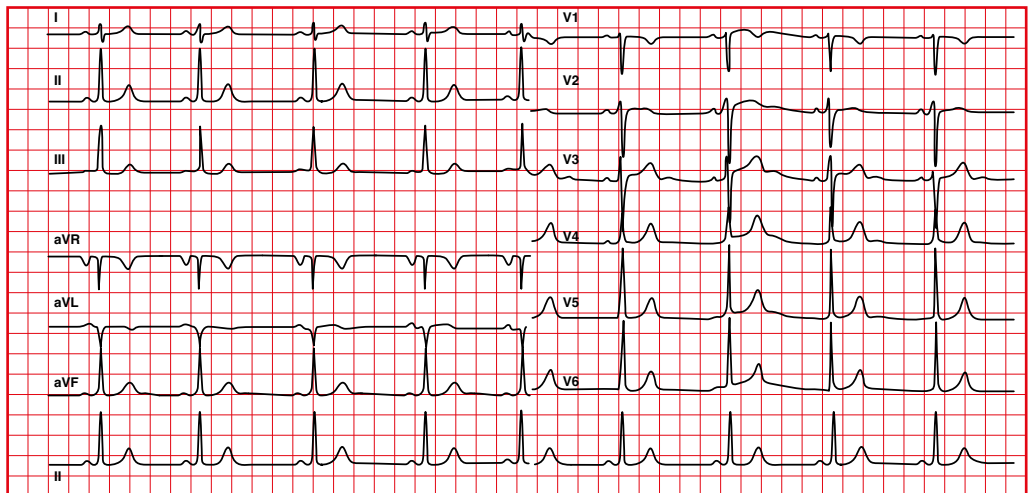


1.4. Inversió d'elèctrodes de braç esquerre i cama esquerra

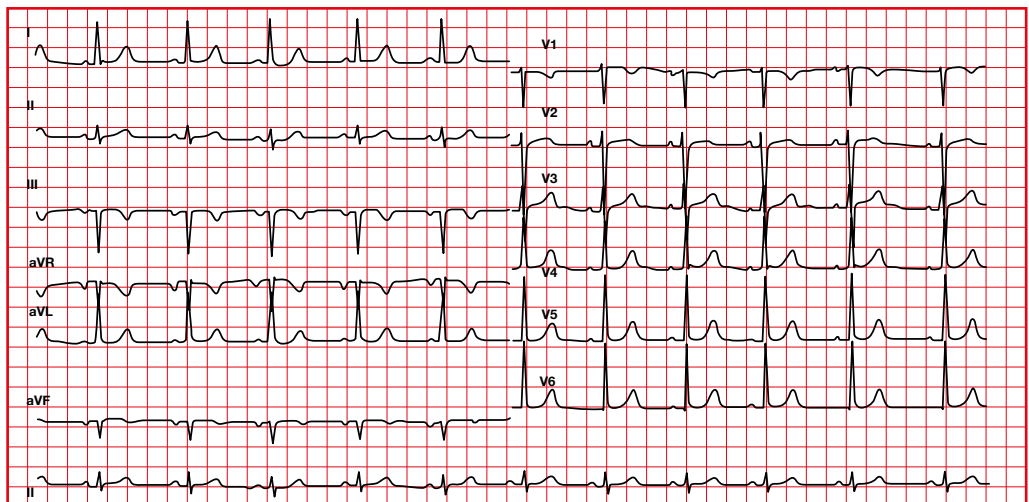
- III i aVF es fan negatives.
- aVL es fa positiva.



Normal

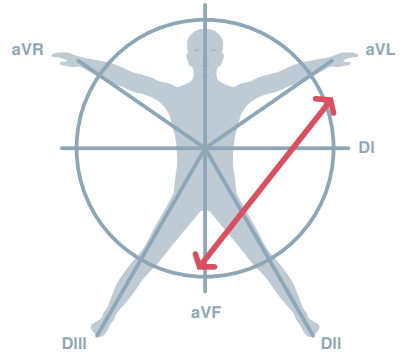


BE-CE

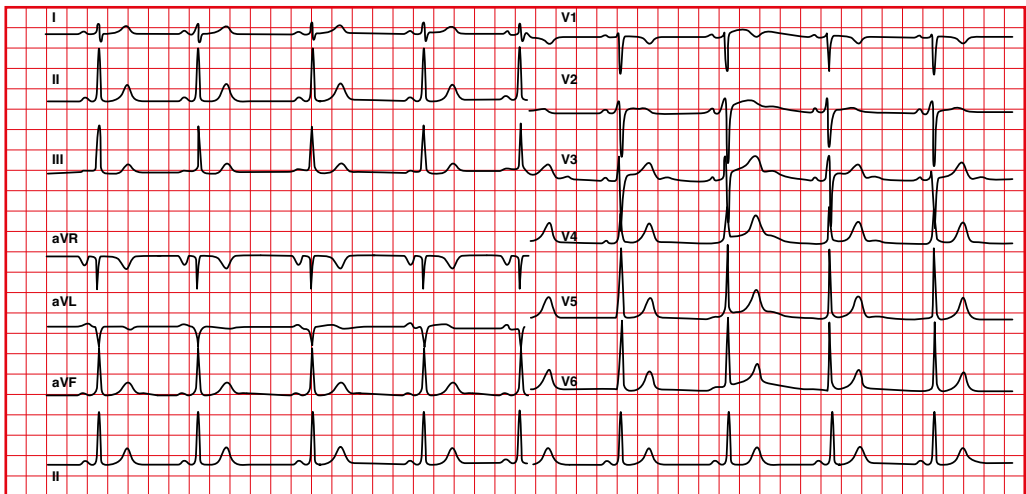


1.5. Inversió d'elèctrodes de cama dreta i braç esquerre

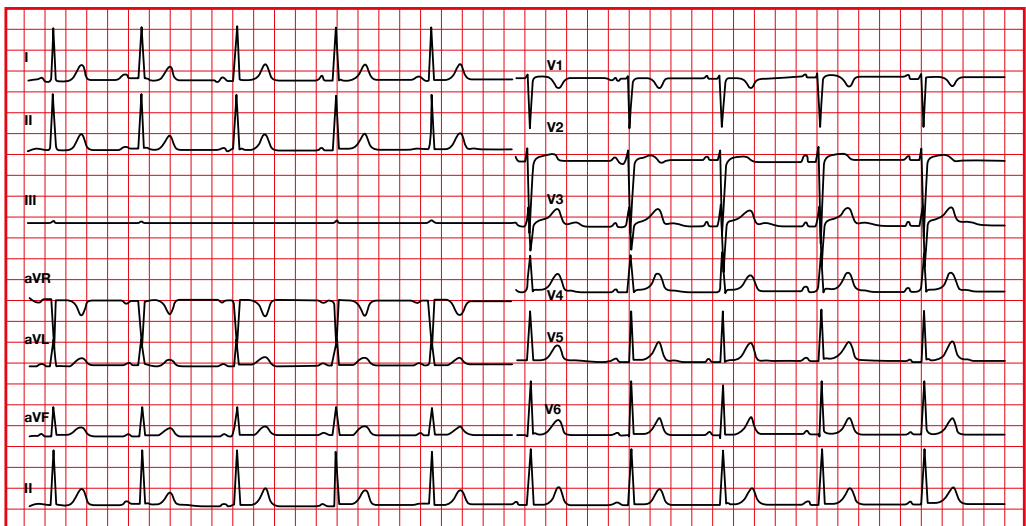
Voltatge molt petit a III.



Normal

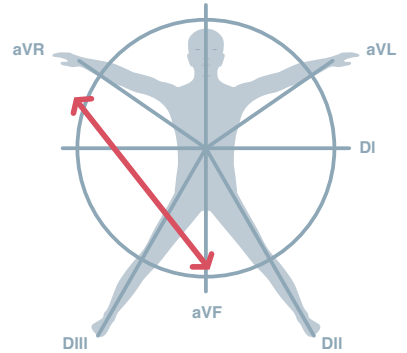


CD-BE

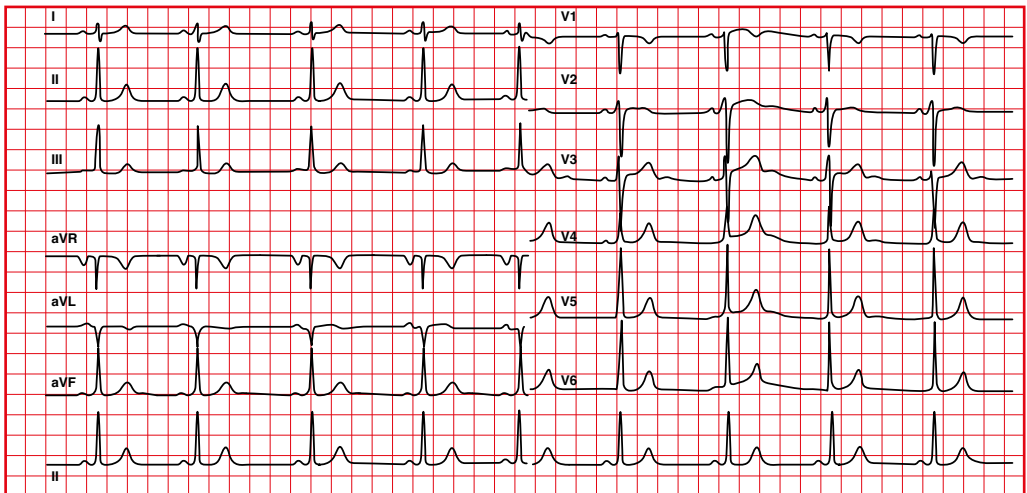


1.6. Inversió d'elèctrodes de braç dret i cama esquerra

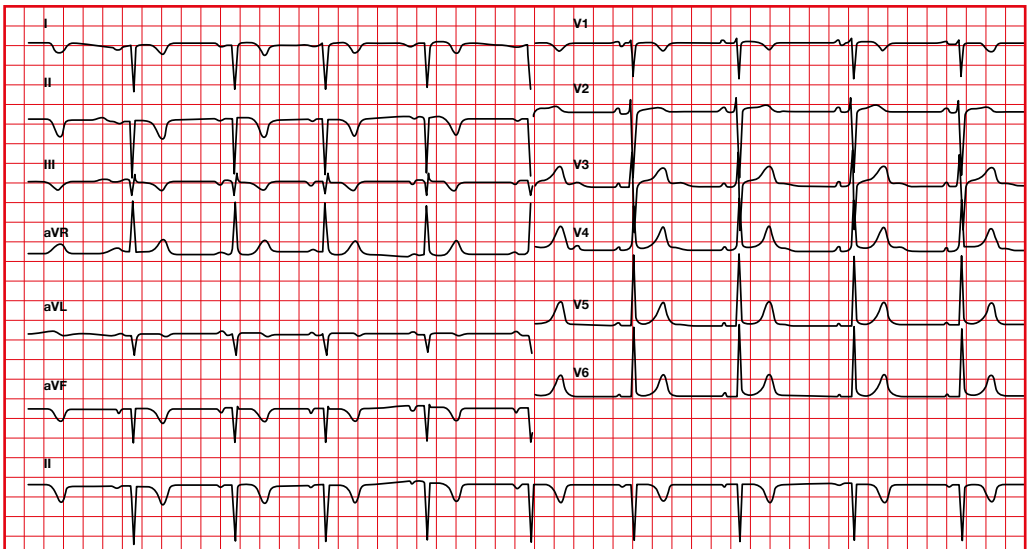
I, II, III, aVR i aVF s'inverteixen.



Normal

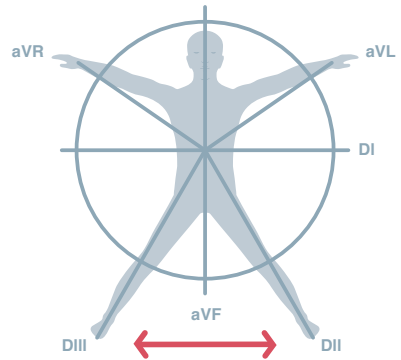


BD-CE

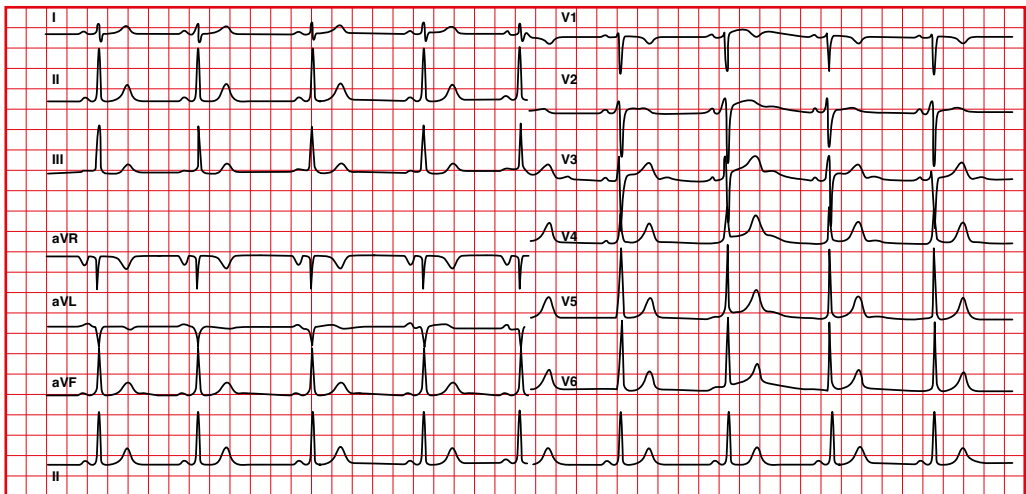


1.7. Inversió d'elèctrodes de cama dreta i cama esquerra

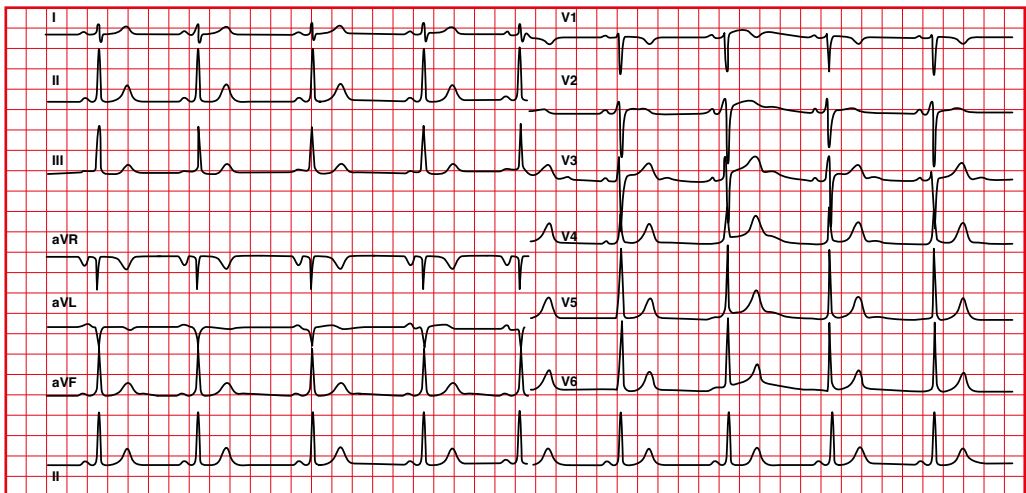
Sense canvis.



Normal



CD-CE

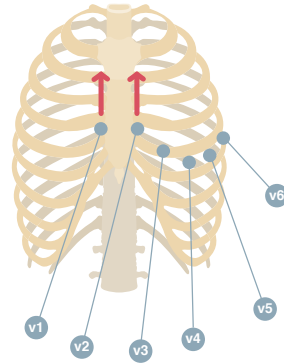


1.8. Posició més alta de les derivacions precordials

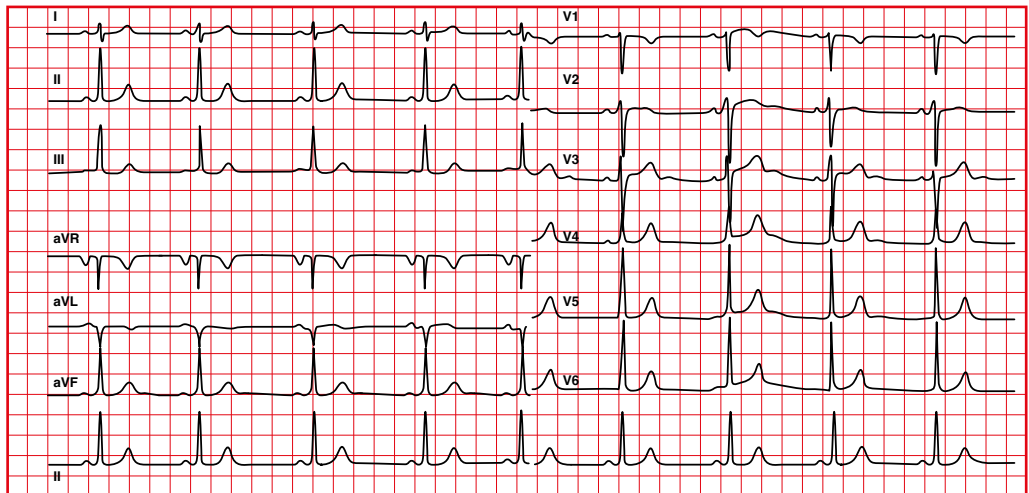
En la posició normal, a V1 l'ona P és positiva o bifàsica.

Col·locació massa alta de V1, V2.

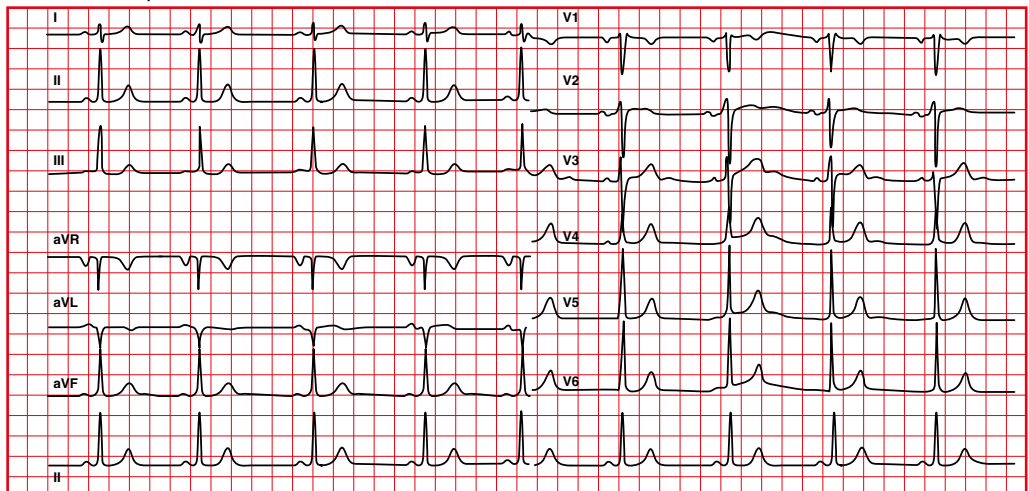
- V1: ona P només negativa, sovint amb RSR'.
- V2: ona P amb porció final negativa.



Normal



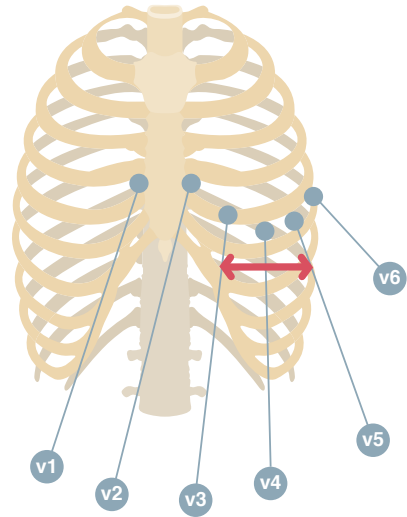
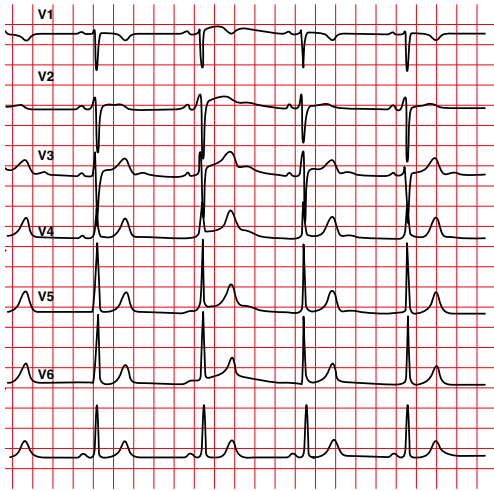
V1-V2 a 2n espai intercostal



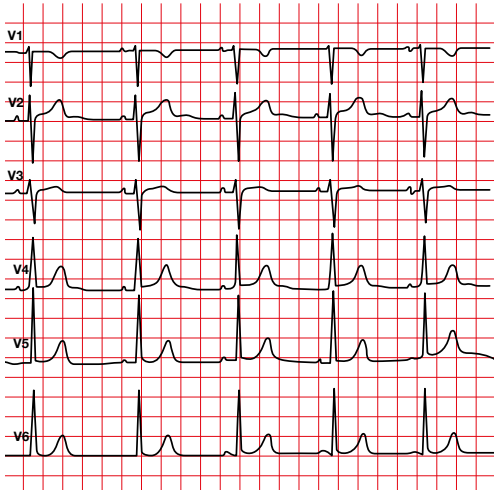
1.9. Intercanvi de precordials

Es perd la progressió de l'ona R.

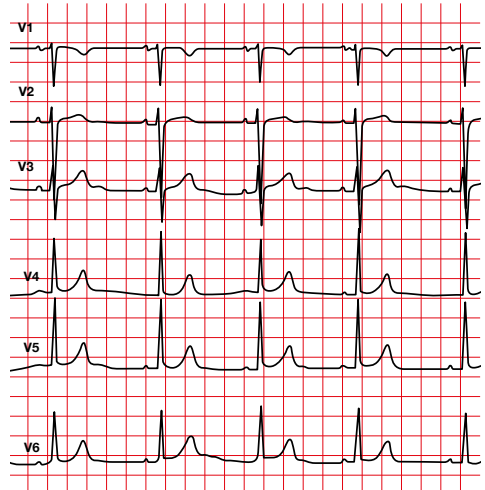
Normal



Intercanvi V2-V3



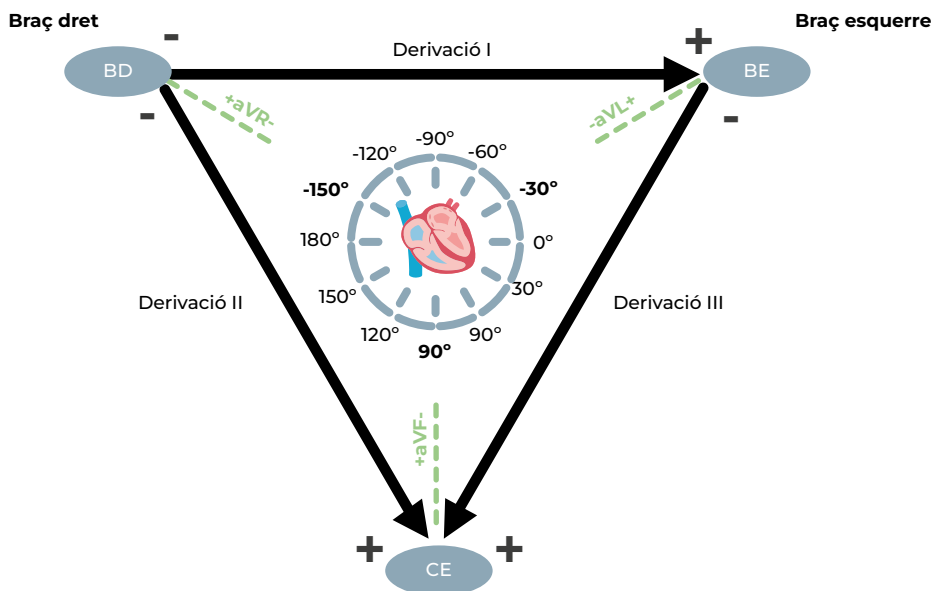
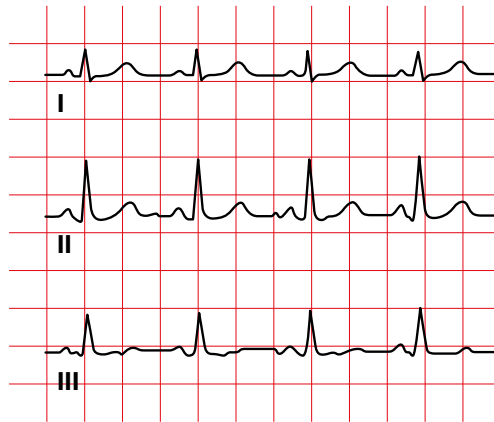
Intercanvi V4-V6



1.10. Segons la llei d'Einthoven:

$$I + III = II$$

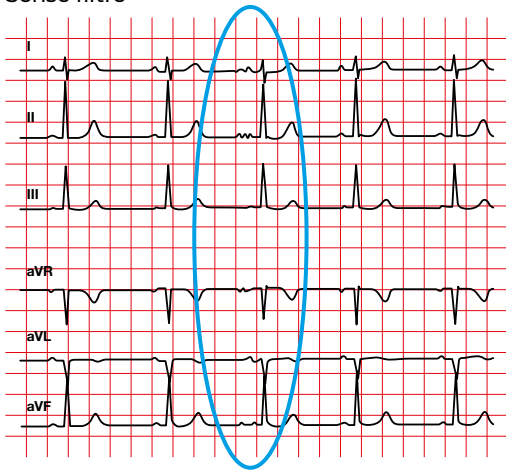
S'utilitza per valorar que no hi hagi un error en la col·locació dels elèctrodes.



1.11. Electrocardiograma sense filtre

La línia basal no es veu neta.

Sense filtre

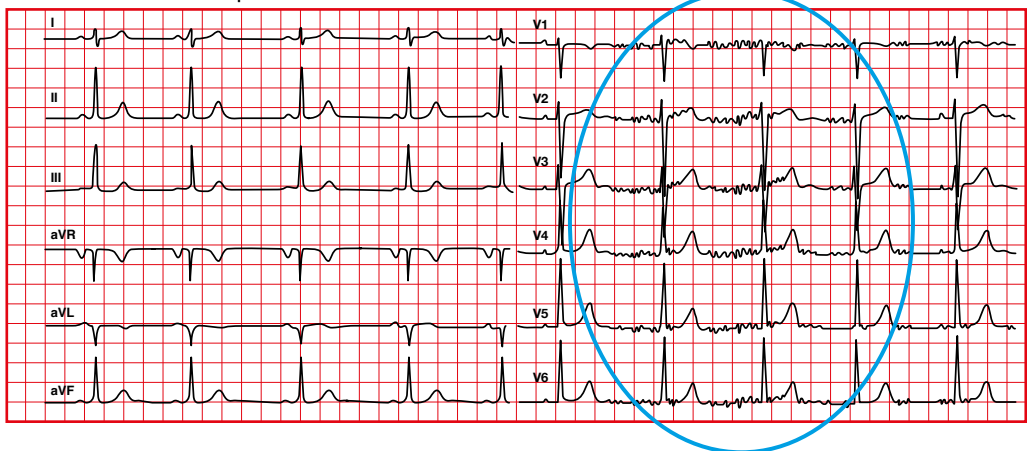


1.12. Tensió extremitats superiors

La línia basal no es veu neta.

Per solucionar-ho, es pot utilitzar la posició del sistema Mason-Likar.

Tensió extremitats superiors



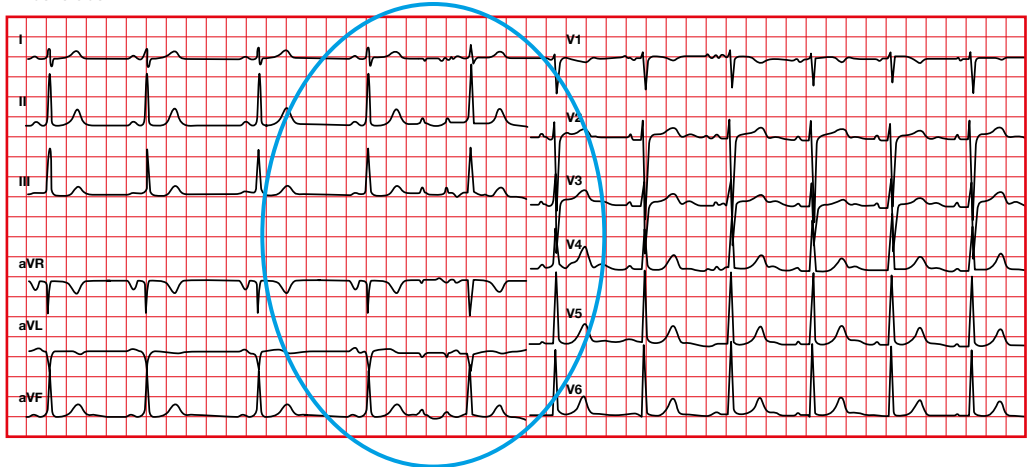
1.13. Artefacte

La línia basal no es veu neta.

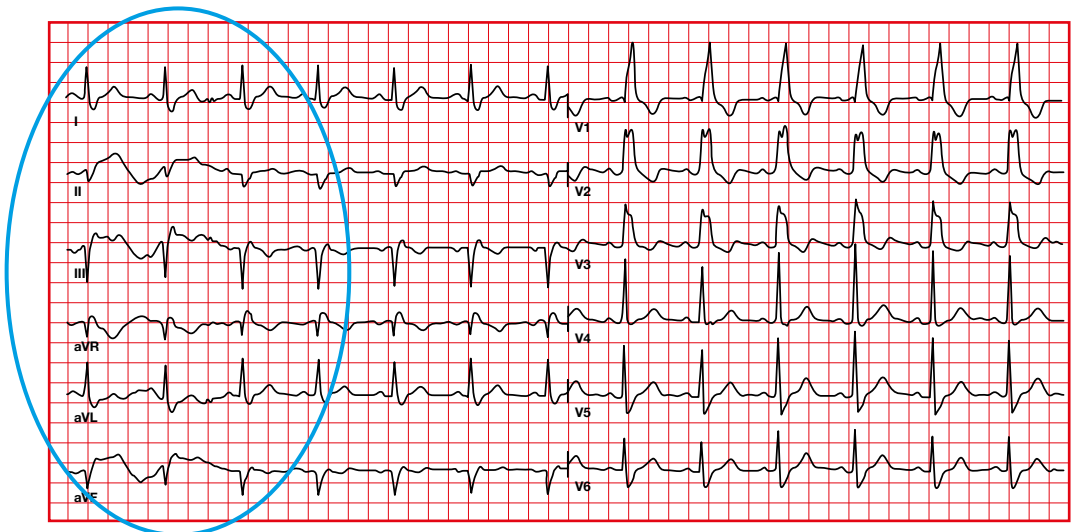
1.14. Moviment del cos

Hi ha variacions en la línia basal.

Artefacte

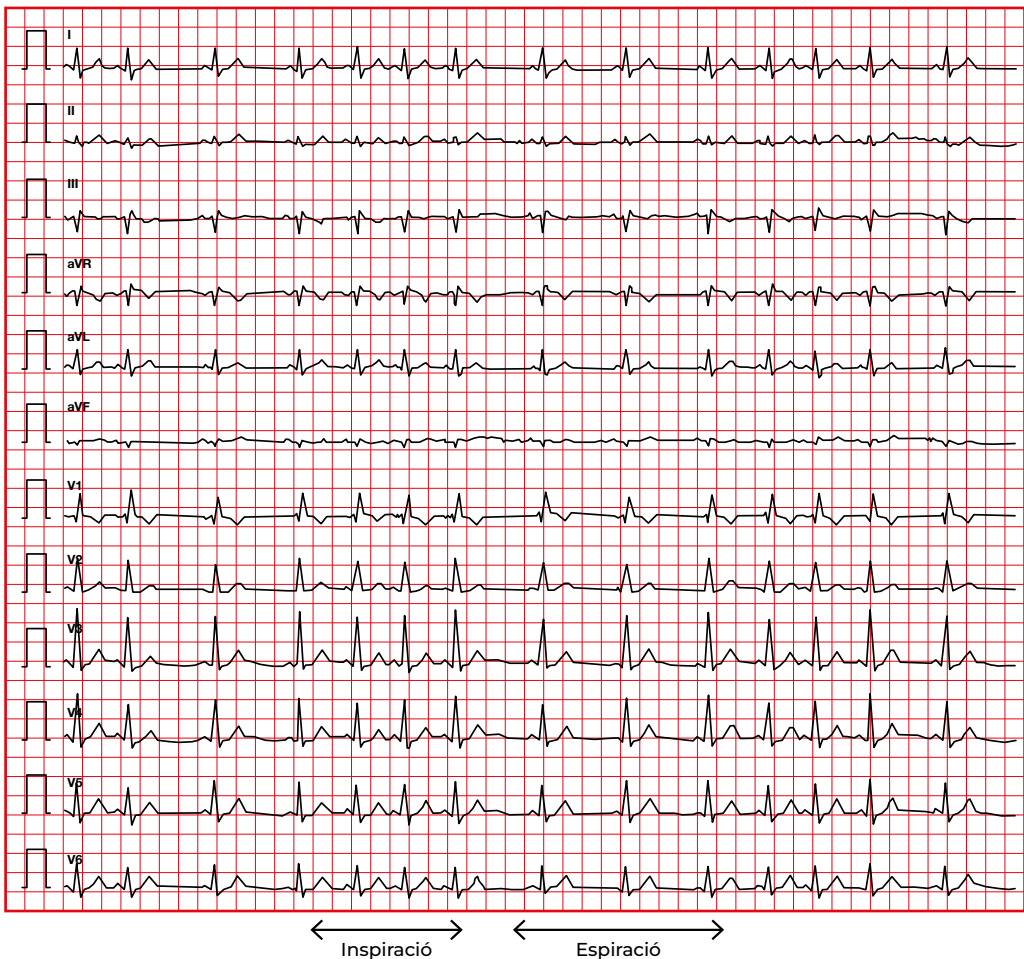


Moviment del cos

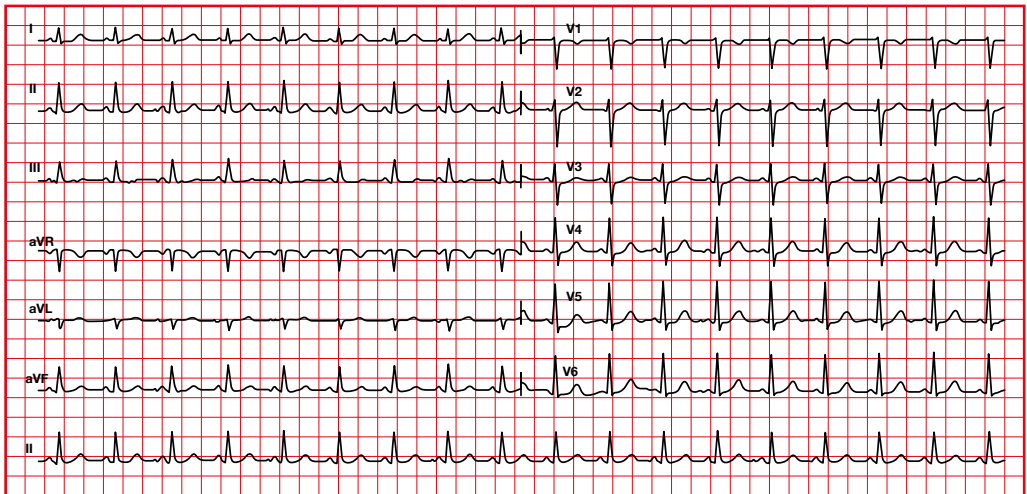


1.15. Variació respiratòria fisiològica

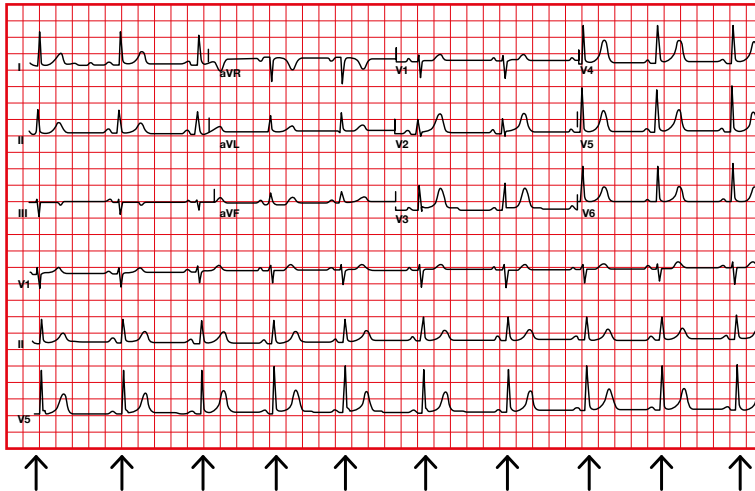
Hi ha una acceleració fisiològica de la freqüència cardíaca durant la inspiració i un alentiment durant l'expiració.



2. Ritme

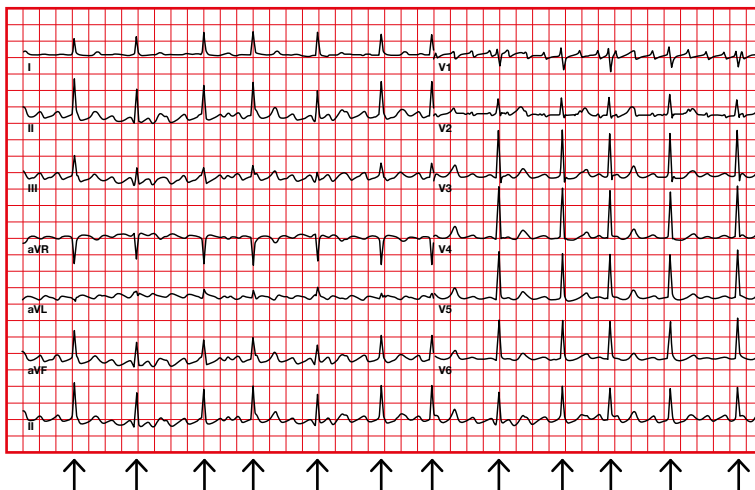


El ritme pot ser regular o irregular.



Regular: no hi ha gaire variabilitat en la distància entre els complexos QRS.

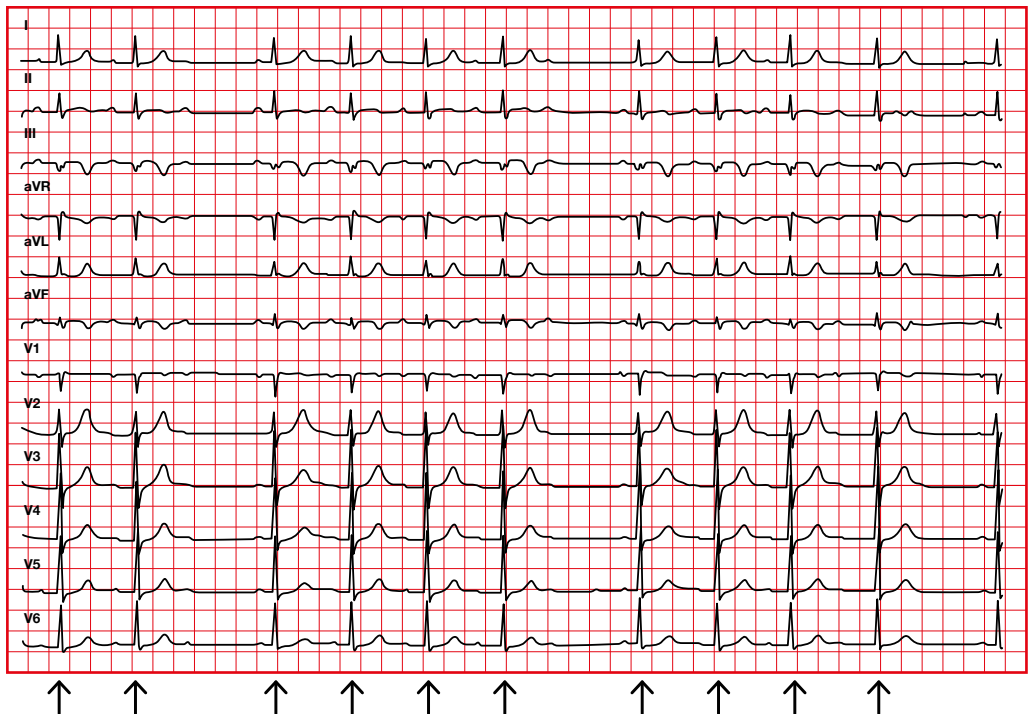
La diferència entre el PP més llarg i el més curt és menor a 0,16 segons (4 quadrats petits).



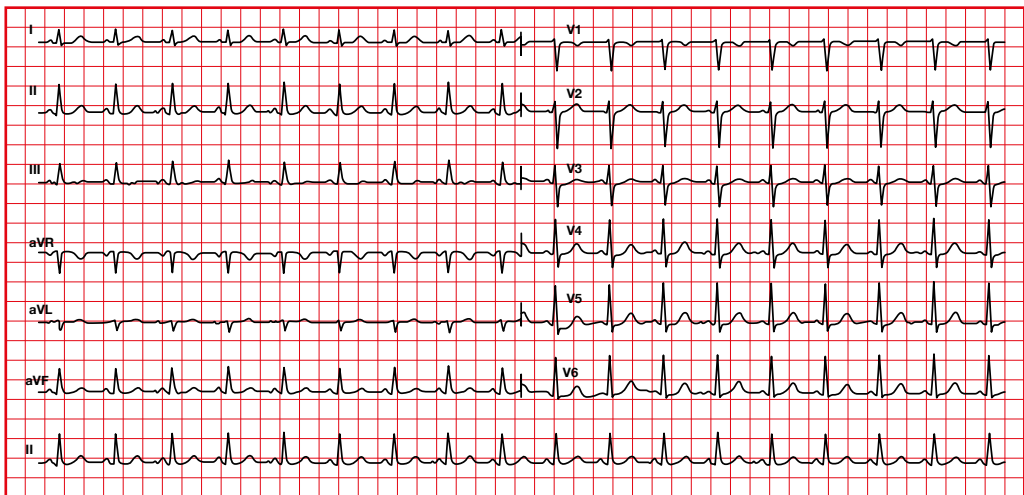
Irregular: hi ha variabilitat en la durada entre els complexos QRS.

2.1. Ritme regularment irregular

Malgrat que és un ritme irregular, segueix un patró.



3. Freqüència cardíaca

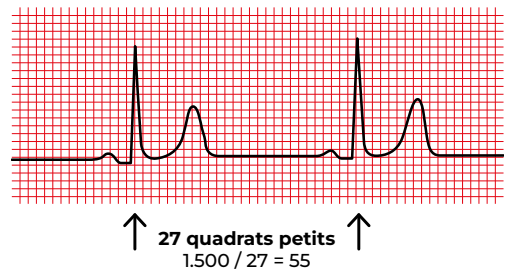
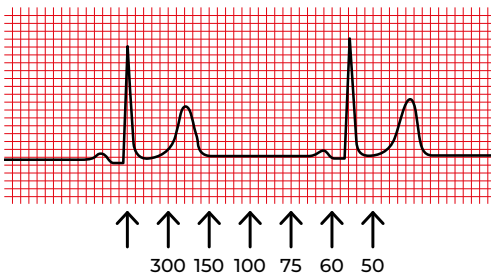
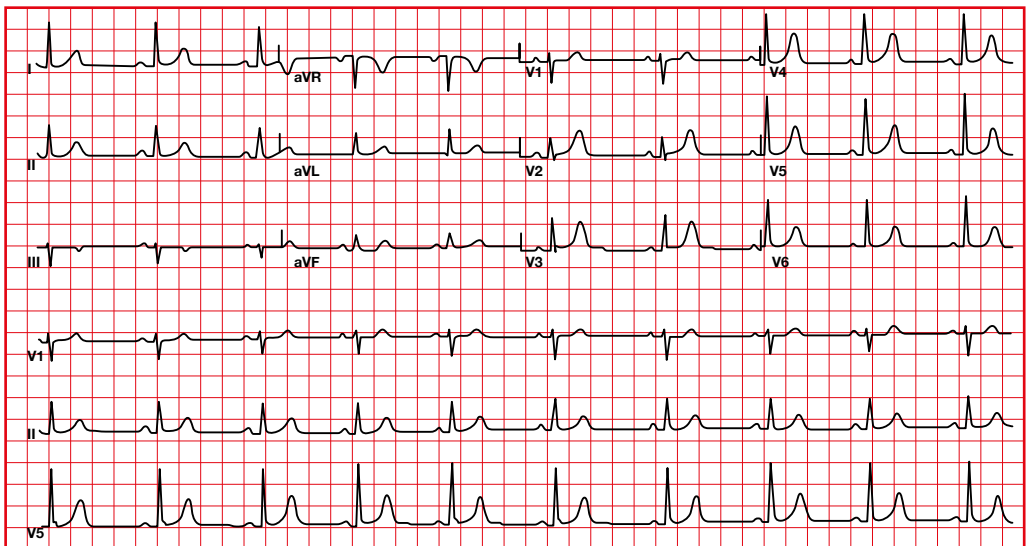


3.1. Càlcul de la freqüència

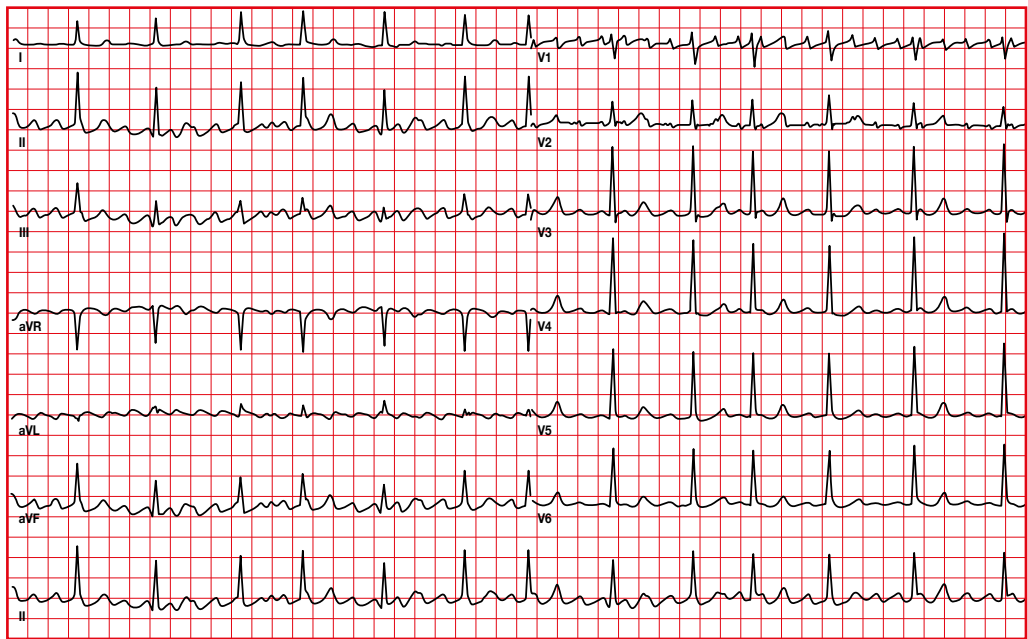
Els quadrats grans entre dos complexos QRS es numeren seguint la seqüència indicada.

També es pot calcular dividint 1500 pel número de quadrats petits entre dos QRS.

- **Freqüència cardíaca normal.** 60-100 batecs per minut.
- **Bradicàrdia.** Freqüència cardíaca menor de 60 batecs per minut.
- **Taquicàrdia.** Freqüència cardíaca major de 100 batecs per minut.

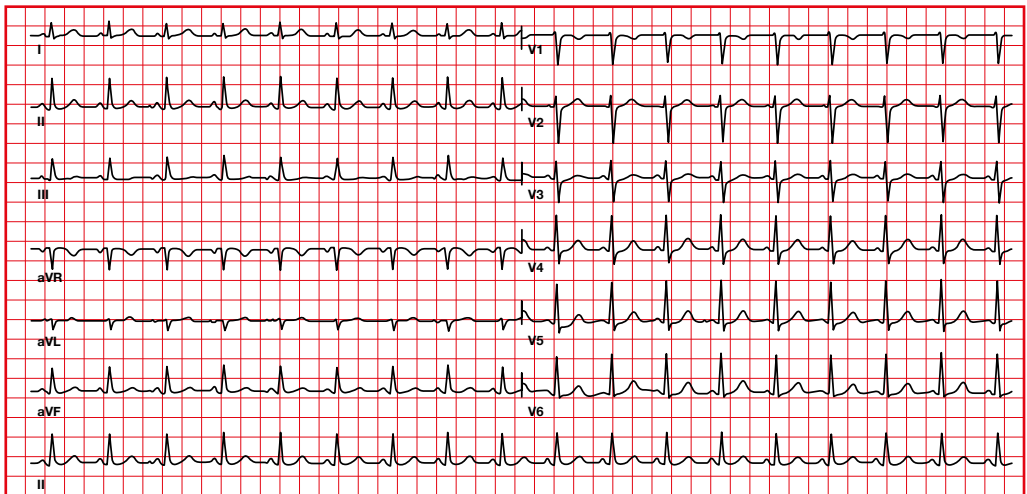


Quan el ritme no és regular (la durada entre QRS canvia), cal calcular el nombre de complexos QRS en 10 segons (la durada normal d'un electrocardiograma) i multiplicar el resultat per 6.



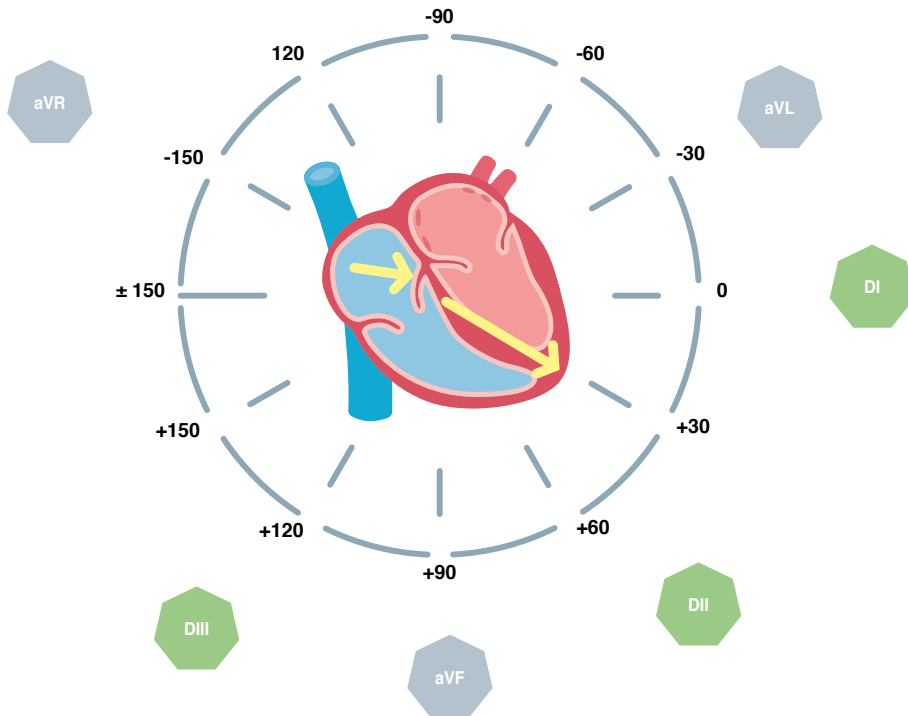
10 segons
13 complexos \times 6 = 78

4. Eix



4.1. Càlcul de l'eix

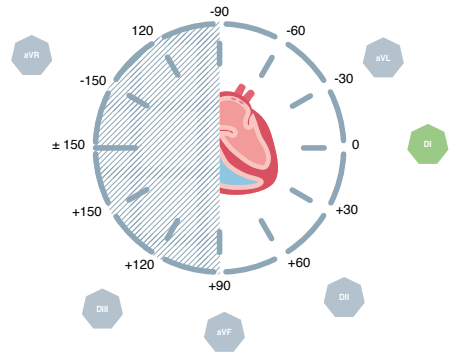
Per calcular l'eix hem de definir els hemicamps positiu i negatiu de cada derivació d'acord amb un eix que passa pel centre del cor.



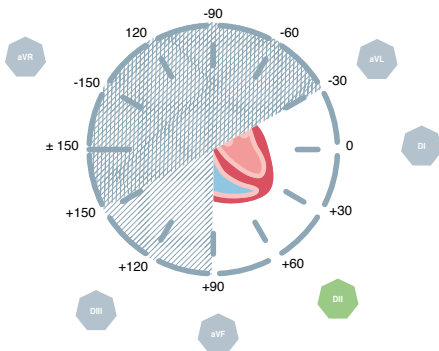
4.2. Càlcul de l'eix del QRS

El vector normal de despolarització ventricular es dirigeix en direcció inferior i de la dreta cap a l'esquerra.

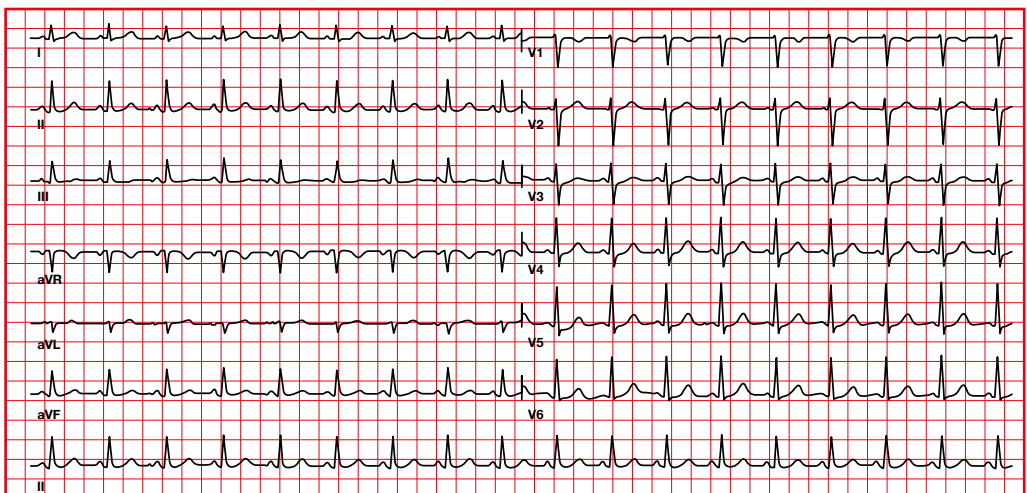
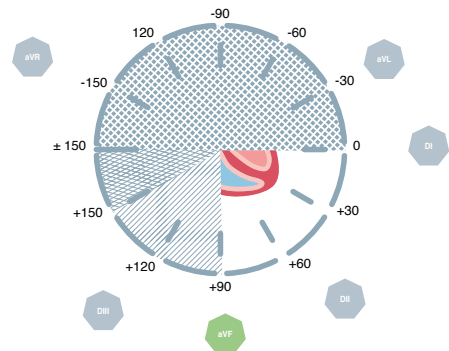
Positiu a I



Positiu a II

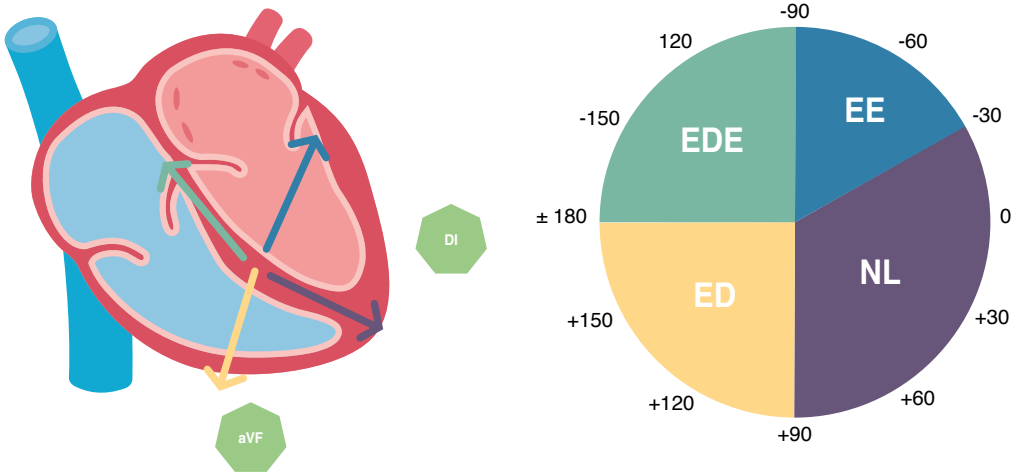


Positiu a aVF



4.3. Eix del complex QRS

L'eix cardíac determina la direcció del vector de despolarització o activació elèctrica de les cèl·lules cardíques dels ventricles.



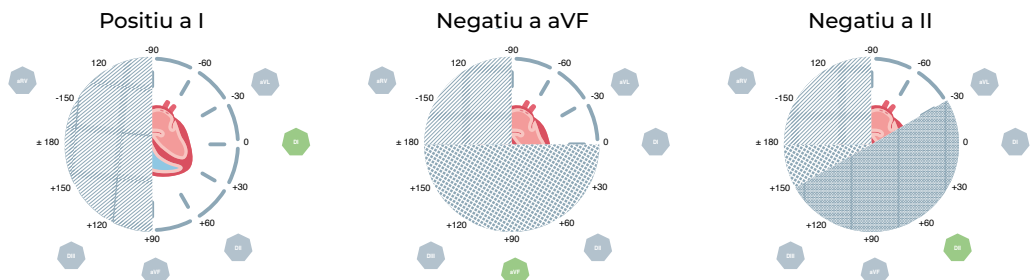
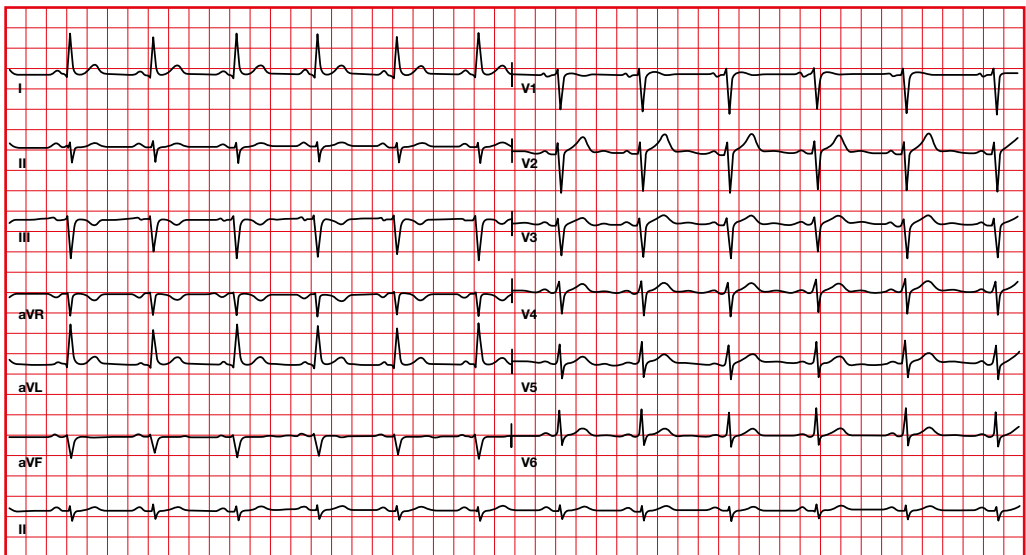
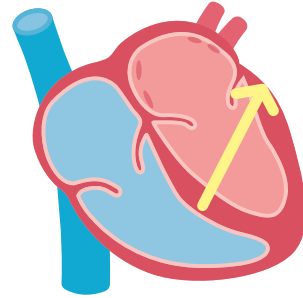
Eix	Derivació I	Derivació aVF
Normal (NL)	Positiva	Positiva
Eix a l'esquerra (EE)	Positiva	Negativa
Eix a la dreta (ED)	Negativa	Positiva
Eix a la dreta extrema (EDE)	Negativa	Negativa

4.4. Desviació de l'eix a l'esquerra

Eix QRS -30 a -90 .

Causes

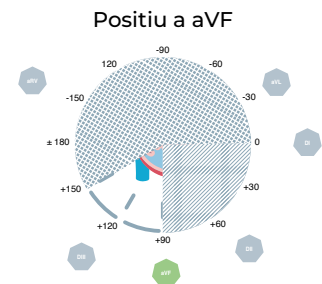
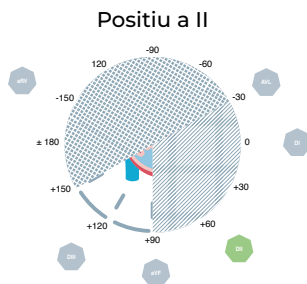
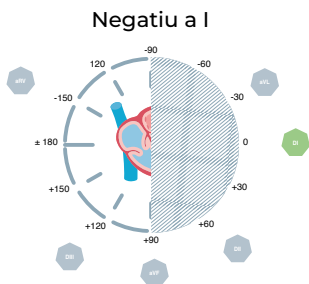
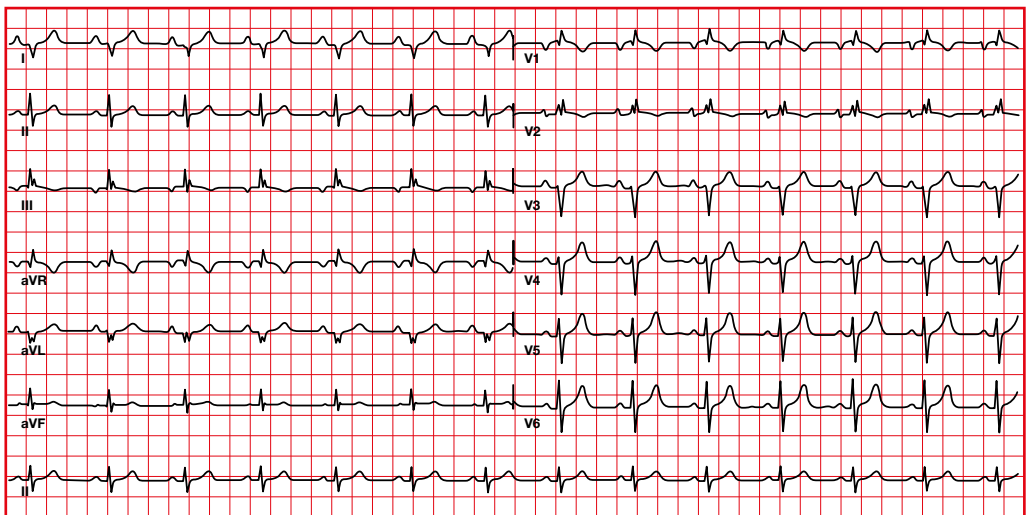
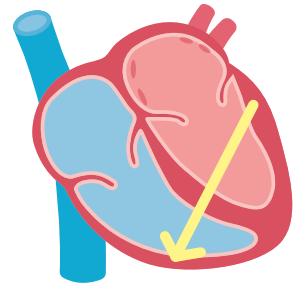
- Bloqueig fascicular anterosuperior esquerre.
- Infart inferior.
- Bloqueig de branca esquerra.
- Hipertrofia ventricular esquerra.
- Comunicació interauricular (*ostium primum*).
- Ritme de marcapassos.
- Hipertotassèmia.
- Síndromes preexcitació.
- Ritmes ventriculars.



4.5. Desviació de l'eix a la dreta

De +90 a +180.

- Causes**
- Hipertròfia ventricular dreta.
 - Cor vertical.
 - Bloqueig de branca dreta.
 - Embolisme pulmonar
 - Bloqueig fascicular posteroinferior esquerre.
 - Infart lateral.
 - Dextroposició.
- Elèctrodes mal col·locats.
 - Comunicació interauricular (*ostium secundum*).
 - Malaltia pulmonar obstructiva crònica.
 - Síndromes preexcitació.
 - Ritmes ventriculars.

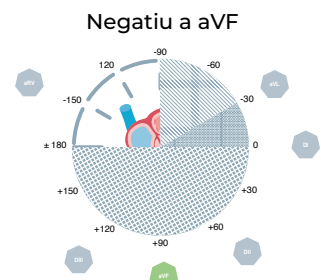
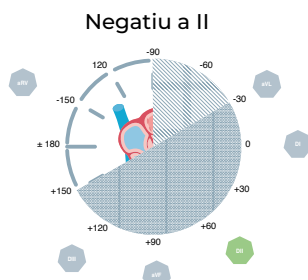
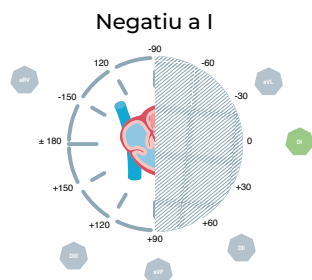
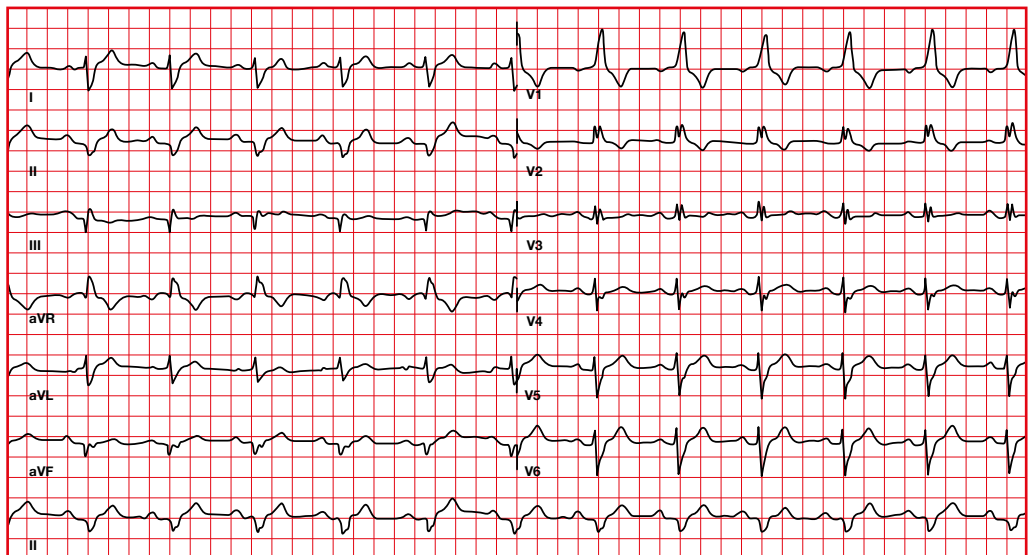
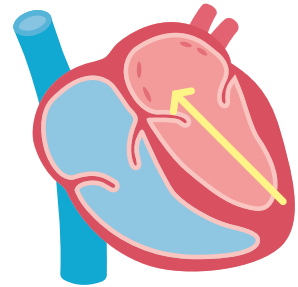


4.6. Desviació de l'eix a la dreta extrema

De -90 a -180 .

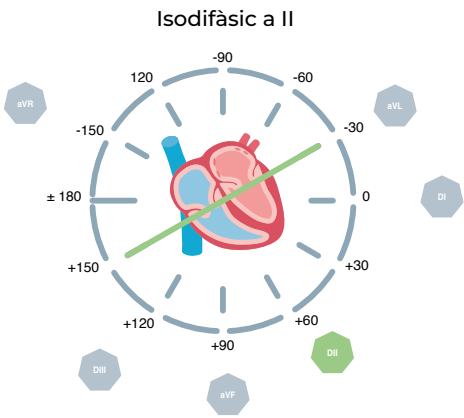
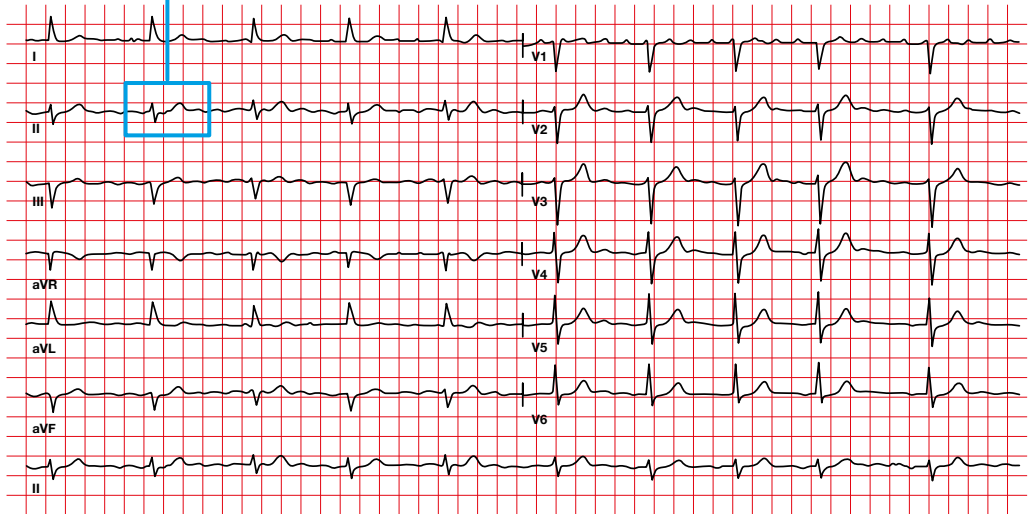
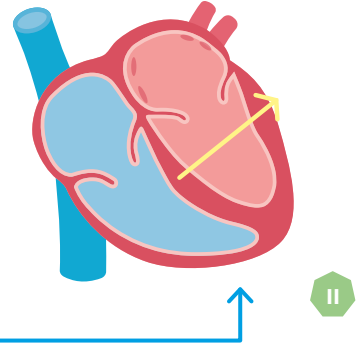
Causes

- Mala col·locació de les derivacions, (braç dret per cama esquerra).
- Hiperpotassèmia.
- Emfisema.
- Ritme ventricular: taucardia ventricular, ritme idioventricular accelerat, ritme d'escapament ventricular.
- Marcapassos ventricular.

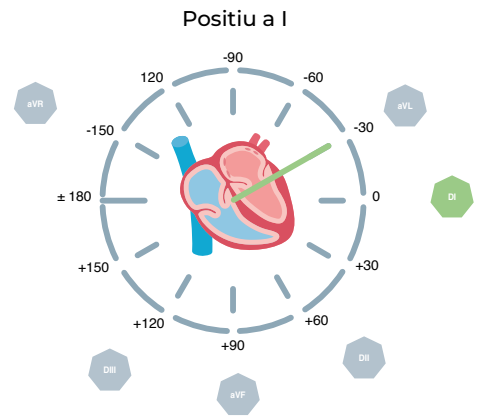


4.7. Càlcul de l'eix del QRS quan hi ha un complex QRS isodifàsic

En aquesta situació, l'eix serà perpendicular a la derivació.



Essent isodifàsic a II, l'eix serà 0 de +150 o de -30

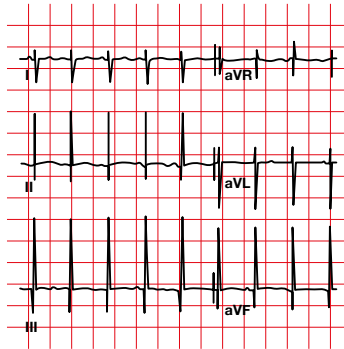
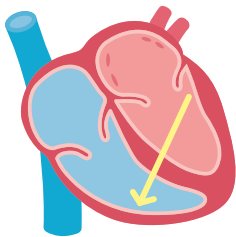


Essent positiu a I, l'eix serà de -30

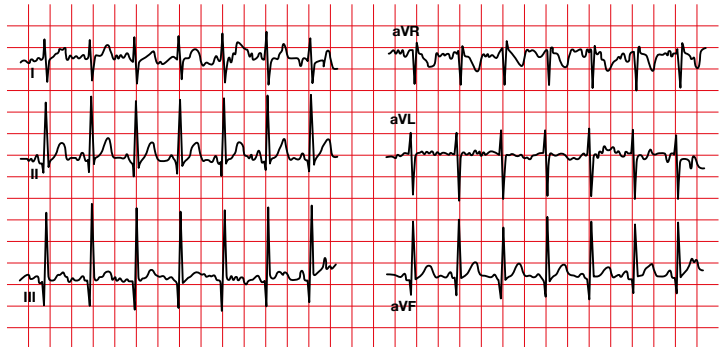
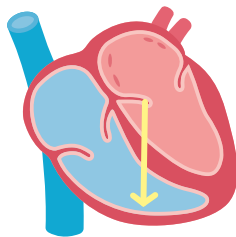
4.8. Progressió de l'eix del complex QRS amb l'edat

Amb l'edat, l'eix del QRS es desplaça cap a l'esquerra.

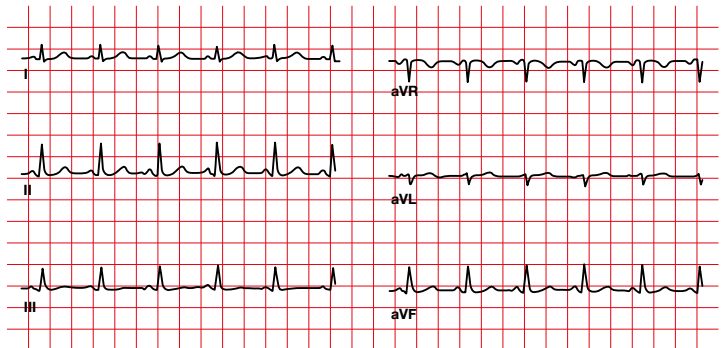
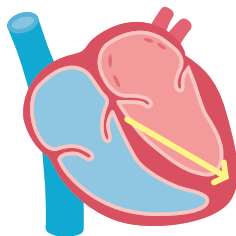
Nouvat



Nen

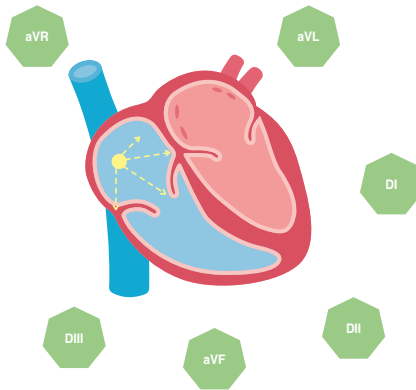
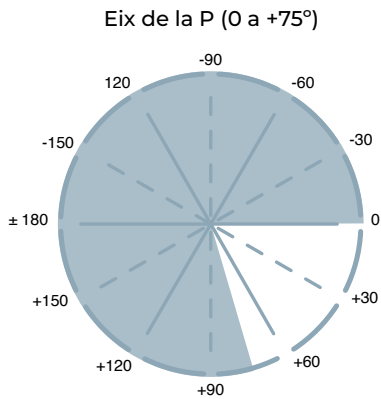


Adult

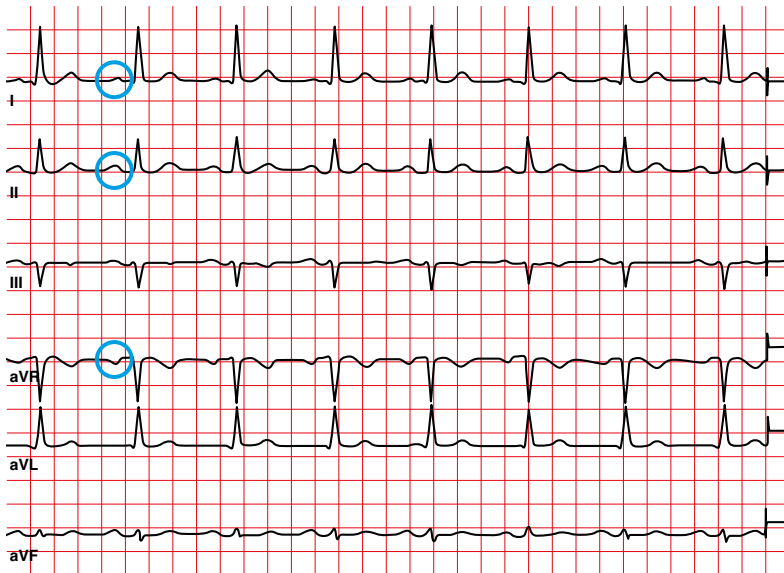


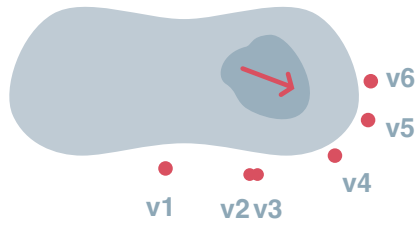
4.9. Càlcul de l'eix de l'ona P

El vector de despolarització auricular es dirigeix en direcció inferior i de la dreta cap a l'esquerra.

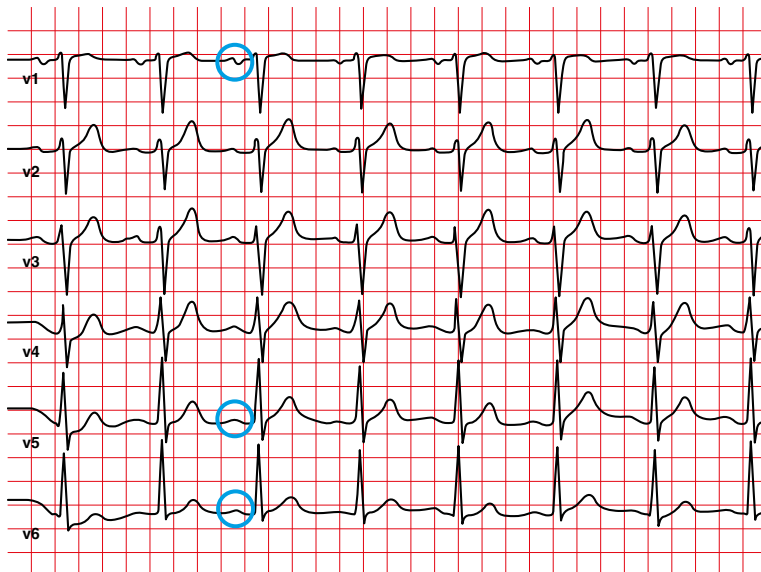


P positiva a I, II — P negativa a aVR

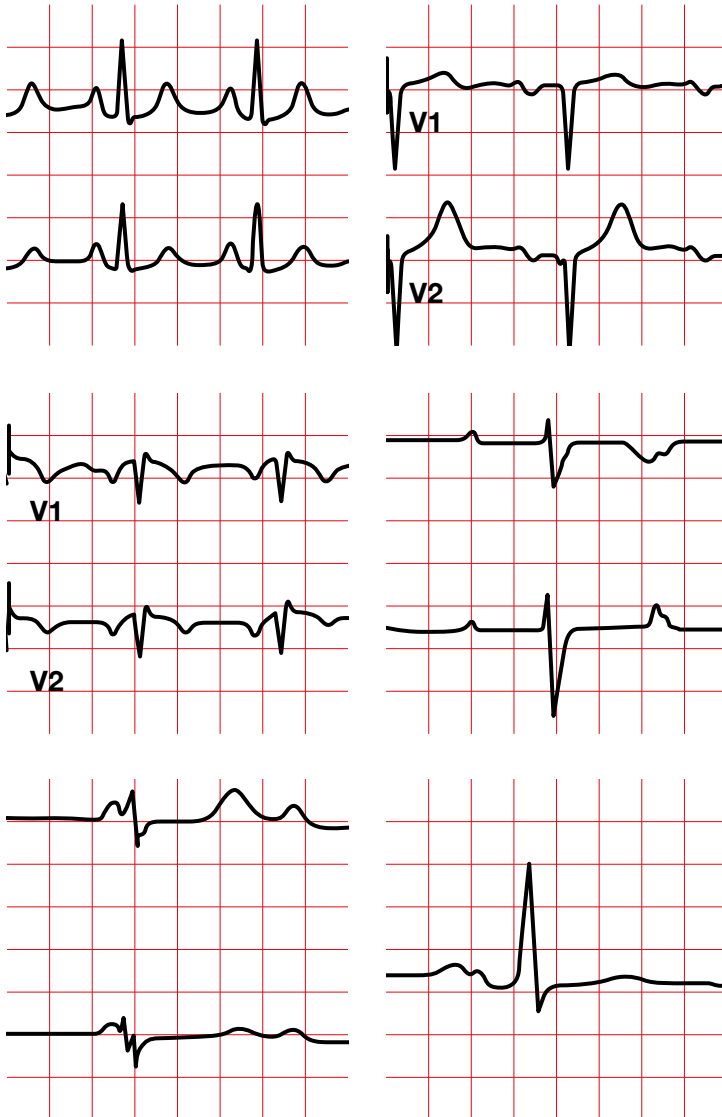




P positiva a V5, V6 — V1 normalment bifàsica

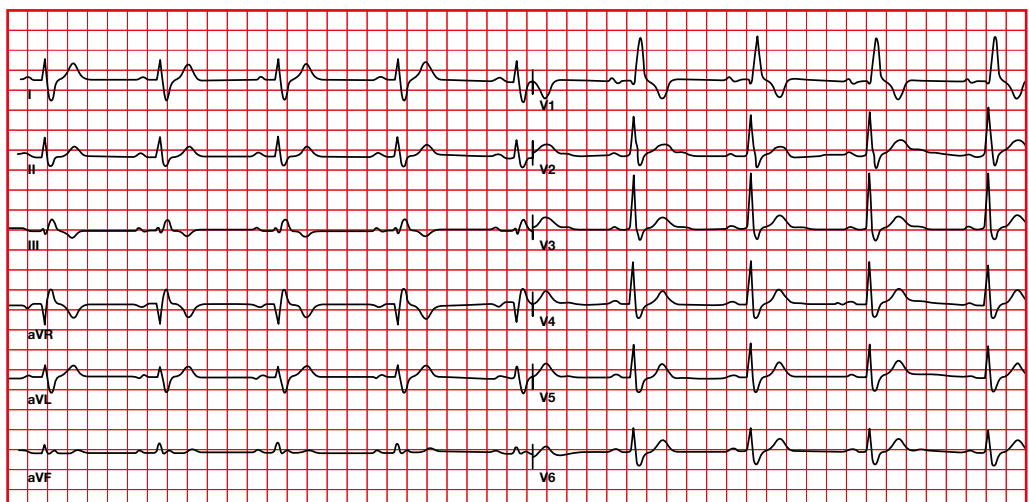
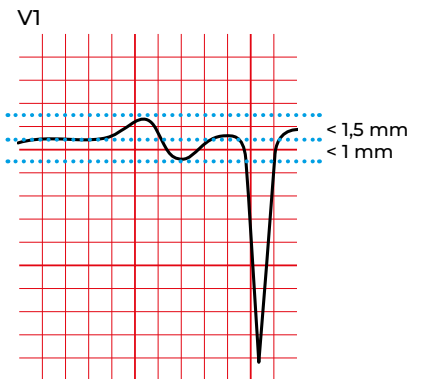
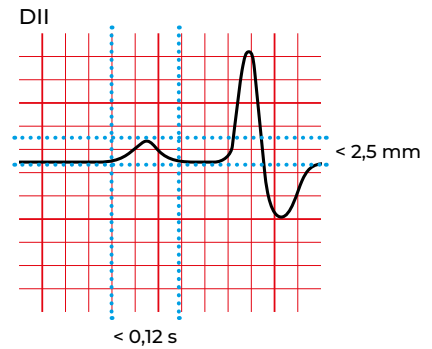


5. Ona P



5.1. Ona P sinusal

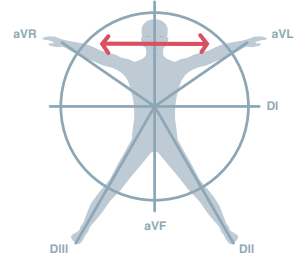
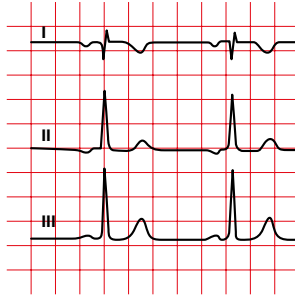
- Eix de la P: 0-75°.
- Morfologia:
 - Positiva a I i II.
 - Negativa a aVR.
 - Invertida o bifàsica a V1 i V2 (hi pot haver una petita osca).
- Amplitud:
 - Derivacions bipolars: menor a 0,25 mV (2,5 mm amb calibratge normal) a totes les derivacions.
 - Derivació V1: deflexió positiva menor a 1,5 mm i negativa menor a 1 mm.
- Durada:
 - 0,08-0,11 segons.



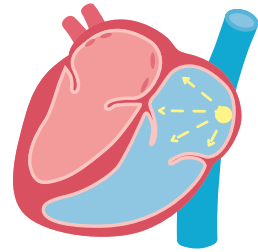
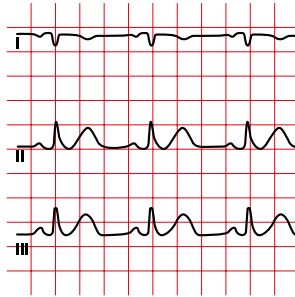
5.2. Alteracions ona P

Hi ha típicament 4 escenaris en els quals l'eix de l'ona P no serà normal.

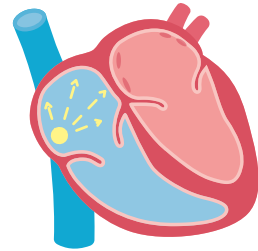
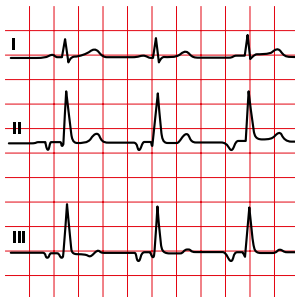
Mala col·locació elèctrodes



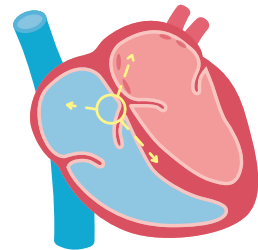
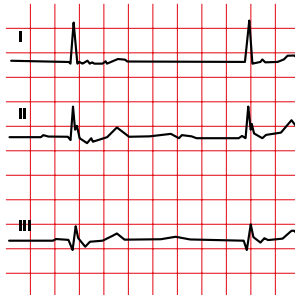
Dextrocàrdia



Ritme auricular



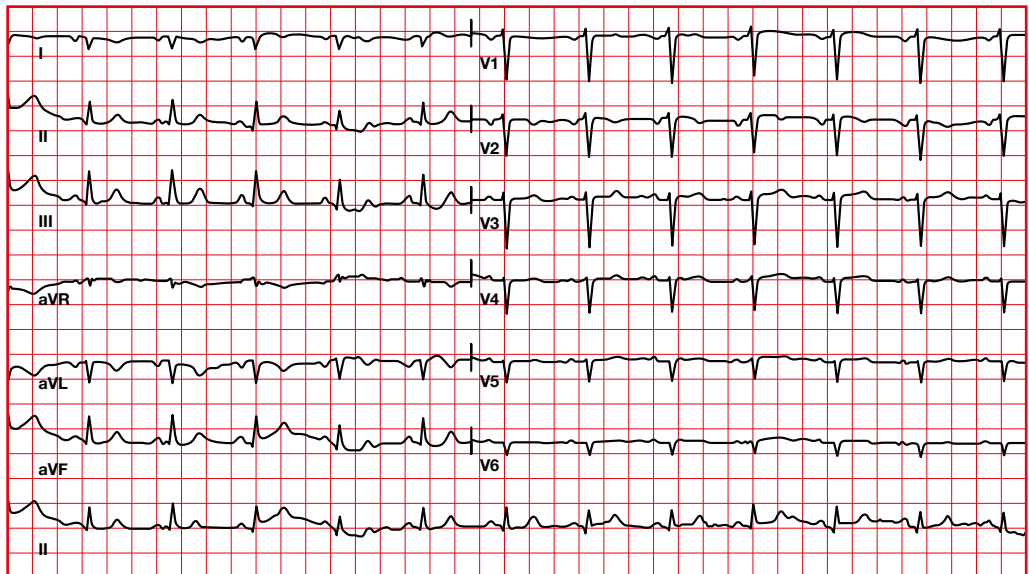
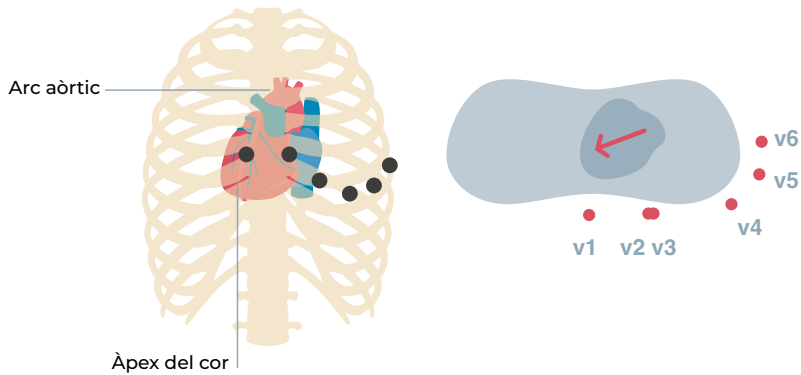
Ritme nodal



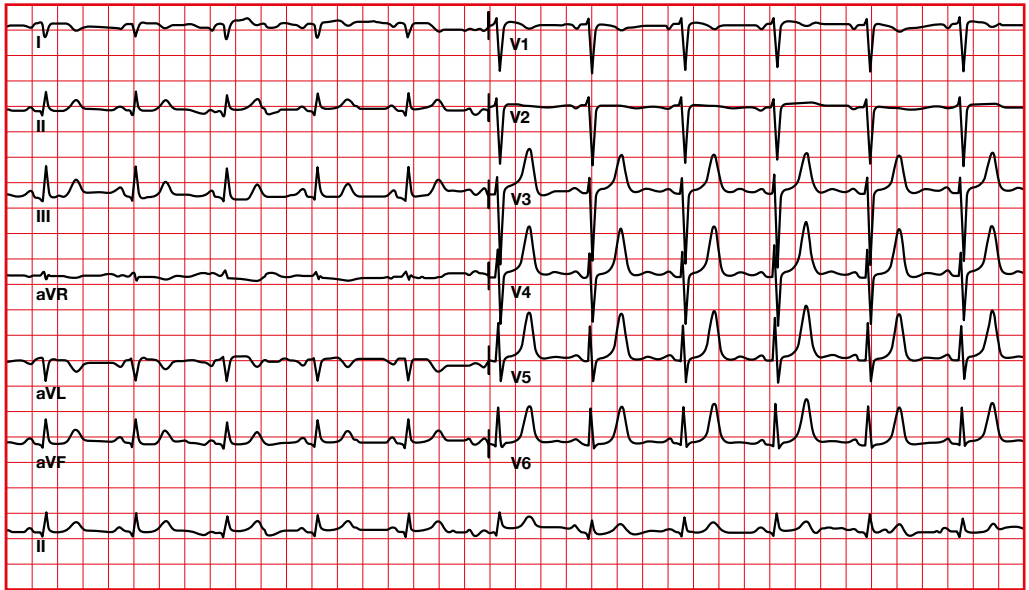
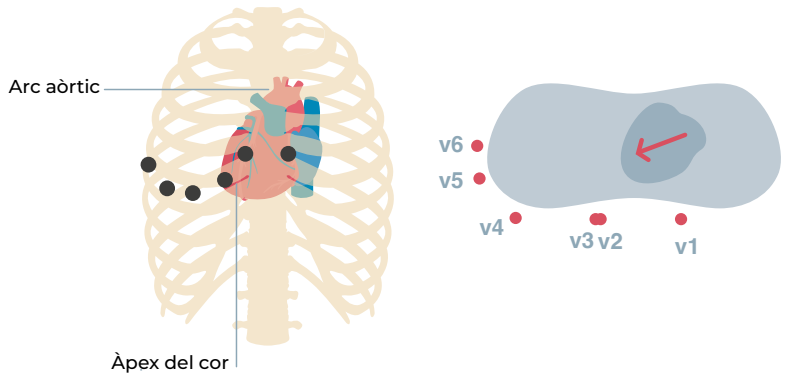
5.3. Ona P en la dextrocàrdia

Veurem una inversió de l'ona P a I i a aVL (també del complex QRS i de l'ona T).

Dextrocàrdia



Dextrocàrdia amb derivacions precordials corregides

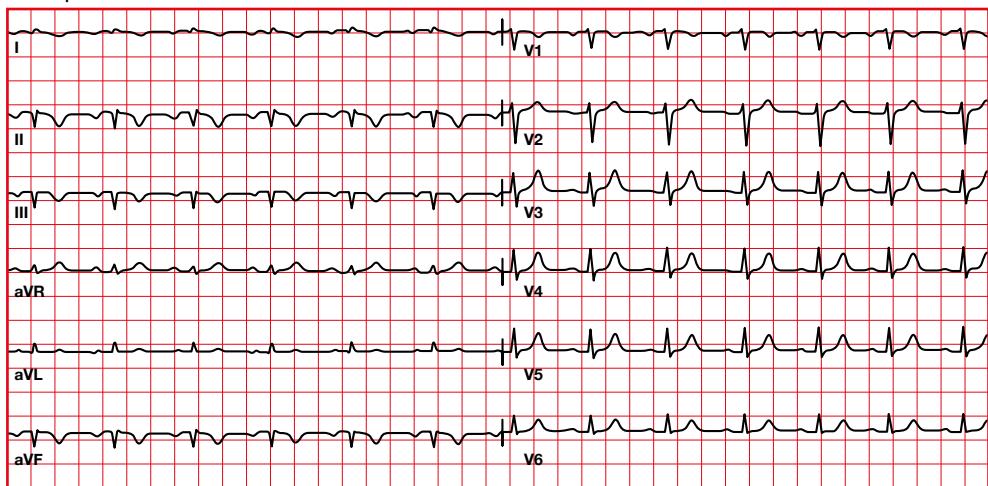


5.4. Alteracions de l'eix de l'ona P

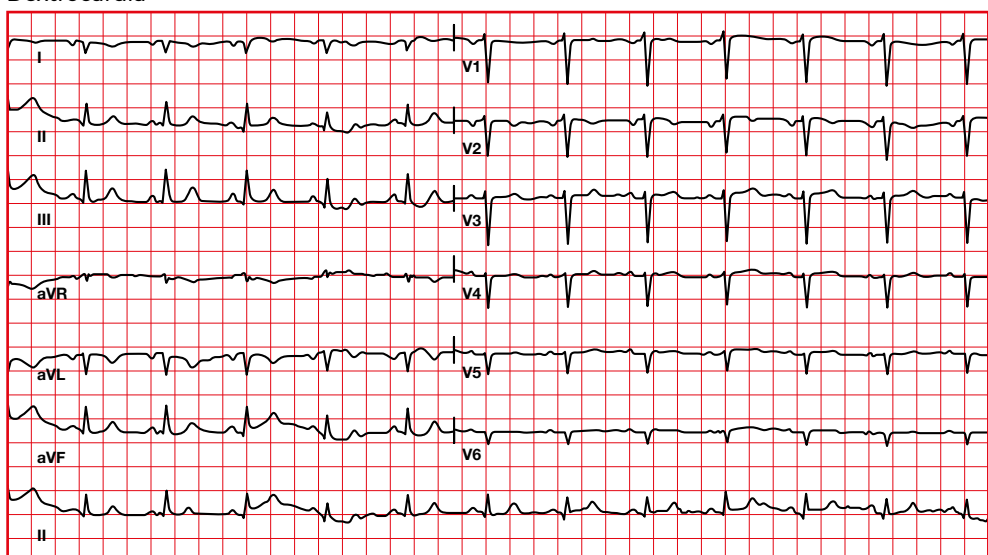
Per distingir dextrocàrdia de mala col·locació dels elèctrodes, cal mirar les derivacions precordials:

- En la dextrocàrdia la R té una disminució en l'amplitud a nivell lateral, es va fent més petita a mesura que progressa en les derivacions precordials.
- En la mala posició dels elèctrodes hi ha una progressió normal de la R a precordials.

Mala posició elèctrodes

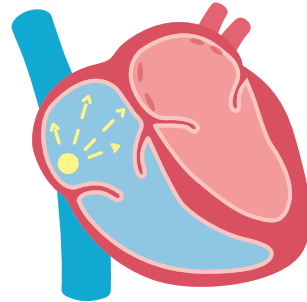


Dextrocàrdia

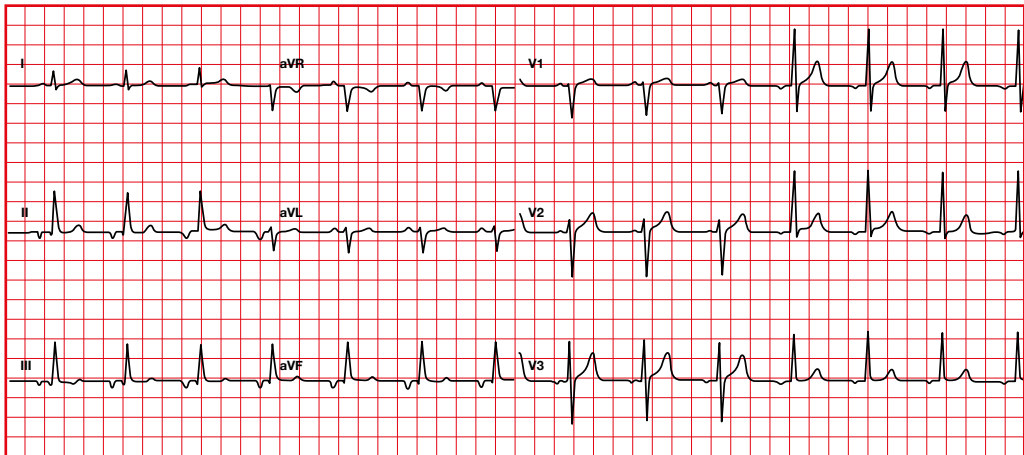


5.5. Alteracions de l'eix de l'ona P. Ritme auricular ectòpic

- L'eix i la morfologia de la P és diferent de la P sinusal.
- FC menor de 100 batecs per minut. Si la FC > 100 llavors és una taquicàrdia auricular ectòpica.

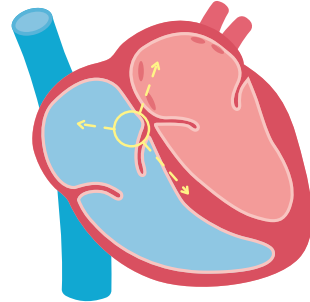


Ritme auricular (ona P negativa a derivació II, positiva a derivació aVR)

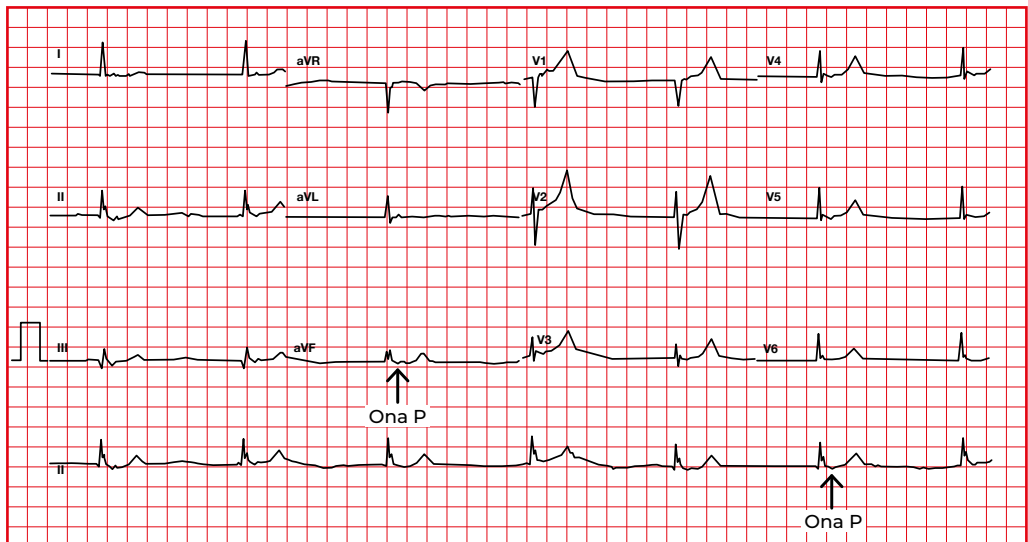


5.6. Alteracions de l'eix de l'ona P. Ritme nodal

- Morfologia ona P: hi ha un P retrògrad. Per tant serà negativa a II, III, aVF i positiva a aVR.
- La P pot precedir el QRS, estar a dins el QRS o darrere el QRS.



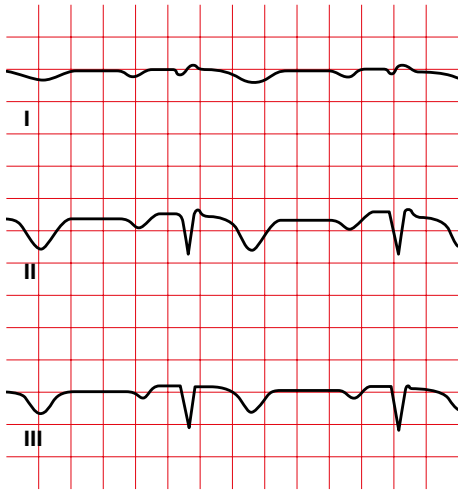
Ritme nodal



5.7. Llei Einthoven

$$I + III = II.$$

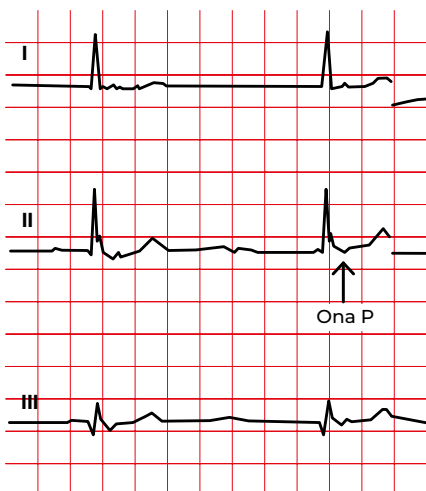
Mala col·locació elèctrode,
no compleix llei



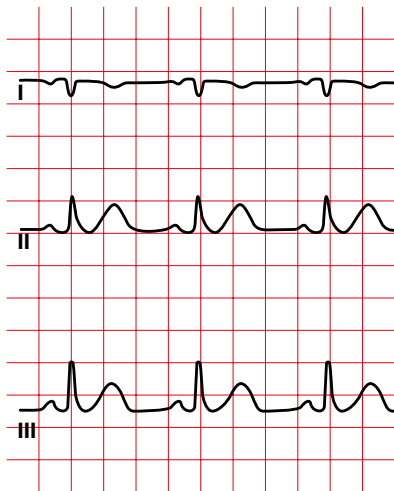
Ritme auricular, complex llei



Ritme nodal, complex llei



Dextrocàrdia, complex llei



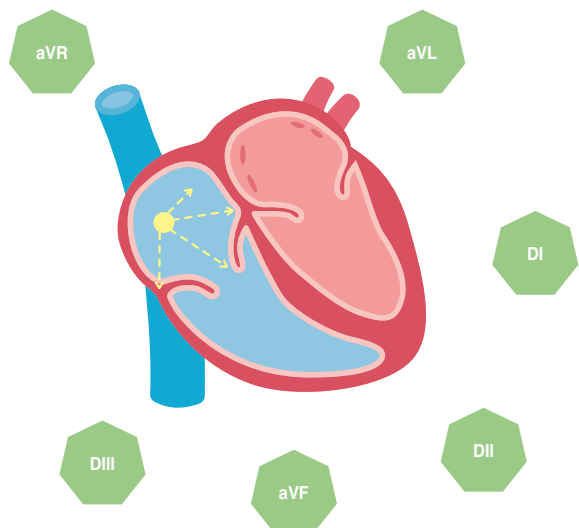
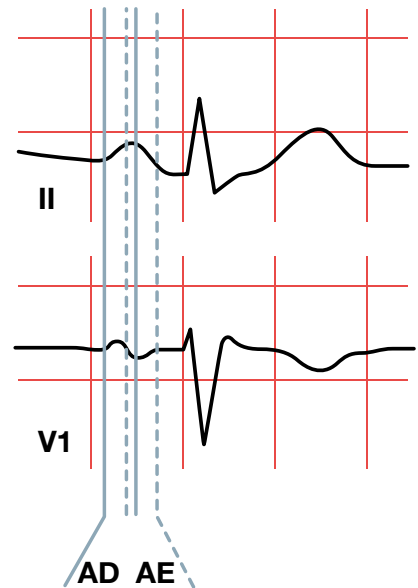
5.8. Alteracions de la morfologia de l'ona P

- Les derivacions II i V1 són les que permeten veure millor l'ona P.
- La primera part de la P representa l'activació de l'aurícula dreta i la segona part, l'activació de l'esquerra.

El node sinusal està col·locat en l'aurícula dreta, aquesta s'activa primer, amb l'activació avançant en direcció inferior i anterior.

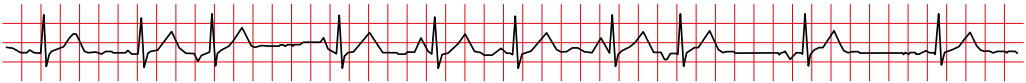
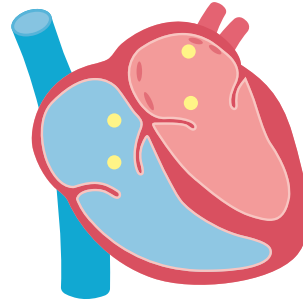
Per tant, hi haurà una deflexió positiva a II i V1.

Després vindrà l'activació de l'aurícula esquerra que progressa en direcció inferior i posterior, causant una deflexió positiva a II i negativa a V1.



5.9. Alteracions de la morfologia de l'ona P. Ritme auricular multifocal (marcapassos migratori)

- P amb tres o més morfologies en una mateixa derivació.
- Freqüència cardíaca menor a 100 per minut. Si FC > 100 s'anomena taquicàrdia auricular multifocal.
- Ritme irregular. Intervals PR, RR i RP variables.



Molt comú en pacients amb MPOC (malaltia pulmonar obstructiva crònica).

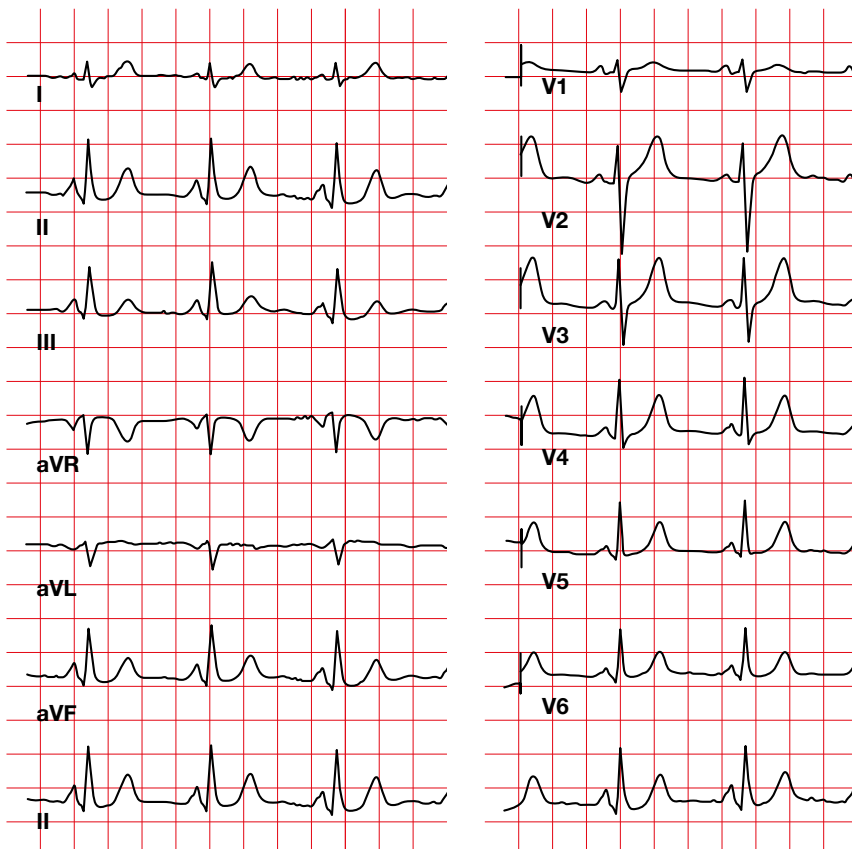
Es pot confondre amb ritme sinusal amb complexos prematurs multifocals (però, en aquest cas, hi hauria

un marcapassos auricular amb una ona P dominant).

També es pot confondre amb flutter/FA. Cal buscar línia isoelèctrica, que està present en el ritme auricular multifocal.

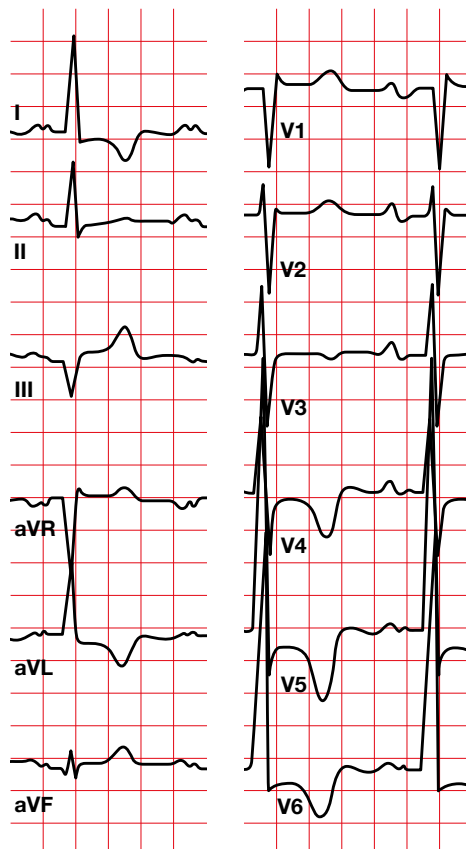
5.10. Alteracions de la morfologia de l'ona P. Creixement auricular dret (P pulmonale)

- No s'allarga la durada de la P (< 0,12 segons).
- P positiva > 2,5 mm a II, III, aVF.
- P positiva > 1,5 mm a V1, V2.



5.11. Alteracions de la morfologia de l'ona P. Creixement auricular esquerre (*P mitrale*)

- P bimodal a I, II, aVL, amb durada $\geq 0,12$ segons.
- A V1 hi haurà una P terminal ≥ 1 mm negativa i $\geq 0,04$ segons (índex de Morris).



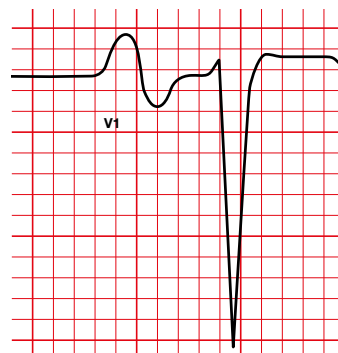
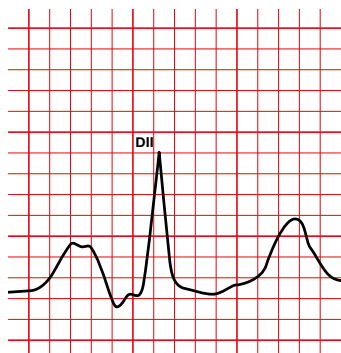
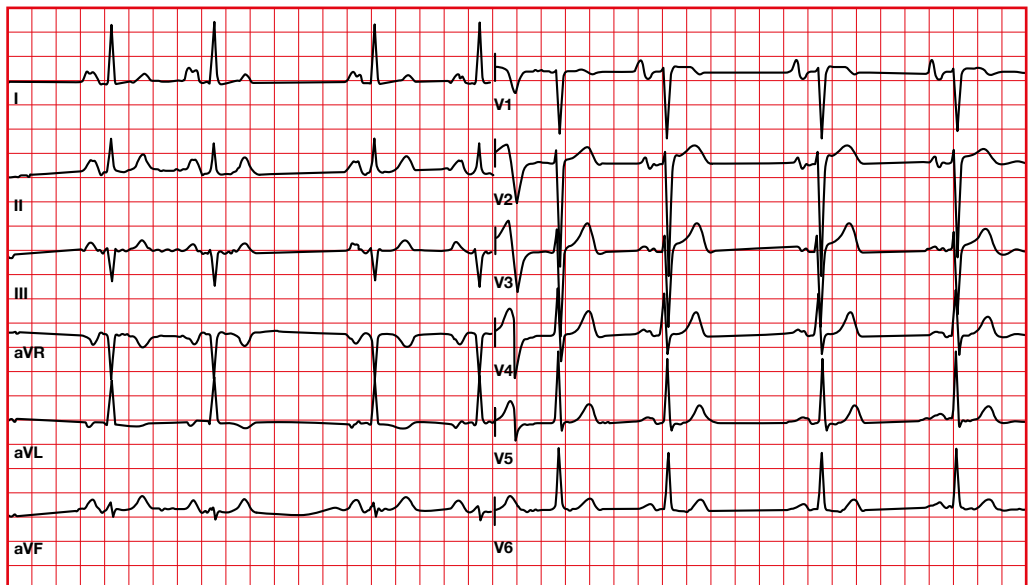
5.12. Alteracions de la morfologia de l'ona P. Creixement biauricular

Derivació VI:

- Ona P bifàsica.
- Amplitud positiva inicial > 1,5 mm.
- Amplitud negativa terminal ≥ 1 mm amb una durada de 0,04 segons.

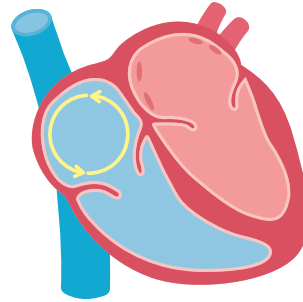
Derivació II:

- Ona P bimodal amb durada $\geq 0,12$ segons.

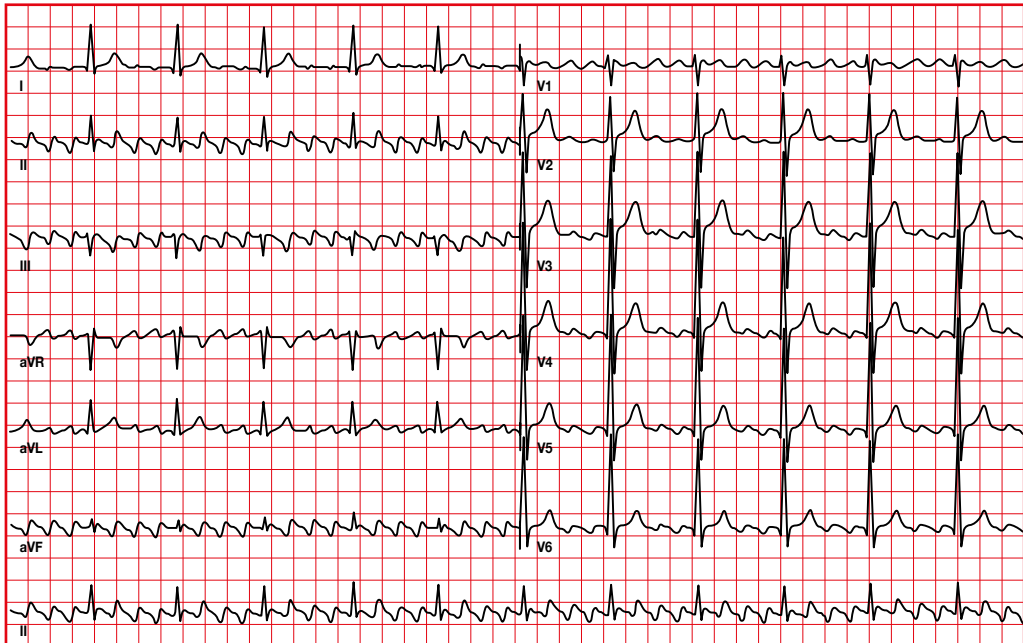


5.13. Absència ona P. Flutter

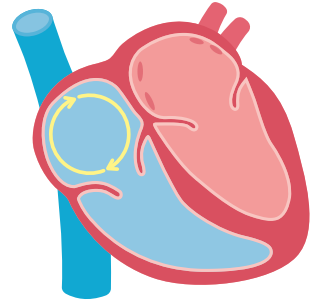
- Flutter: es detecten ondulacions auriculars ràpides (250-300 per minut), ones F (ones de flutter).
- En el flutter típic, el circuit utilitza l'istme cavotricuspidi.
- Sospiteu flutter quan la freqüència sigui de 150 per minut (bloqueig 2:1).



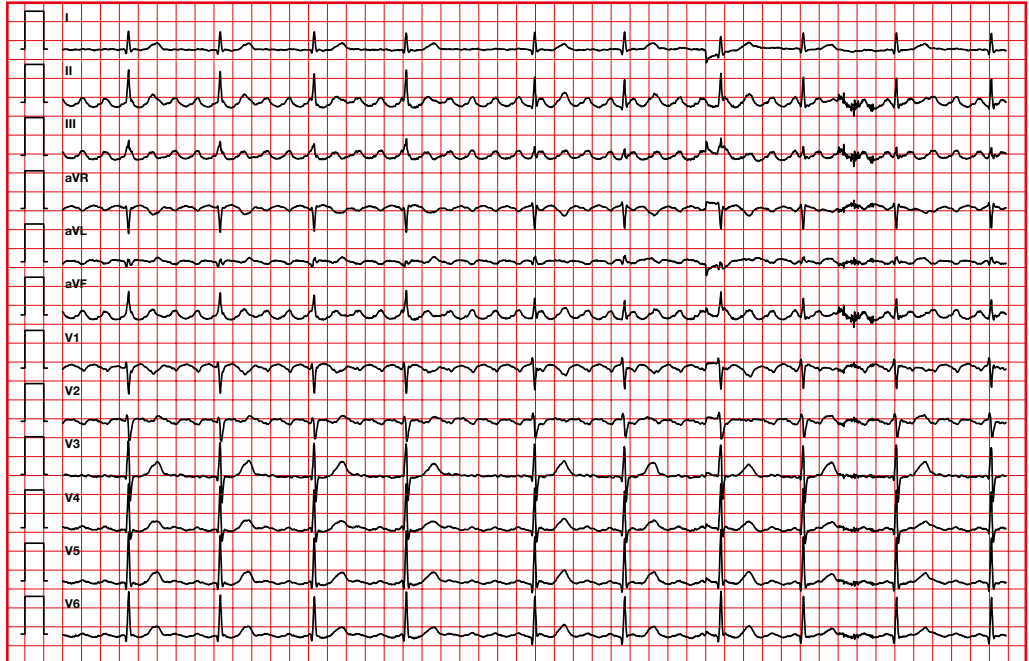
Flutter típic



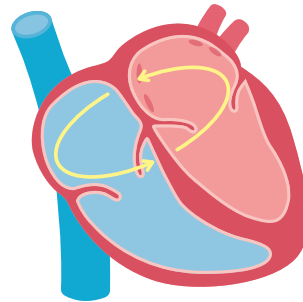
Ones F negatives a II, III i a aVF. Circuit en sentit contrari de rellotge.



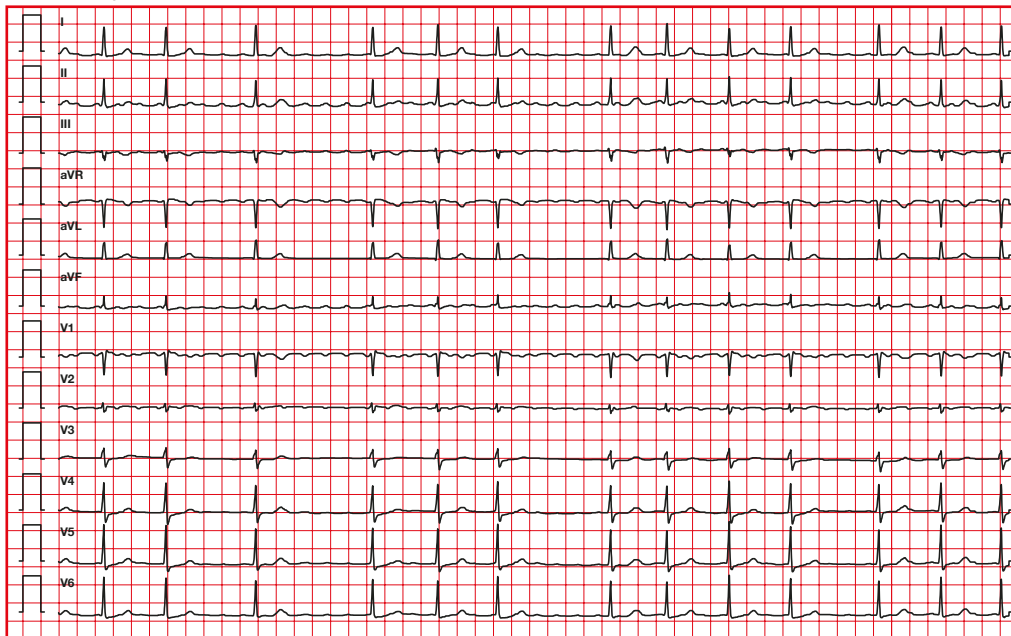
Flutter típic amb conducció AV variable



- El terme flutter atípic s'aplica a taquicàrdies auriculars ràpides amb patrons d'ECG que difereixen del flutter típic descrit anteriorment, i també a taquicàrdies per reentrada amb configuració del circuit diferent del circuit de flutter típic.
- El flutter atípic s'associa sovint amb malalties cardíagues estructurals, especialment en pacients intervinguts d'una cirurgia cardíaca o d'una ablació extensa amb catèter per al tractament de la FA.



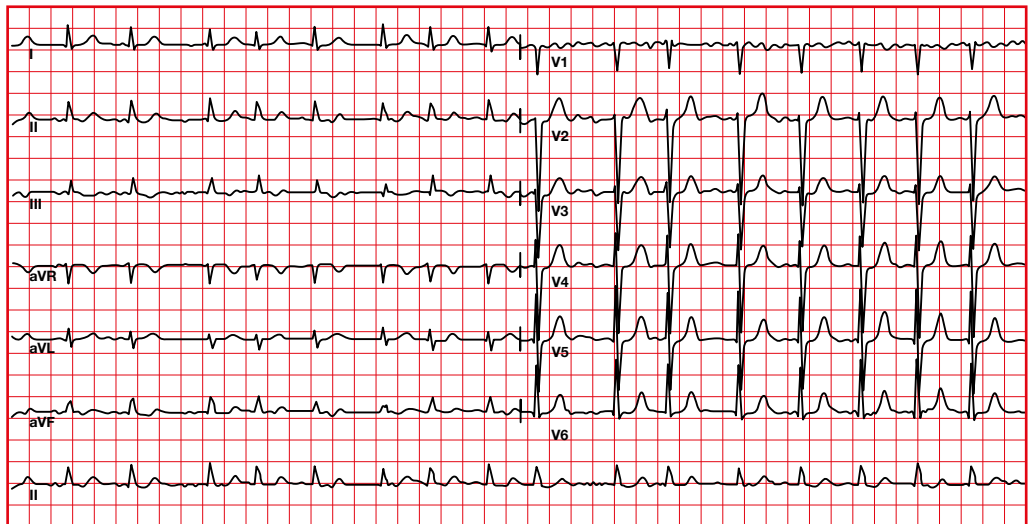
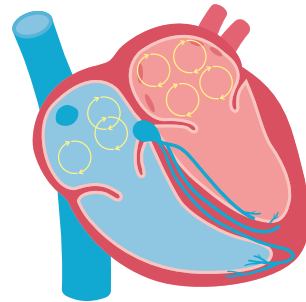
Flutter atípic



El circuit no utilitza l'istme cavotricuspidi.

5.14. Absència ona P. Fibril·lació auricular

- Ritme auricular ràpid (entre 400 i 700 per minut). És un ritme desorganitzat, sense capacitat de generar contracció auricular.
- Veurem presència d'ones f (onas de fibril·lació).
- El ritme ventricular és irregular (excepte en el bloqueig AV total).

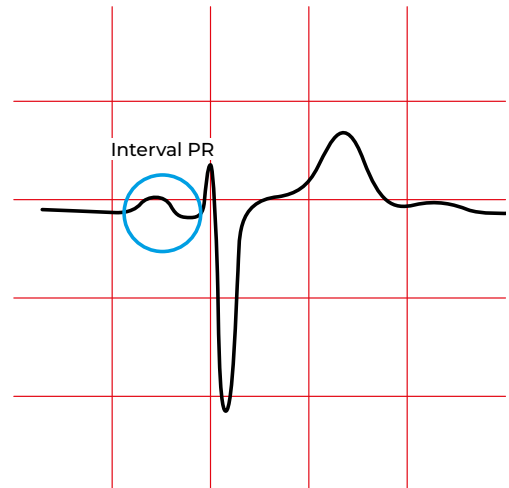


6. Interval i segment PR

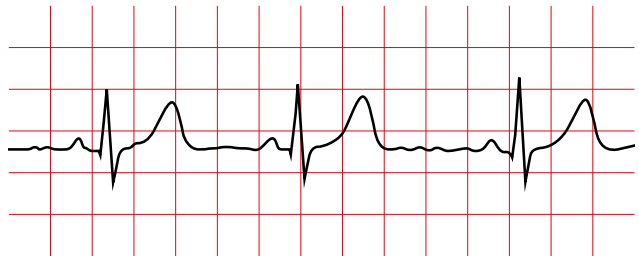


6.1. Interval PR

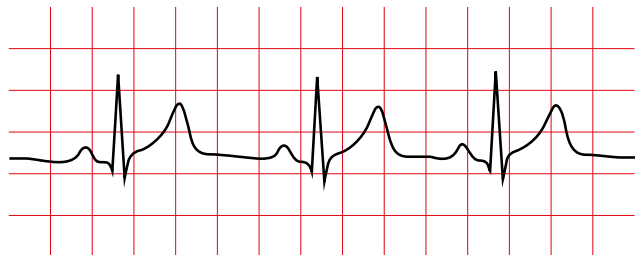
El PR normal és més curt durant l'edat infantil i s'allarga en edat adulta.



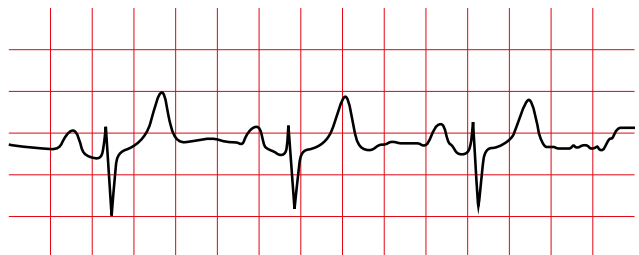
Nens
0,10 - 0,12



Adolescents
0,12 - 0,16



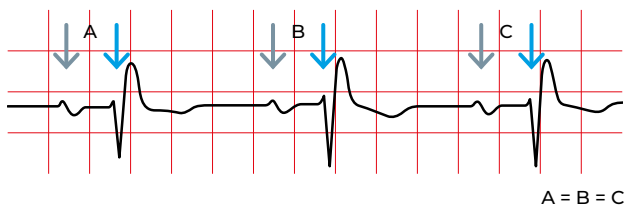
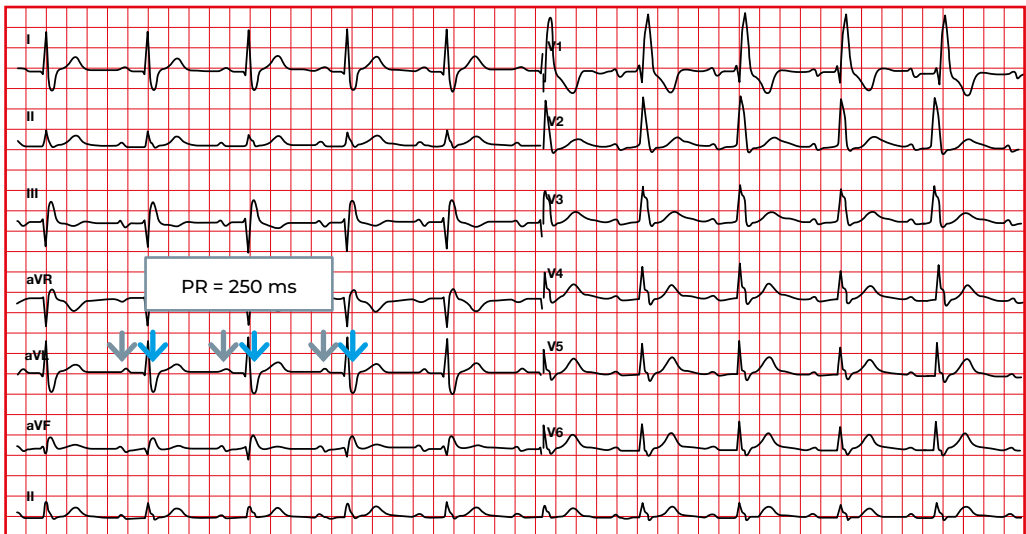
Adults
0,12 - 0,20



PR normal

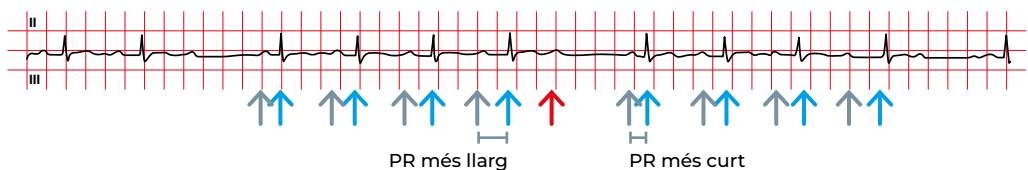
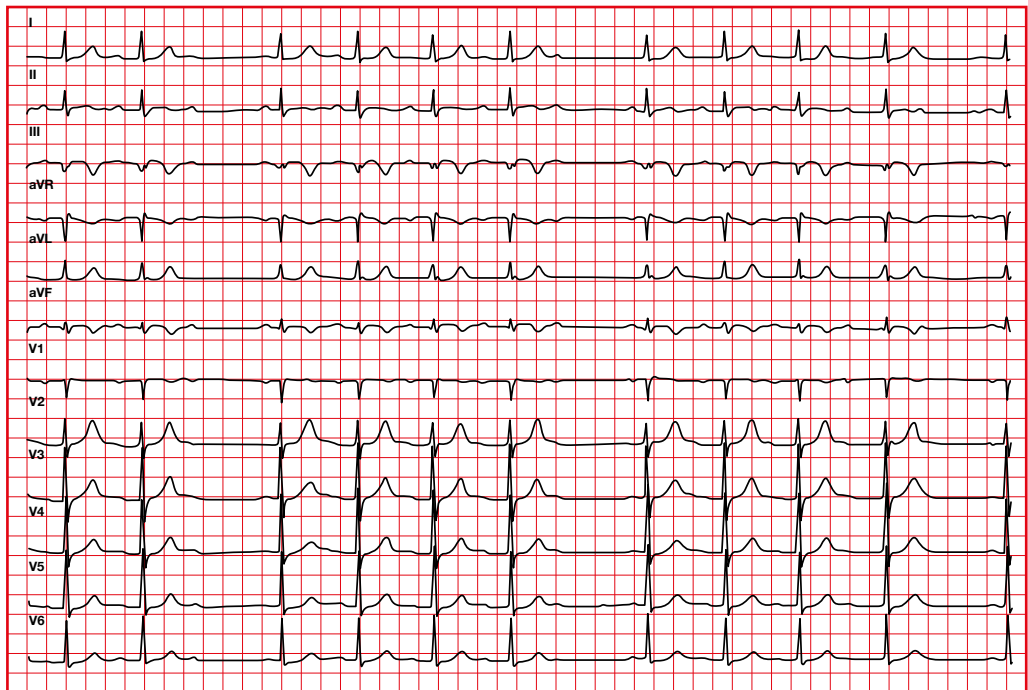
6.2. Alteracions en l'interval PR. Bloqueig auriculoventricular (AV) de primer grau

- Cada P és seguida per un QRS.
- PR > 0,20 segons (en nens > 0,18 segons).
- PR constant normalment.
- Ritme regular.



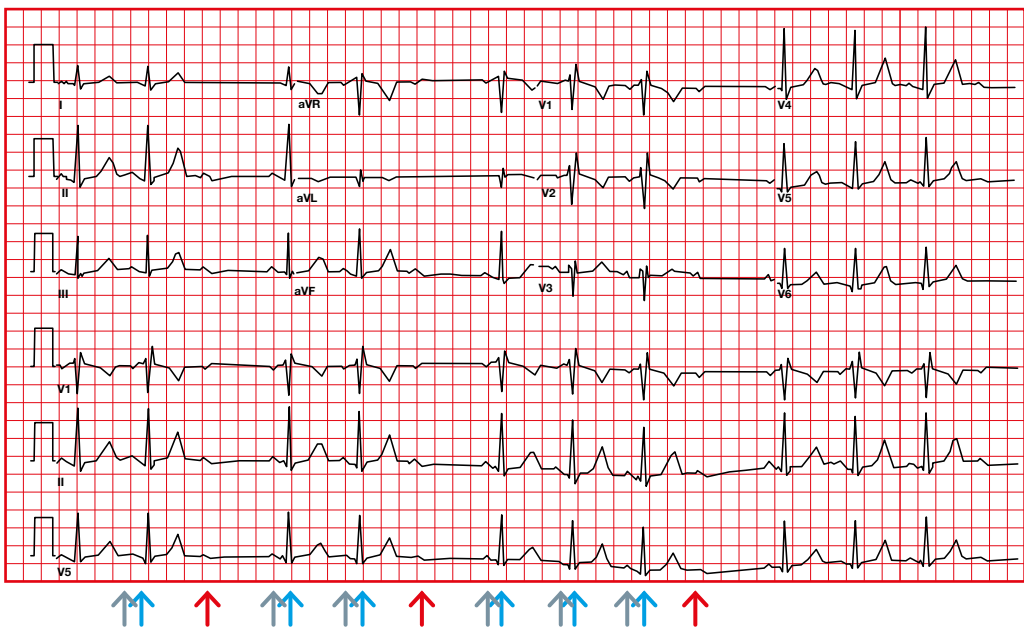
6.3. Alteracions en l'interval PR. Bloqueig AV de segon grau tipus 1 (Mobitz I o Wenckebach)

- Trobarem que algunes P no condueixen.
- Prolongació progressiva de l'interval PR i escurçament de l'interval RR fins que una P es bloqueja i no és seguida per un QRS.
- Interval RR que conté la P no conduïda és menor a dos intervals PP.
- Se sol veure patró de batec en grup, el ritme ventricular pot semblar irregular.



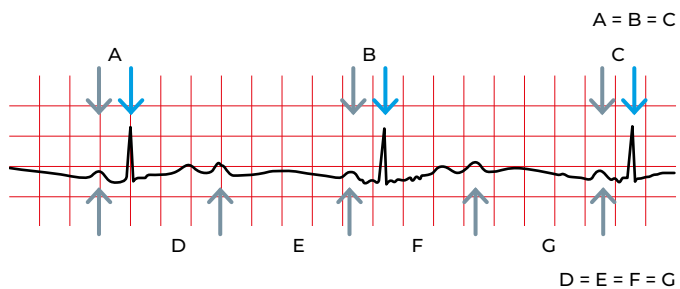
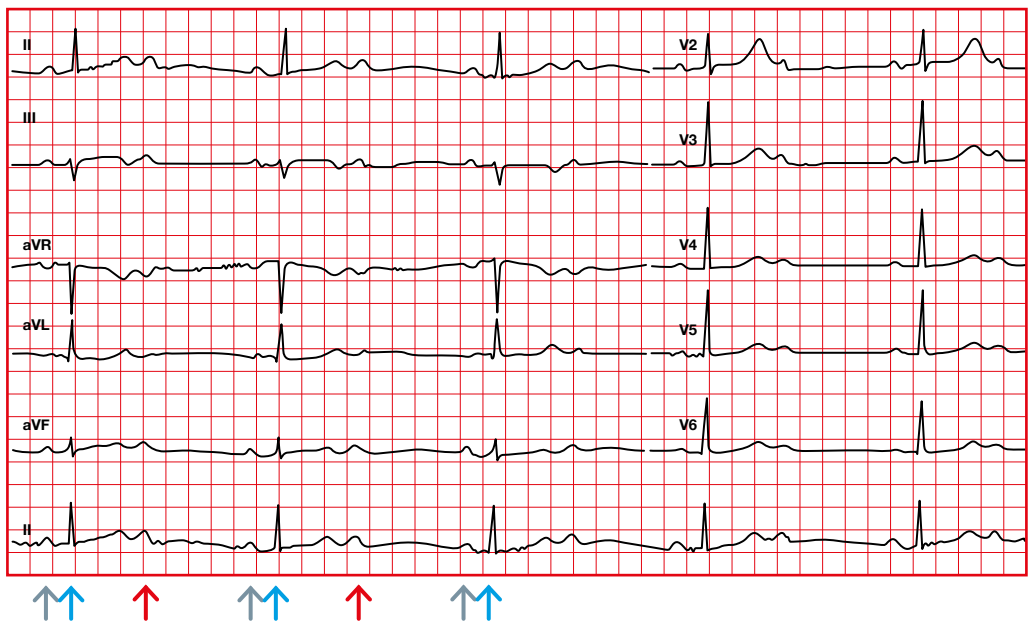
6.4. Alteracions en l'interval PR. Bloqueig AV de segon grau tipus 2 (Mobitz II)

- Trobarem que algunes ones P no condueixen.
- PR constant.
- No hi ha canvi en el PR o RR abans d'una P no conduïda.
- RR que conté la P no conduïda és el doble exacte de l'interval PP.



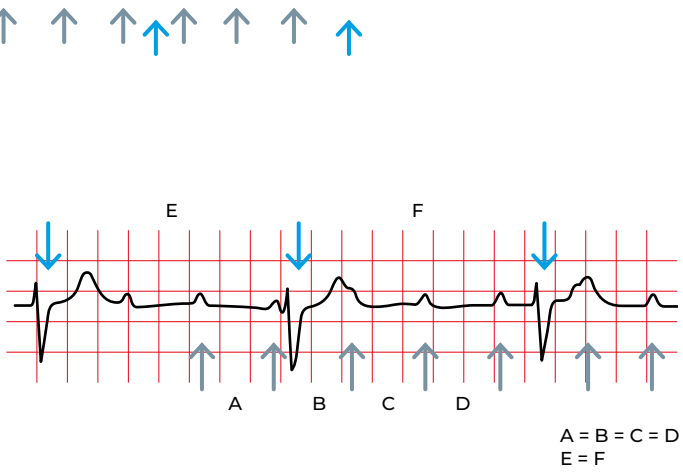
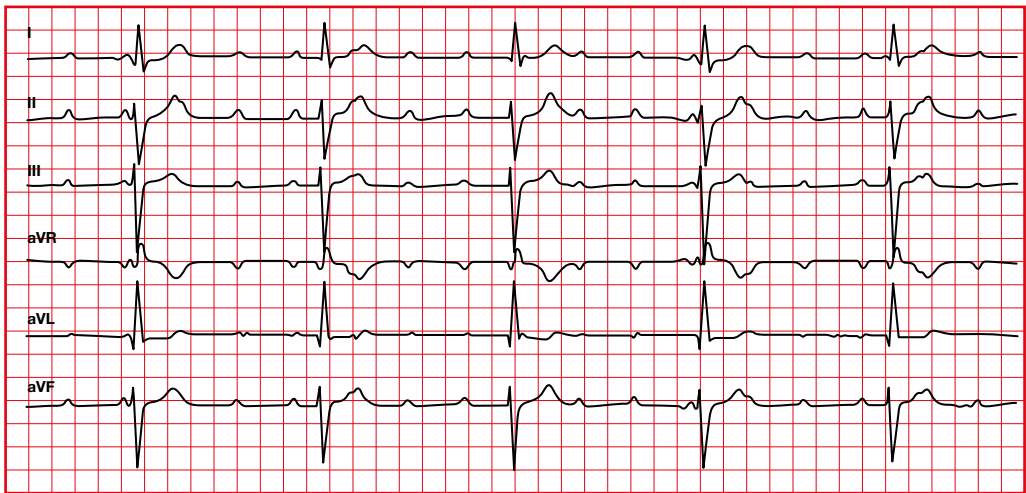
6.5. Alteracions en l'interval PR. Bloqueig AV de segon grau tipus 2:1

- Pot ser Mobitz I o II.
- Si el QRS és ample, amb bloqueig de branca o bloqueig bifascicular, segurament serà Mobitz II.



6.6. Alteracions en l'interval PR. Bloqueig AV de tercer grau

- Els ritmes auriculars i ventriculars són independents i regulars.
- El ritme auricular sol ser més ràpid que el ventricular (més P que QRS).
- La P pot estar amagada dins un QRS o una T.
- Si el ritme ventricular és més ràpid que l'auricular hi ha dissociació AV, no bloqueig AV.

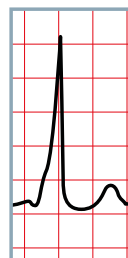
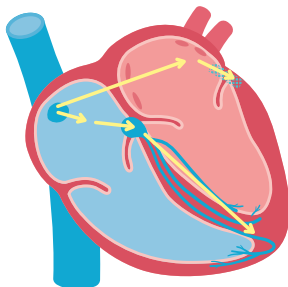
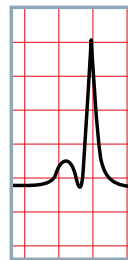
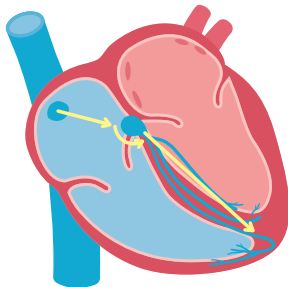


6.7. Alteracions en l'interval PR. PR curt

- S'associa a arrítmies de la unió o síndromes de preexcitació.
- Hi ha una excitació precoç ventricular.

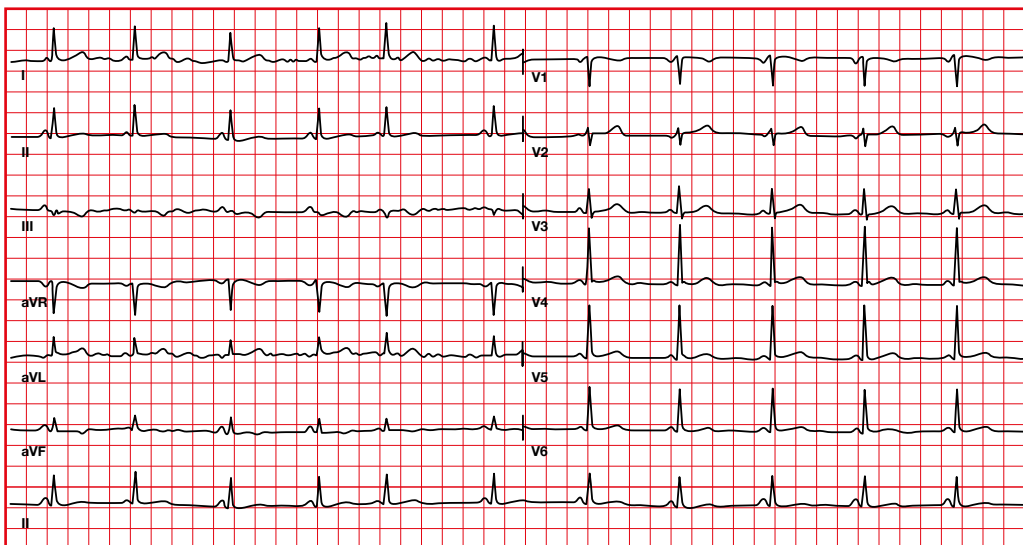
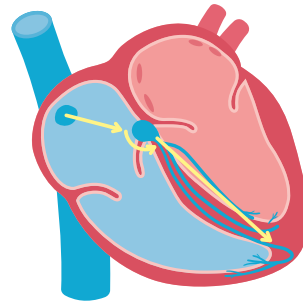
PR curt:

- Sense ona delta. L'estimulació ventricular segueix el recorregut normal (sense pausa en el node AV).
- Amb ona delta. S'estimula una zona diferent del ventricle de forma prematura (a través d'una via anòmal).



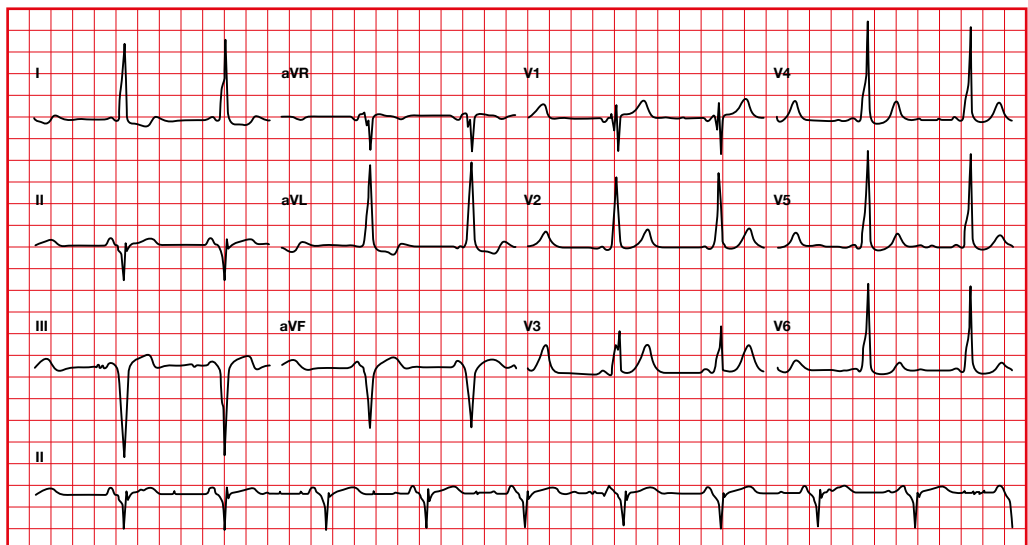
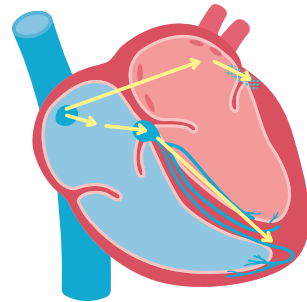
6.8. Alteracions en l'interval PR. PR curt per via aurículo-fascicular (fibres de James)

- P normal en axis i morfologia.
- PR menor a 0,12 segons.
- Sense ona delta (QRS menor de 0,11).
- No hi ha dissociació AV.
- L'ona P i el complex QRS són normals, però ha desaparegut el segment PR degut a la més ràpida activació del ventricle, sense alentir-se al node AV.
- Si presenta taquiarrítmies, s'anomena síndrome de Lown-Ganong-Levine.



6.9. Alteracions en l'interval PR. Patró de WPW (estimulació a través d'una via auriculoventricular, feix de Kent)

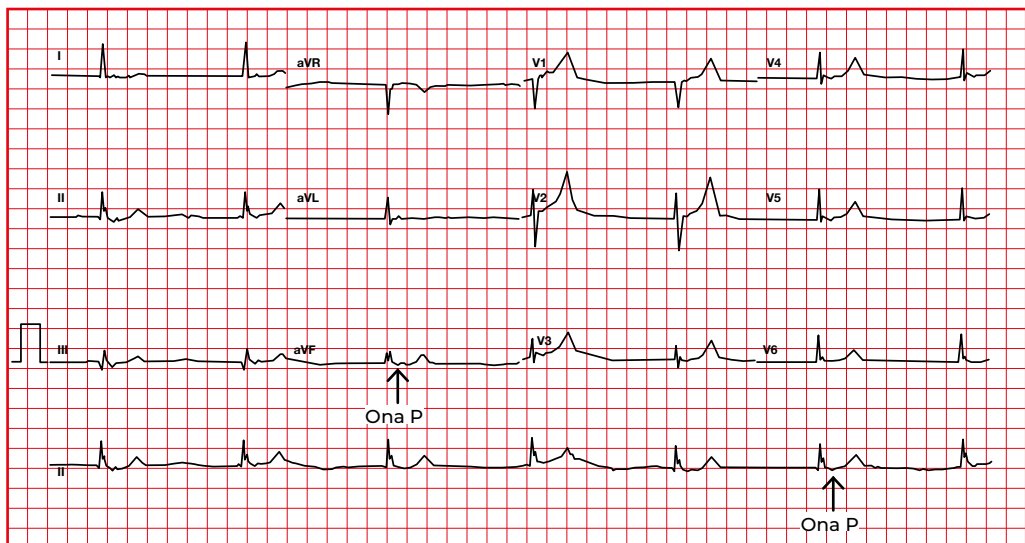
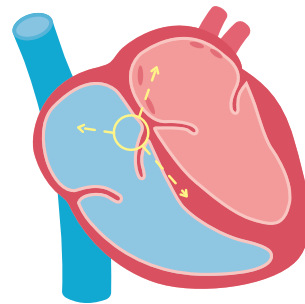
- P normal en axis i morfologia.
- PR menor a 0,12 segons.
- QRS ample ($> 0,10$ s) causat per l'ona delta.
- Canvis en el ST-T (en direcció oposada al QRS).
- Si presenta taquiarrítmies, s'anomena síndrome de Wolff-Parkinson-White.



6.10. Alteracions en l'interval PR.

Ritme nodal

- El marcapassos de la unió AV sobrepasa el sinusal, ja sigui per augment de l'automatisme del node AV o per disminució del sinusal.
- Activació atrial retrògrada.
- P anormal en axis i morfologia. (P negativa a II, III, aVF).
- Si hi ha conducció retrògrada per la via nodal ràpida, la P apareixerà molt ràpidament i al costat del QRS (RP < PR).
- Si hi ha conducció retrògrada per la via nodal lenta, l'ona P quedarà més allunyada del QRS (RP > PR).
- Ritme escapament nodal: FC 40-60 batecs per minut.
- Ritme nodal accelerat: FC 60-100 batecs per minut.
- Taquicàrdia de la unió: FC > 100 batecs per minut.

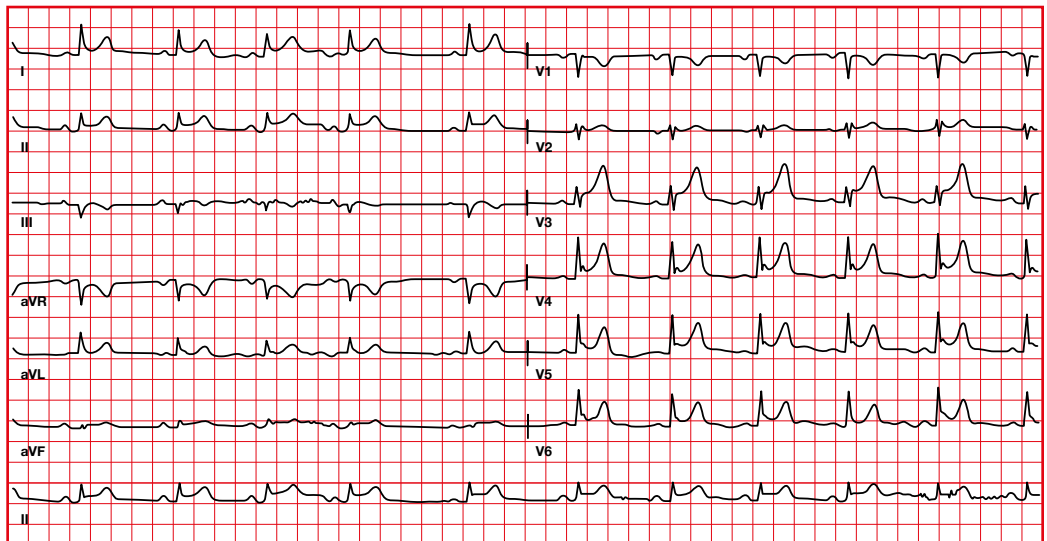


6.11. Alteracions en el segment PR. Pericarditis

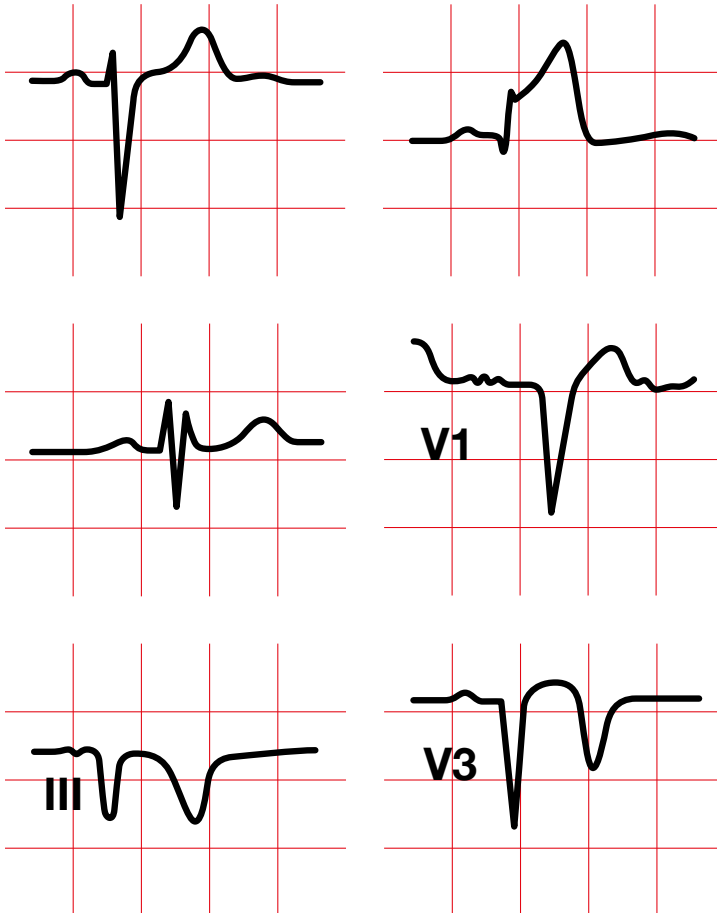
- Aixecament difús del segment ST.
- Descens del segment PR a derivació II.
- Elevació del segment PR a derivació aVR.

Si hi ha vessament pericàrdic:

- QRS amb voltatge baix ($R + S < 5 \text{ mm}$ a les derivacions d'extremitats, o $< 10 \text{ mm}$ a les derivacions precordials).
- Alternança elèctrica.

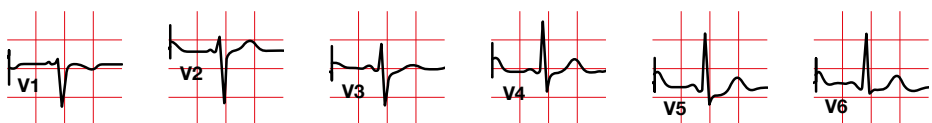
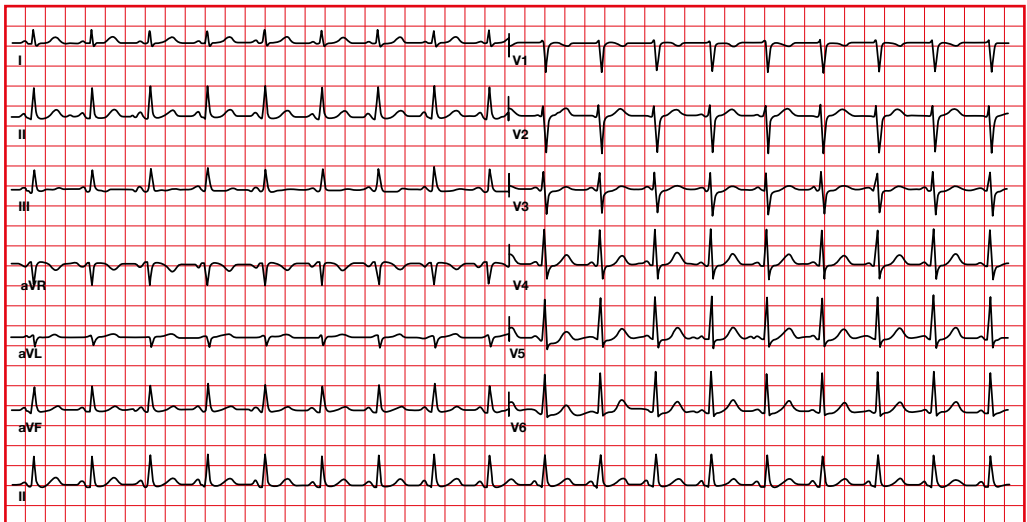
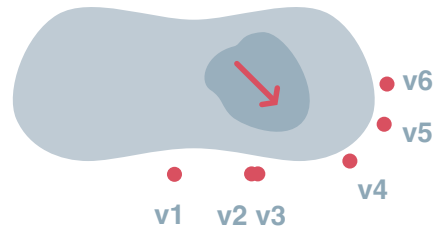


7. Complex QRS



7.1. Transició del voltatge del complex QRS en les derivacions precordials

- La R del complex QRS es va fent més positiva de V1 a V5.
- La S del complex QRS es va fent més negativa de V1 a V6.
- La transició del R/S sol aparèixer a V3-V4.
- A V6 la R pot ser més petita que a V5.



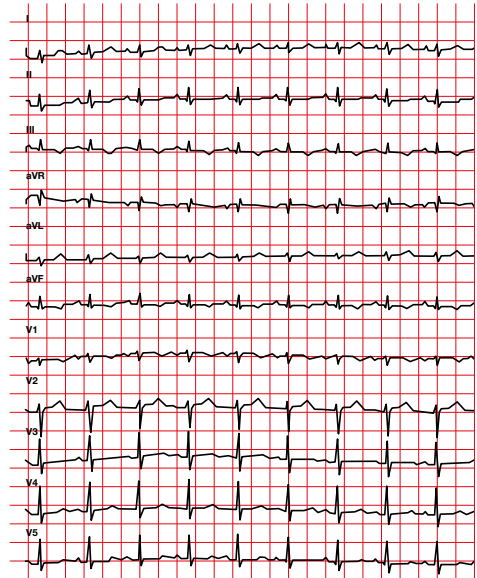
7.2. Alteracions en el voltatge del complex QRS. Baix voltatge

- Derivacions extremitats: amplitud baixa del complex QRS quan < 5 mm (sumant R i S).
- Derivacions precordials: amplitud baixa del complex QRS quan < 10 mm (sumant R i S).

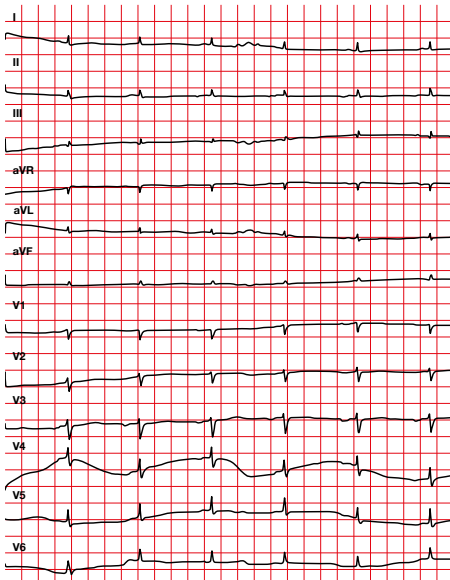
Causes

- Vessament pericàrdic.
- Vessament pleural.
- Cardiomiopaties infiltratives.
- Malaltia coronària difusa.
- Malaltia pulmonar crònica.
- Obesitat.
- Mixedema.

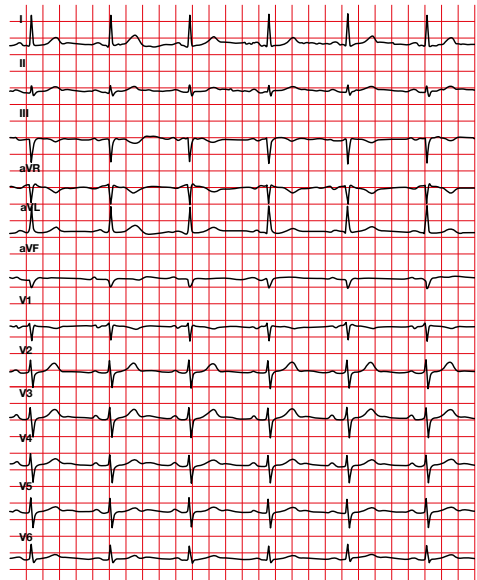
Amiloidosi



Amb vessament pericàrdic



Sense vessament pericàrdic



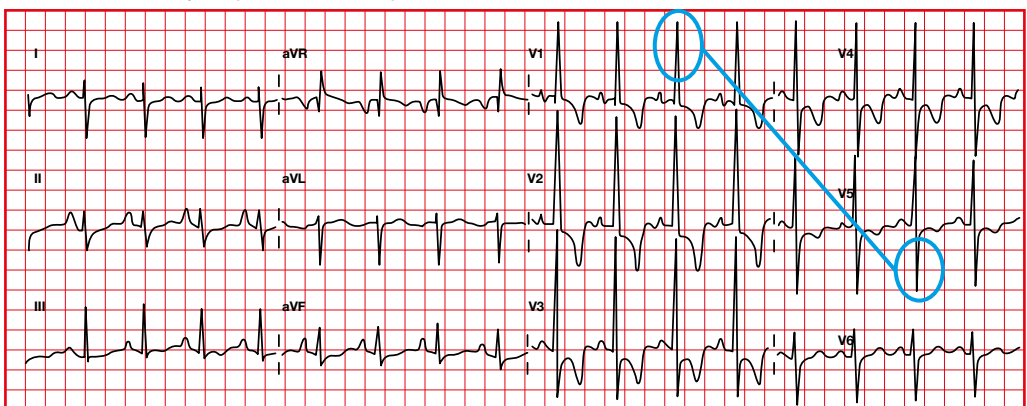
7.3. Alteracions en el voltatge del complex QRS. Hipertrofia ventricular dreta

- Eix a la dreta > 110 (derivació I més negativa que positiva).
- R dominant a la dreta (hi ha més forces a la dreta per la hipertrofia):
 - $V1 R > S$.
 - $V5$ o $V6 R < S$.
 - R a $V1 \geq 7$ mm.
 - $(R$ a $V1$ més S a $V5/V6) > 10,5$ mm.
- Creixement auricular dret.
- Canvis ST-T (depressió ST, inversió T) a precordials dretes.

Causes

- Malaltia pulmonar.
- Malaltia congènita cardíaca.

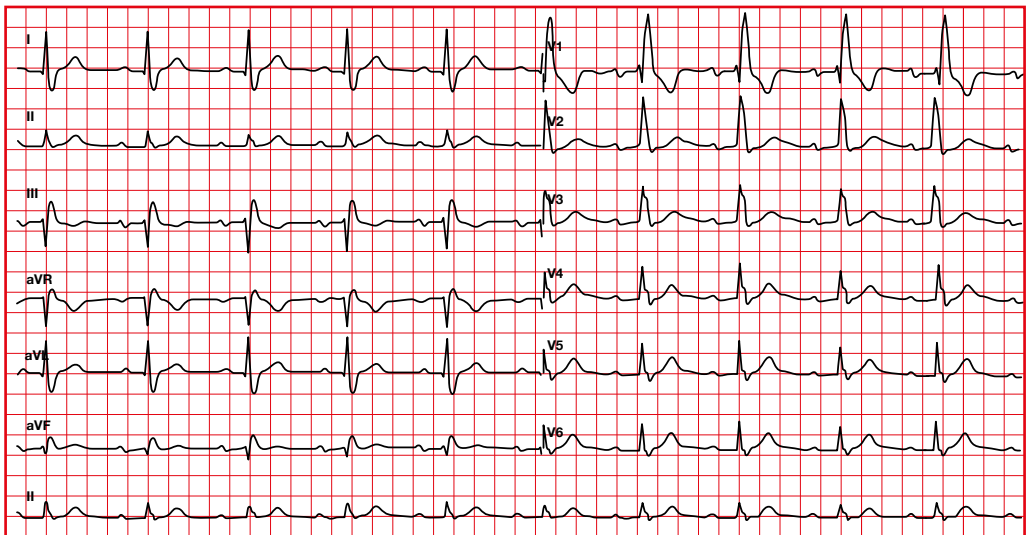
Criteria Sokolow-Lyon ($R V1 + S V5/V6) > 10,5$ mm



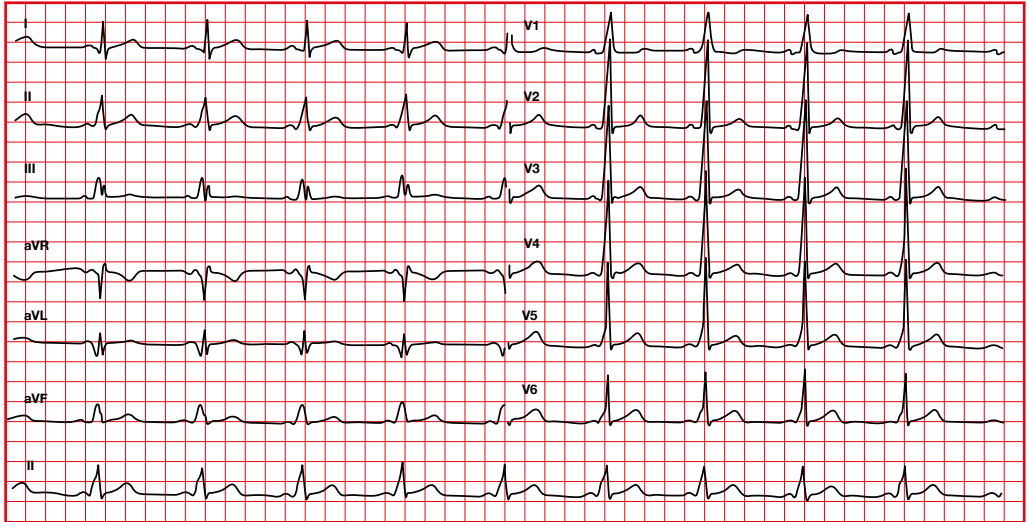
Cal excloure:

- Infart posterior.
- Bloqueig de branca dreta.
- Preexcitació.
- Dextroposició cardíaca.
- Bloqueig fascicular posteroinferior esquerre.
- Variant normal en nens.
- Hipertròfia septal.

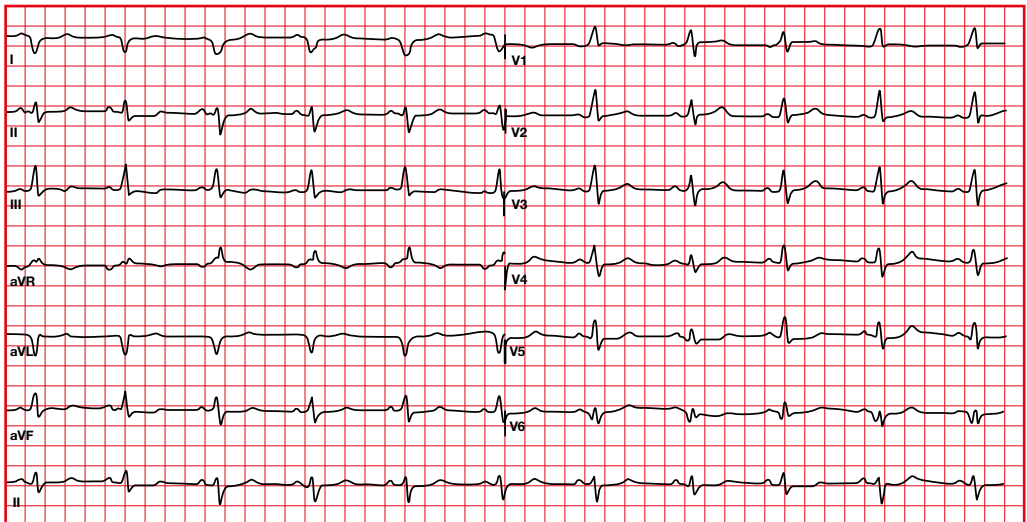
Bloqueig de branca dreta



Preexcitació



Bloqueig fascicular posteroinferior esquerre



7.4. Alteracions en el voltatge del complex QRS. Hipertròfia ventricular esquerra

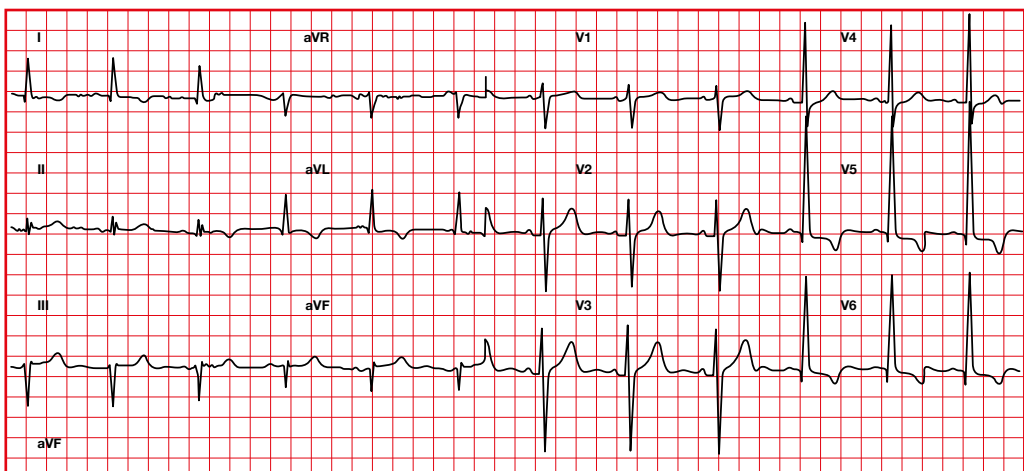
- R més dominant a l'esquerra (hi ha més forces a l'esquerra per la hipertròfia).
- Hi haurà S profundes a les precordials dretes.
- Es necessita més temps per activar endocardi-epicardi, augmenta el temps d'activació ventricular, per tant, s'allarga el QRS.

Sovint es veu:

- Creixement auricular esquerre.
- Desviació eix a l'esquerra.
- Pèrdua de forces anteriors (ones R petites anteriors).
- Sense Q a I, V5, V6.
- Q a II, III, aVF.

Causes

- Hipertensió arterial.
- Malaltia valvular (estenosi aòrtica).
- Miocardiopatia hipertròfica.



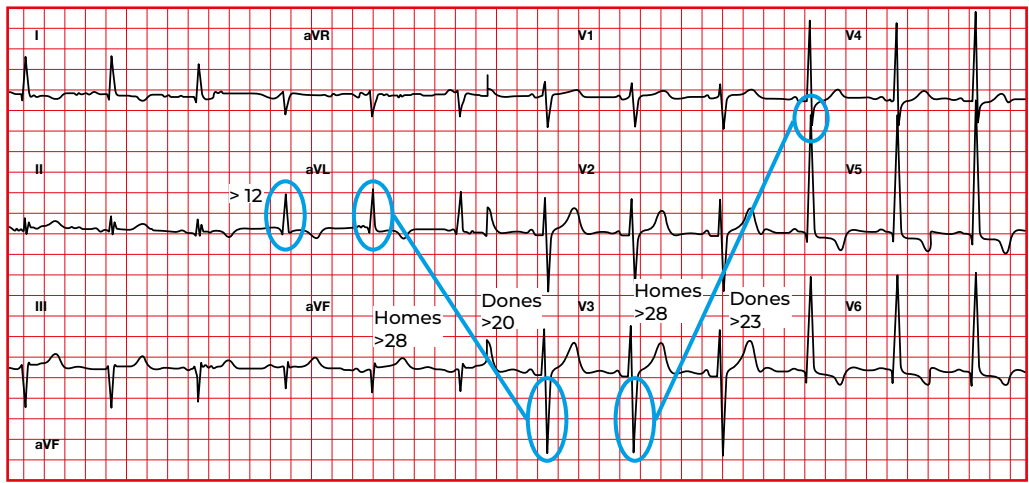
Críteris de Cornell:

- Dones (R aVL + S V3) > 20 mm.
- Homes (R aVL + S V3) > 28 mm.
- Cornell modificada, R a aVL > 12 mm.

Críteris de Peguero-Lo Presti:

S més profunda + S a V4:

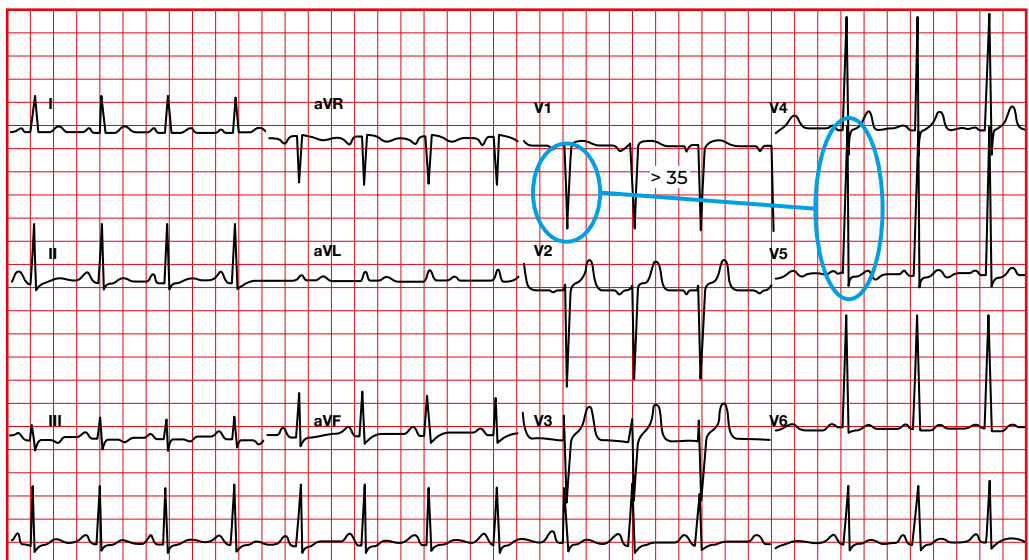
- Dones > 23 mm.
- Homes > 28 mm.



Críteris de Sokolow-Lyon:

(S V1 + R V5/V6).

- > 35 mm (> 30 anys).
- > 40 mm (entre 20 i 30 anys).
- > 60 mm (entre 16 i 19 anys).

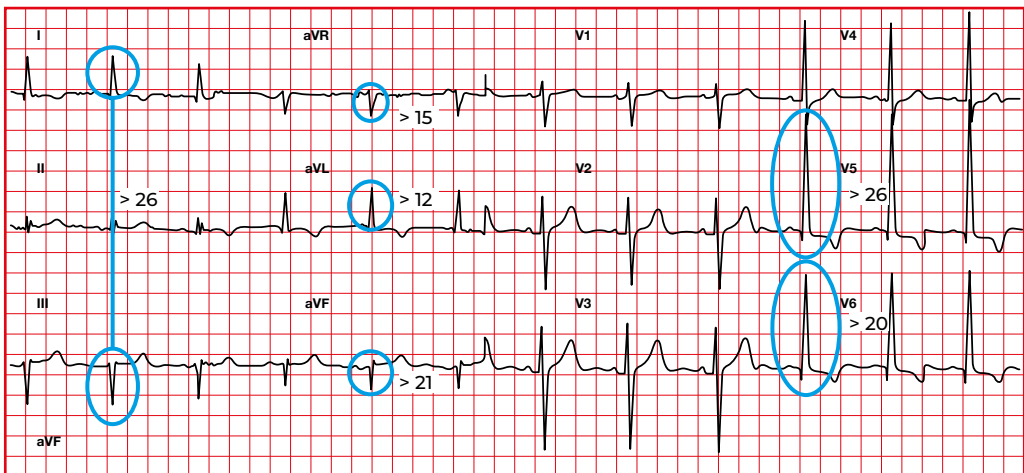


Altres criteris d'hipertròfia:

- R V5 > 26 mm.
- R V6 > 20.

Derivacions d'extremitats:

- (R I + S III) ≥ 26 mm.
- R I ≥ 14 mm.
- S aVR ≥ 15 mm.
- R aVL > 12 mm.
- R aVF > 21 mm.

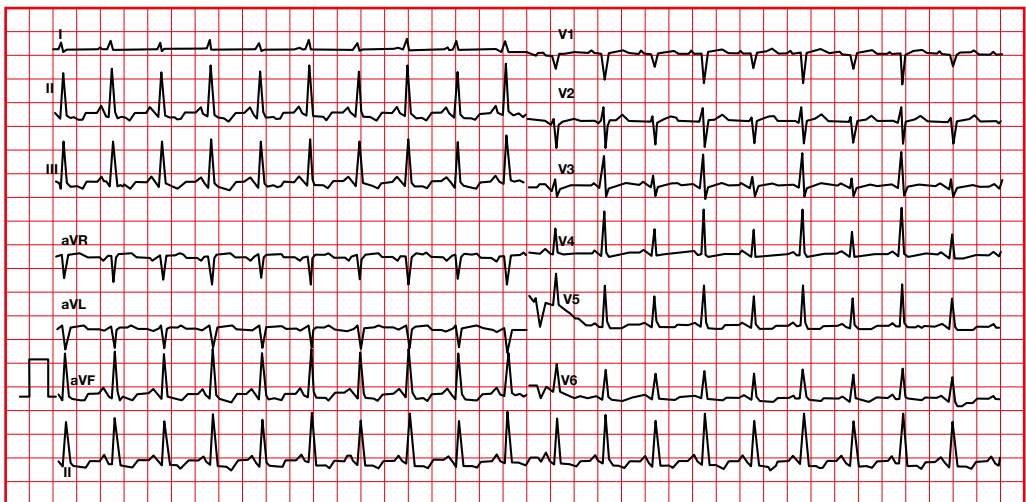


7.5. Alteracions en el voltatge del complex QRS. Alternança elèctrica

Una alternança regular de l'amplitud de la P, QRS o T, soles o en combinació. S'han d'originar els complexos d'un mateix marcapassos.

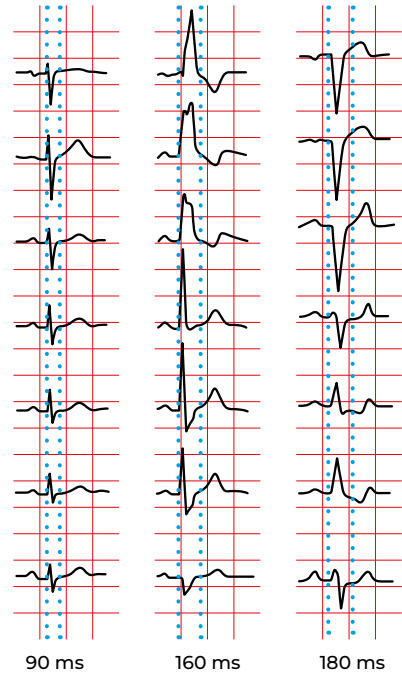
Causes

- Vessament pericàrdic.
- Insuficiència cardíaca severa.
- Malaltia coronària.
- Malaltia reumàtica cardíaca.
- Taquicàrdia supra o ventricular.

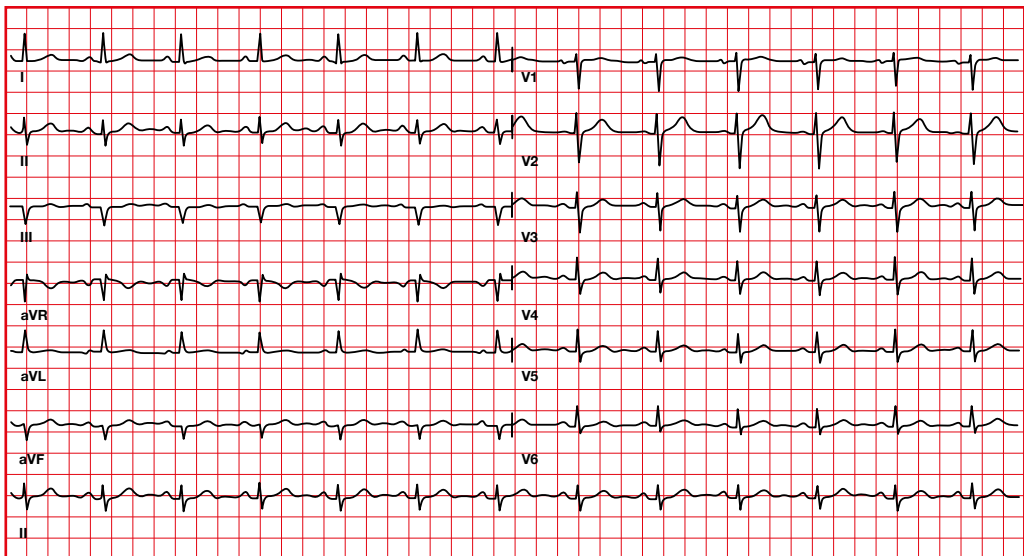


7.6. Alteracions en la morfologia del complex QRS

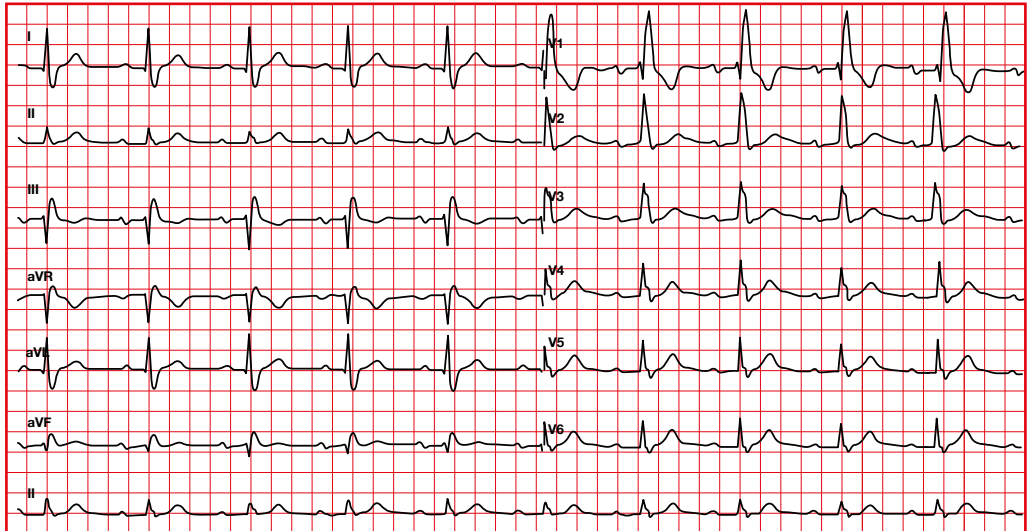
- Degut al bloqueig en una de les branques, l'activació d'un ventricle comença per l'altra branca, per la qual cosa es canvia la seqüència d'activació.
- Si el bloqueig és d'una branca principal, dreta o esquerra, s'augmentarà el temps d'activació (QRS més ample).



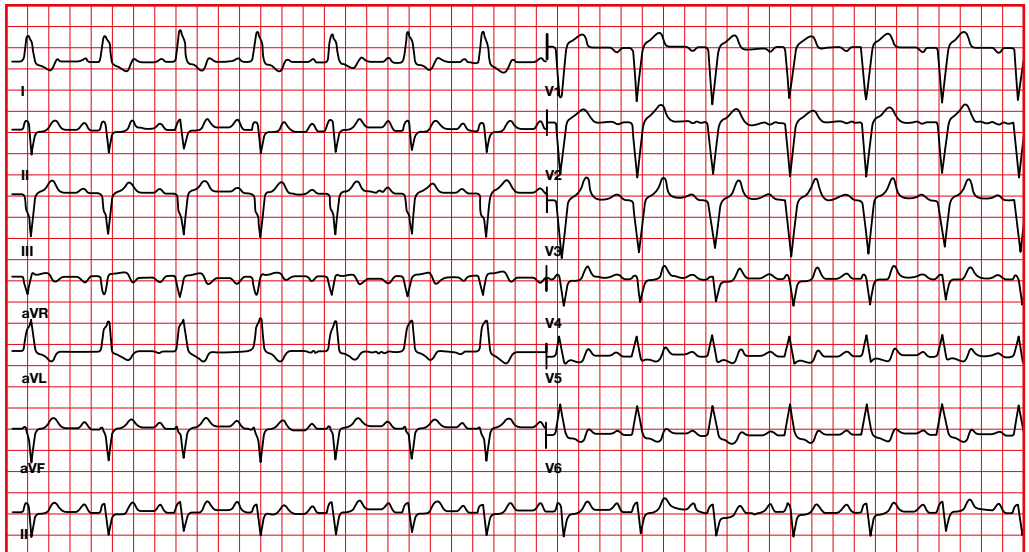
Sense bloqueig



Bloqueig de branca dreta



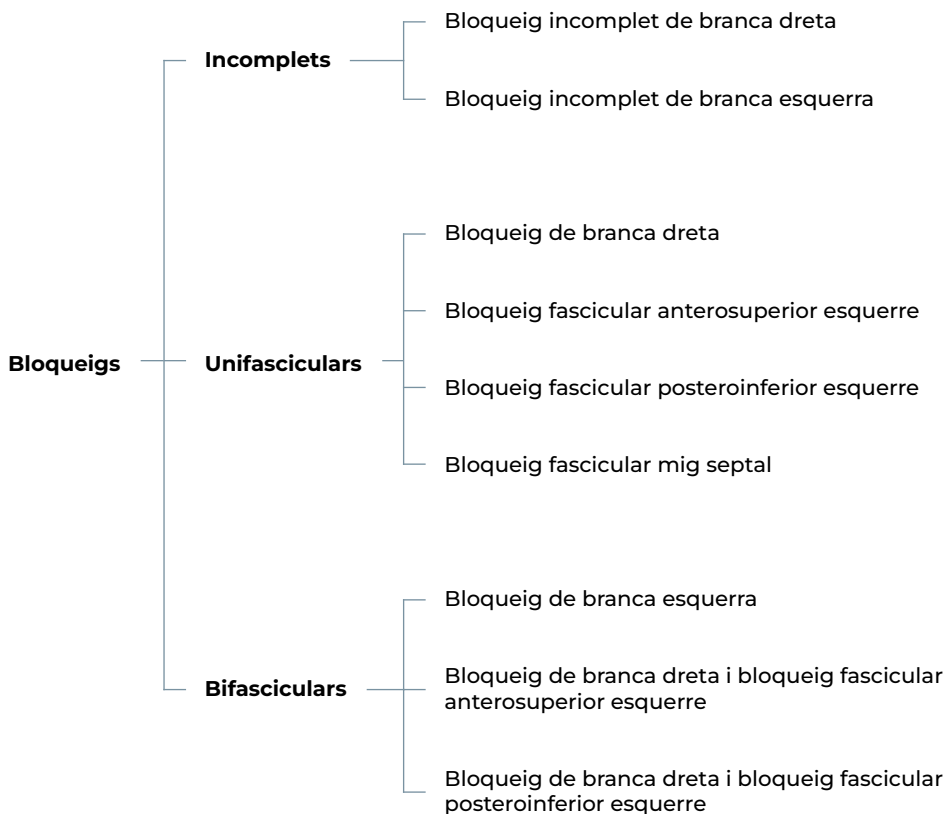
Bloqueig de branca esquerra



QRS > 120 ms

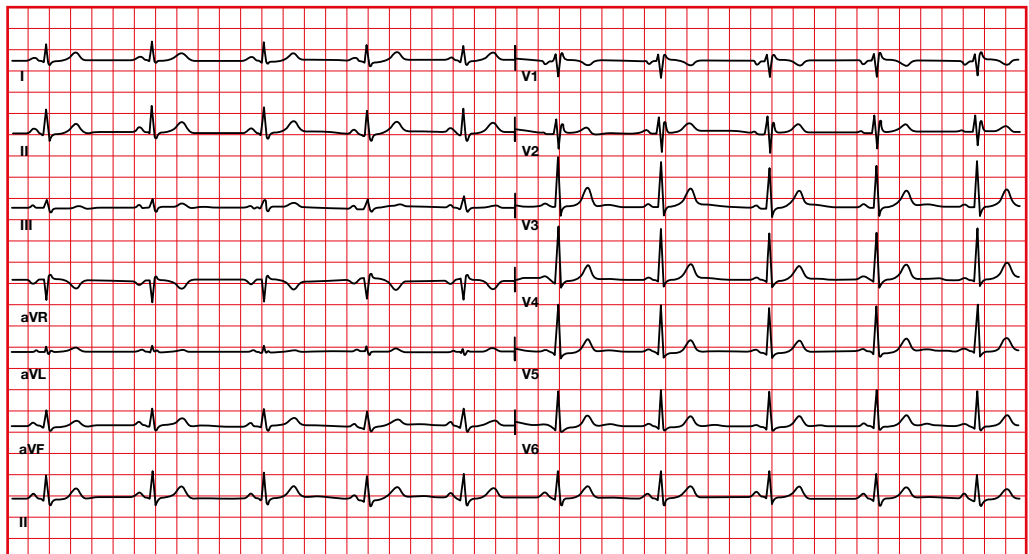
7.7. Alteracions en la morfologia del complex QRS. Bloqueigs de branca

Quan hi ha una alteració en la conducció elèctrica a través de les diferents branques, es podrà observar un canvi en la morfologia del QRS, en l'eix de despolarització i/o un augment de la durada del QRS.



7.8. Alteracions en la morfologia del complex QRS. Bloqueig incomplet de branca dreta

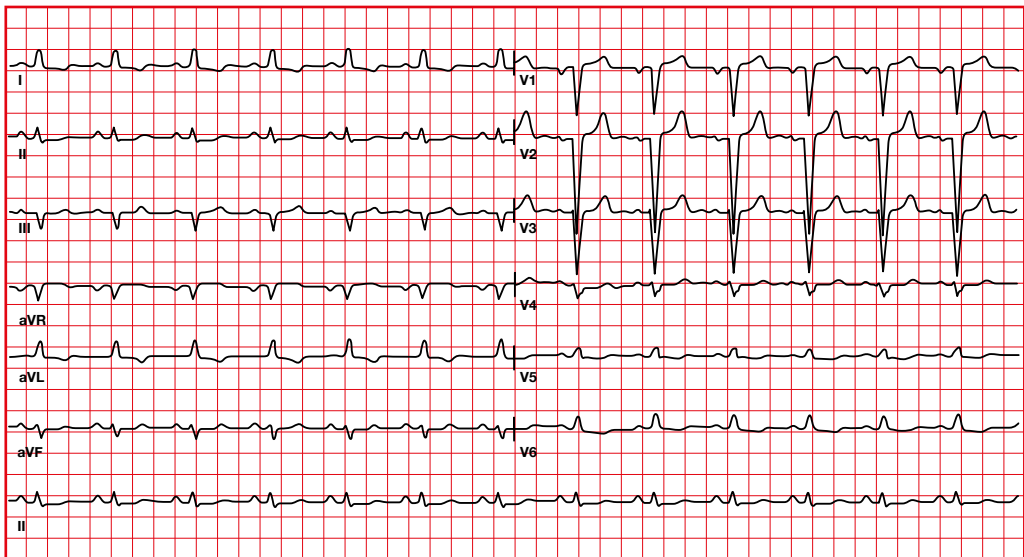
- QRS entre 110 i 120 mil·lisegons.
- Morfologia de bloqueig de branca dreta (rsR' a V1).
- Altres causes de rsR' amb QRS menor de 0,12 segons inclou:
 - Variant normal.
 - Hipertròfia ventricular dreta.
 - Infart posterior.
 - Elèctrode mal posat.
 - *Pectus excavatum*.
 - Hiperpotassèmia.



7.9. Alteracions en la morfologia del complex QRS. Bloqueig incomplet de branca esquerra

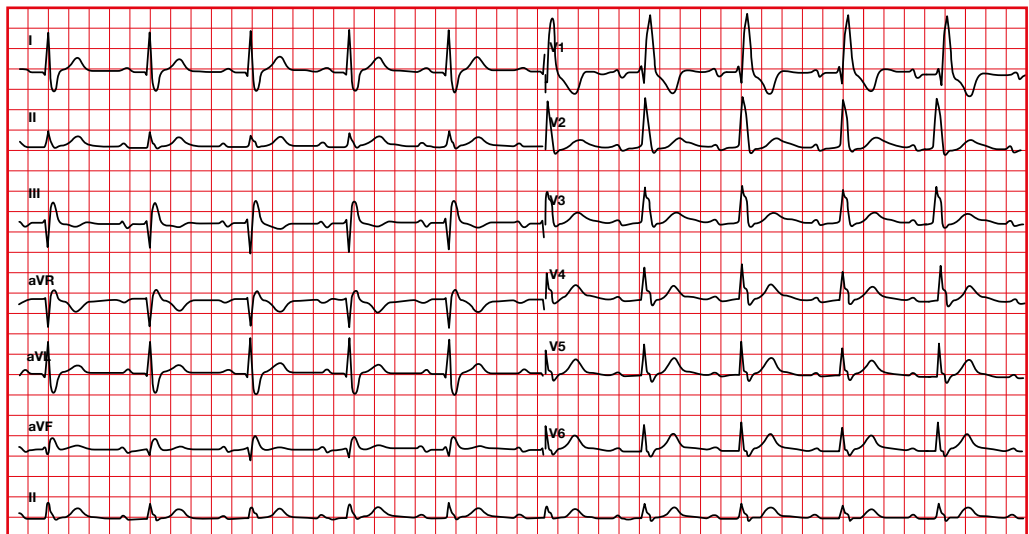
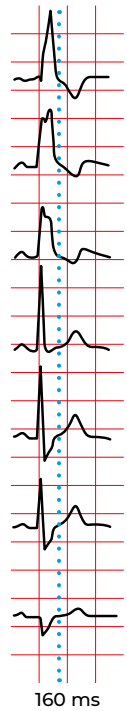
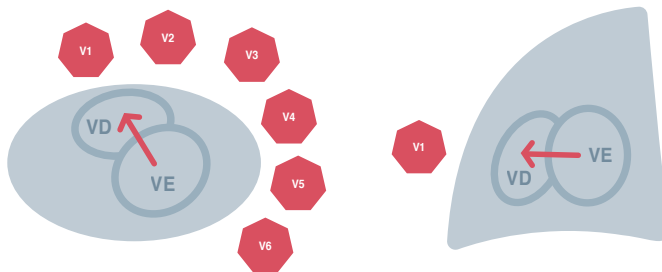
Es diagnostica quan hi ha morfologia típica de bloqueig de branca esquerra però el QRS < 120 ms.

- QRS de 100 a 119 mil·lisegons.
- R ampla a I, aVL, V5-V6, normalment amb osca.
- Sense Q o q a I, i a V5-V6.



7.10. Alteracions en la morfologia del complex QRS. Bloqueig de branca dreta

- QRS prolongat ($\geq 0,12$ segons).
- R' a V1 i V2 (rsR' o rSR').
- R' normalment més gran que la R inicial.
- Canvis ST-T (descens ST, T negatives) a V1, V2.
- Ona S ampla a I, aVL, V5, V6.



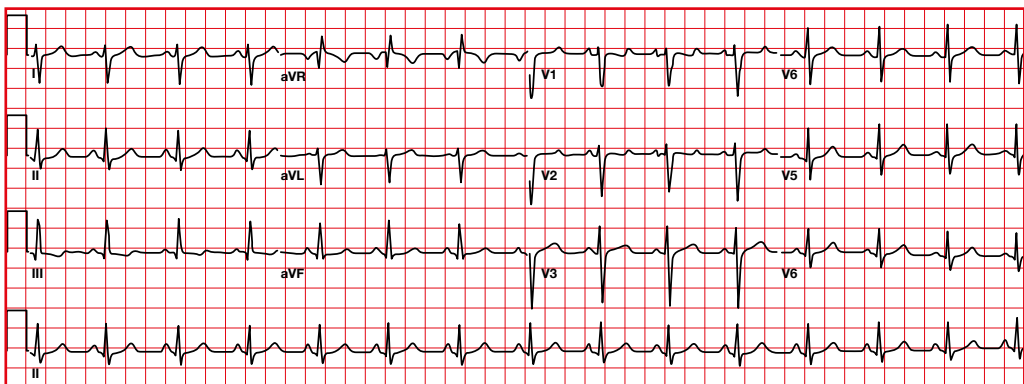
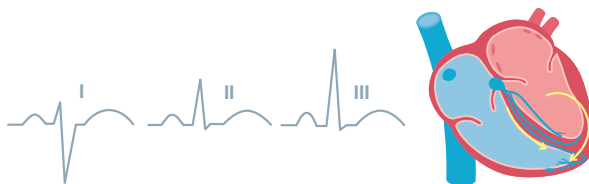
QRS > 120 ms

7.11. Alteracions en la morfologia del complex QRS. Bloqueig fascicular posteroinferior esquerre

- Eix a la dreta (+90 a +-180).
- R petita a I, aVL.
- Q petita a II, III, aVF (Q menor de 0,04 segons).
- QRS mínimament augmentat.
- Patró S1Q3 a vegades.

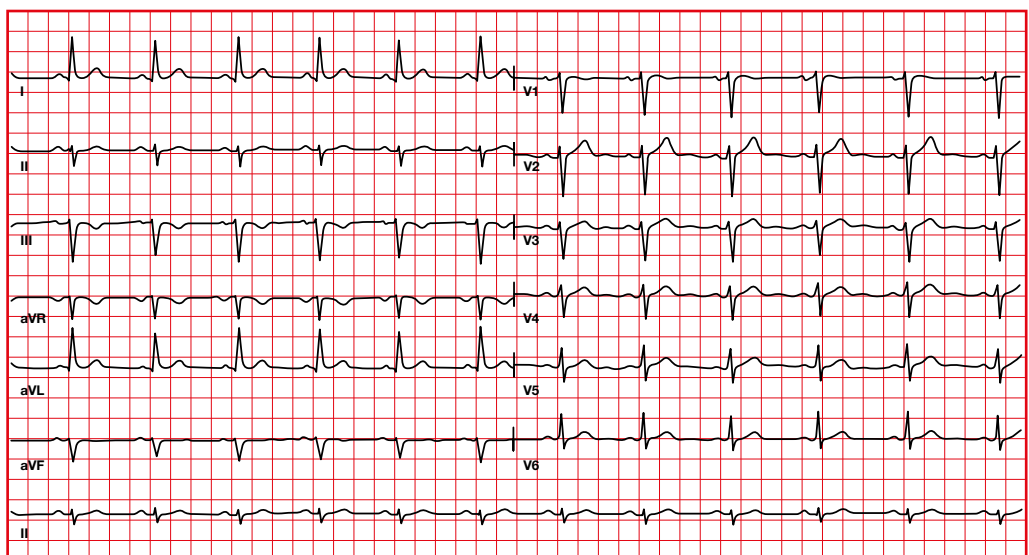
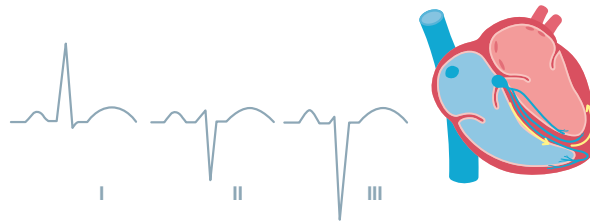
Cap altre factor responsable per eix a la dreta:

- Hipertròfia ventricular dreta.
- Ectòpia ventricular.
- Hiperpotassèmia.
- Emfisema.
- Embolisme pulmonar.
- Infart lateral.
- Dextrocàrdia.
- Mala posició de les derivacions.
- Preexcitació.



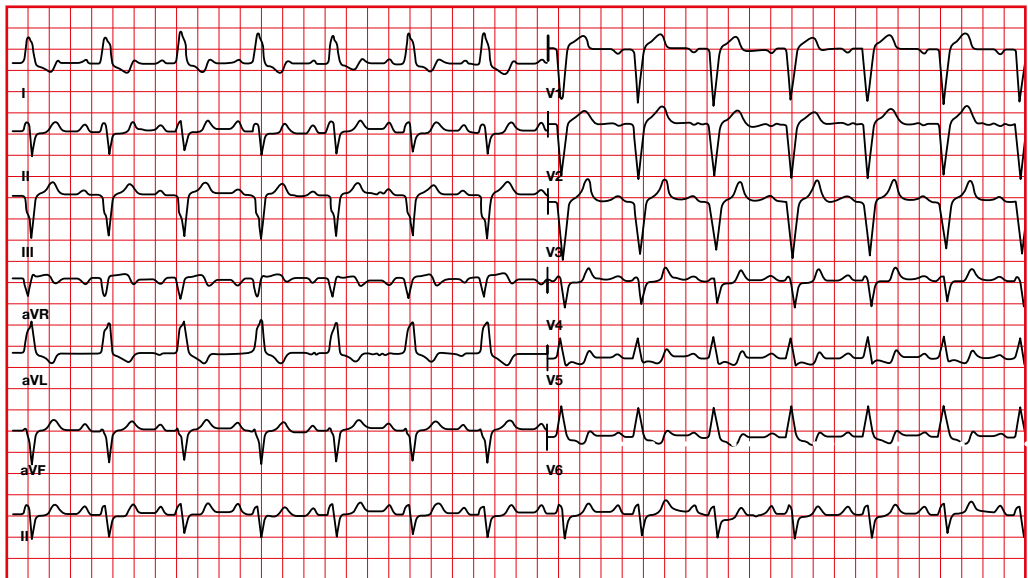
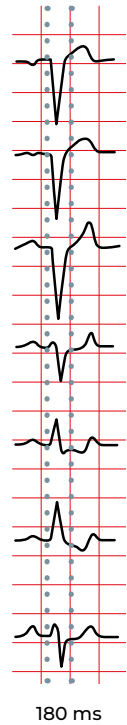
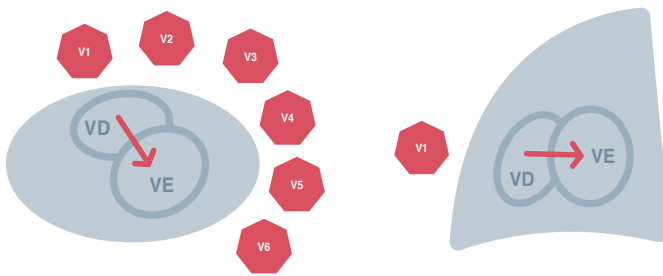
7.12. Alteracions en la morfologia del complex QRS. Bloqueig fascicular anterosuperior esquerre

- Eix a l'esquerre (-45 a -90).
 - Q petita a I i aVL.
 - R petita a II, III, aVF.
 - QRS mínimament augmentat.
 - SIII > SII.
- Cap altre factor responsable per eix a l'esquerre:
- Hipertròfia ventricular esquerra.
 - Ritme ectòpic ventricular.
 - Infart inferior.
 - Emfisema.
 - Bloqueig de branca esquerra.
 - Comunicació interauricular *ostium primum*.
 - Hiperpotassèmia severa.



7.13. Alteracions en la morfologia del complex QRS. Bloqueig de branca esquerra

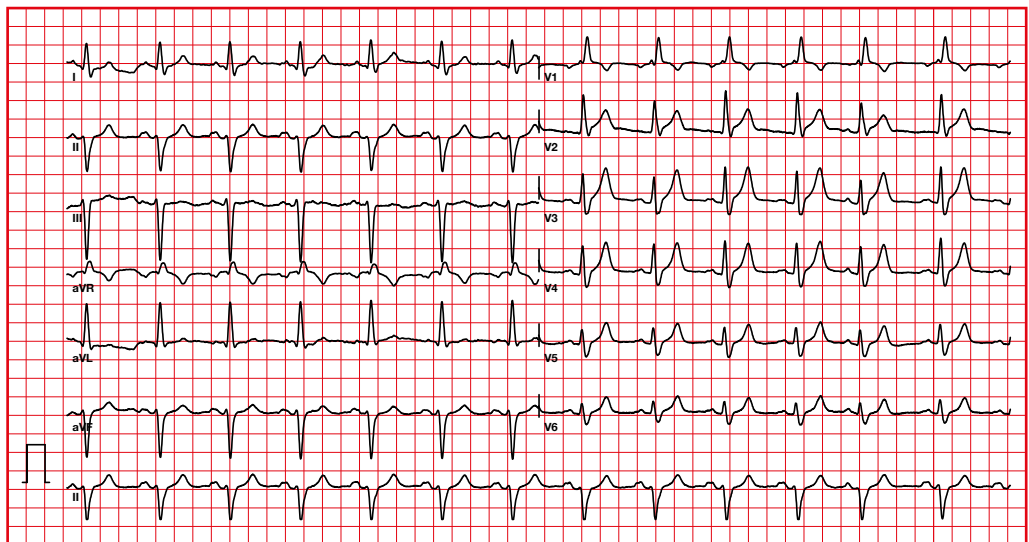
- QRS prolongat ($\geq 0,12$ segons).
- R ampla a I, V5-V6, amb osca.
- Canvis ST-T contraris a la direcció del QRS.
- rS o QS a les precordials dretes.
- Sense Q a I i a aVL, V5-V6.



QRS > 120 ms

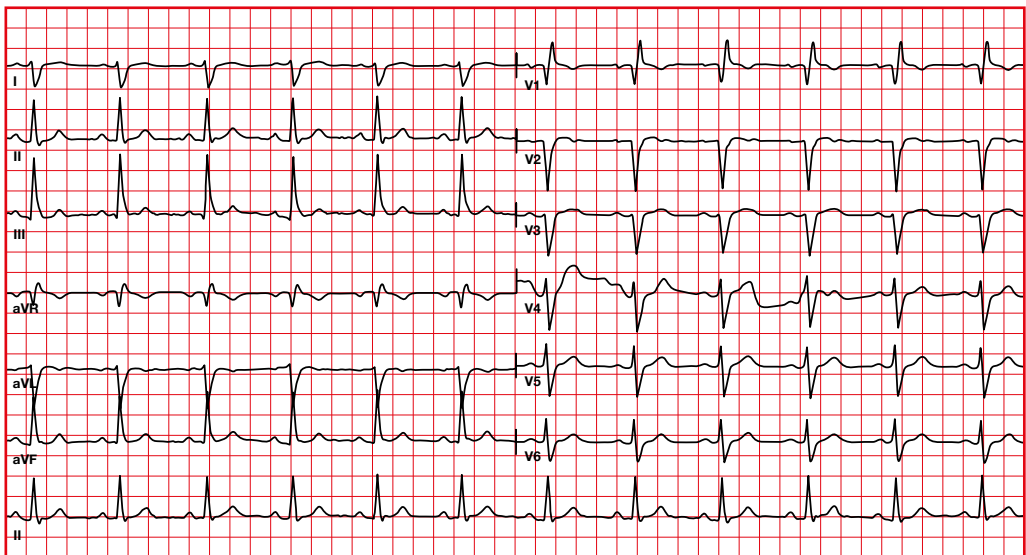
7.14. Alteracions en la morfologia del complex QRS. Bloqueig de branca dreta + bloqueig fascicular anterosuperior esquerre

- R o R' típica de bloqueig de branca dreta a V1.
- R inicial i S prominents a II, III, aVF.
- QRS > 0,12 segons.
- Eix entre -45 i -120 .



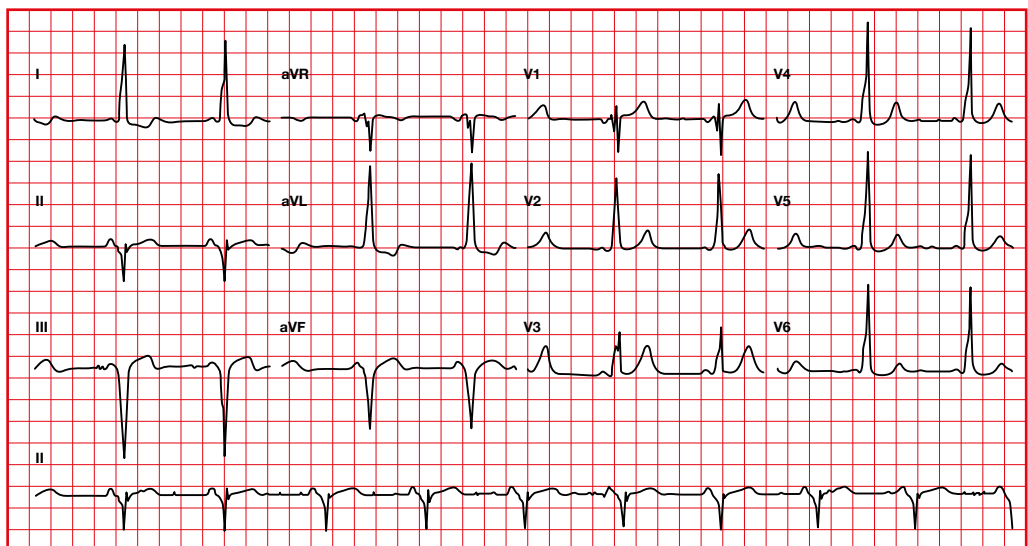
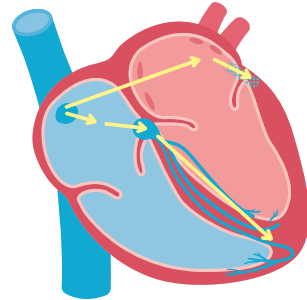
7.15. Alteracions en la morfologia del complex QRS. Bloqueig de branca dreta + bloqueig fascicular posteroinferior esquerre

- R o R' típica de bloqueig de branca dreta a V1.
- R inicial i S prominents a I, aVL.
- QRS > 0,12 segons.
- Eix > +90.



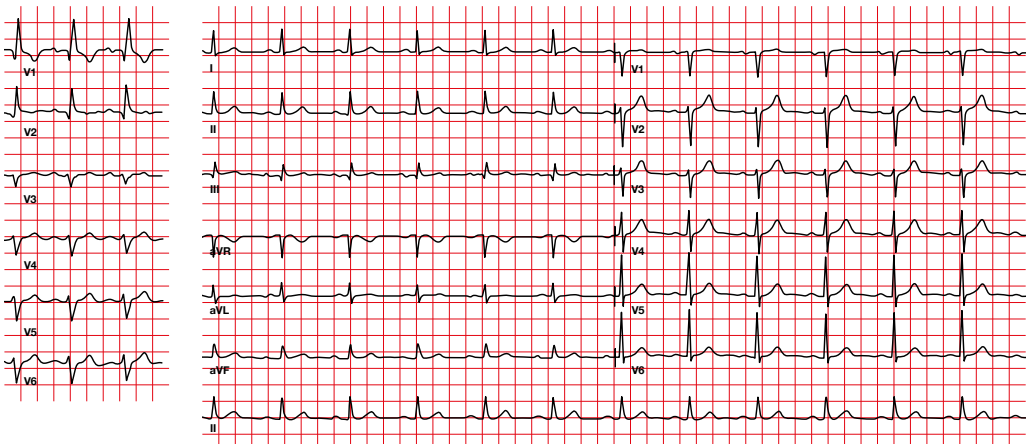
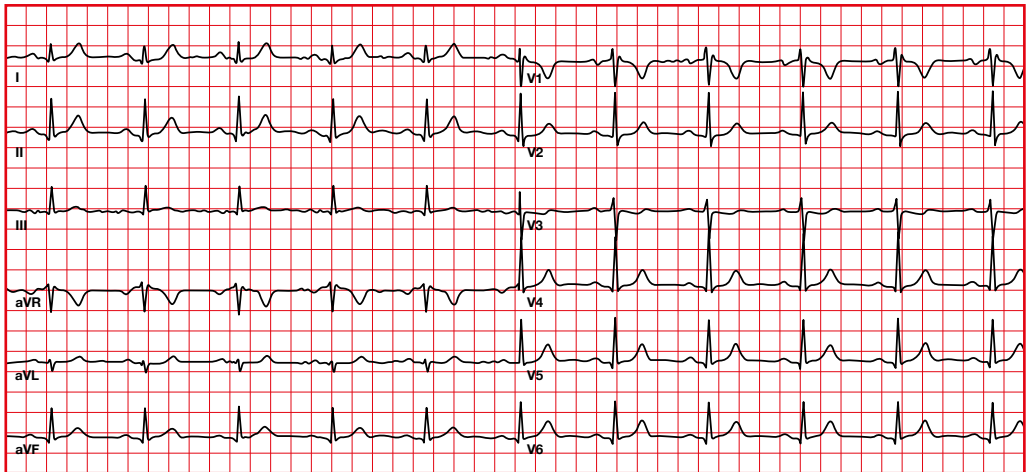
7.16. Alteracions en la morfologia del complex QRS. Preexcitació

- P normal en axis i morfologia.
- PR menor a 0,12 segons.
- Ona delta a l'inici del QRS, resultant en un QRS ample.
- Canvis en el ST-T (en direcció oposada al QRS).



7.17. Ona Q de l'electrocardiograma

- En la majoria de les derivacions poden haver-hi Q ($< 0,04$ s i amplitud < 2 mm) excepte a aVR, V1 i V2.
- La Q no ha d'excedir el 25 % de l'ona R.
- Una ona Q aïllada a III o a aVR es considera normal.



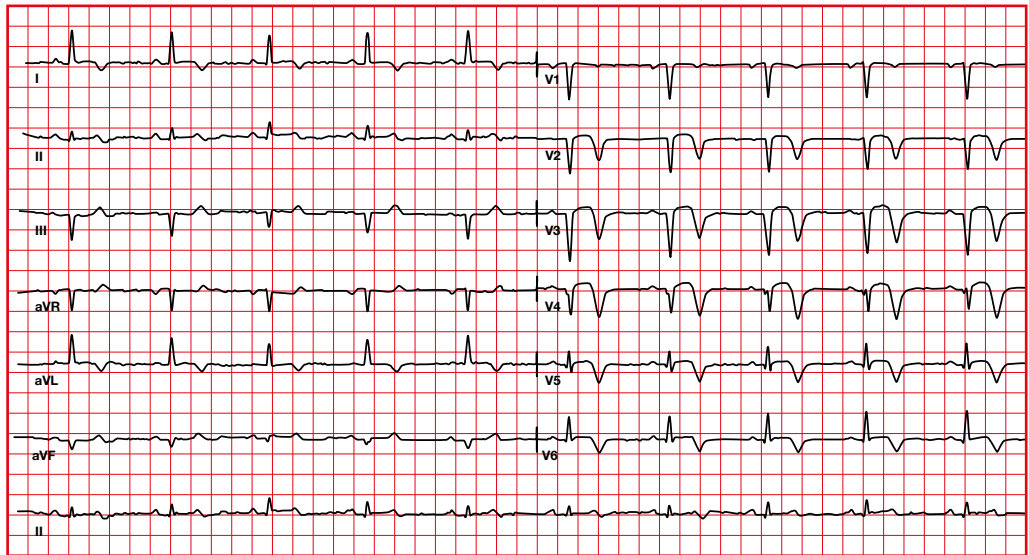
La presència de Q a V1-V2-V3 s'ha de considerar anormal.

Les Q poden augmentar per infart, dilatació, hipertròfia o alteracions en la conducció.

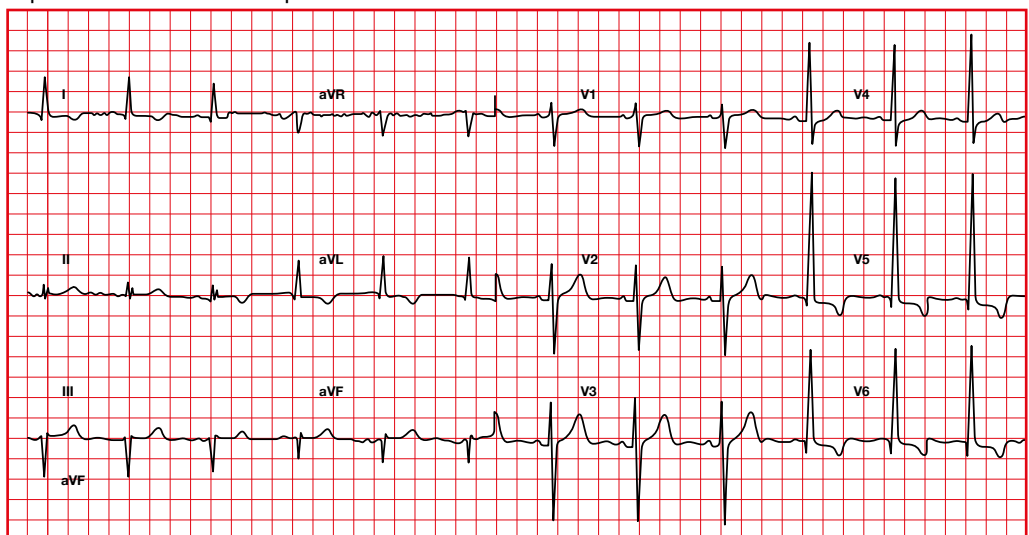
Q anormal:

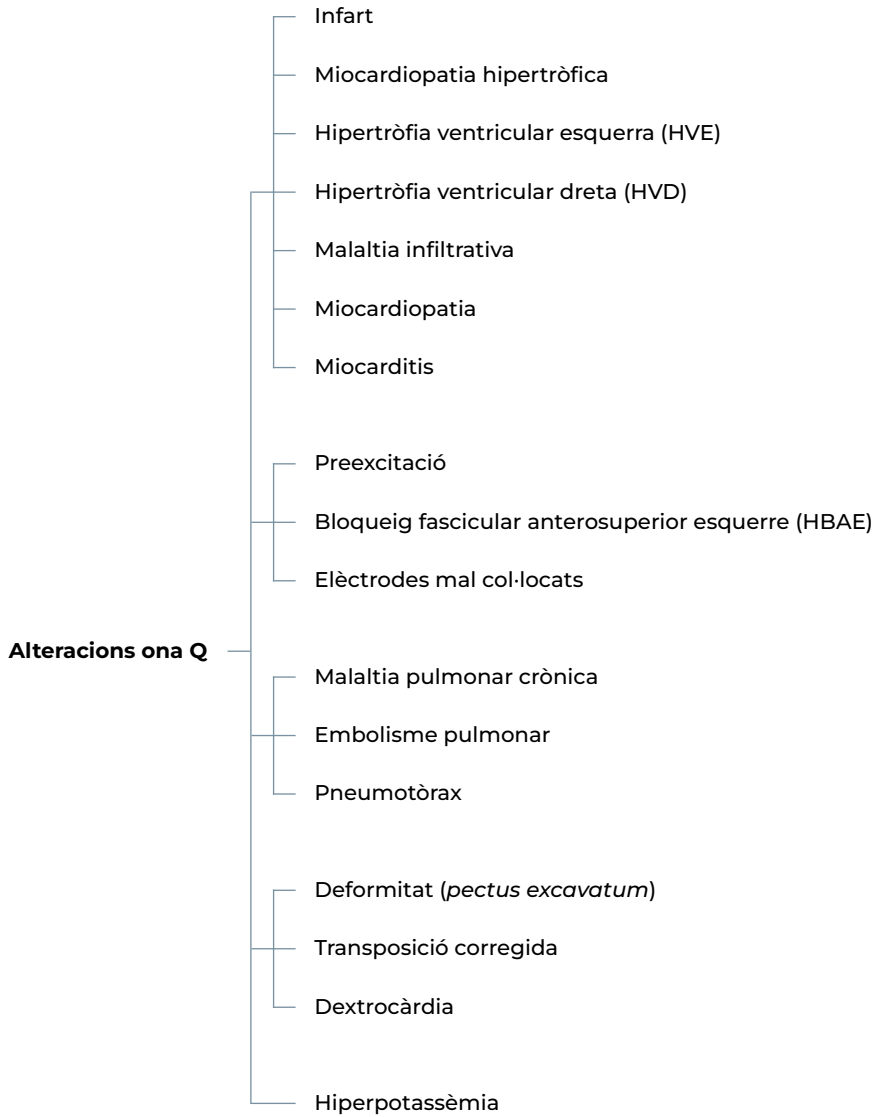
- Durada $\geq 0,03$ s en la majoria de les derivacions.
- Durada $\geq 0,04$ s a III, aVL, aVF, i a V1.

Infart



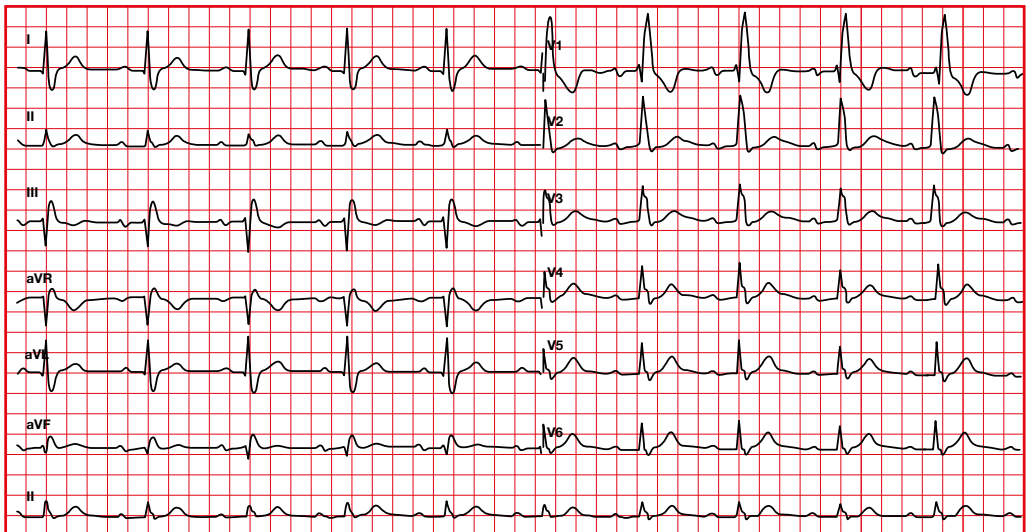
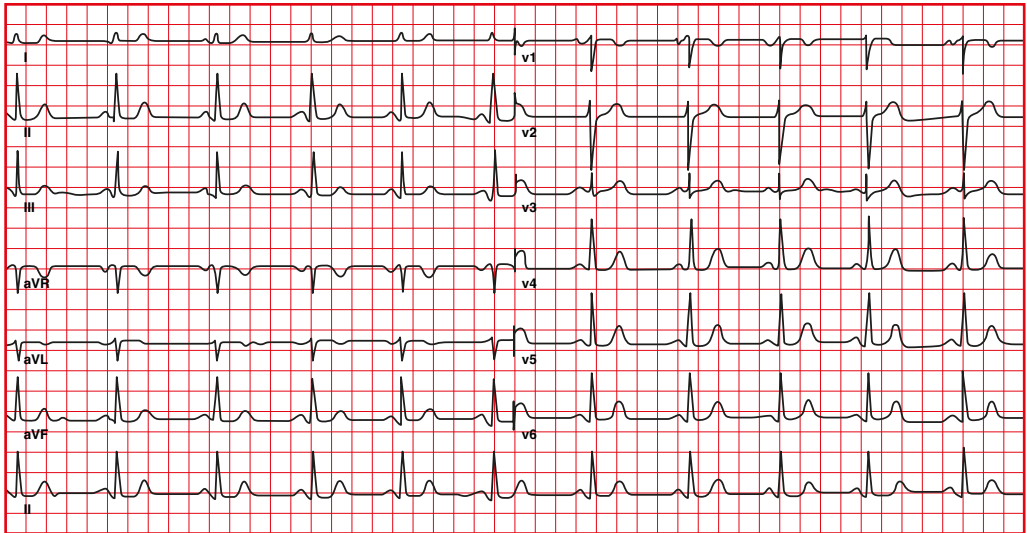
Hipertròfia ventricular esquerra



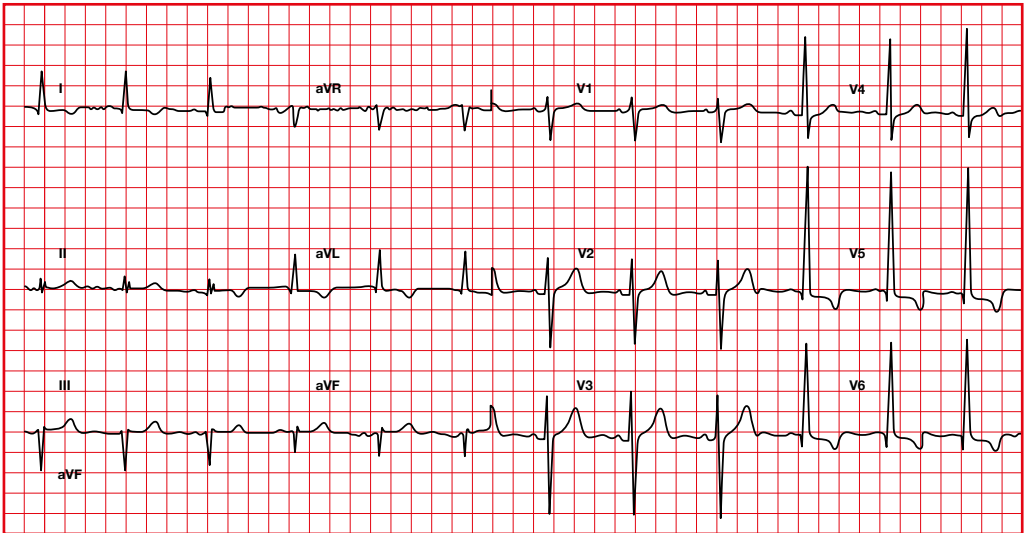


7.18. Ona R de l'electrocardiograma

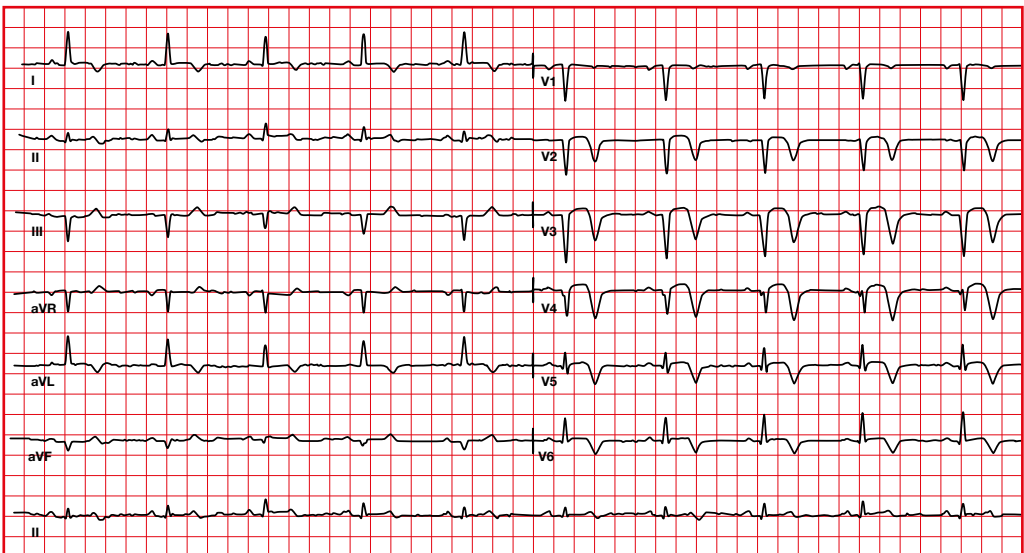
En l'electrocardiograma normal, la R del complex QRS es va fent més positiva de V1 a V5.



Hi haurà R més grans a precordials dretes en la hipertròfia ventricular dreta, en l'infart posterior i en el bloqueig de branca dreta.



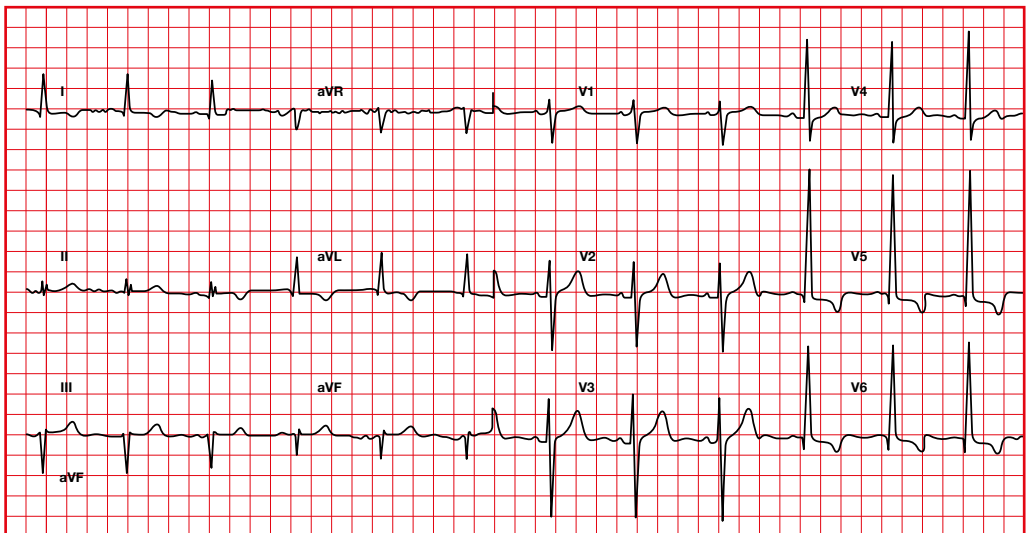
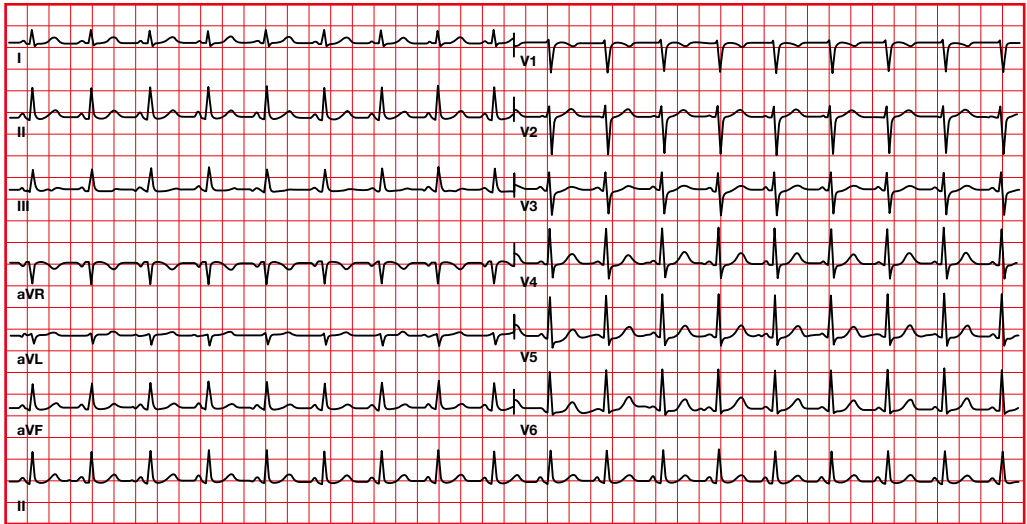
Hi haurà R més grans a V5-V6 en la hipertrofia ventricular esquerra.



Hi haurà menys R en l'infart de miocardi anterior (pèrdua de forces anteriors).

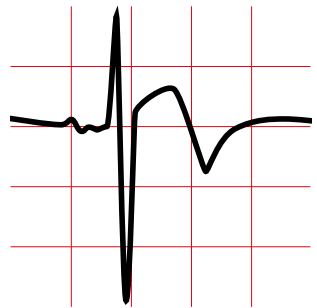
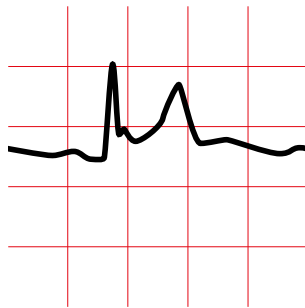
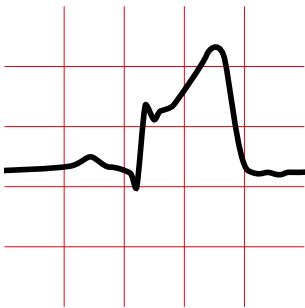
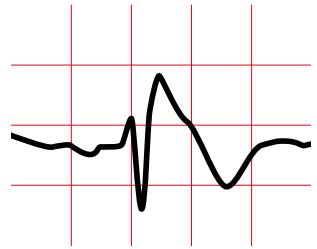
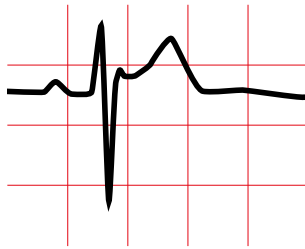
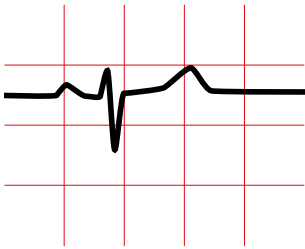
7.19. Ona S de l'electrocardiograma

- En l'electrocardiograma normal, la S del complex QRS té una progressió d'acord amb l'eix del cor.
- A V1 sol ser més petita que a V2, però després es va fent més petita fins a V6.



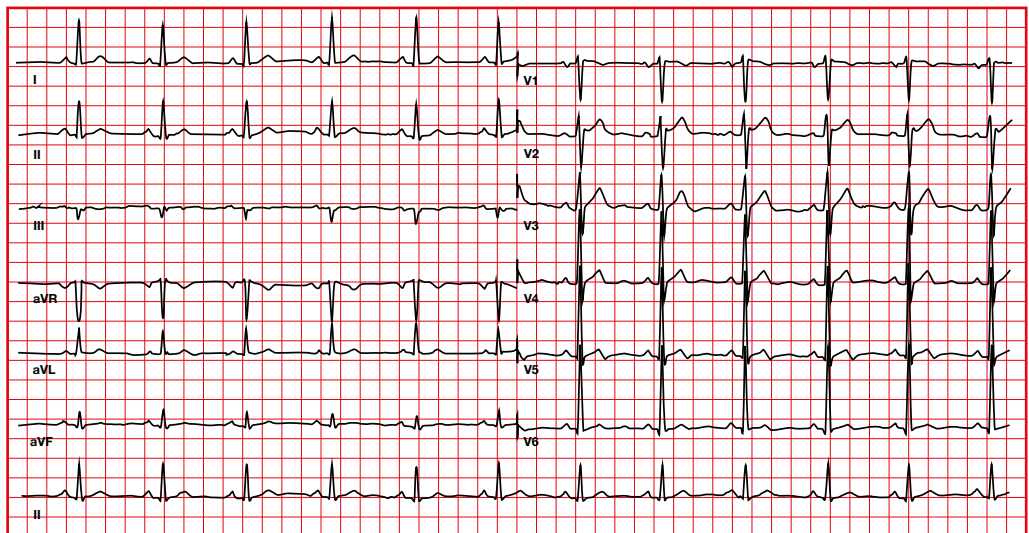
La progressió de la S es pot alterar per la hipertròfia.

8. Punt J



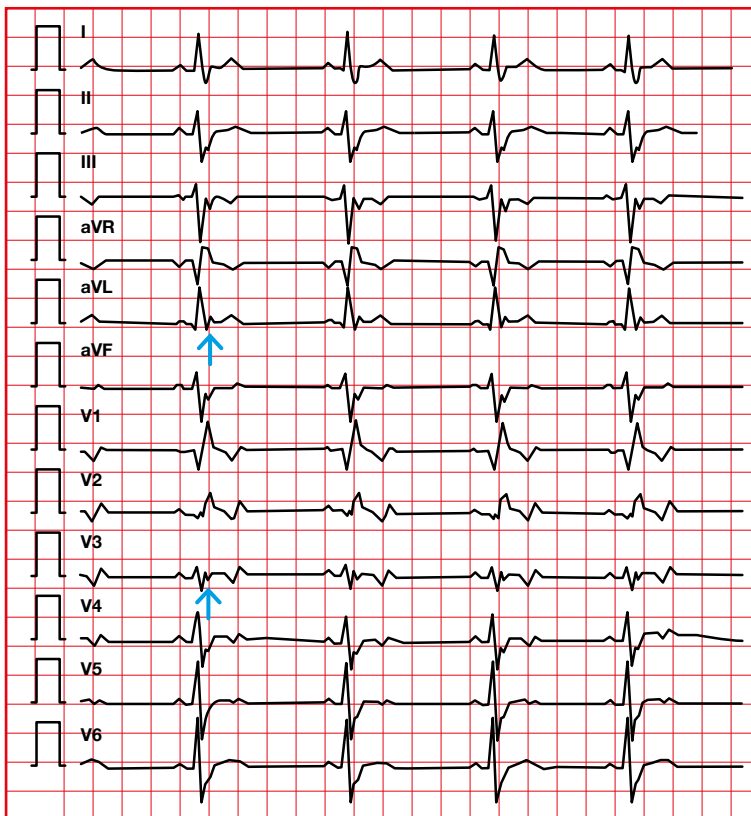
8.1. Alteracions en el punt J. Repolarització precoç

- Variant de la normalitat.
- Elevació punt J.
- Elevació ST (còncava amunt) que acaba amb una ona T simètrica.
- Osca a la baixada de la R, normalment a V2-V5, a vegades a II, III, aVF.
- Sense depressió recíproca del segment ST.
- Els individus joves, atletes i afrodescendents, solen tenir elevació del segment ST sobretot a les precordials.



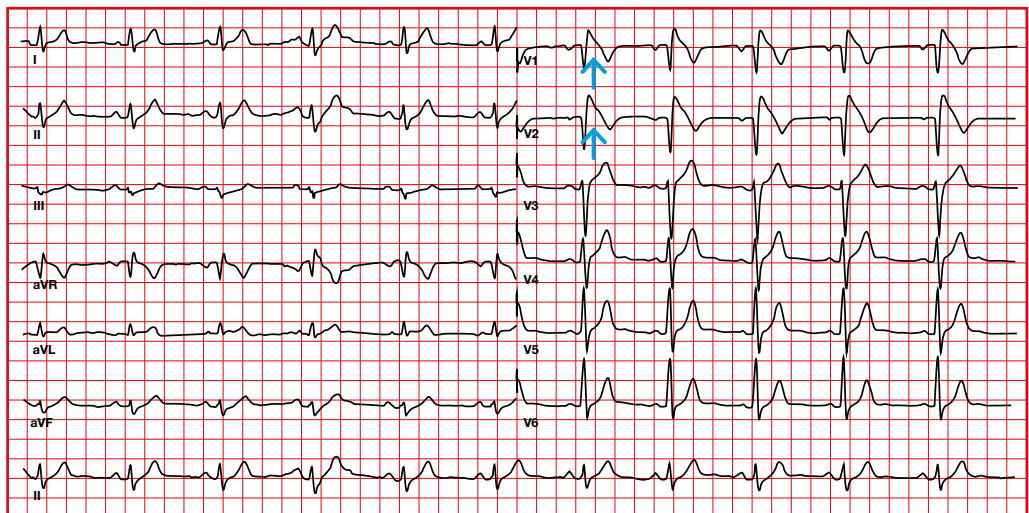
8.2. Alteracions en el punt J. Ona èpsilon (fletxa)

- L'ona èpsilon és un marcador d'activació tardana de la paret lliure del ventricle dret.
- Es considera un criteri menor per a la diagnòsi de la miocardiopatia arritmogènica.

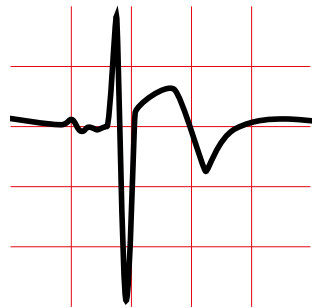
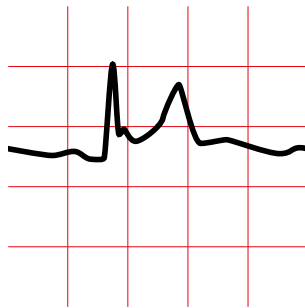
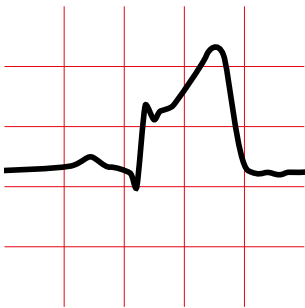
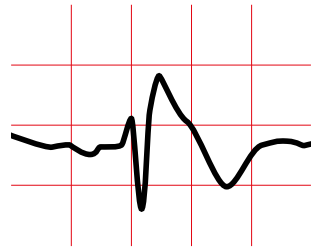
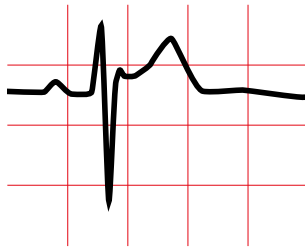
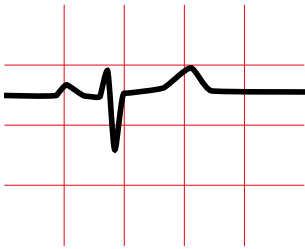


8.3. Alteracions en el punt J. Síndrome de Brugada

- Elevació punt J.
- Elevació del segment ST sobretot a les derivacions precordials dretes (fletxa).

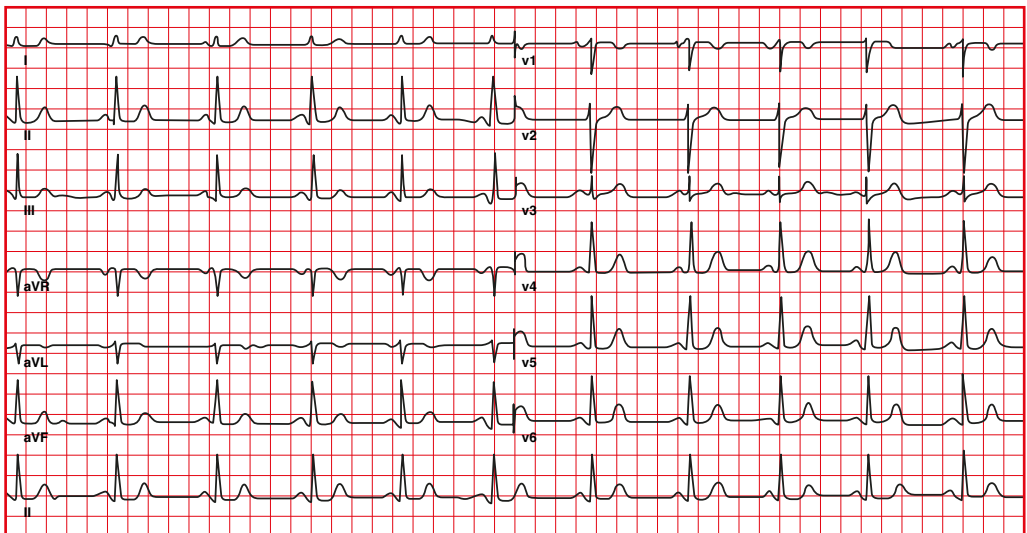


9. Segment ST



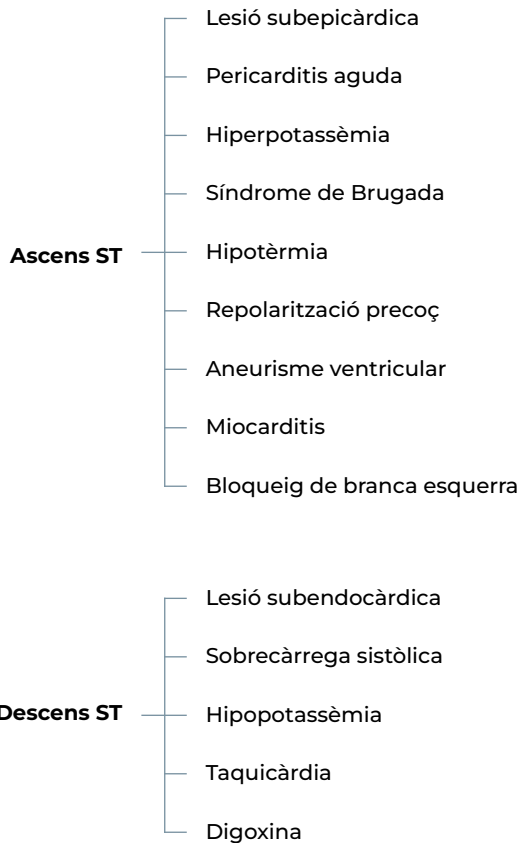
9.1. Segment ST normal

Normalment, el segment ST és isoelectric, però pot variar d'un desnivell inferior de fins a 0,5 mm a un desnivell superior de fins a 1 mm en les derivacions d'extremitats i de fins a 3 mm (còncava amunt) en les derivacions precordials (repolarització precoç).



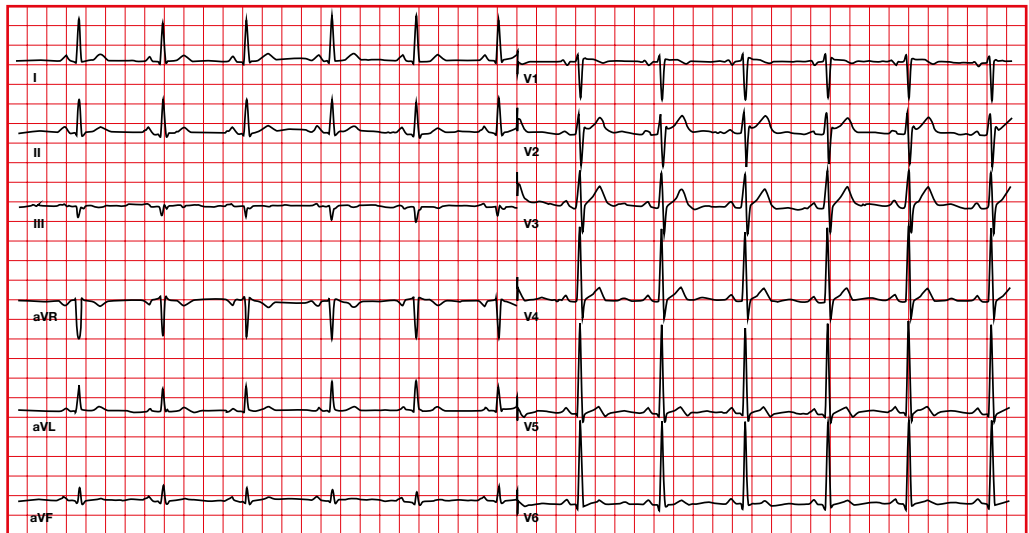
9.2. Diagnòstic diferencial dels canvis en el segment ST

Hi ha diferents situacions i patologies que poden donar lloc a alteracions en el segment ST.

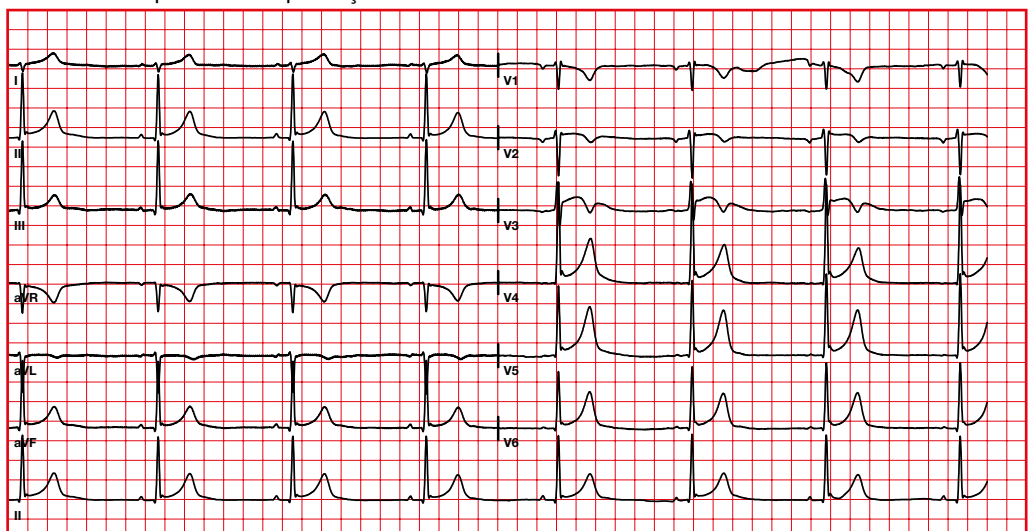


9.3. Alteracions del segment ST. Ascens del segment ST. Repolarització precoç

Variant normal amb aixecament del segment ST a les derivacions precordials.



Atleta amb repolarització precoç

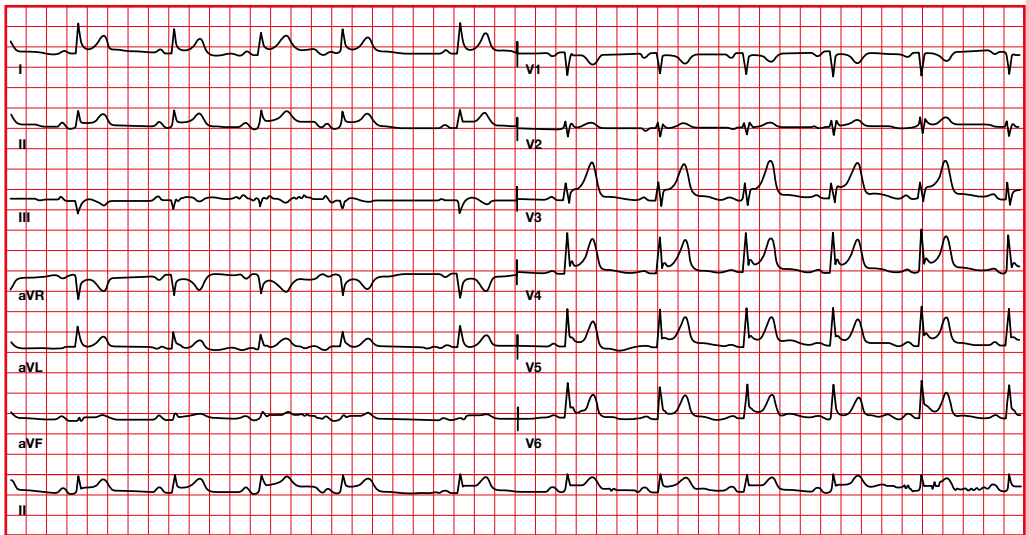


9.4. Alteracions del segment ST. Ascens del segment ST. Pericarditis

Elevació ST (còncava amunt) a totes les derivacions menys a aVR, sense descens de ST recíproc.

Altres canvis a pericarditis:

- Descens segment PR (excepte elevació PR a aVR).

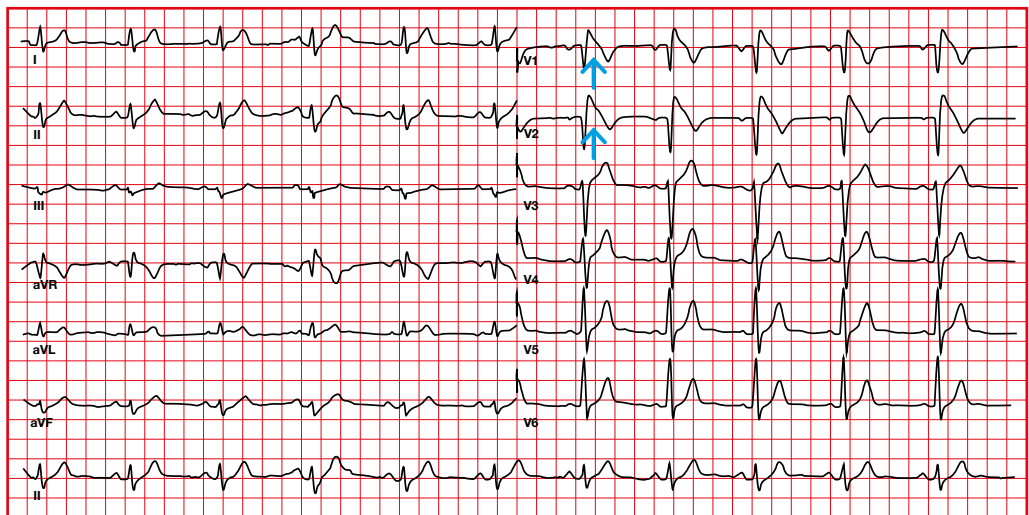


9.5. Alteracions del segment ST.

Ascens del segment ST.

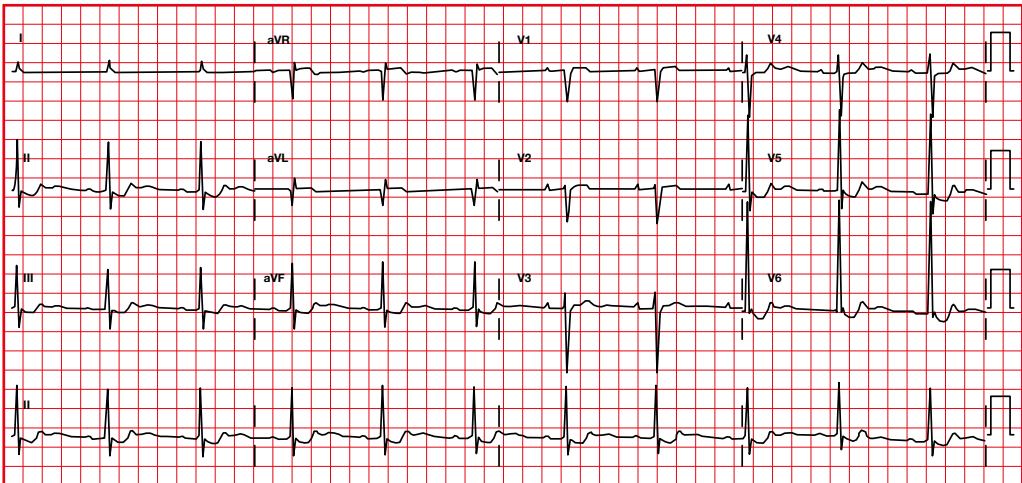
Síndrome de Brugada

- Elevació punt J.
- Elevació del segment ST a les precordials dretes.



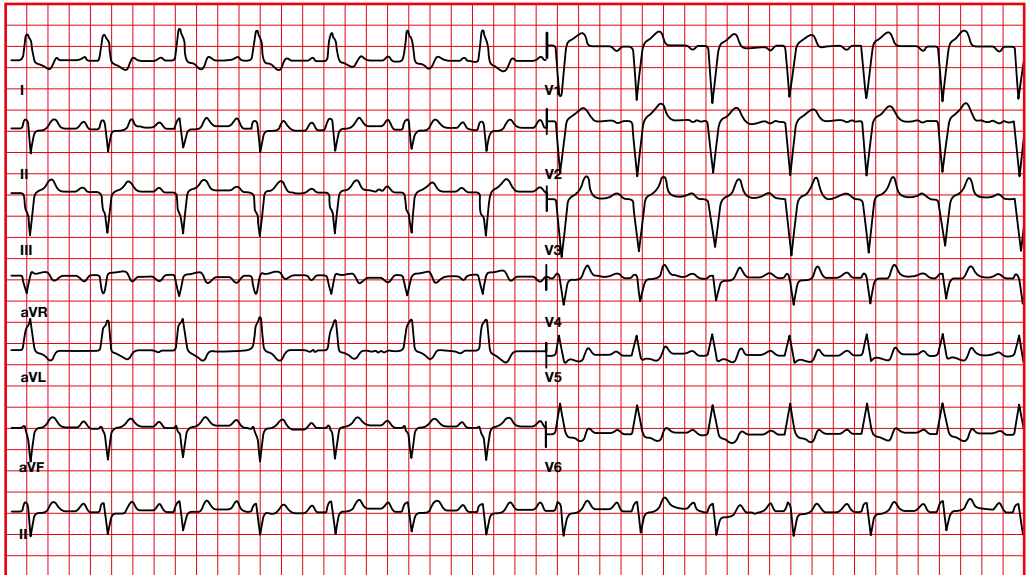
9.6. Alteracions del segment ST. Descens segment ST. Cubeta digitalica

Cubeta digitalica en pacients
que prenen digoxina (bigoti de
Salvador Dalí).

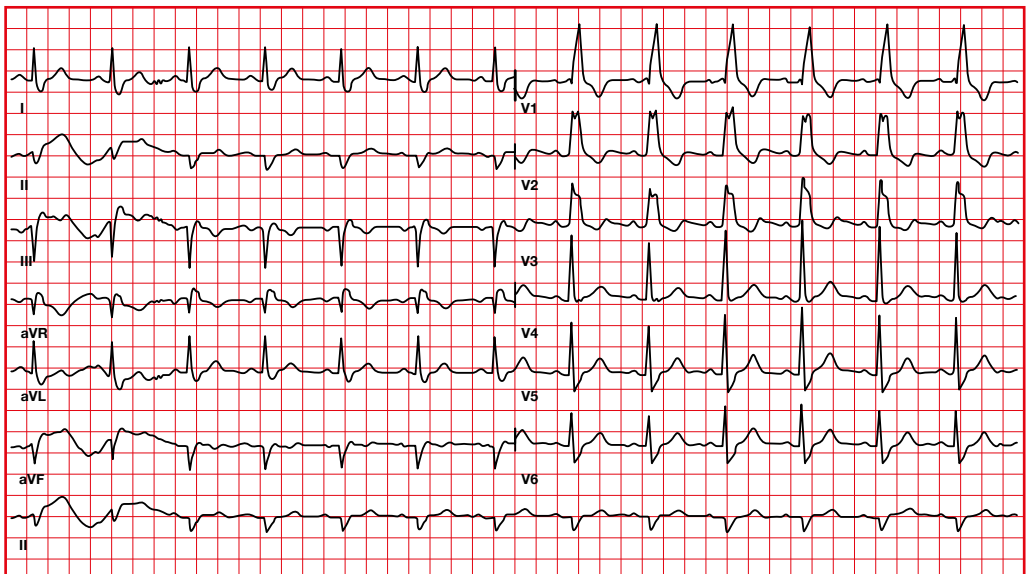


9.7. Alteracions del segment ST. Bloqueigs de branca

Veurem alteracions en el segment ST en els bloqueigs de branca.



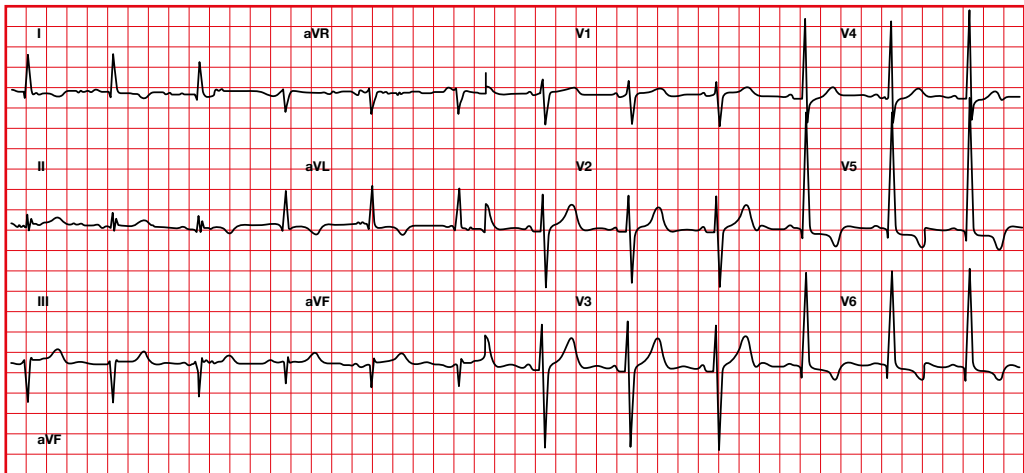
Bloqueig branca esquerra. Descens ST i inversió T en les precordials esquerres, ascens ST i T positiva a les precordials dretes.



Bloqueig branca dreta. Descens ST i inversió T en les precordials dretes.

9.8. Alteracions del segment ST. Hipertrofia ventricular

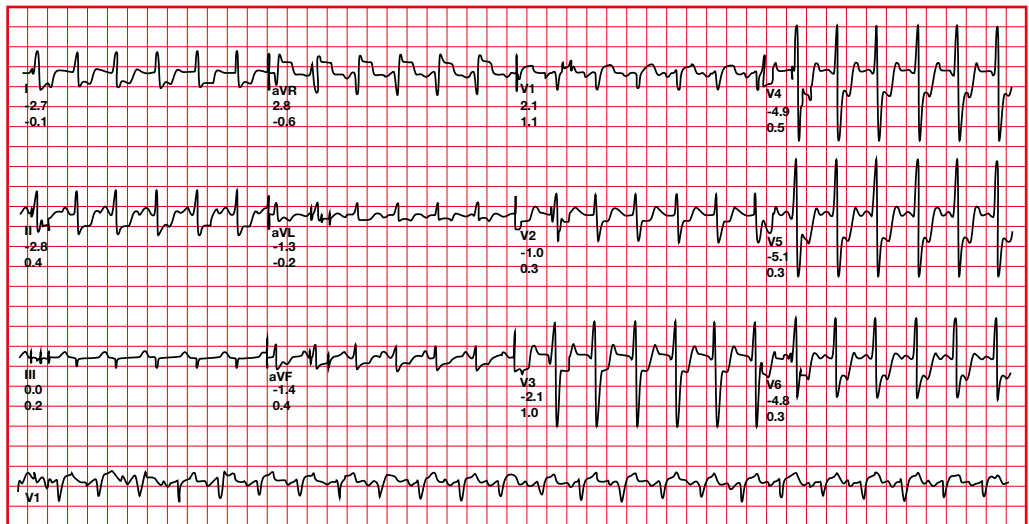
- Canvis en el ventricle dret es veuran a V1, V2.
- Canvis en el ventricle esquerre es veuran a I, aVL, V5, V6.
- Trobarem alteracions en el segment ST i en l'ona T.
- Veurem ST i T desviats en direcció contrària al QRS i hi haurà depressió ST a I, aVL, V4-V6.



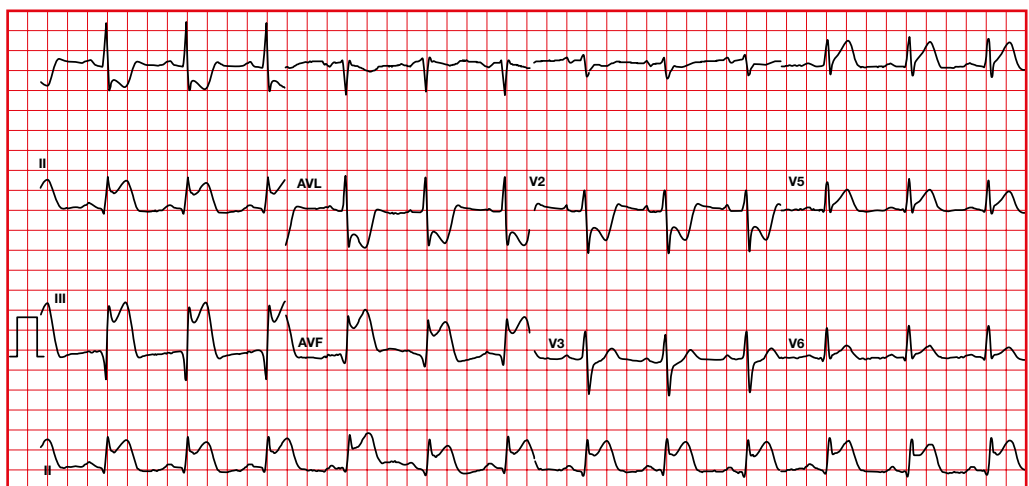
9.9. Alteracions del segment ST. Canvis a ST suggerint lesió

Descens (lesió subendocàrdica) o elevació (lesió superepicàrdica) dels segments ST amb o sense inversió de l'ona T.

Imatge recíproca o en mirall s'observarà a la paret oposada.

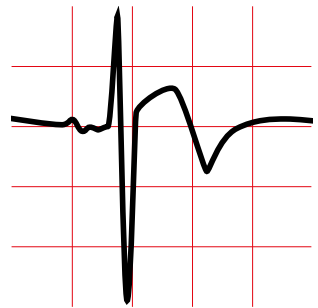
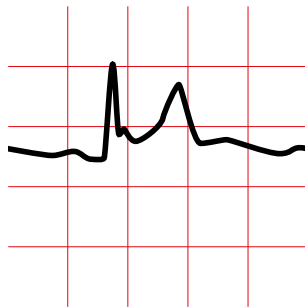
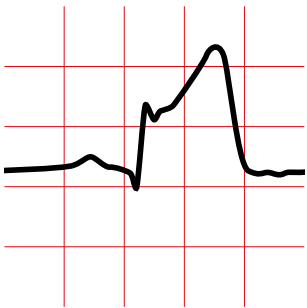
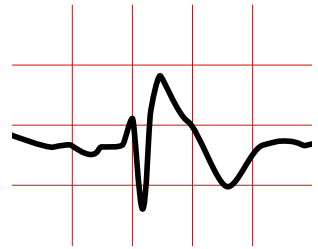
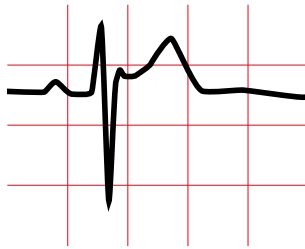
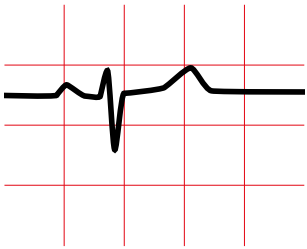


Descens del segment ST durant una prova d'esforç.



Ones q amb ascens segment ST II, III, aVF, V5, V6 amb descens segment ST a V1, V2, I, aVL (imatge mirall).
Infart inferoposterior agut.

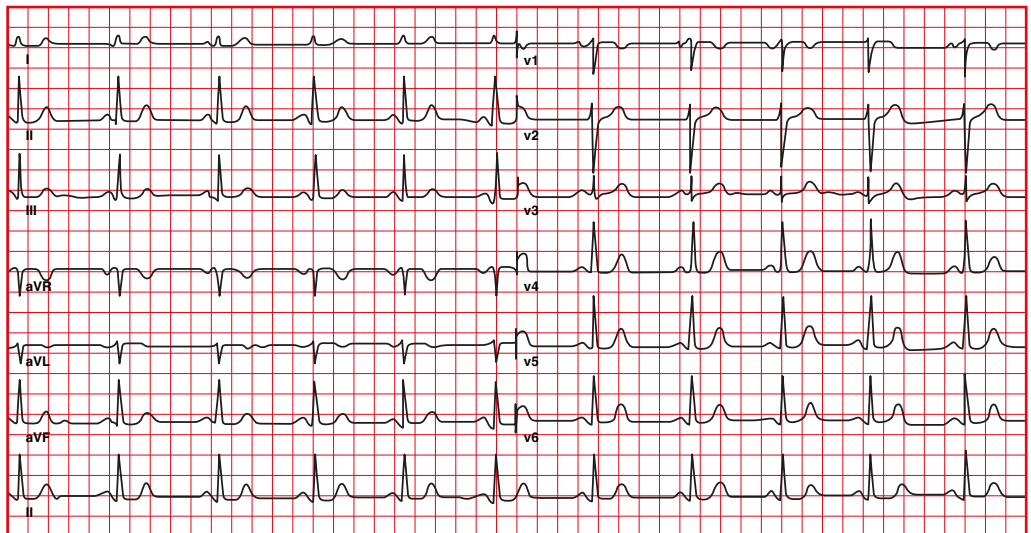
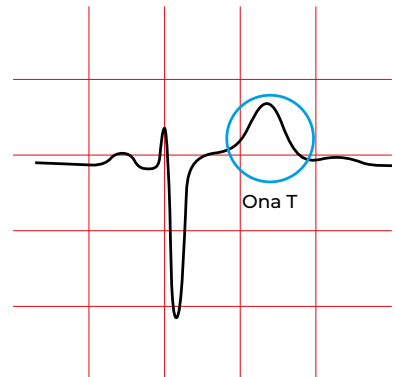
10. Ona T



10.1. Ona T normal

En l'EKG, l'ona T representa la repolarització dels ventricles.

- Positiva a I, II, V4-V6.
- Invertida a aVR, a vegades a V1.
- Pot ser negativa a V1-V3 en joves (fins a V4 en ètnia negra).
- Amplitud < 6 mm a bipolars, < 10 mm a precordials.

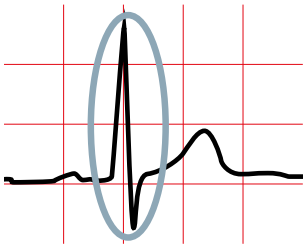
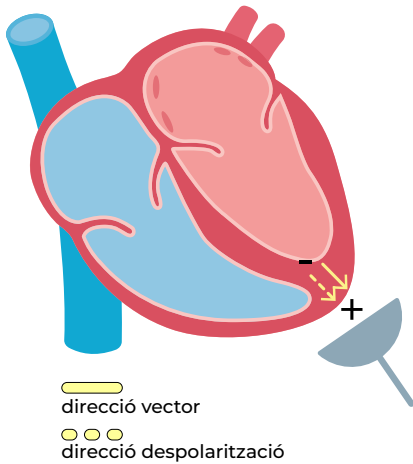


La repolarització hauria de donar lloc a una ona contrària a la direcció del complex QRS.

Per què té la mateixa direcció que el QRS?

10.2. Despolarització en el cor

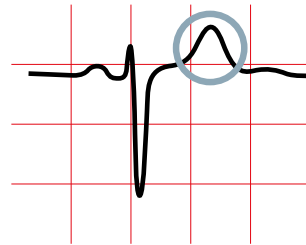
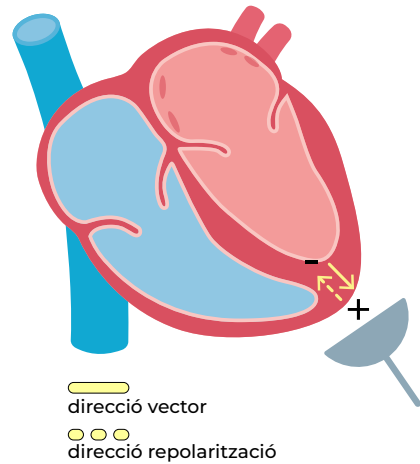
La despolarització progressa en la direcció endocardi-epicardi. Quan la despolarització es desplaça cap a l'elèctrode positiu, dona lloc a una ona positiva en l'electrocardiograma.



10.3. Repolarització en el cor

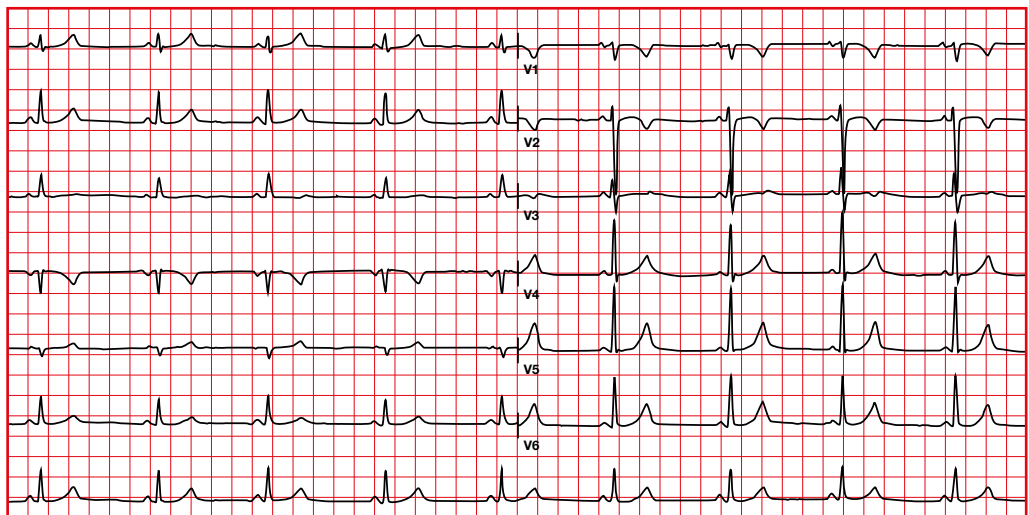
Una ona de repolarització hauria de generar un complex amb direcció contrària al QRS perquè la part que es despolaritza primer també s'hauria de repolaritzar primer.

Però, degut a una isquèmia fisiològica transitòria de l'endocardi, l'ona de repolarització es desplaça d'epicardi a endocardi, causant una ona en la mateixa direcció que el complex QRS.



10.4. Variacions normals de T. Ones T juvenils, variant normal

- Se solen veure en nois joves.
- Ones T negatives persistents (no simètriques i no profundes) en derivacions V1-V3 (fins a V4 en ètnia negra).



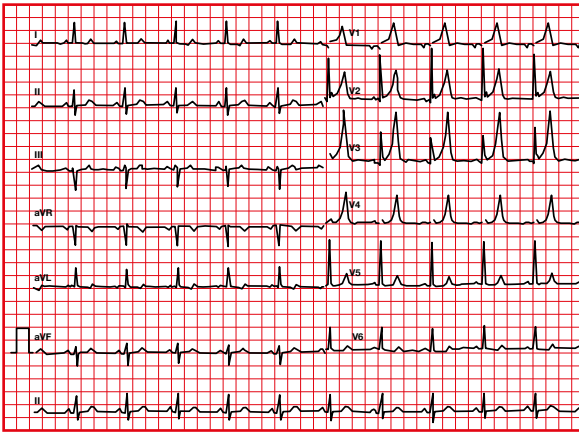
10.5. Alteracions de l'ona T

T picuda

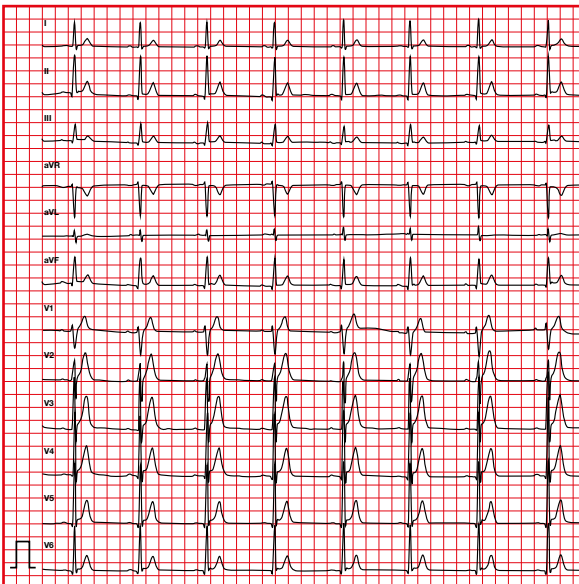
- > 6 mm a derivacions d'extremitats.
- > 10 mm a precordials.

Diagnòstic diferencial

- Variant normal (ones T vagotòniques).
- Infart de miocardi.
- Síndrome de QT llarg.
- Síndrome de QT curt.
- Hiperpotassèmia.
- Hipertròfia ventricular esquerra.



Hiperpotassèmia

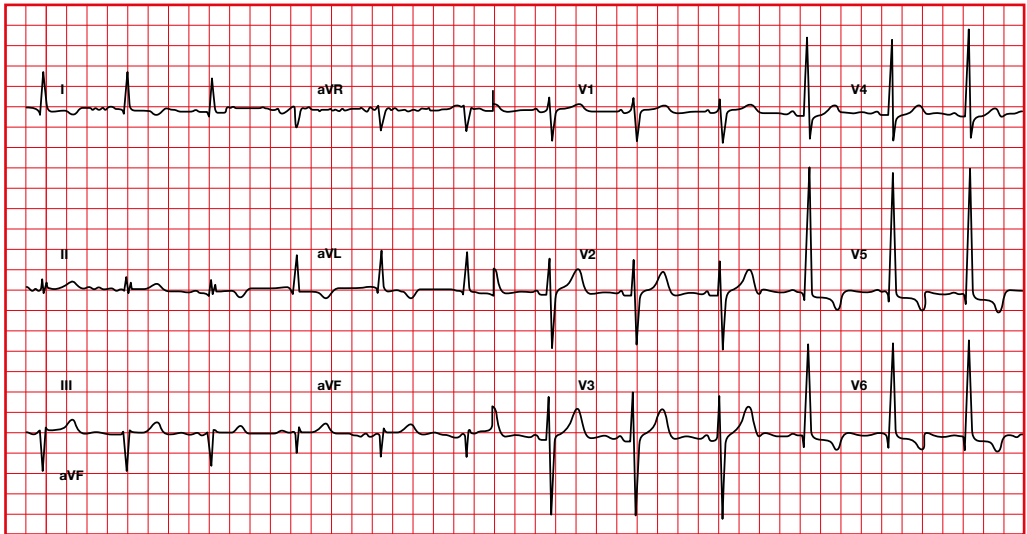


QT curt

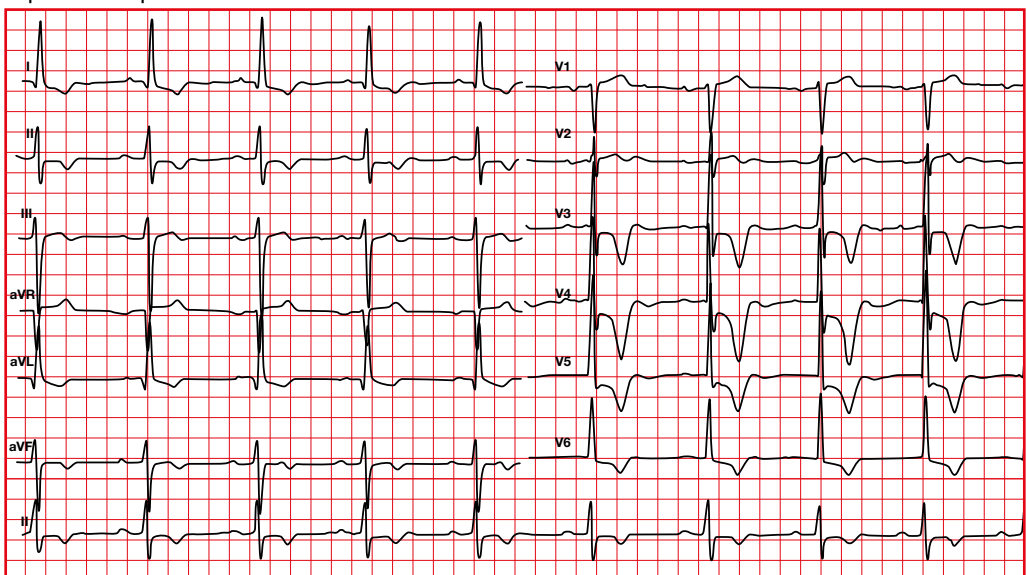
Ones T negatives

- Es poden veure ones T negatives en la hipertròfia ventricular.
- En la hipertròfia ventricular apical les ones T solen ser negatives i simètriques en les derivacions laterals.

Hipertròfia (sobrecàrrega)



Hipertròfia apical



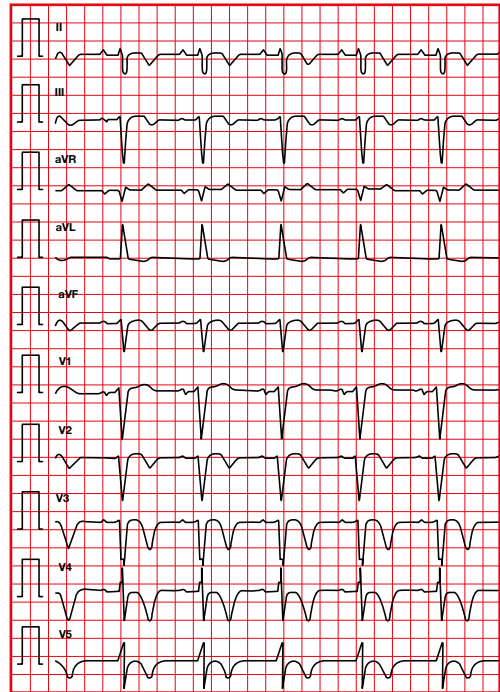
Síndrome Tako-Tsubo

Se sol veure ones T negatives a precordials laterals.

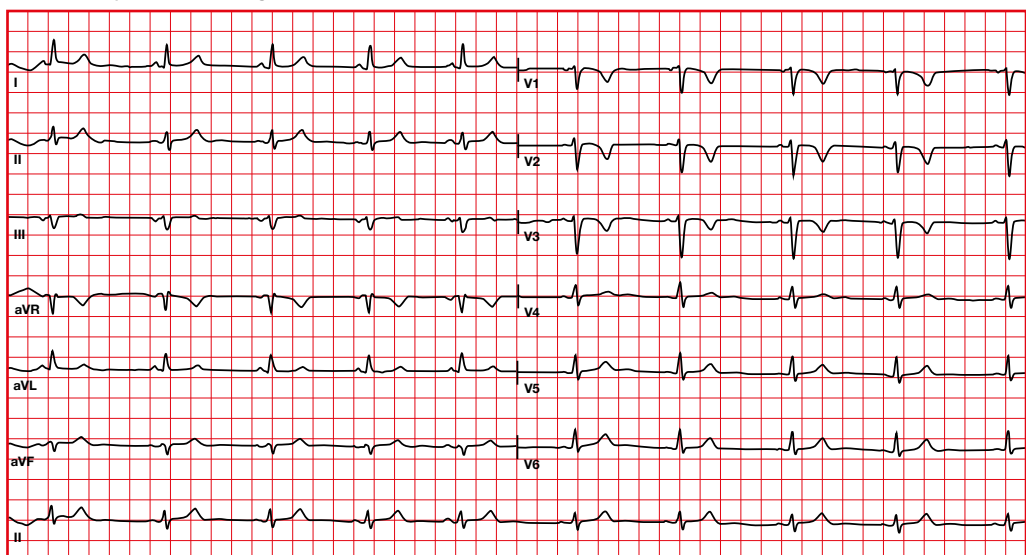
Miocardiopatia arritmogènica

- Es pot observar inversió de les ones T en les derivacions precordials dretes (V1-V3).
- Si la inversió està present més enllà de les precordials dretes, segurament hi ha una afectació més extensa de la malaltia, afectant fins i tot el ventricle esquerre.

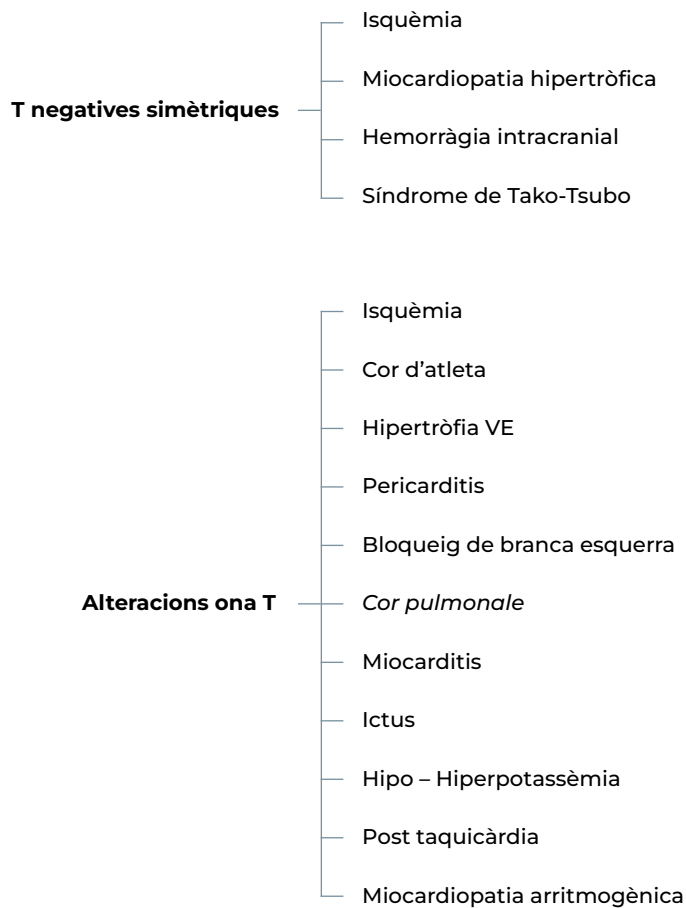
Síndrome Tako-Tsubo



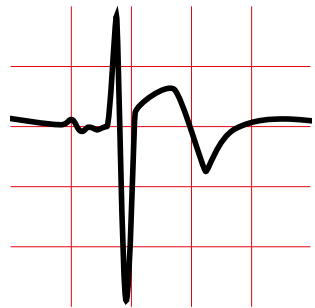
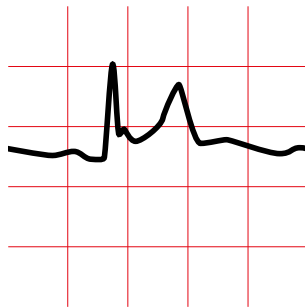
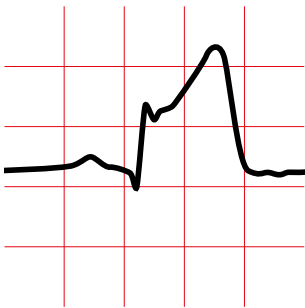
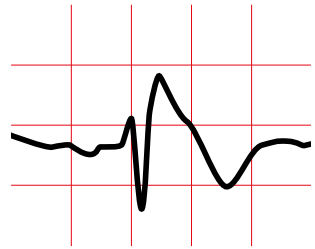
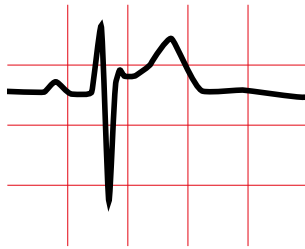
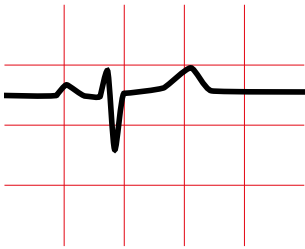
Miocardiopatia arritmogènica



Diagnòstic diferencial

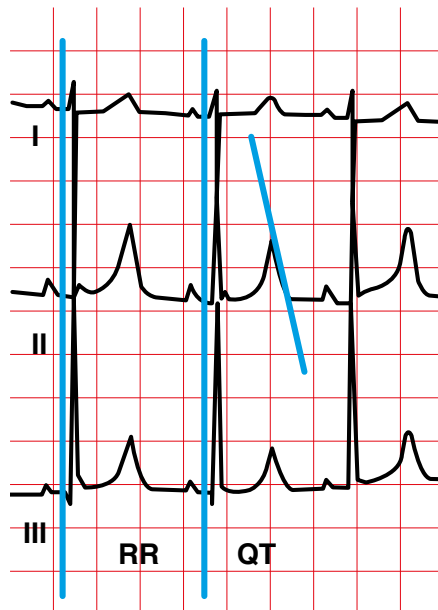


11. Interval QT



11.1. Càlcul de l'interval QT

- El QT varia inversament amb la freqüència cardíaca. Per aquesta raó cal corregir-lo d'acord amb la FC (QT corregit o QTc).
- Cal mesurar el QT més llarg en diverses derivacions.
- Hi ha diverses fórmules per calcular el QT.



Fòrmules per calcular QTc

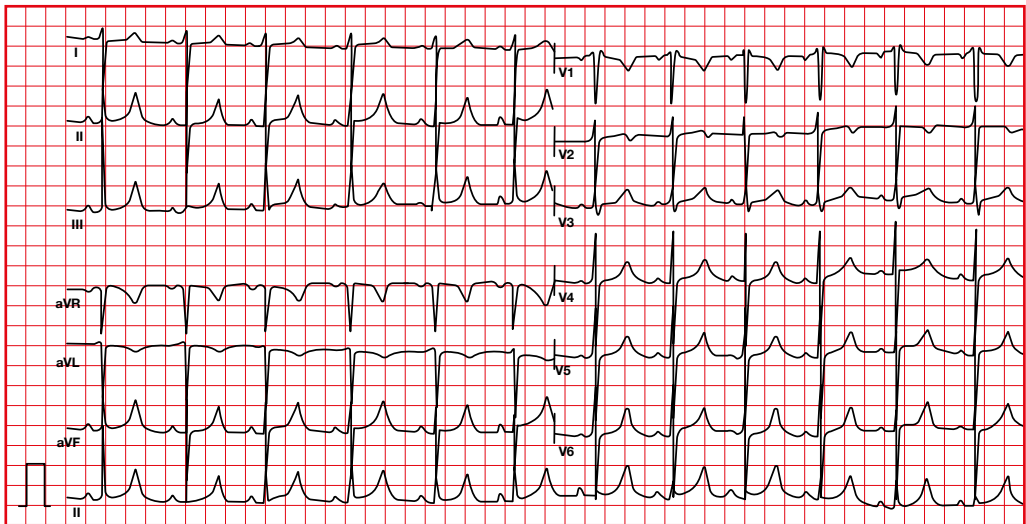
Bazett	QT/\sqrt{RR}
Fridericia	$QT/3\sqrt{RR}$
Framingham	$QT + 0,154 \times (1-RR)$
Hodges	$QT + 1,75 \times (HR-60)$

11.2. Alteracions interval QT. Síndrome de QT llarg

La síndrome de QT llarg és una malaltia hereditària associada amb mort sobtada en la gent jove.

Hi ha dues formes hereditàries:

- Autosòmica dominant (síndrome de Romano-Ward).
- Autosòmica recessiva (síndrome de Jervell and Lange Nielsen).



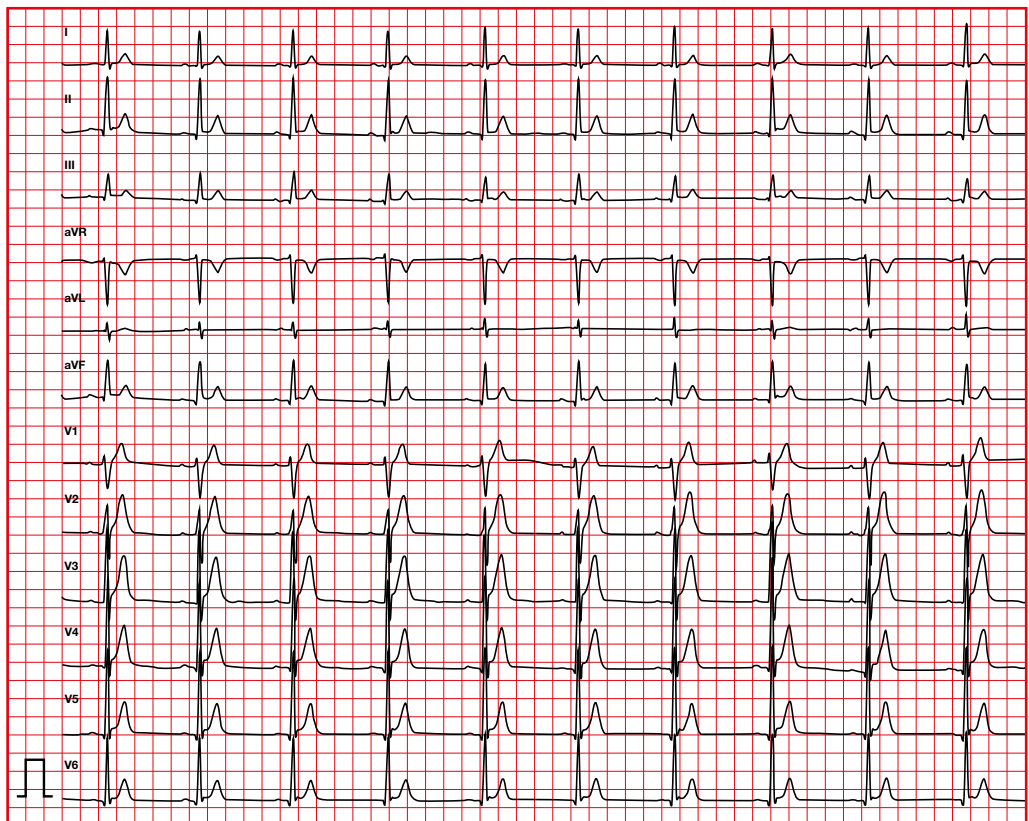
Valor	1-15 anys	Home adult	Dona adulta
Normal	< 440 ms	< 430 ms	< 450 ms
Límit	440-460 ms	430-450 ms	450-460 ms
Allargat	> 460 ms	> 450 ms	> 460 ms

11.3. Alteracions en l'interval QT. Síndrome de QT curt

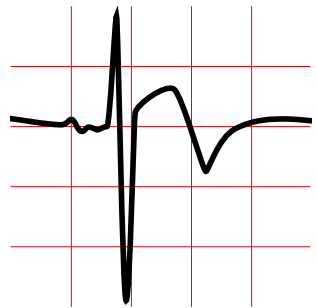
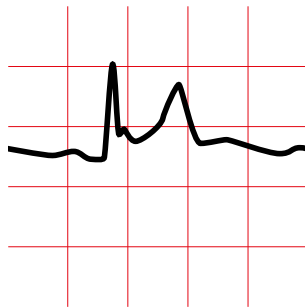
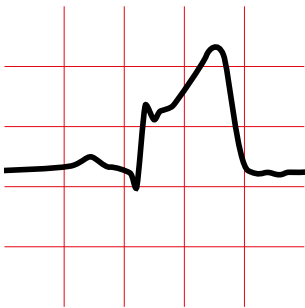
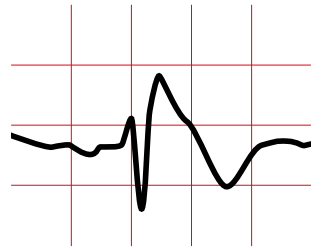
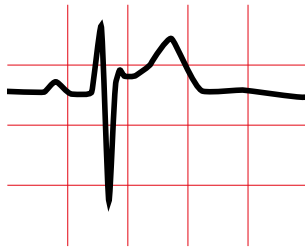
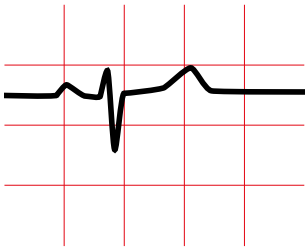
La síndrome de QT curt és una malaltia hereditària molt rara associada amb mort sobtada en la gent jove.

La síndrome de QT curt es diagnostica:

- en un pacient asimptomàtic amb un QTc ≤ 340 ms o
- en un pacient amb símptomes amb un QTc < 360 ms.



12. Ona U



12.1. Alteracions de l'ona U

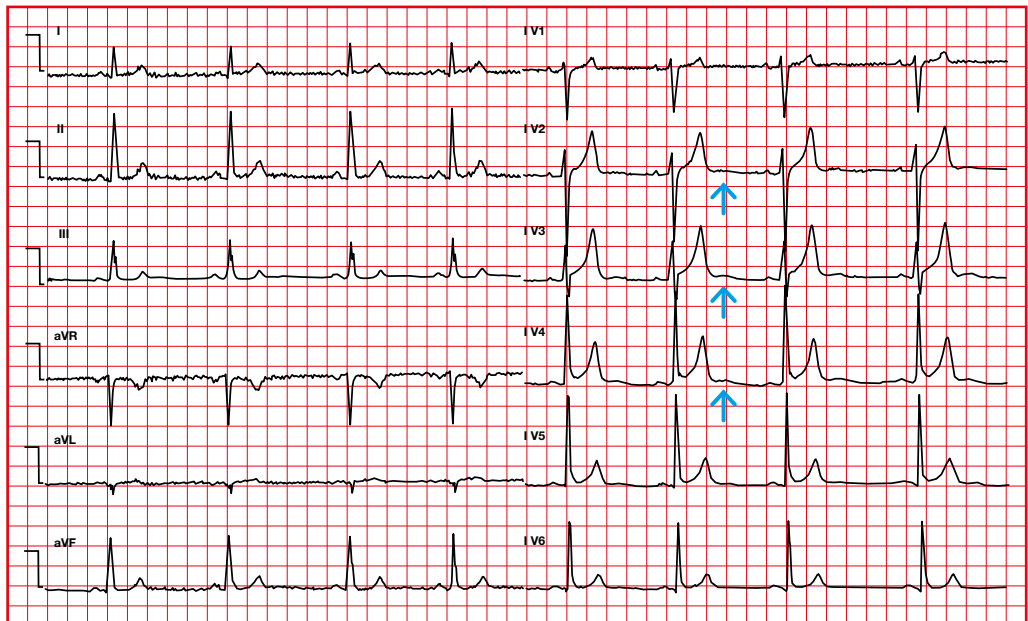
- Amplitud $\geq 1,5$ mm.
- Normalment el 5-25 % de l'alçada de la T.
- És més gran a V2 i V3.

Causes d'ona U positiva

- Hipopotassèmia.
- Bradiarrítmies.
- Hipotèrmia.
- Hipertrofia ventricular esquerra.
- Drogues (digitàlics, quinidina, amiodarona, isoproterenol).

Causes d'ona U negativa

- Hipertensió.
- Malaltia coronària.
- Cardiopatia congènita.
- Miocardiopatia.



ISQUÈMIA / LESIÓ / NECROSI |

1. Definició

Isquèmia:


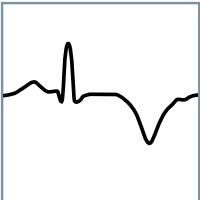
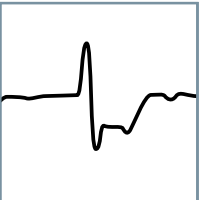
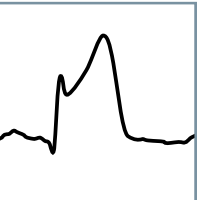
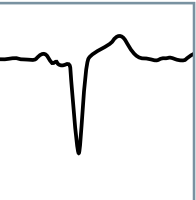
- Procés reversible.
- Alteració en l'ona T.

Lesió (isquèmia més severa):

- Procés reversible.
- Alteració en el segment ST.

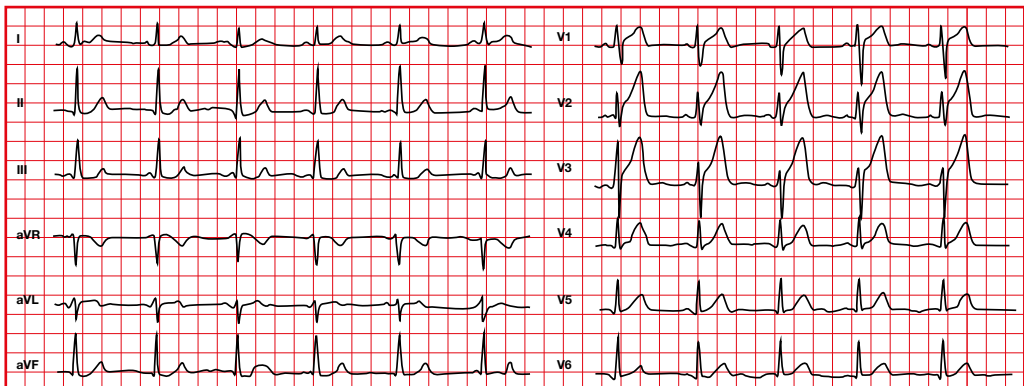
Necrosi:

- Es perd el teixit a la zona afectada.
- Procés irreversible.
- Aparició de les ones Q.

				
Isquèmia subendocàrdica	Isquèmia subepicàrdica	Lesió subendocàrdica	Lesió subepicàrdica	Necrosi transmural
Artèria oberta	Artèria oberta	Artèria oberta	Artèria tapada	Artèria oberta/ tapada
Sense mort cel·lular	Sense mort cel·lular	Mort cel·lular +	Mort cel·lular ++	Mort establerta

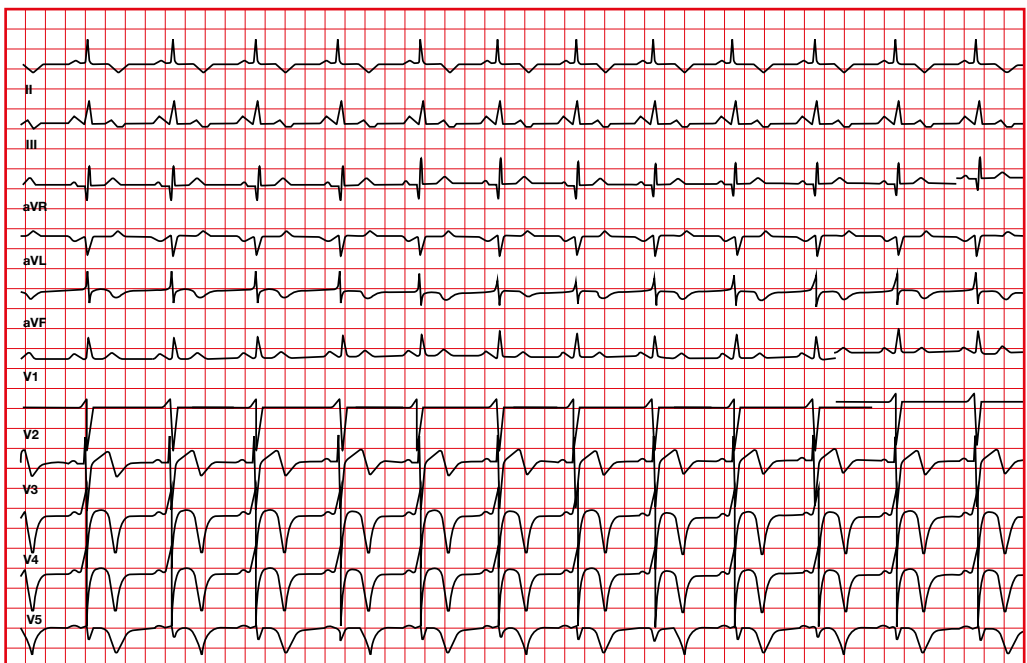
2. Isquèmia subendocàrdica

- Hi ha un retard en la repolarització ventricular de la zona endocàrdica.
- La repolarització normal comença en l'epicardi (per isquèmia fisiològica endocàrdica). El procés continua en la mateixa direcció però s'allarga la seva durada. Per tant, s'amplifiquen les ones T normals.
- Ones T picudes i allargament del QT transitori. Precedeix l'aparició de l'elevació del segment ST.



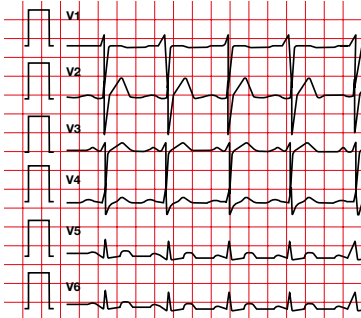
3. Isquèmia subepicàrdica o transmural

- Es reverteix el vector de repolarització i aquest progressa d'endocardi a epicardi.
- T aplanades o negatives i simètriques.

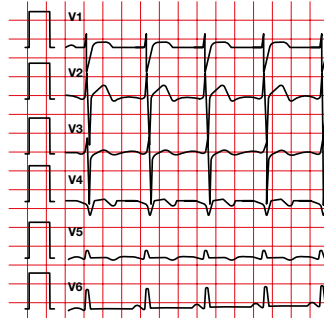


La isquèmia és un fenomen reversible. Les alteracions a les ones T es poden revertir amb el temps.

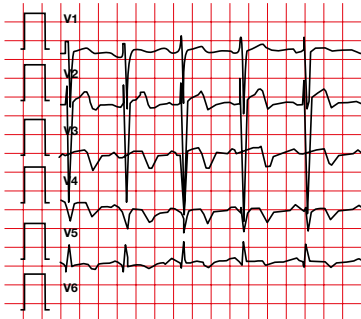
2018 13/01 22:00



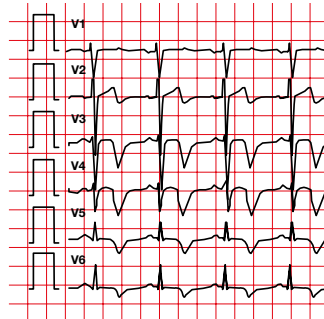
14/01 00:00



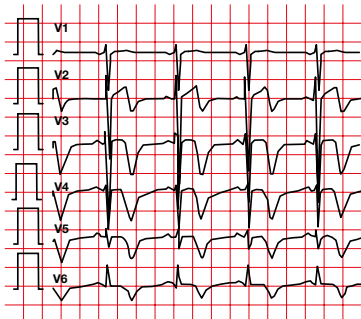
14/01 11:00



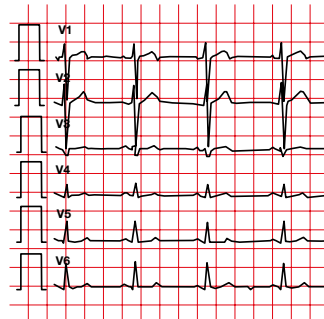
15/01 07:00



15/01 12:00



2019

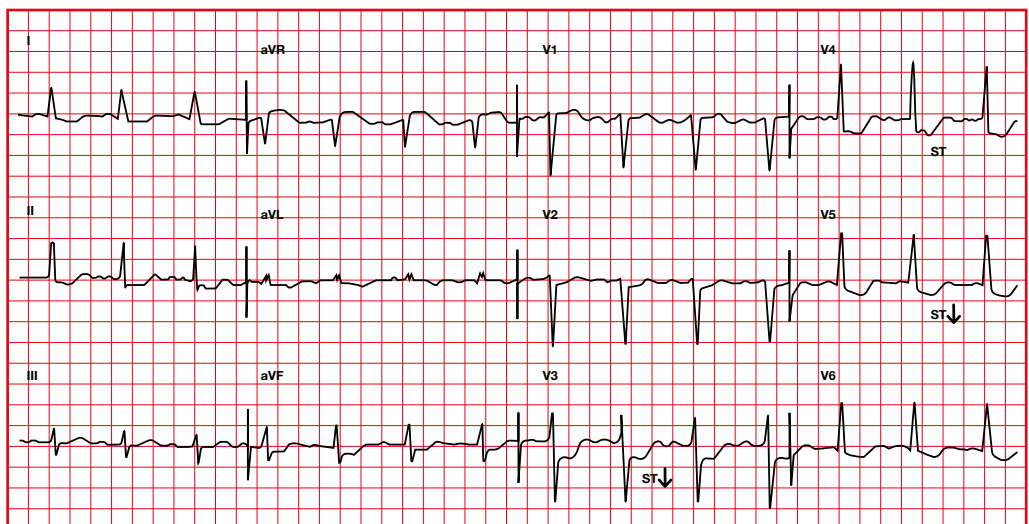
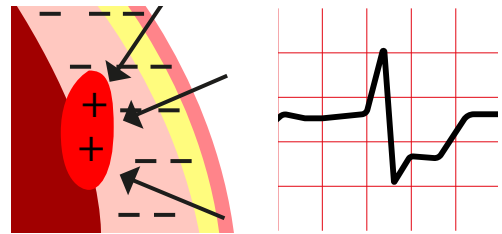


4. Lesió subendocàrdica

4.1. Descens ST

Al final de la despolarització encara hi ha càrregues positives a l'endocardi perquè es despolaritza més lentament. Les forces vectorials s'allunyen de l'epicardi; **segment ST negatiu**.

Suggestiu amb descens ST $\geq 0,5$ mm al punt J i és horitzontal o descendent com a mínim durant 80 ms en 2 derivacions contigües.

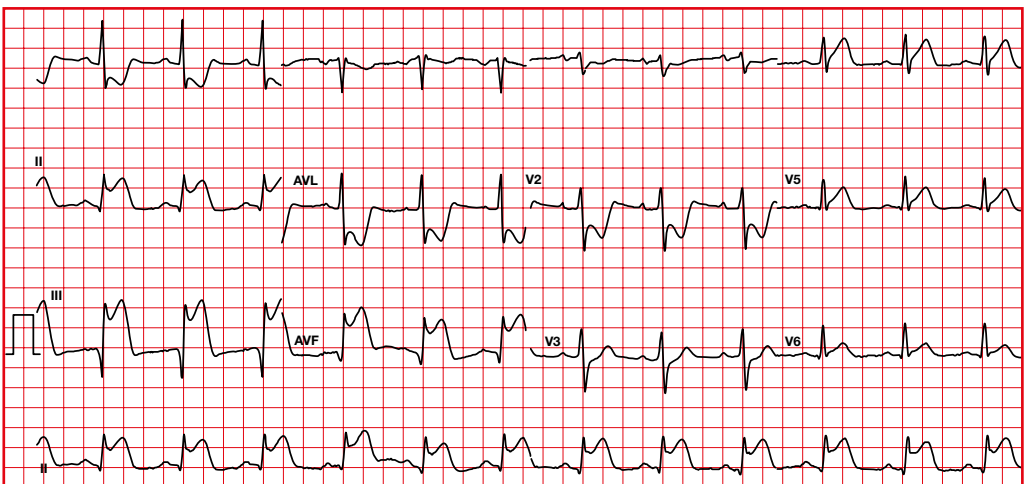
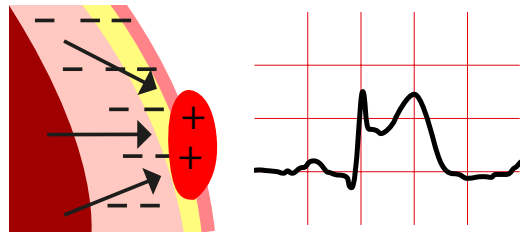


5. Lesió subepicàrdica o transmural

Al final de la despolarització, hi ha càrregues positives a l'epicardi, per la qual cosa les forces vectorials es dirigiran cap a l'epicardi; **segment ST positiu.**

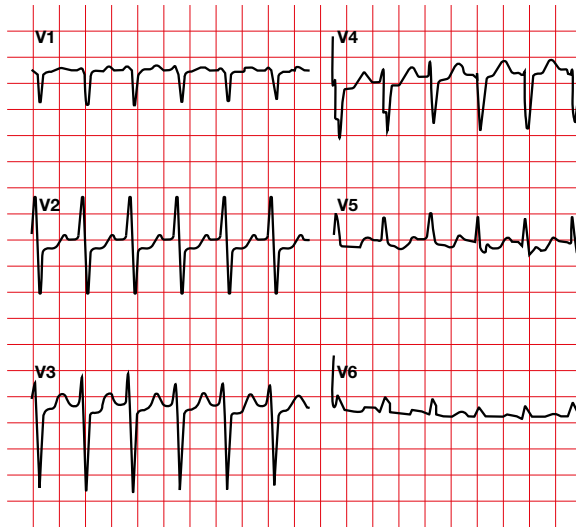
Si afecta la paret posterior es pot observar depressió del segment ST a les derivacions precordials dretes.

- Elevació del segment ST al punt J:
 - ≥ 1 mm en dues o més derivacions d'extremitats.
 - ≥ 2 mm en dues o més derivacions precordials.

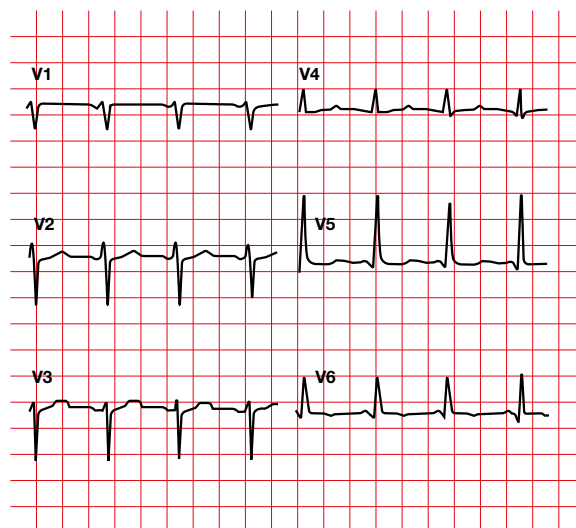


La lesió es un fenomen reversible.
En aquest electrocardiograma s'observa descens del segment ST a les precordials anteriors.

8:00

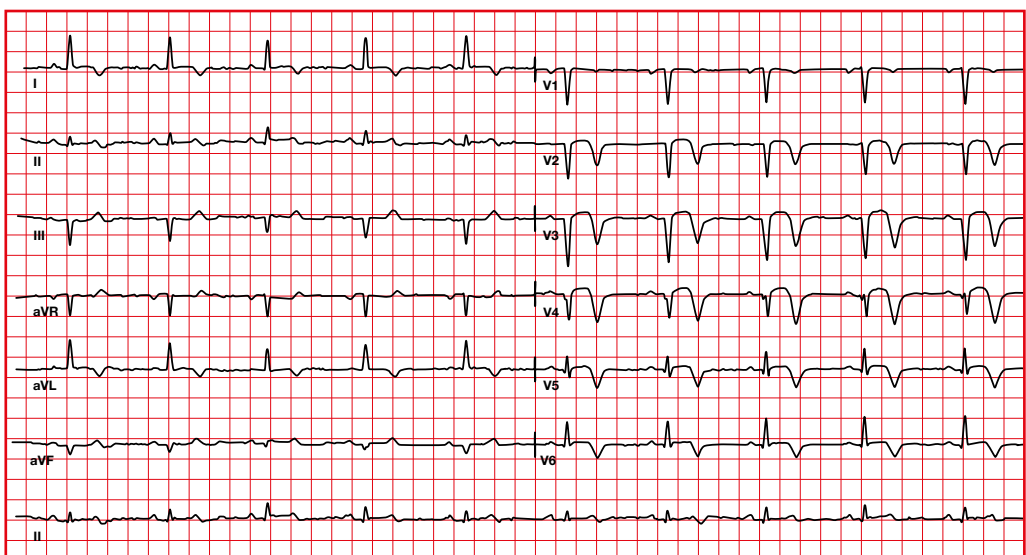
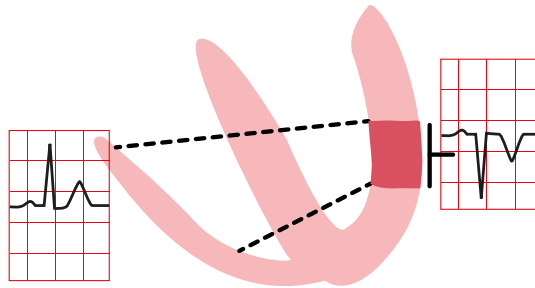


8:30

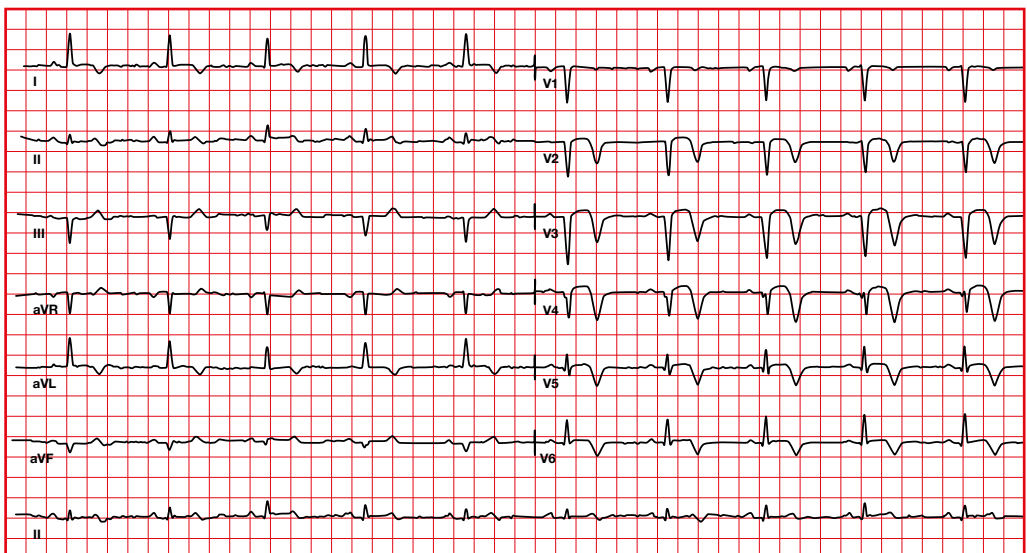


6. Infart o necrosi

- Una zona necròtica no presenta cap activitat elèctrica. Es perden les forces de despolarització.
- El vector necessàriament s'allunya d'aquesta zona.
- Aparició de l'ona Q.
- La necrosi comença en la zona més subendocàrdica.

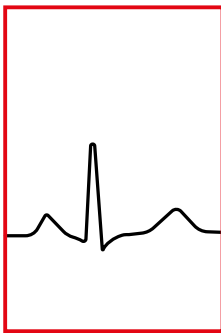


- Les Q són significatives si tenen una durada $> 0,04$ s i són profundes ($> 25\%$ de l'ona R).
- Les Q a aVR no són mai significatives quan es valora infart.
- Una Q petita es pot veure a I, aVL, V5 i V6. A vegades es pot veure a les derivacions inferiors i a V3, V4 (sempre més petites de $0,1$ mV).
- L'aixecament del segment ST és convex amunt. Pot persistir de 48 hores a 4 setmanes (més enllà de 4 setmanes cal pensar en aneurisma).
- La inversió de l'ona T pot romandre indefinidament.

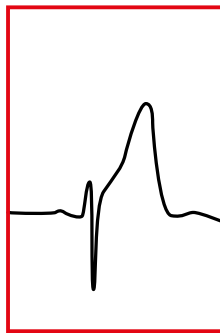


7. Progressió de l'infart agut de miocardi

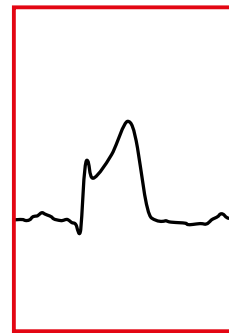
- La isquèmia –lesió– necrosi és un procés dinàmic, de manera que els canvis es produeixen gradualment.
- Un ECG normal no descarta un infart.



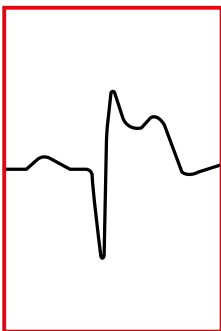
Normal



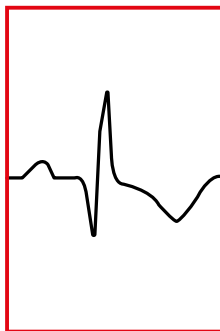
Ona T hiperaguda
Minuts/hores



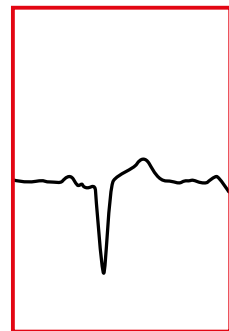
Elevació ST
0-12 hores



Desenvolupament ona Q
1-12 hores



Elevació ST amb inversió ona T
2-5 dies



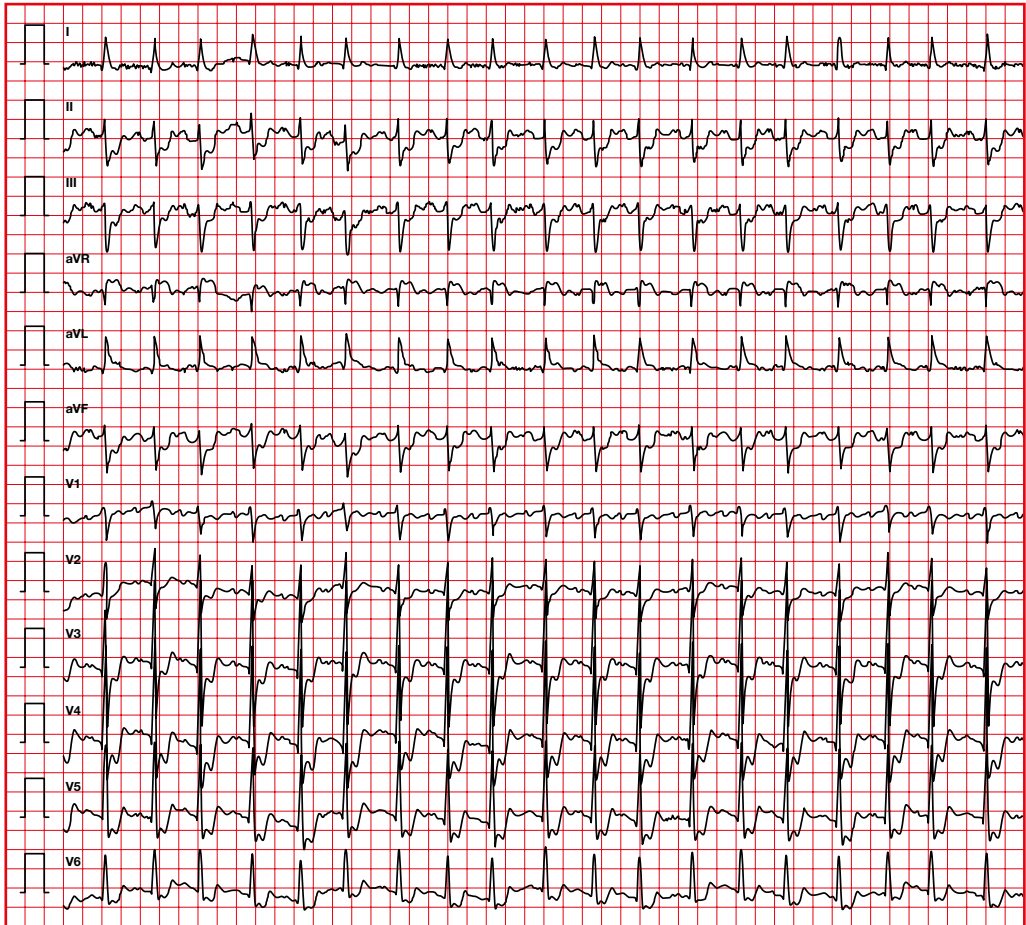
Recuperació ona T
Setmanes/mesos

8. Localització de l'infart

Les alteracions electrocardiogràfiques durant una síndrome coronària aguda ens permeten definir la seva localització així com l'artèria responsable.

Probable artèria responsable	Localització IAM		ST	Altres
Descendent anterior	Anterior	Anteroseptal	↑ V1 a V4	↓ ST II, III, aVF
		Anterolateral	↑ V3 a V6	
		Anterior extens	↑ V1-V6	
Circumflexa	Lateral	Lateral alt	↑ I, aVL	↓ ST II, III, aVF
		Lateral baix	↑ V5-V6	↓ ST I, aVL
Dreta o circumflexa dominant	Inferior	Inferior pur	↑ II, III, aVF	↓ ST I, aVL
		Inferoposterior	↑ II, III, aVF + ↓ V1-V2	
		Inferolateral	↑ II, III, aVF, V5-V6	
		Inferoposterolateral	↑ II, III, aVF, V5-V6 + ↓ V1-V2	
Circumflexa o dreta	Posterior	Posterior pur	↓ V1-V2-V3	↑ ST V7-V8-V9
		Posterior lateral	↑ V5-V6 + ↓ V1-V2	
Dreta	Dret	Normalment amb infart inferior (ST III > II)	↑ V1 > V2	↑ V3R, V4R
Tronc comú	Anterolateral		Depressió generalitzada ST (en més de 6 derivacions), sobretot a DII, DIII i V5 i V6. Elevació ST a aVR ≥ 1 mm	

Obstrucció de tronc comú

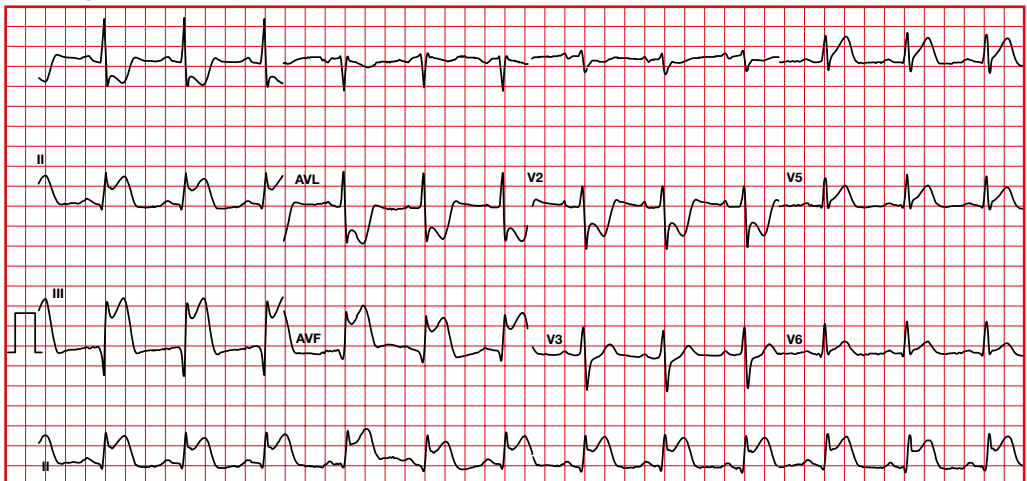


9. Infart de miocardi agut i antic

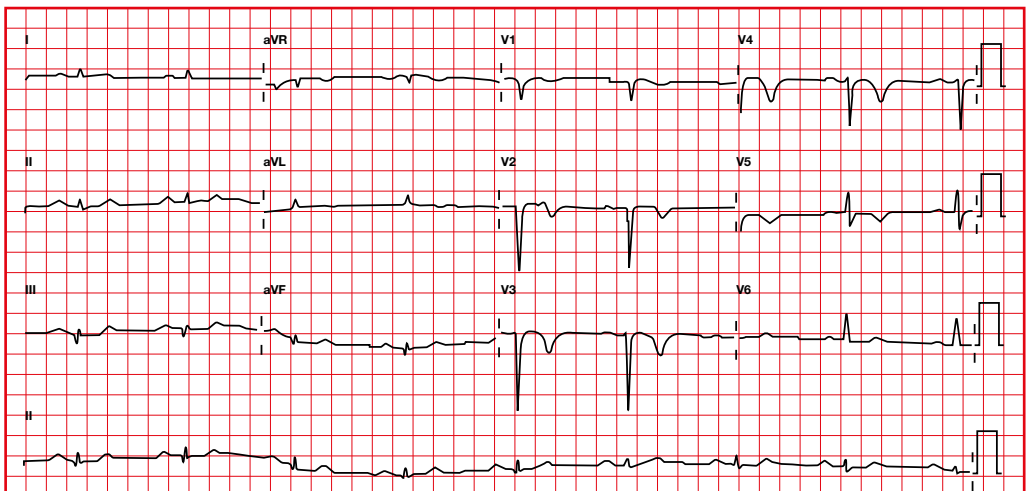
9.1. Infart agut o recent

- Q anormals.
- Elevació del segment ST (a vegades amb descens en derivacions recíproques).
- En l'infart recent el segment ST pot ser isoelèctric.

Infart agut



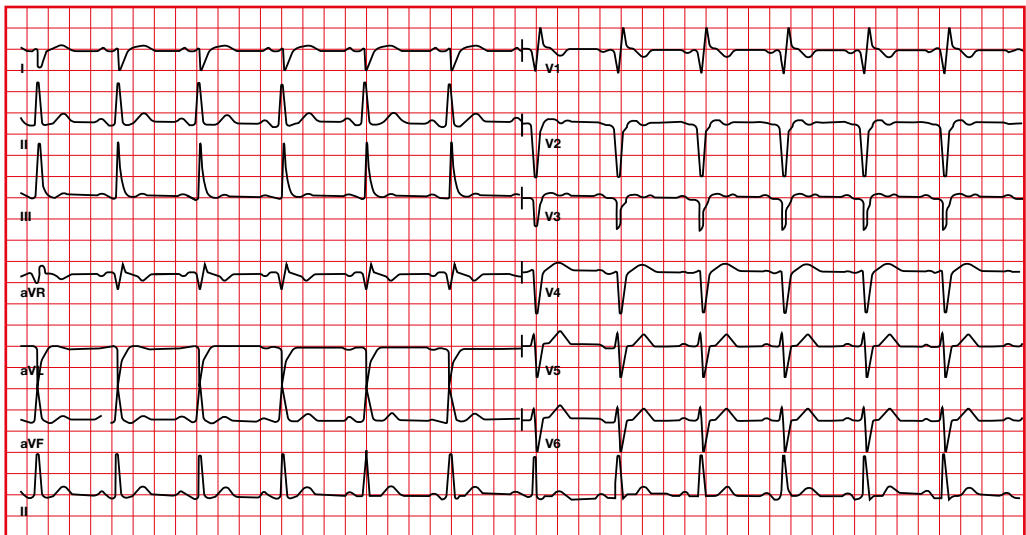
Infart recent



9.2. Infart antic o indeterminat

- Q anormals.
- ST isoelèctric.
- T normals o no específiques.

Infart antic o indeterminat

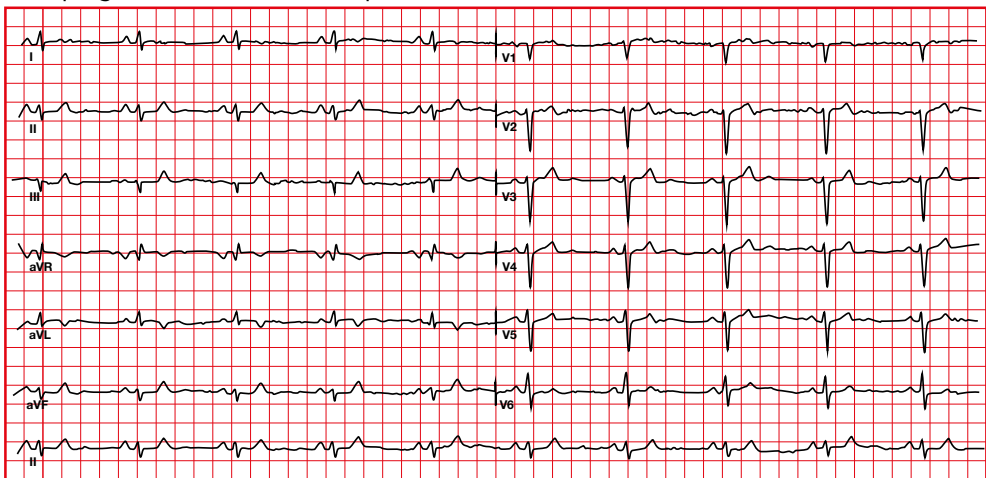


10. Infart sense Q

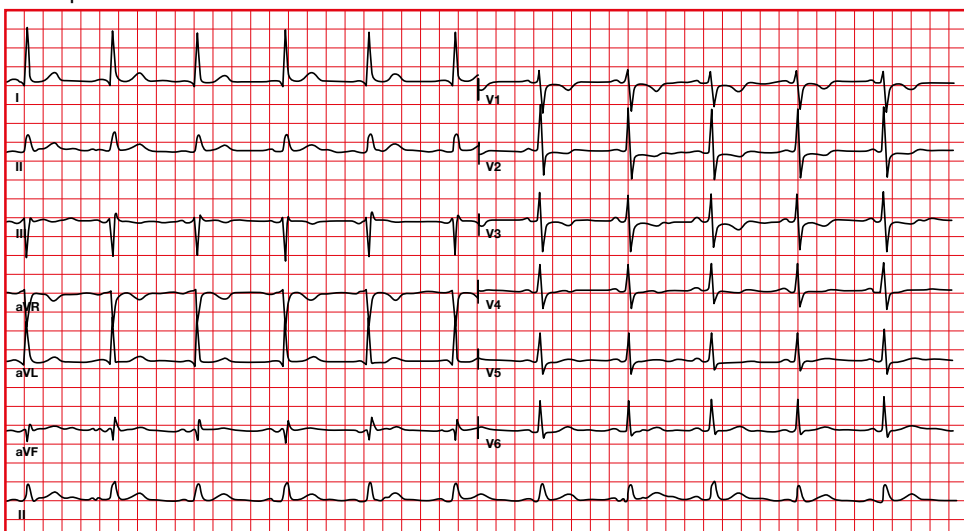
Es pot veure infart sense Q en:

- Infart anterior: forces anteriors disminuïdes amb progressió de la R disminuïda de V2 a V5. Aquesta troballa és suggestiva però no diagnòstica d'infart.
- Infart posterior: R dominant a V1-V3.

Mala progressió R en derivacions precordials



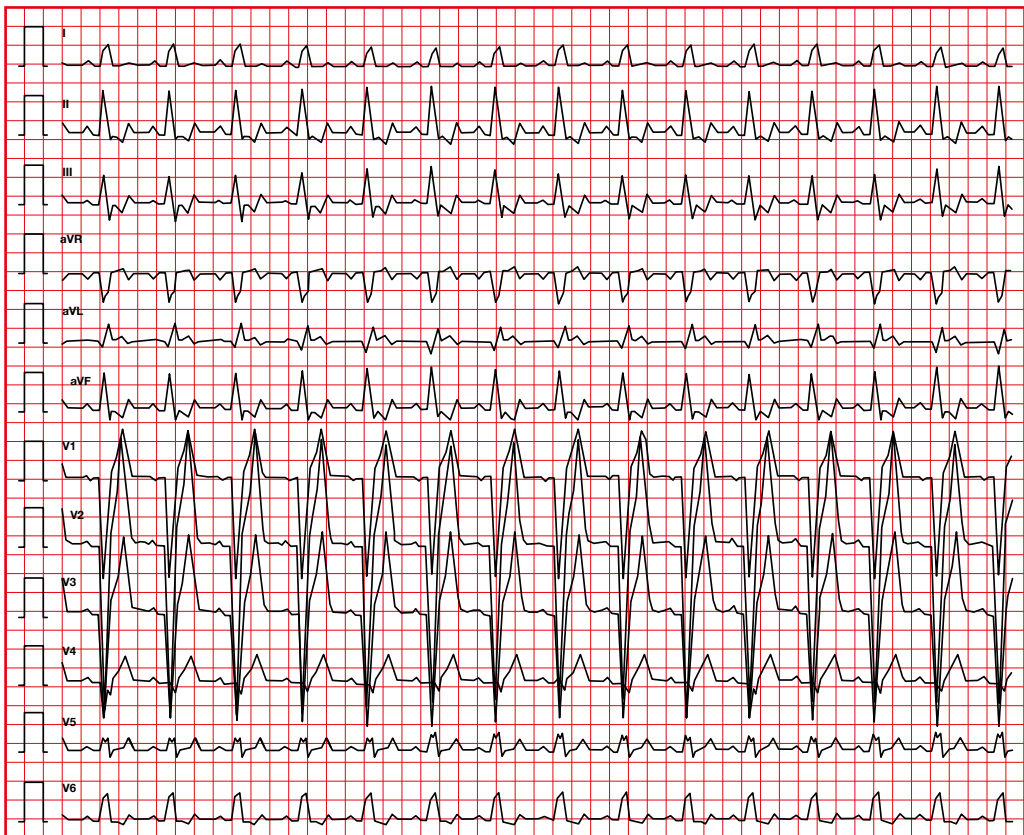
Infart posterior



11. Bloqueig de branca i infart

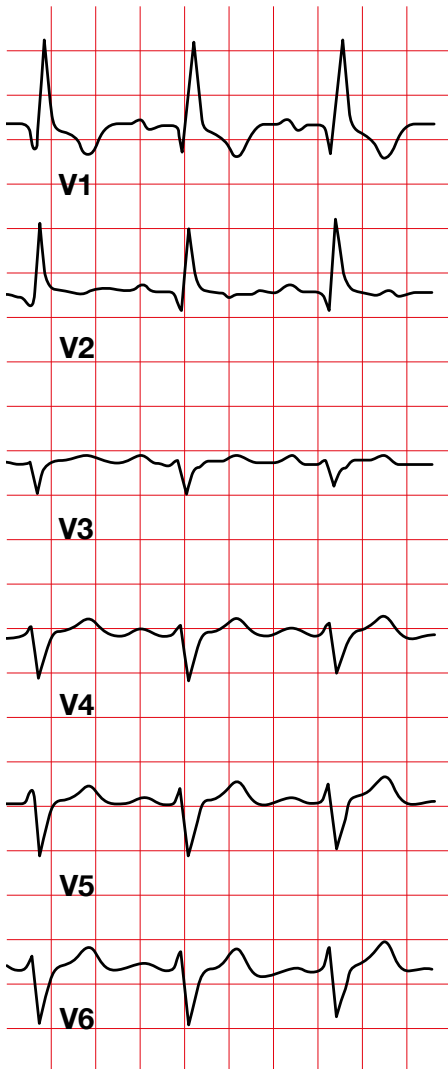
11.1. Sospita d'infart en BBE (criteris de Sgarbossa)

- Elevació del segment ST ≥ 1 mm concordant amb el QRS.
- Depressió del segment ST ≥ 1 mm a V₁, V₂ o V₃.
- Elevació del segment ST ≥ 5 mm, contrari a QRS.

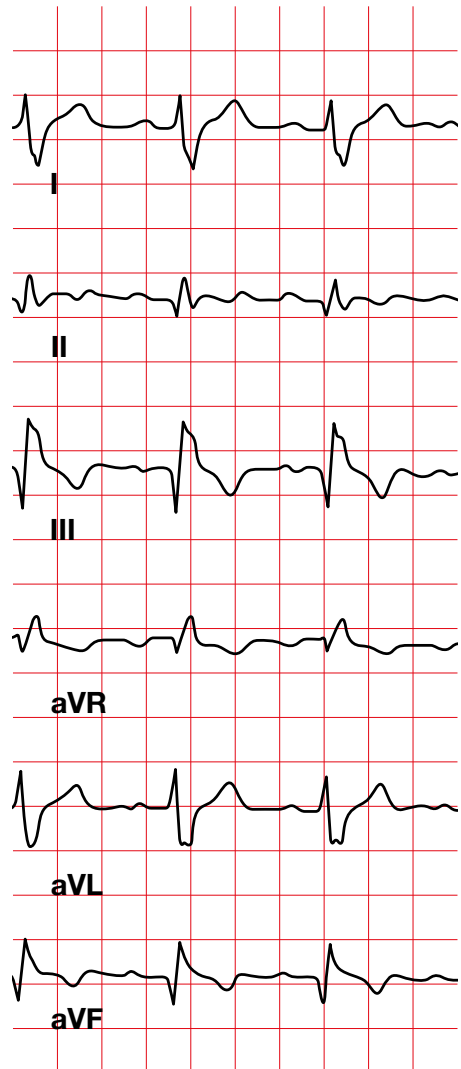


11.2. Bloqueig de branca dreta amb infart de miocardi

Infart anteroseptal



Infart inferior



ARRÍTMIES |

1. Definició

Una arrítmia és una alteració del ritme cardíac que no és una resposta fisiològica. Les arrítmies poden venir causades per:

1. Problemes amb la formació de l'impuls

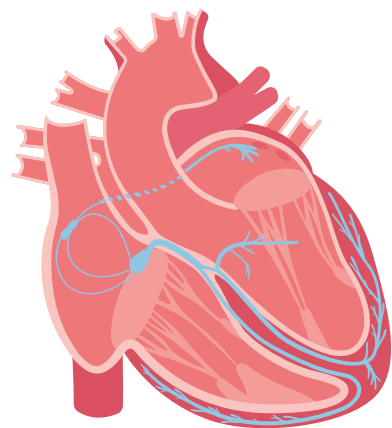
Aquesta alteració ve causada per un augment de l'automatisme o per una activitat elèctrica desencadenada (post-potencials). Es pot causar en qualsevol cèl·lula automàtica (amb capacitat de despolarització espontània):

- Node sinusal.
- Miocardi que rodeja el node auriculoventricular.
- Feix de His.
- Branques dreta i esquerra.
- Cèl·lules Purkinje.

2. Problemes amb la conducció de l'impuls

Hi ha una alteració en la transmissió de l'estímul elèctric:

- Bloqueig.
- Reentrada.



2. Sistema de conducció

El **sistema de conducció** del cor transmet l'impuls elèctric passant cronològicament per les cinc estructures marcades en la figura:

Node sinusal (1). Localitzat a la zona alta de l'aurícula dreta al costat de la inserció de la vena cava superior. Marcapassos predominant del cor.

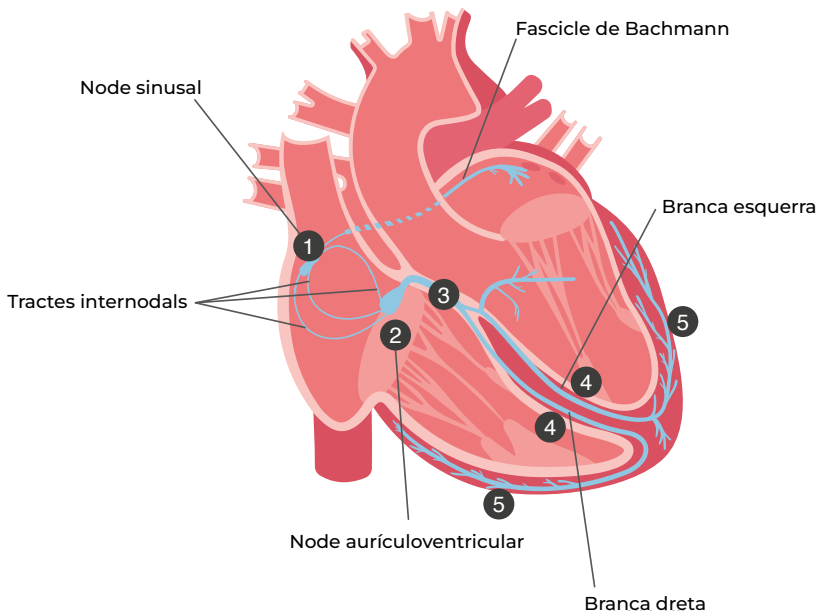
L'activitat elèctrica es condueix del node sinusal a l'aurícula esquerra a través del **fascicle de Bachmann**.

Node auriculoventricular (2). Localitzat a la zona baixa de l'aurícula dreta, al costat del septe interatrial.

La seva funció és endarrerir l'estímul elèctric per donar temps a què s'omplin els ventricles.

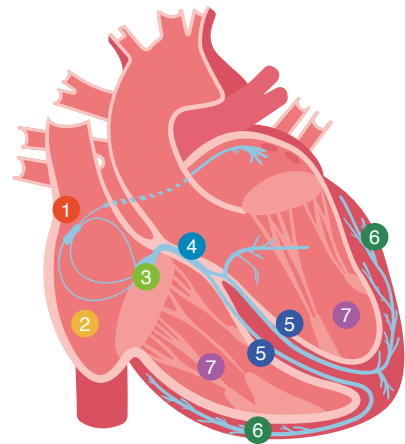
Feix de His (3). Branca comuna, que comunica el node AV amb les **branques dreta i esquerra (4)**, col·locades a nivell del septe interventricular.

Fibres de Purkinje (5). Tenen capacitat de marcapassos i de conducció ràpida, activant les cèl·lules no automàtiques o contràctils des de l'endocardi fins a l'epicardi.



3. Velocitats de conducció

- Les cèl·lules marcapassos de les zones proximals controlen les més distals.
- Quan aquestes zones proximals fallen, s'activen les distals, sempre a una freqüència menor.
- A la taula es mostren les velocitats de conducció de les diferents àrees.

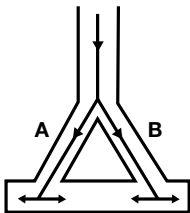


Seqüència d'activació	Estructura	Velocitat de conducció (m/s)	Freqüència de marcapassos (batecs/min)
1	Node sinusal	< 0,01	60 - 100
2	Miocardi auricular	1,0 - 1,2	Cap
3	Node AV	0,02 - 0,05	40 - 55
4	Feix de His	1,2 - 2,0	25 - 40
5	Branques	2,0 - 4,0	25 - 40
6	Fibres Purkinje	2,0 - 4,0	25 - 40
7	Miocardi ventricular	0,3 - 1,0	Cap

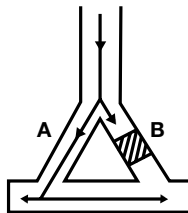
4. Mecanisme de reentrada

En un circuit de reentrada es perpetua la transmissió de l'impuls elèctric. Es necessiten tres condicions per a la reentrada:

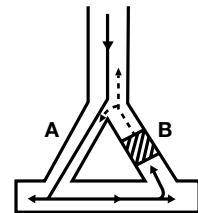
- Un circuit.
- Una diferència en el període refractari.
- Una conducció lenta en una de les parts del circuit perquè la resta del circuit es pugui recuperar i pugui ser estimulat de nou.



Conducció bidireccional

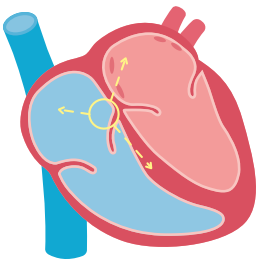


Bloqueig unidireccional

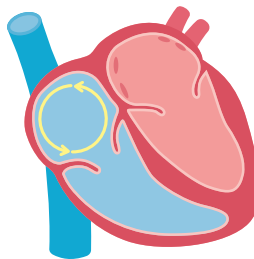


Recuperació de l'excitabilitat i reentrada

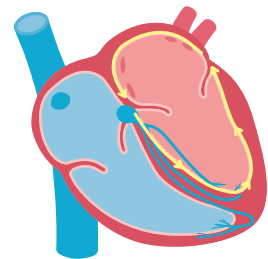
Exemples d'arrítmies per reentrada



Reentrada del node auriculoventricular



Flutter



Reentrada per via accessòria auriculoventricular

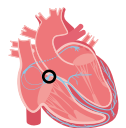
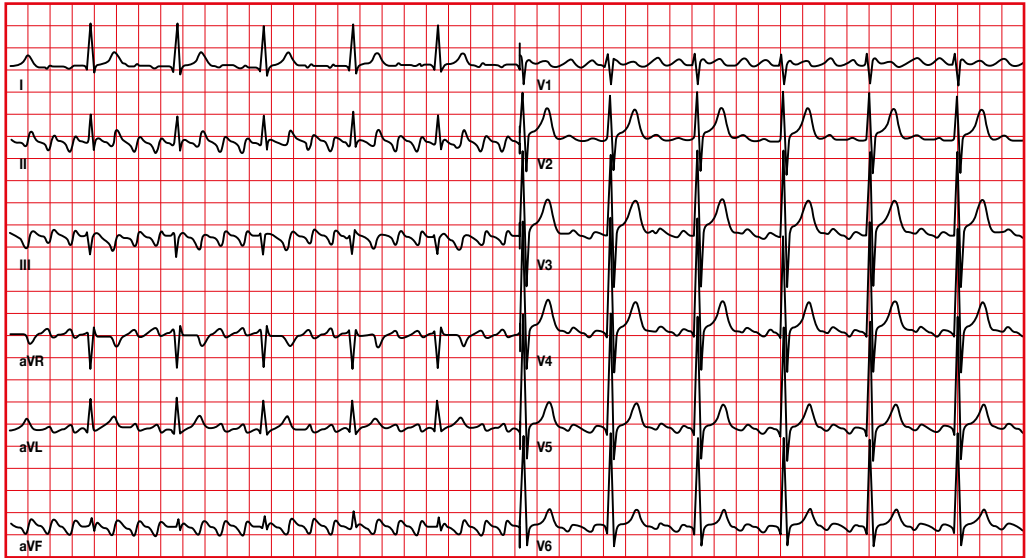
5. Tipus d'arrítmies

5.1. Arrítmies amb QRS estret

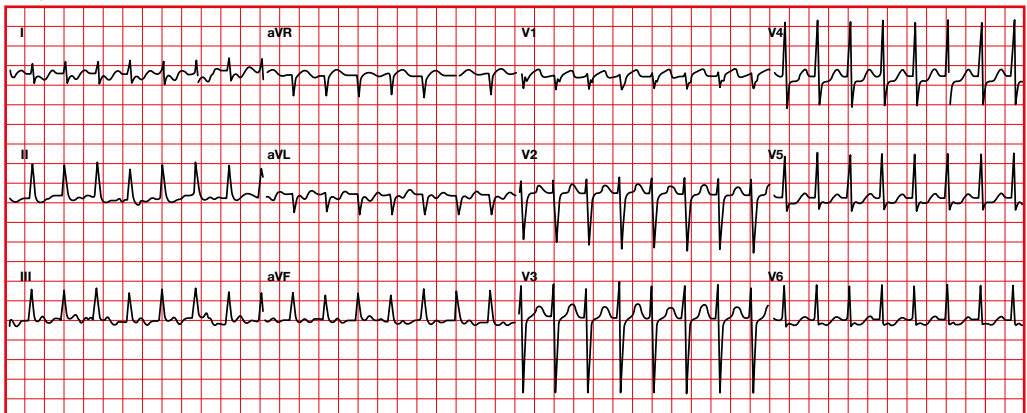
Són sempre supraventriculars.



Flutter

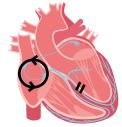


Taquicàrdia intranodal

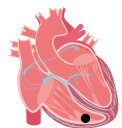
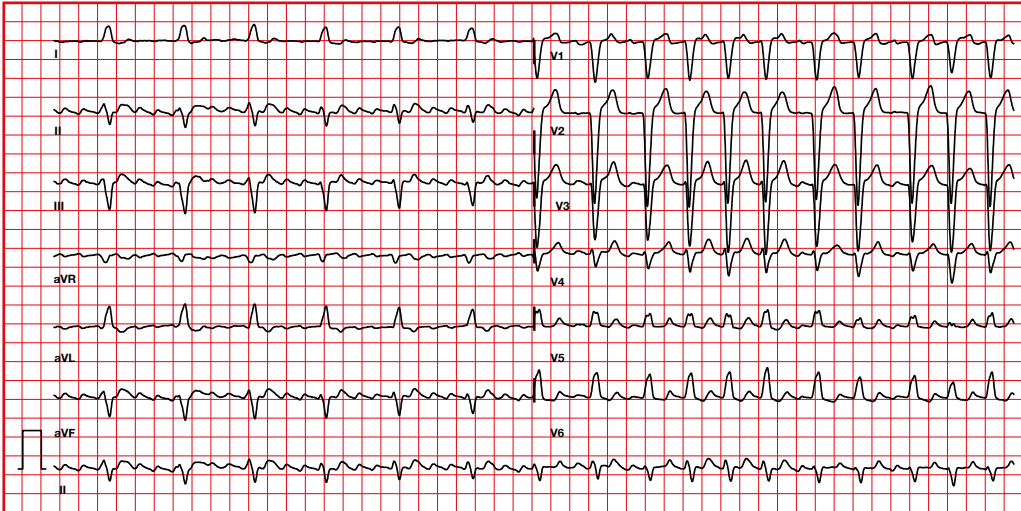


5.2. Arrítmies amb QRS ample

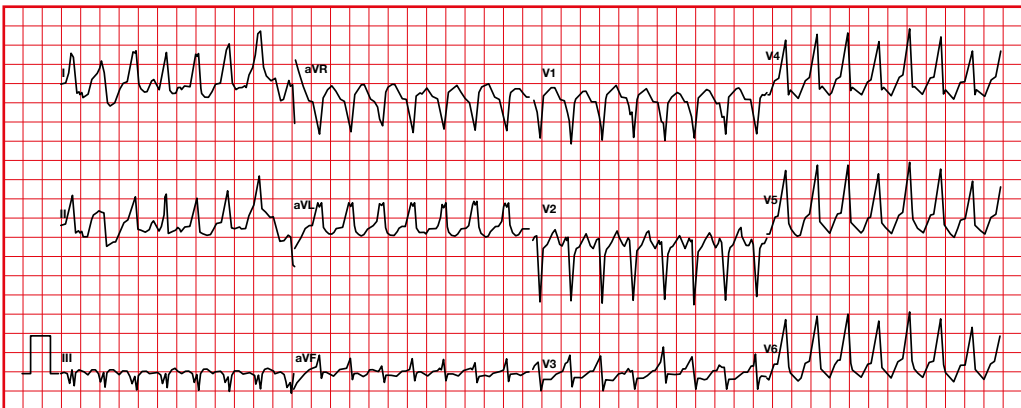
Poden ser ventriculars o supraventriculars amb alteració de la conducció (bloqueig) o reentrada.



Supraventricular. Flutter amb bloqueig de branca esquerra



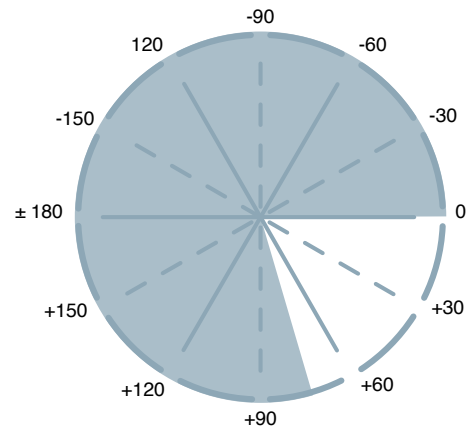
Taquicàrdia ventricular



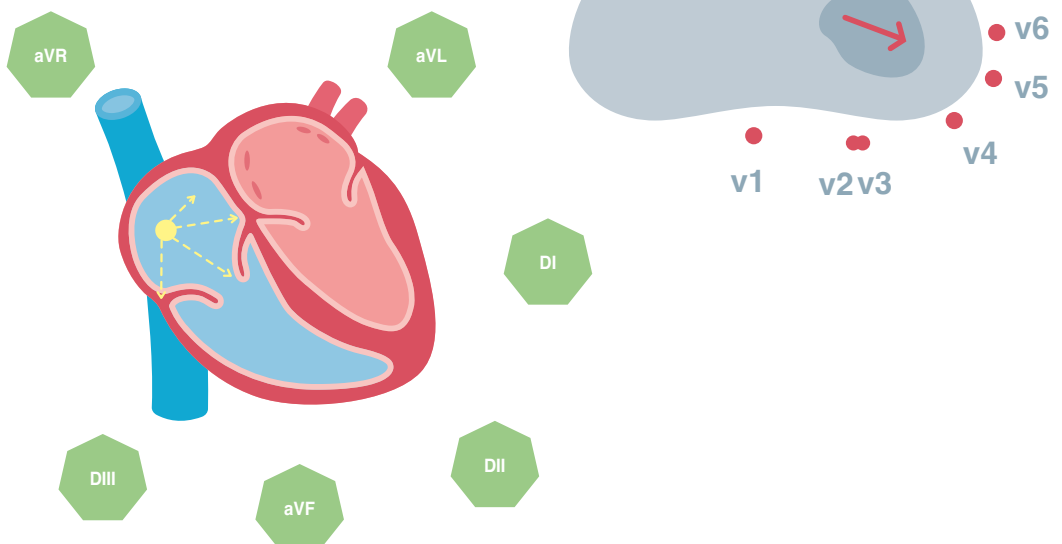
6. Ritmes supraventriculars

6.1. Ritme sinusal

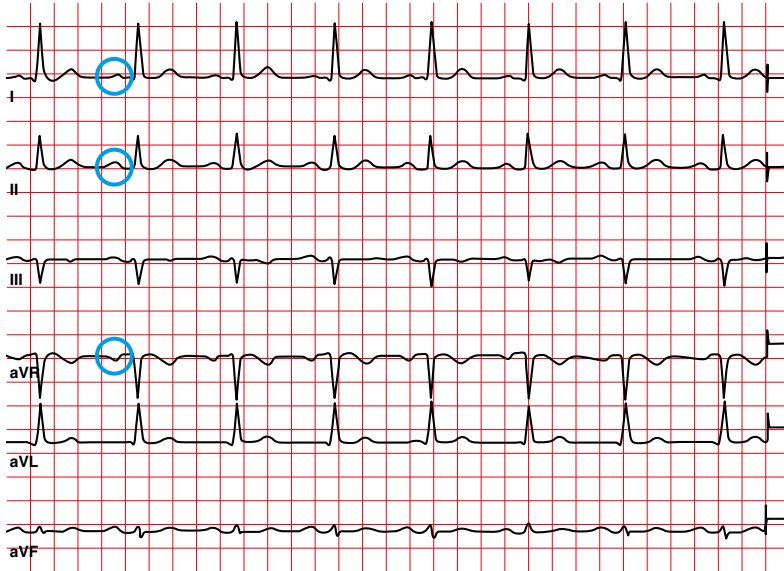
- Ritme originat en el node sinusal.
- Ona P de morfologia normal (positiva a I, II, invertida a aVR).
- Eix de la P 15-75°.
- FC entre 60 i 100 batecs per minut.
- Ritme regular. Interval PP més curt i més llarg varia < 0,16 segons (2 quadrats petits).



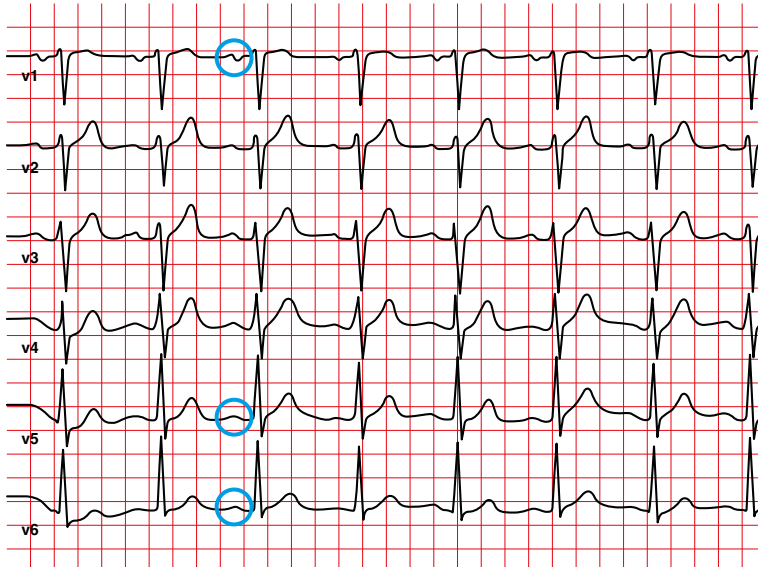
Eix de la P (0 a +75°)



P positiva a I, II — negativa a aVR



P positiva a V5, V6 — V1 normalment bifàsica



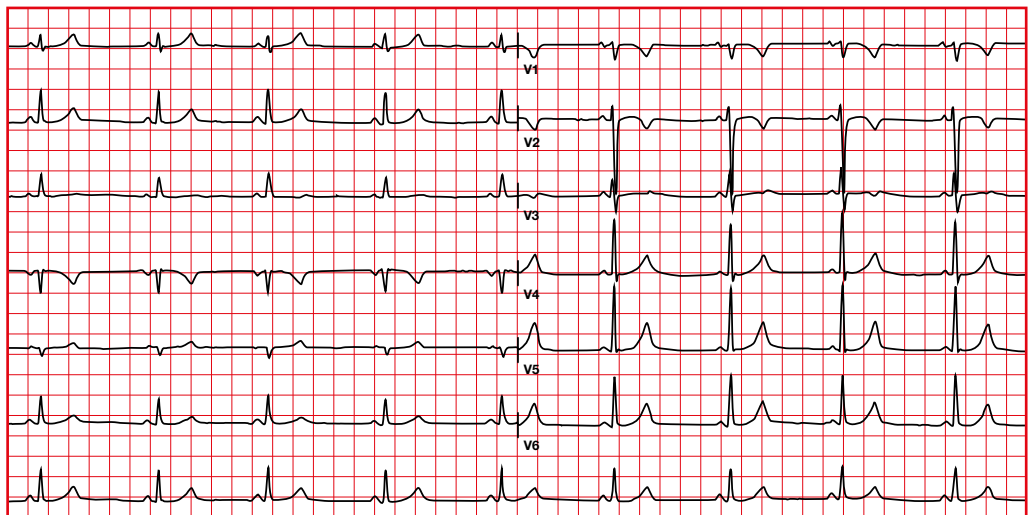
6.2. Bradicàrdia sinusal

- Pot ser deguda a una disminució de l'automatisme del node sinusal.
- Ona P de morfologia normal.
- Freqüència cardíaca menor de 60 batecs per minut.

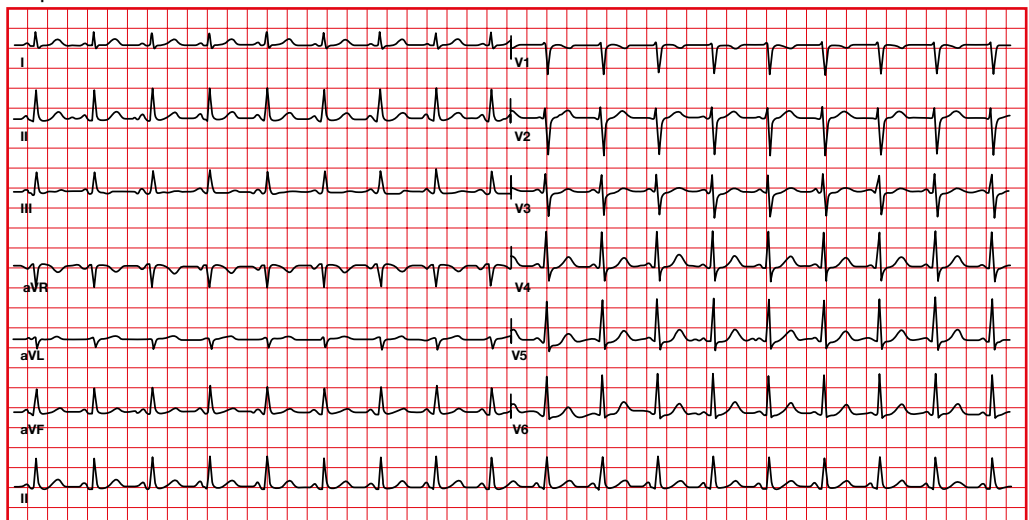
6.3. Taquicàrdia sinusal

- Ona P de morfologia normal.
- Freqüència cardíaca major de 100 batecs per minut.
- Amb augment de la freqüència cardíaca, l'amplitud de la P augmenta i el PR disminueix.

Bradicàrdia sinusal

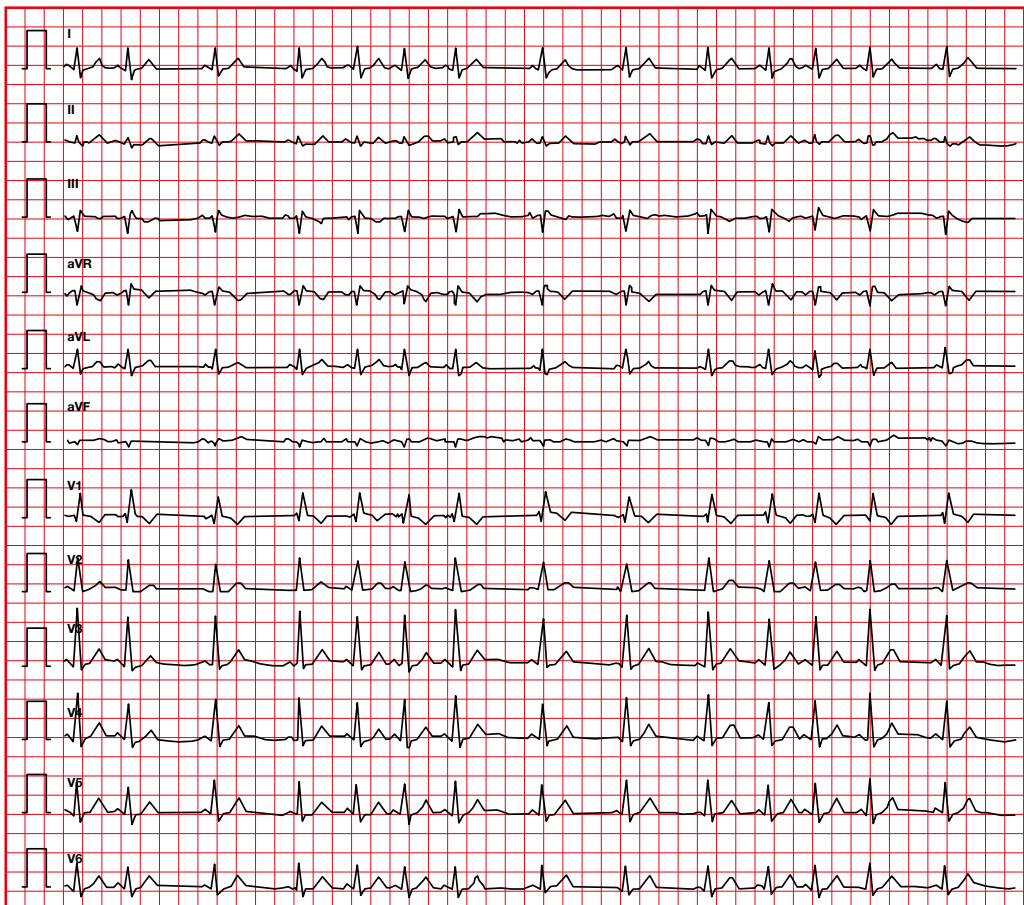


Taquicàrdia sinusal



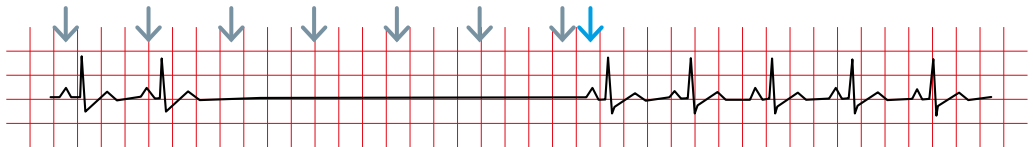
6.4. Arrítmia sinusal

- Ona P de morfologia normal.
- Canvi de l'interval PP gradual (pot ser sobtat).
- Entre l'interval PP més llarg i el més curt hi ha més de 0,16 segons.
- S'utilitza sovint per definir la variació normal amb la respiració (la freqüència sinusal augmenta amb la inspiració i disminueix amb l'expiració).



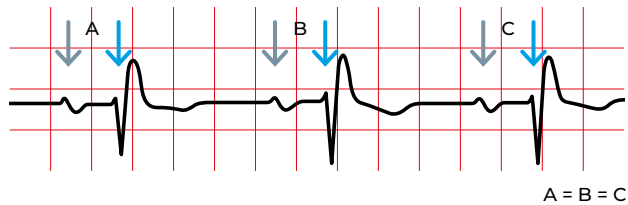
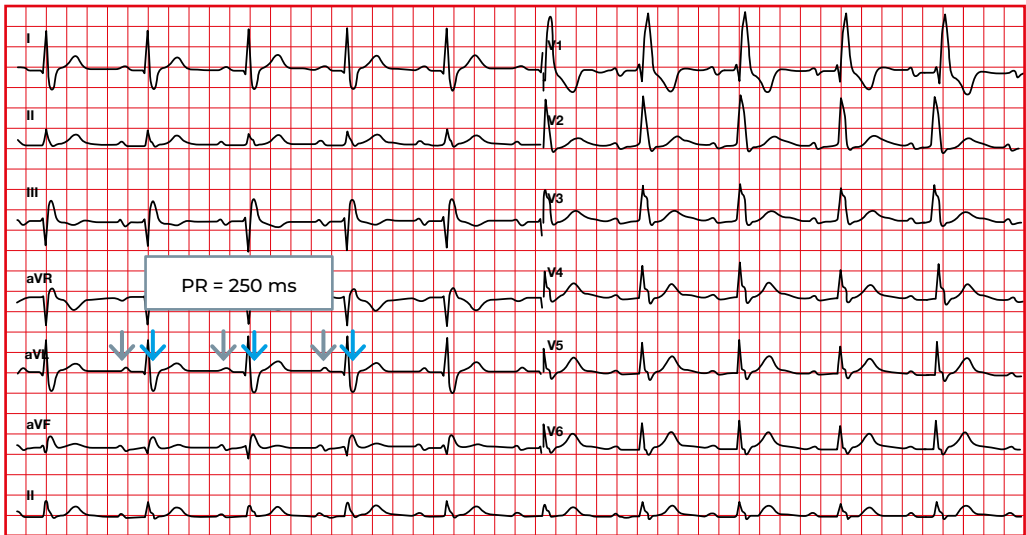
6.5. Pausa o aturada sinusal

- Incapacitat del node sinusal d'iniciar un impuls, amb absència d'ones P.
- Interval PR constant.
- Aturada sinusal: pausa > 2 segons.
- La pausa no és múltiple de l'interval PP previ a la pausa.



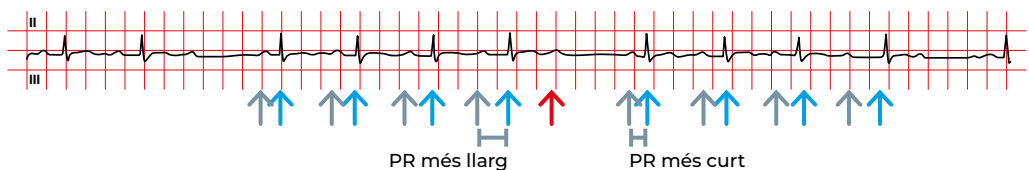
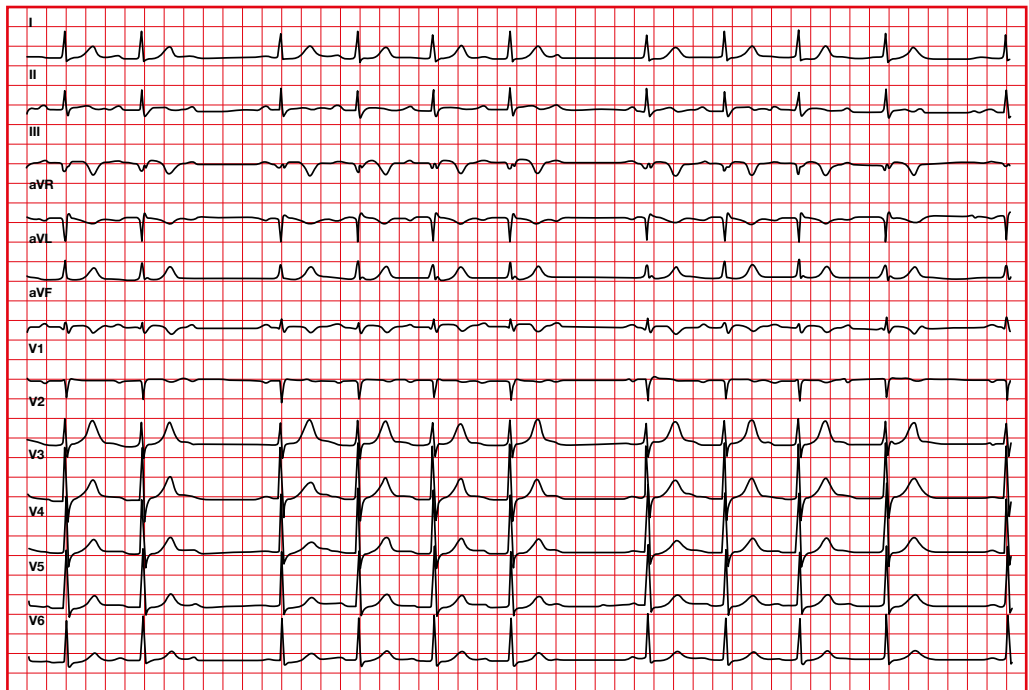
6.6. Bloqueig auriculoventricular (AV) de primer grau

- Cada P és seguida per un QRS.
- PR > 0,20 segons (en nens > 0,18 segons).
- PR constant.
- Ritme regular.



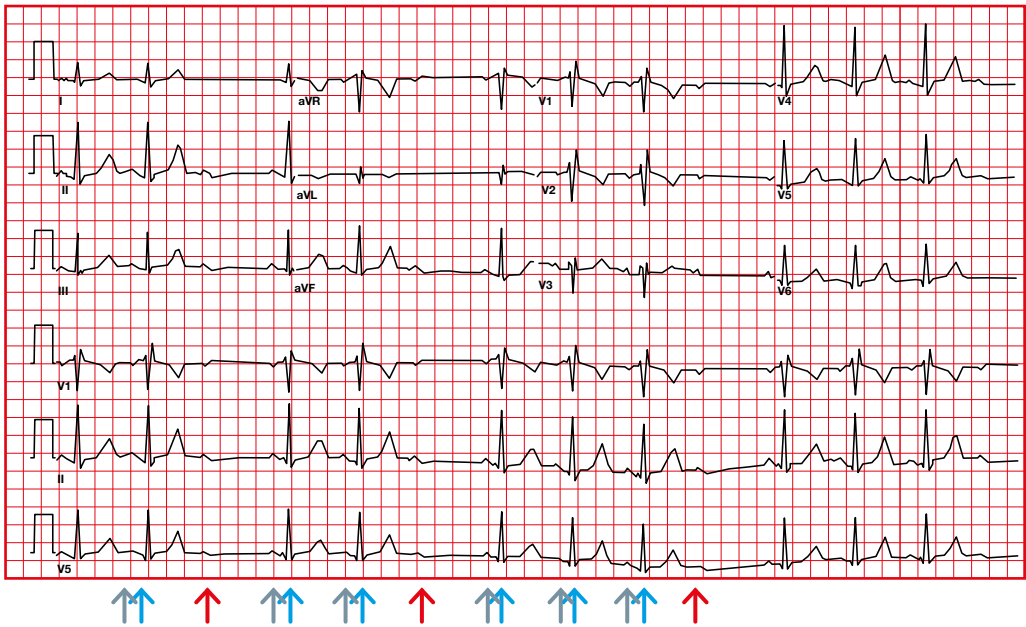
6.7. Bloqueig AV de segon grau tipus I (Mobitz I o Wenckebach)

- Algunes P no condueixen.
- Prolongació progressiva de l'interval PR i escurçament de l'interval RR fins que una P es bloqueja i no és seguida per un QRS.
- Interval RR que conté la P no conduïda és menor a dos intervals PP.
- Se sol veure patró de batec en grup, el ritme ventricular pot semblar irregular.



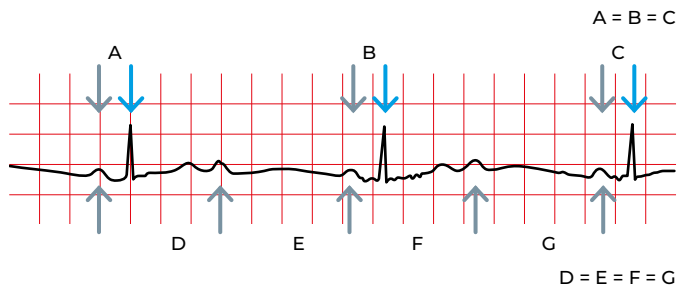
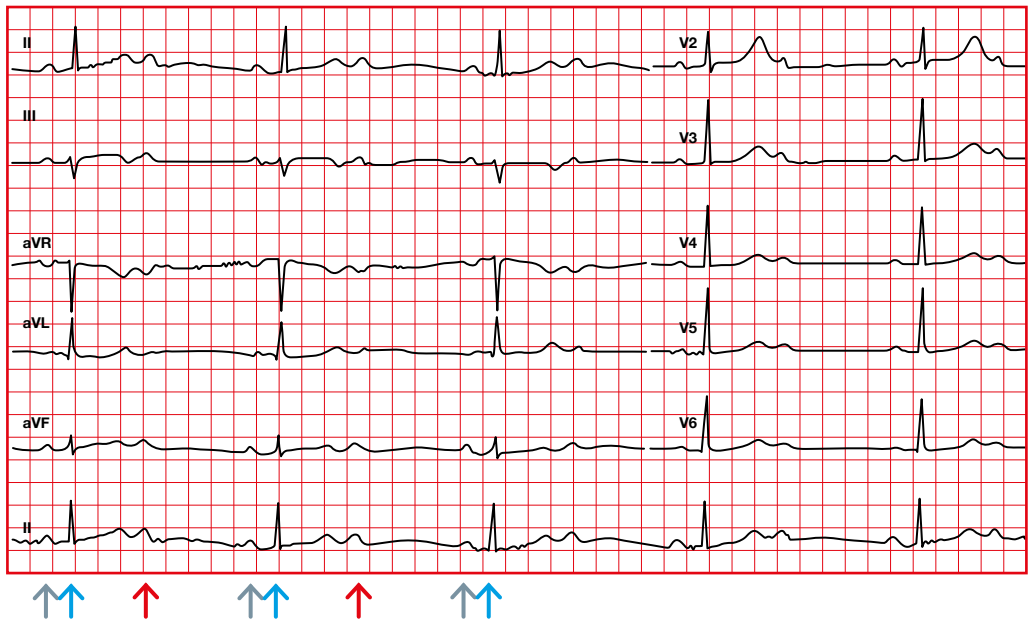
6.8. Bloqueig AV de segon grau tipus 2 (Mobitz II)

- Algunes ones P no condueixen.
- PR constant.
- No hi ha canvi en el PR o RR abans d'una P no conduïda.
- RR que conté la P no conduïda és el doble exacte d'interval PP.



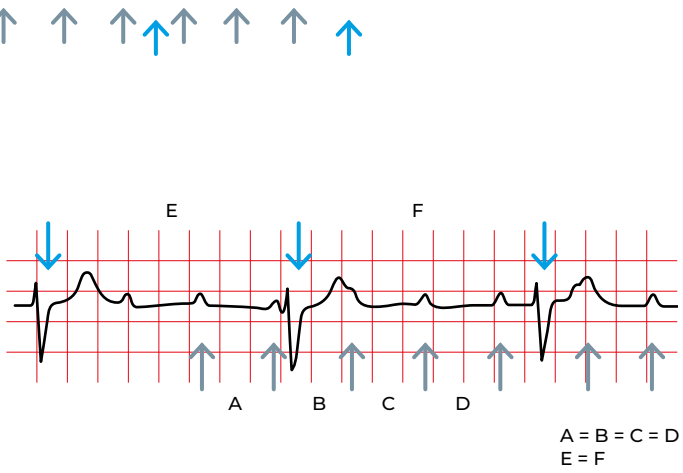
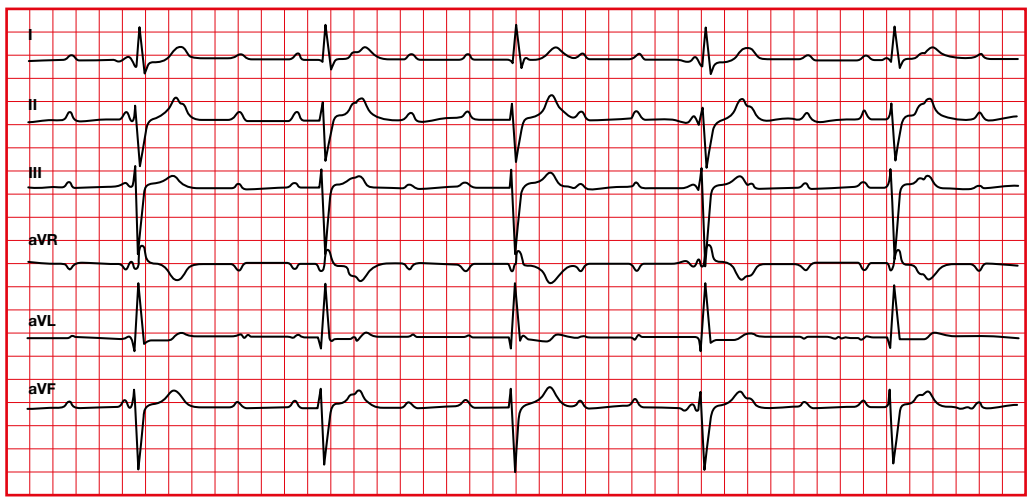
6.9. Bloqueig AV de segon grau tipus 2:1

- Pot ser Mobitz I o II.
- Si el QRS és anormal, amb bloqueig de branca o bloqueig bifascicular, segurament serà Mobitz II.



6.10. Bloqueig AV de tercer grau

- Ritmes auriculars i ventriculars són independents i regulars.
- El ritme auricular sol ser més ràpid que el ventricular.
- La P pot estar amagada dins un QRS o una T.
- Si el ritme ventricular és més ràpid que l'auricular hi ha dissociació AV, no bloqueig AV.

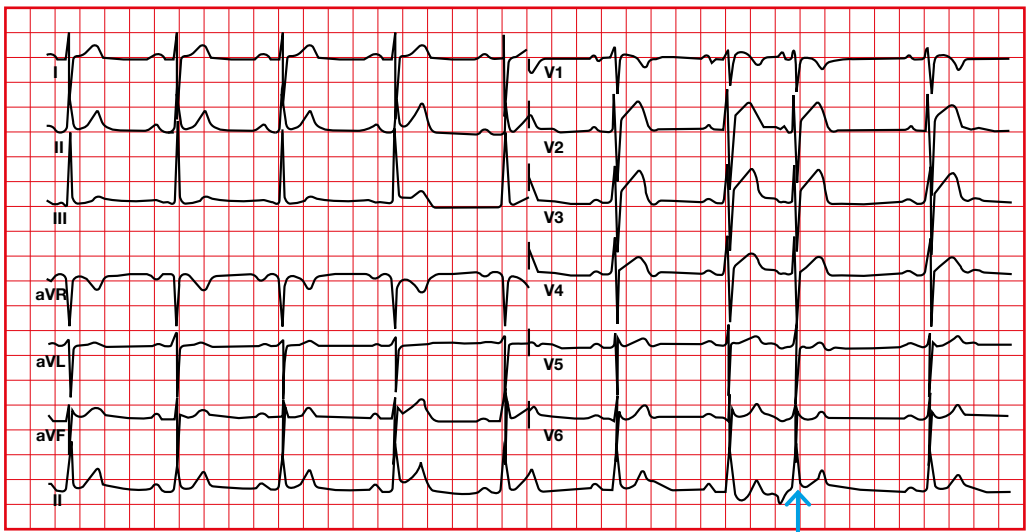


6.11. Extrasístoles auriculars

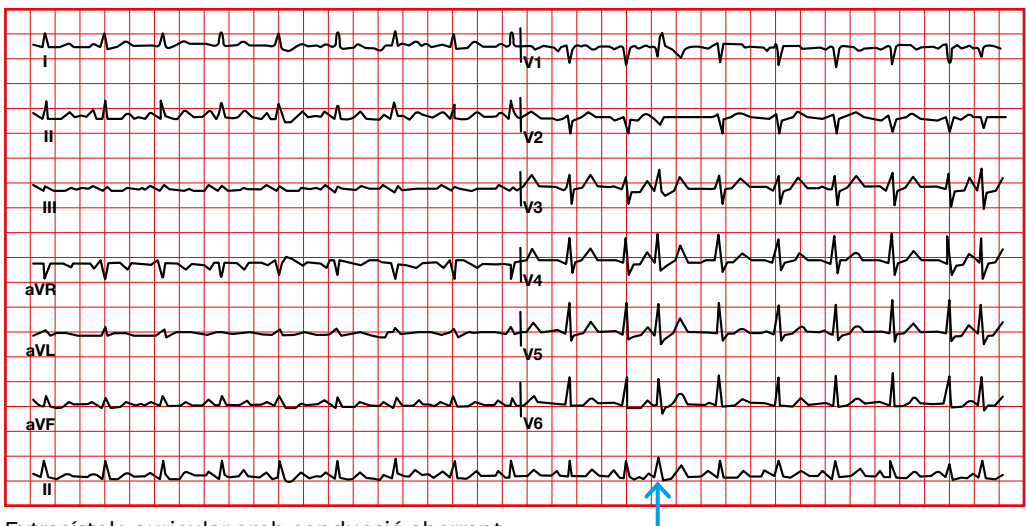
- L'ona P té morfologia anormal i és prematura respecte a l'interval PP normal.
- L'interval PR pot ser llarg, normal o curt.
- No hi ha pausa compensatòria.
- En l'extrasístole auricular no conduïda hi ha la P, però no hi ha QRS.

6.12. Extrasístoles auriculars amb conducció aberrant

Pot haver-hi bloqueig de branca si l'extrasístole és molt prematura (extrasístole amb conducció intraventricular aberrant).



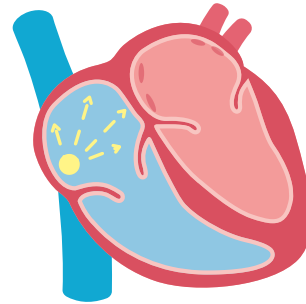
Extrasístole auricular



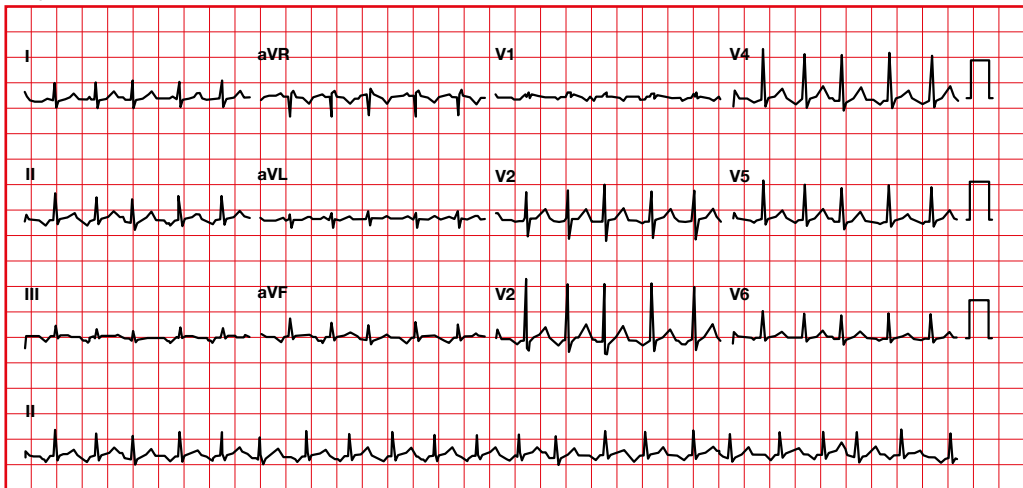
Extrasístole auricular amb conducció aberrant

6.13. Taquicàrdia auricular

- Eix i morfologia de la P diferent de la P sinusal.
- PR > 0,11 segons.
- Freqüència cardíaca > 100 batecs per minut.



Taquicàrdia auricular

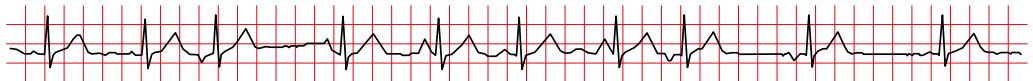
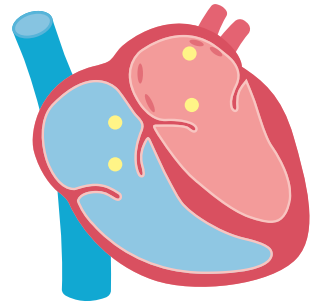


6.14. Taquicàrdia auricular multifocal

- P amb tres o més morfologies en una mateixa derivació.
- Freqüència cardíaca > 100 batecs per minut.
- Ritme irregular: PR, RR i RP variables.

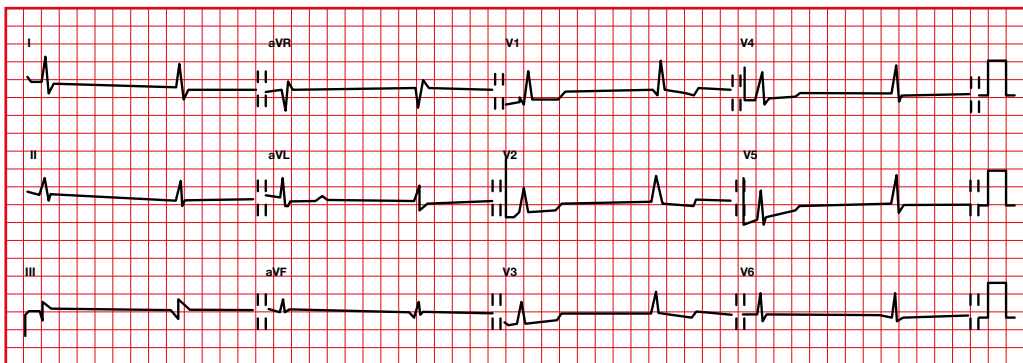
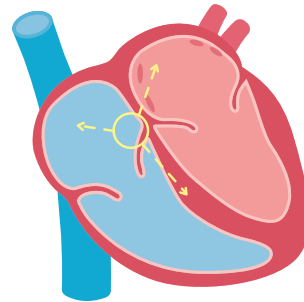
Ona P multifocal:

- Es pot confondre amb ritme sinusal amb complexos prematurs multifocals (però hi ha un marcapassos auricular, ona P, dominant).
- Es pot confondre amb flutter/FA. Cal buscar línia isoelèctrica, present en la multifocal.
- Molt comú en pacients amb MPOC (malaltia pulmonar obstructiva crònica).



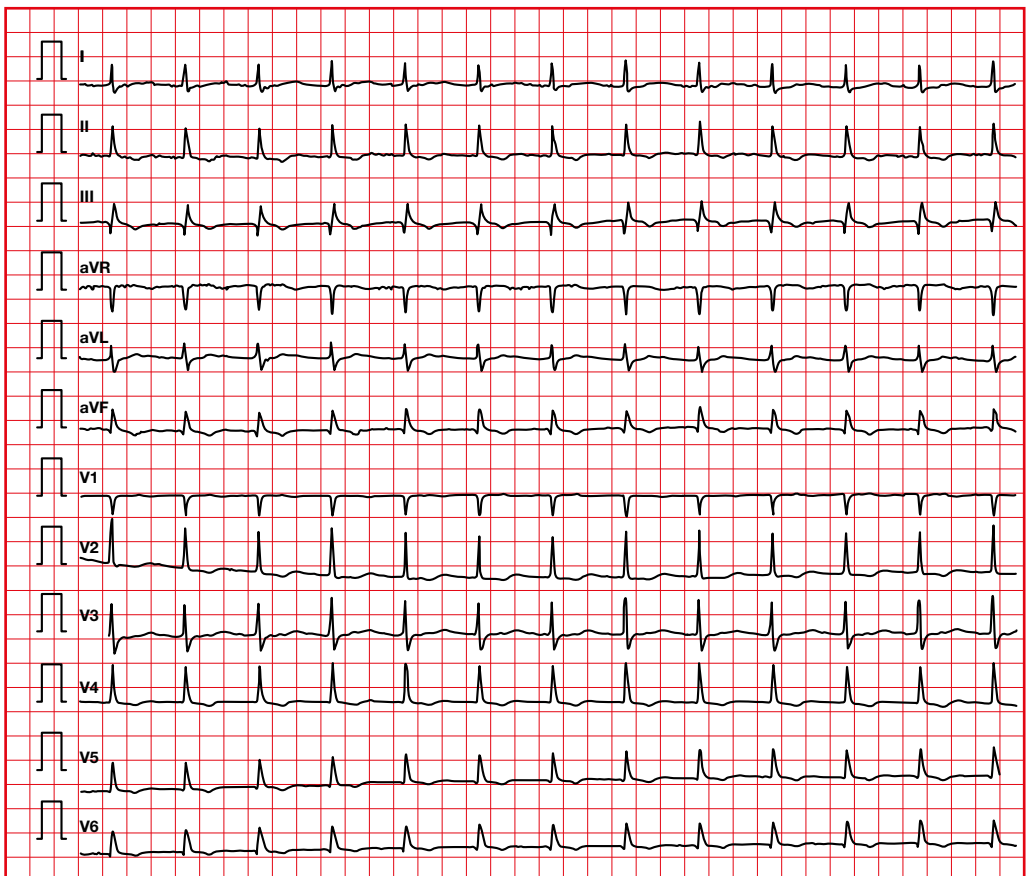
6.15. Ritme d'escapament nodal

- FC entre 40 i 60 batecs per minut.
- Activació auricular retrògrada. Una P negativa a II, III, aVF es pot veure davant, dins o darrere del QRS.
- QRS normal o aberrant.
- El complex QRS sol aparèixer en situació de manca d'estímul sinusal (bloqueig d'alt grau o pausa).



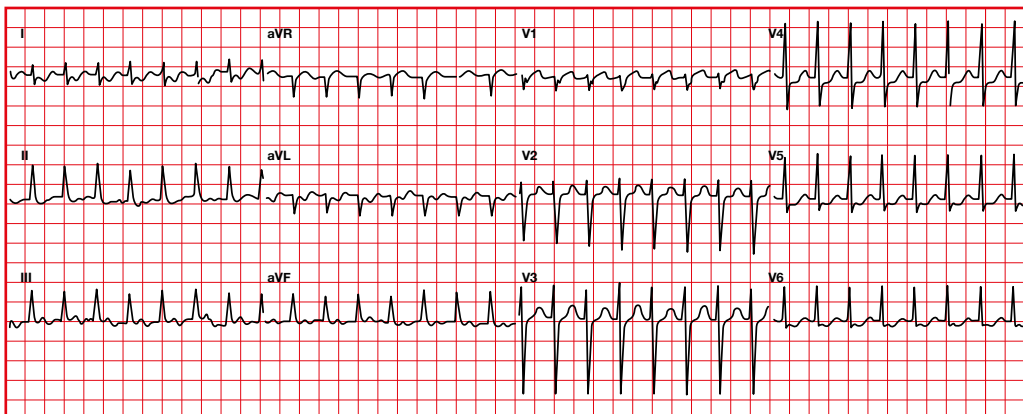
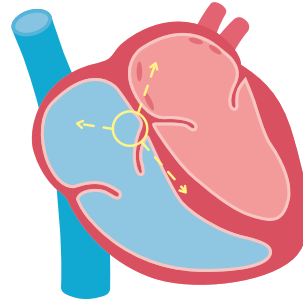
6.16. Ritme nodal accelerat

- Causat per un augment d'automatisme del node auriculo-ventricular.
- FC entre 60 i 100 batecs per minut.
- La P pot precedir, estar dins el QRS o darrere el QRS.
- QRS normal o aberrant.



6.17. Taquicàrdia intranodal

- Causades per un augment de l'automatisme o per reentrada.
- Activació atrial retrògrada.
- P anormal en axis i morfologia (P negativa a II, III, aVF).
- Freqüència cardíaca superior a 100 batecs per minut.
- Si hi ha conducció retrògrada per la via nodal ràpida, la P apareixerà molt ràpidament i al costat del QRS ($RP < PR$).
- Si hi ha conducció retrògrada per la via nodal lenta, l'ona P quedarà més allunyada del QRS ($RP > PR$).

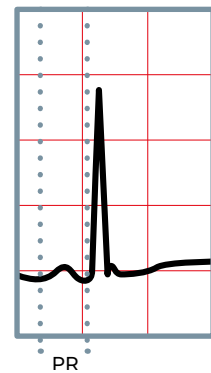
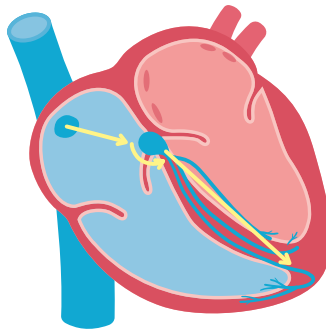


6.18. Reentrada nodal i via accessòria

- Microreentrada: nodal.
- Macroreentrada: via accessòria.

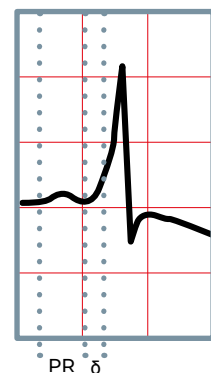
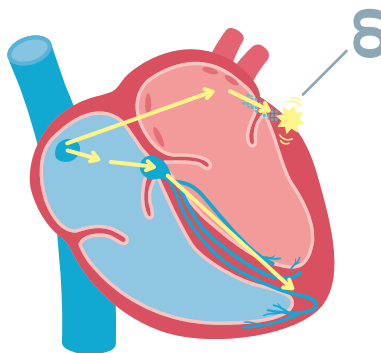
LGL (Síndrome de Lown-Ganong-Levine)

Combinació de PR curt, QRS normal i taquiarrítmies supraventriculars. Hi ha una ona P i un QRS normals, però ha disminuït el segment PR degut a la més ràpida activació del ventricle, sense passar pel node AV.



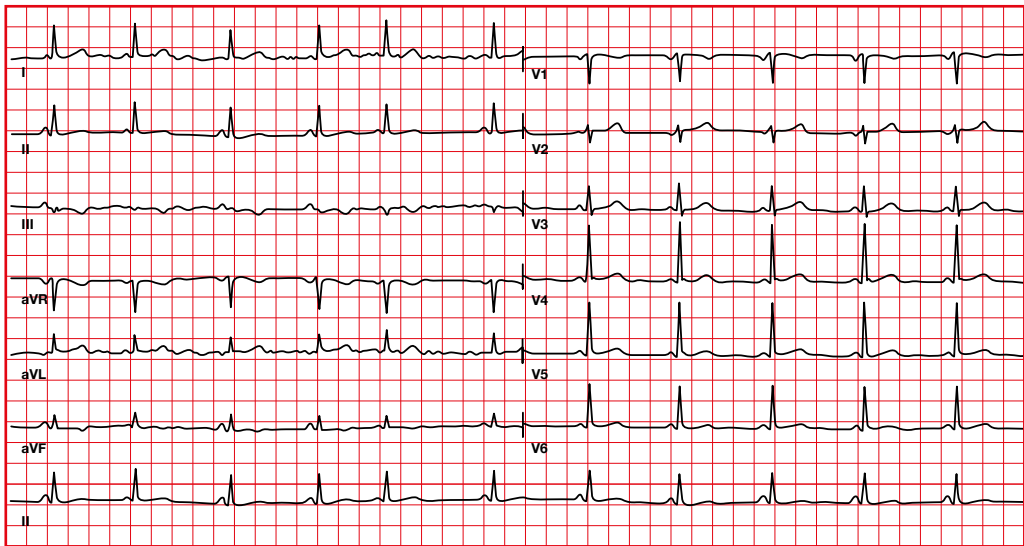
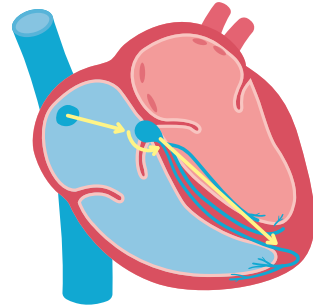
WPW (Síndrome de Wolff-Parkinson-White)

Combinació de PR curt, QRS ample causat per ona delta i taquiarrítmies supraventriculars. L'ona delta es correspon amb l'activació de la part del ventricle adjacent a la via accessòria.



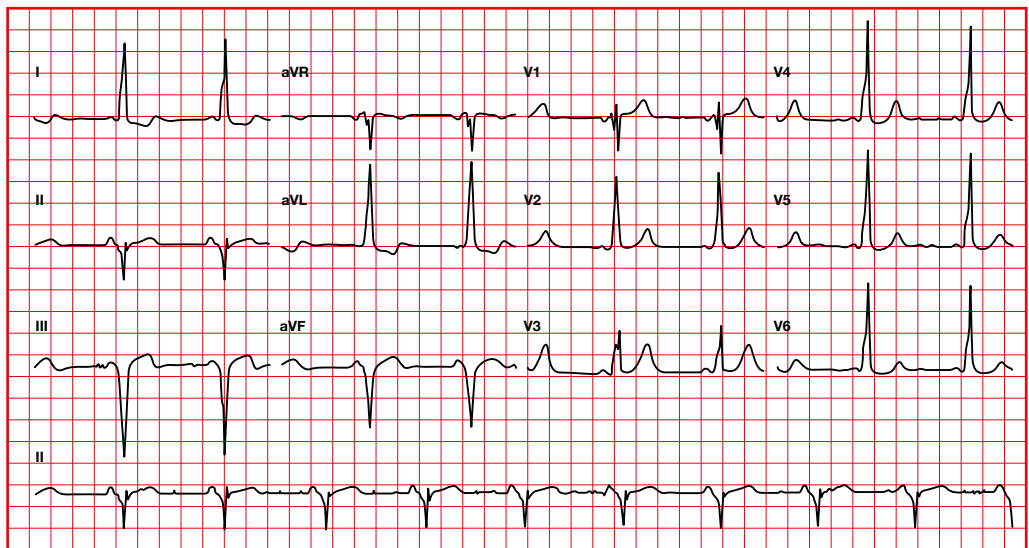
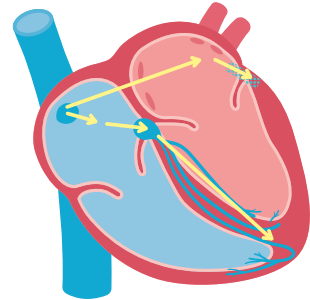
6.19. Síndrome de Long-Ganong-Levine

Hi ha una activació més ràpida de la despolarització ventricular, per una conducció accelerada a nivell del node auriculoventricular.

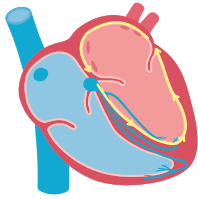


6.20. Síndrome de Wolff-Parkinson-White

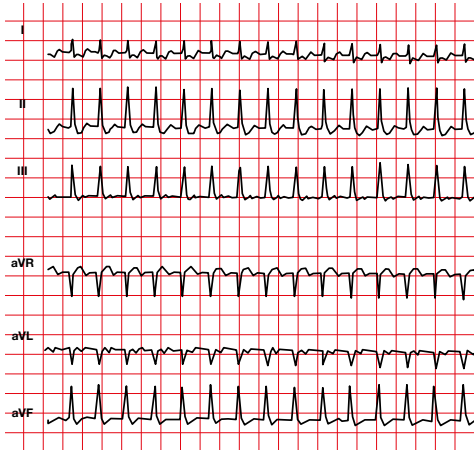
Hi ha una activació més ràpida de la despolarització ventricular, per l'activació de teixit ventricular adjacent a una via accessòria.



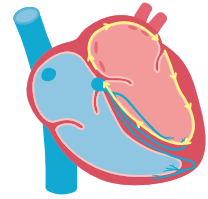
- **Taquicàrdia ortodròmica.** L'impuls va en la direcció adequada (l'impuls baixa pel feix de His i retorna a l'aurícula per la via accessòria). El QRS pot ser estret.



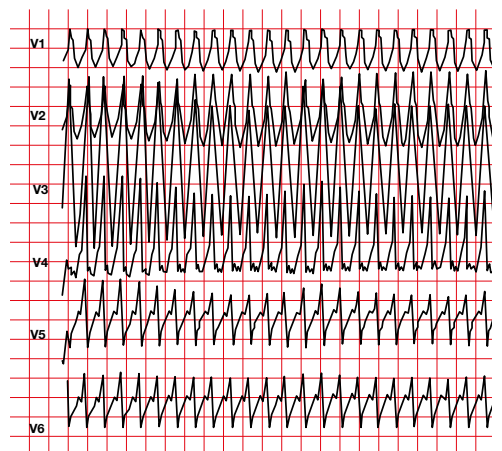
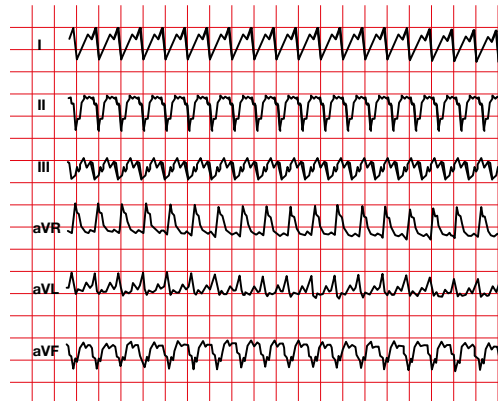
Taquicàrdia ortodròmica



- **Taquicàrdia antidròmica.** L'impuls va en la direcció contrària (l'impuls baixa per la via accessòria i retorna a l'aurícula pel feix de His). El QRS sempre serà ample.

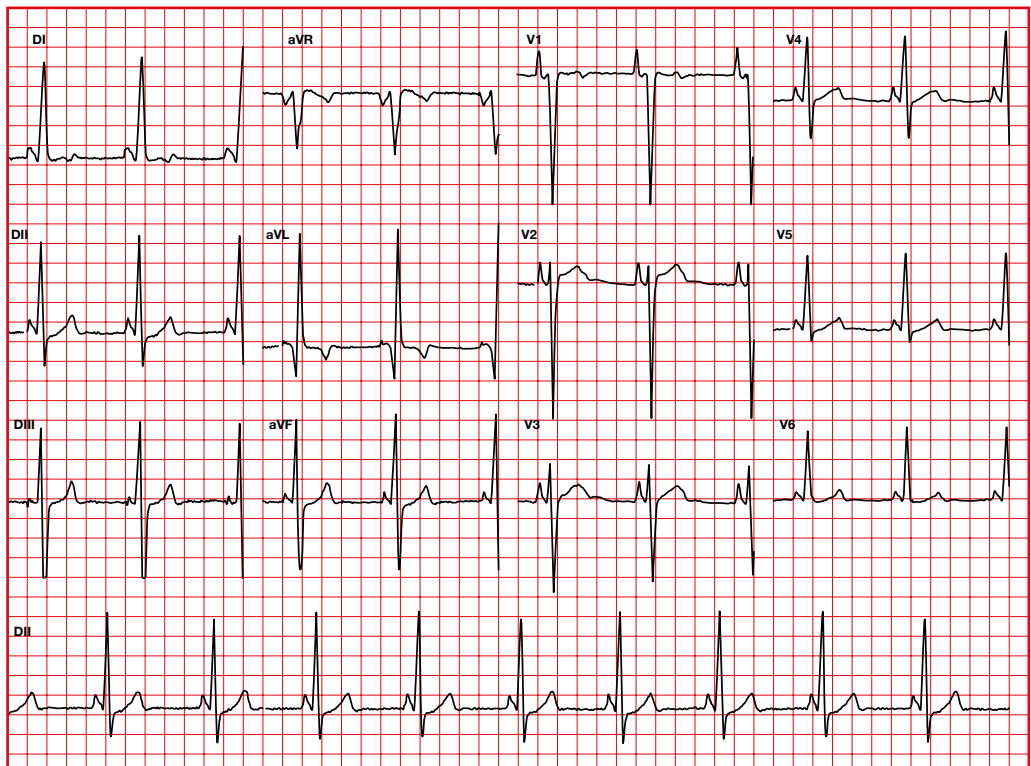


Taquicàrdia antidròmica



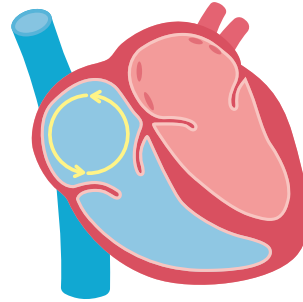
6.21. PR curt amb hipertròfia ventricular esquerra

El fenotip caracteritzat per la presència de preexcitació, alteracions de la conducció i hipertròfia ventricular esquerra pot estar associat amb variacions genètiques en el gen PRKAG2, provocant una alteració en l'emmagatzematge de glucogen en els miòcits cardíacs.

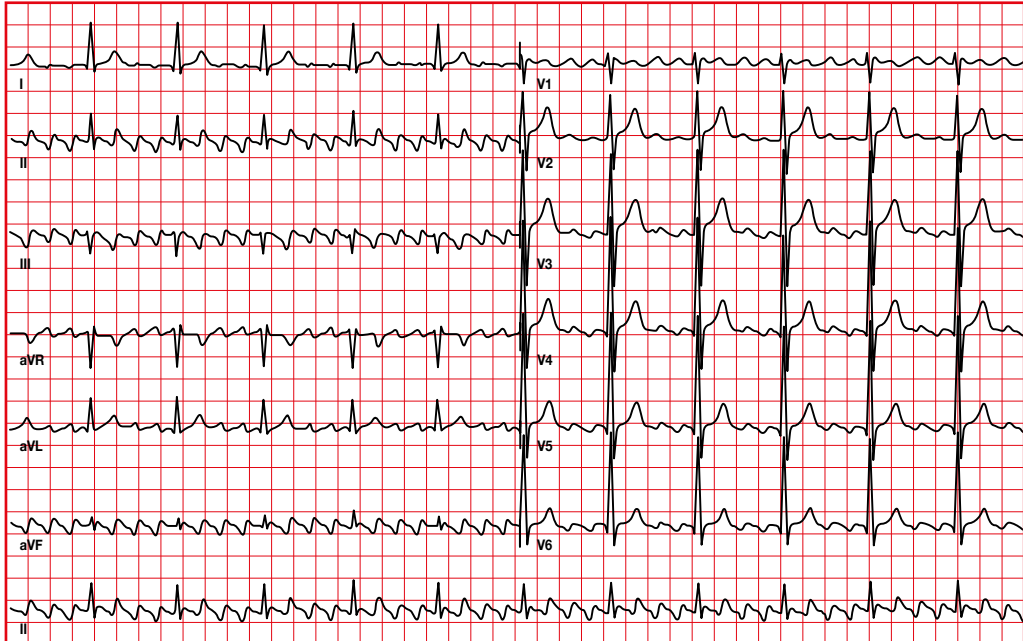


6.22. Flutter

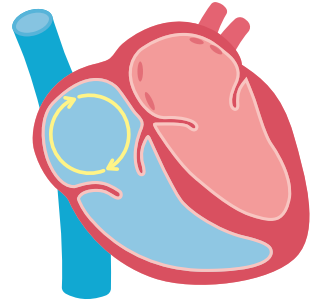
- Es detecten ondulacions auriculars ràpides (ones F o de flutter a 250-300 per minut).
- En el flutter típic, el circuit utilitza l'istme cavotricuspidi.
- Sospiteu flutter quan la freqüència sigui de 150 batecs per minut (bloqueig 2:1).



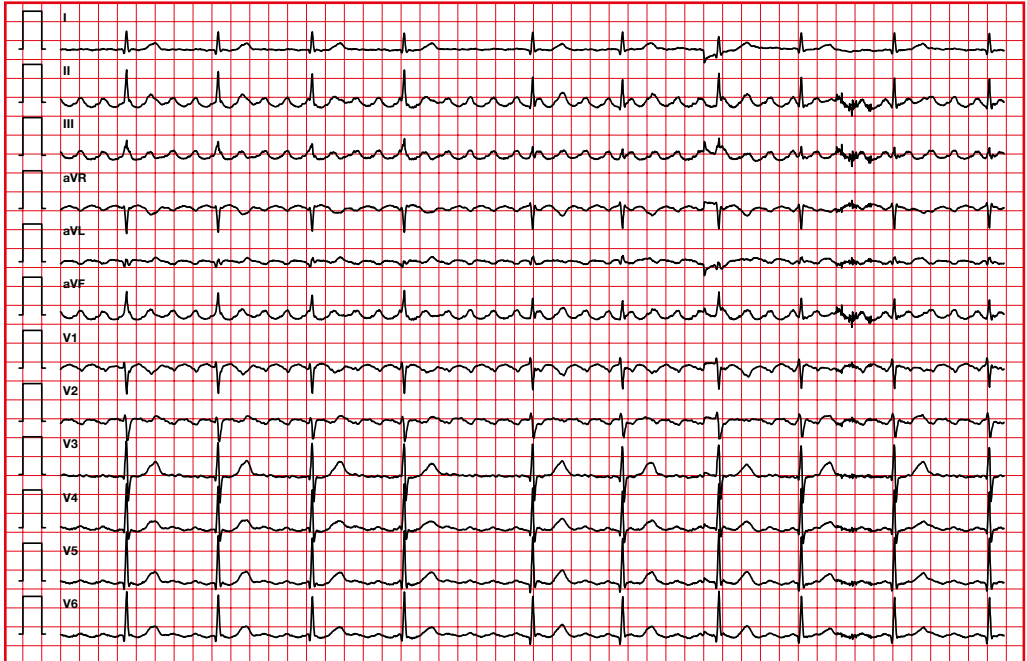
Flutter típic



Ones F negatives a II, III i a aVF. Circuit en sentit contrari de rellotge.

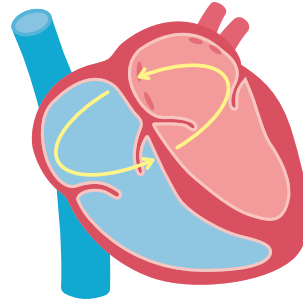


Flutter típic amb conducció AV variable

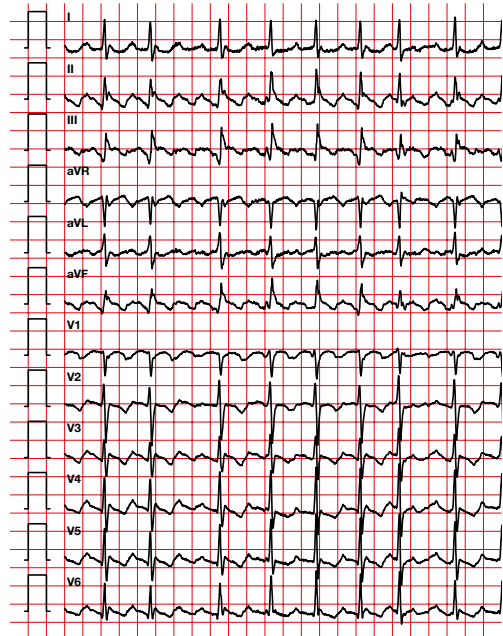
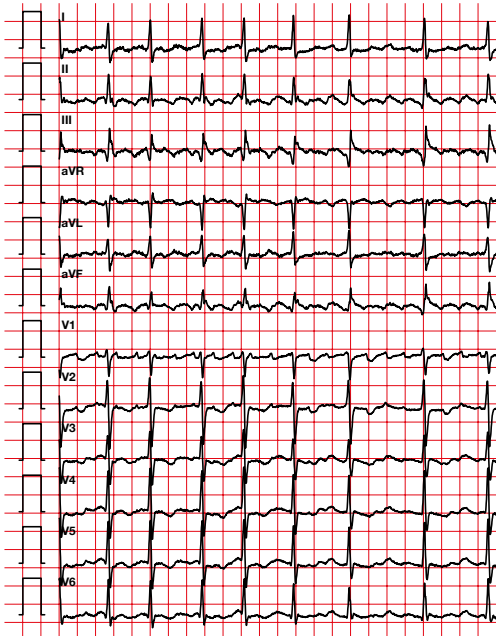


6.23. Flutter atípic

- S'aplica a taquicàrdies auriculars ràpides amb patrons d'EKG que difereixen del flutter típic descrit anteriorment, i també a taquicàrdies per reentrada amb configuració del circuit diferent del circuit de flutter típic.
- El flutter atípic s'associa sovint amb malalties cardíques estructurals, especialment en pacients intervinguts d'una cirurgia cardíaca o d'una ablació extensa amb catèter per al tractament de la fibril·lació auricular.
- El circuit no utilitza l'istme cavotricuspidi.

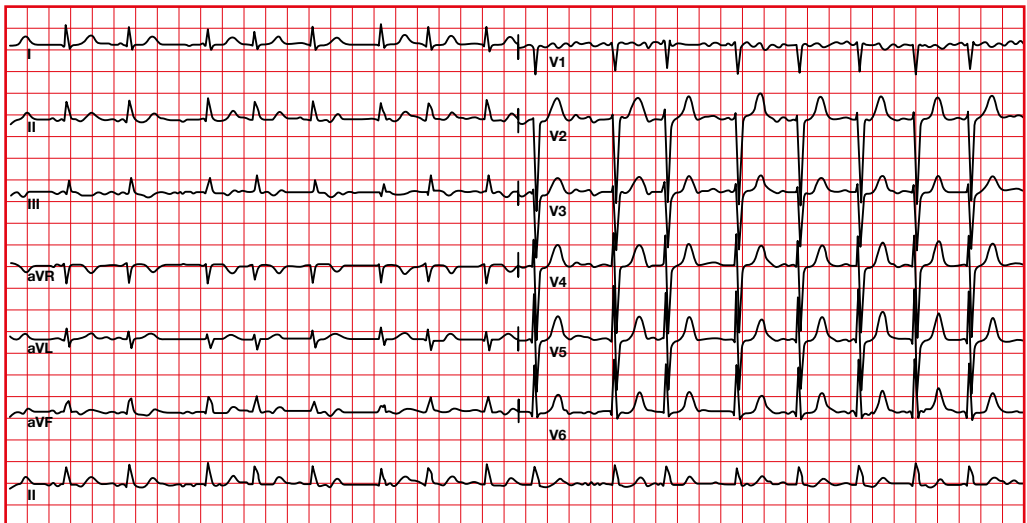
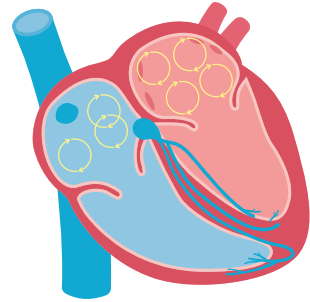


Flutters atípics en un pacient amb ablacions prèvies



6.24. Fibril·lació auricular

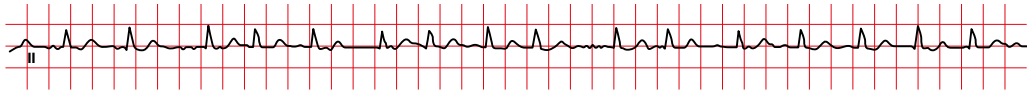
- Ritme auricular ràpid (entre 400 i 700 per minut).
- És un ritme desorganitzat, sense capacitat de generar contracció auricular.
- Veurem presència d'ones f (ones de fibril·lació).
- El ritme ventricular és irregular.
- Quan hi ha fibril·lació auricular lenta, cal pensar en intoxicació digitàlica.



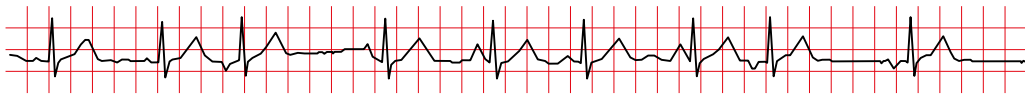
6.25. Arrítmies amb QRS estret i amb ritme irregular

Típicament la fibril·lació auricular i la taquicàrdia auricular multifocal són irregulars.

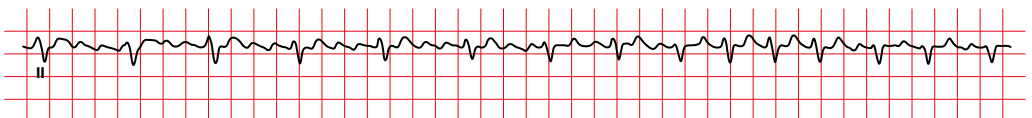
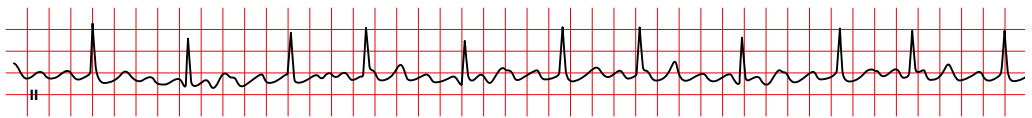
Fibril·lació auricular



Taquicàrdia auricular multifocal



La freqüència i la regularitat dels complexos QRS en el flutter auricular depenen de la conducció AV.



↑ 4:1 ↑ 75 bpm ↑ 3:1 ↑ 100 bpm ↑ 2:1 ↑ 150 bpm

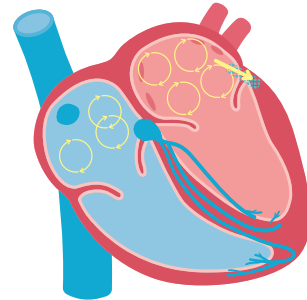
6.26. WPW amb fibril·lació auricular

En la síndrome de WPW, quan es desencadena fibril·lació auricular, l'impuls es transmet a través de la via accessòria i no a través del node AV (per tant, no hi ha fre en l'activació ventricular).

La freqüència ventricular pot arribar als 200-300 impulsos per minut i causar una fibril·lació ventricular i mort sobtada.

Una fibril·lació auricular o flutter amb QRS que varia en l'amplada i FC > 200 suggereix WPW.

Veurem QRS amples canviants amb ritme irregular.

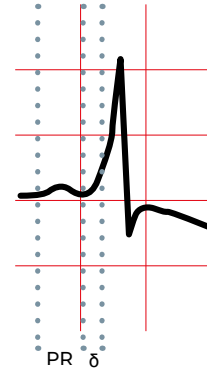
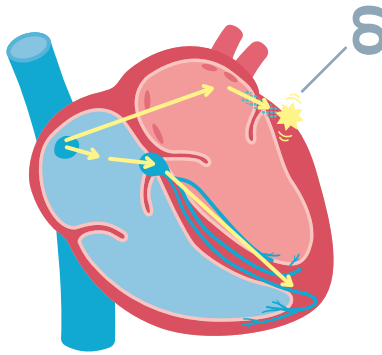


6.27. Electrocardiograma abans i després de l'ablació

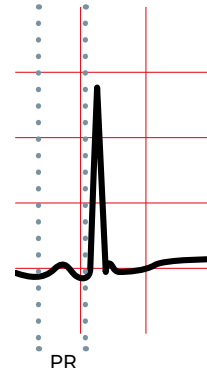
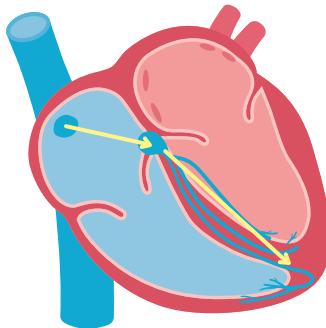
L'ablació de la via accessòria elimina la comunicació anòmala entre aurícula i ventricle, obligant a que tota l'activació es realitzi a través del node auriculoventricular, recuperant la normalitat.

Atès que no hi ha activació de teixit ventricular adjacent a la via accessòria, l'ona delta desapareix i l'interval PR es normalitza.

Abans de l'ablació



Després de l'ablació



6.28. Classificació de les arrítmies supraventriculars

	Taquicàrdia	Ona P	QRS
Taquicàrdia sinusal	Rítmica (90-130 bpm)	Morfologia normal (+ DII, DIII i - aVR)	Estret (amb sistema de conducció intacte)
Taquicàrdia auricular	Rítmica (150-220 bpm)	Morfologia no sinusal	Estret (amb sistema de conducció intacte)
Taquicàrdia auricular multifocal	Arrítmica (90-150 bpm)	Morfologia no sinusal (3 P diferents)	Estret (amb sistema de conducció intacte)
Taquicàrdia intranodal (supraventricular paroxística)	Rítmica (120-150 bpm)	P dins el QRS o just després (difícil detectar-la)	Estret (amb sistema de conducció intacte)
Taquicàrdia ortodròmica (via accessòria WPW)	Rítmica (120-180 bpm)	Després de QRS P negativa cara inferior (DII, DIII i aVF) i positiva aVR	Estret (amb sistema de conducció intacte)
Taquicàrdia antidròmica (via accessòria WPW)	Rítmica (120-180 bpm)	Després de QRS P difícil visualitzar per QRS ample	Ample
Flutter auricular	Rítmica (150 bpm si conducció 2:1)	Ones F	Estret (amb sistema de conducció intacte)
Fibril·lació auricular	Arrítmica (150-180 bpm) Conducció ventricular irregular	Ones f	Estret (amb sistema de conducció intacte)

7. Ritmes ventriculars

7.1. Extrasístole ventricular

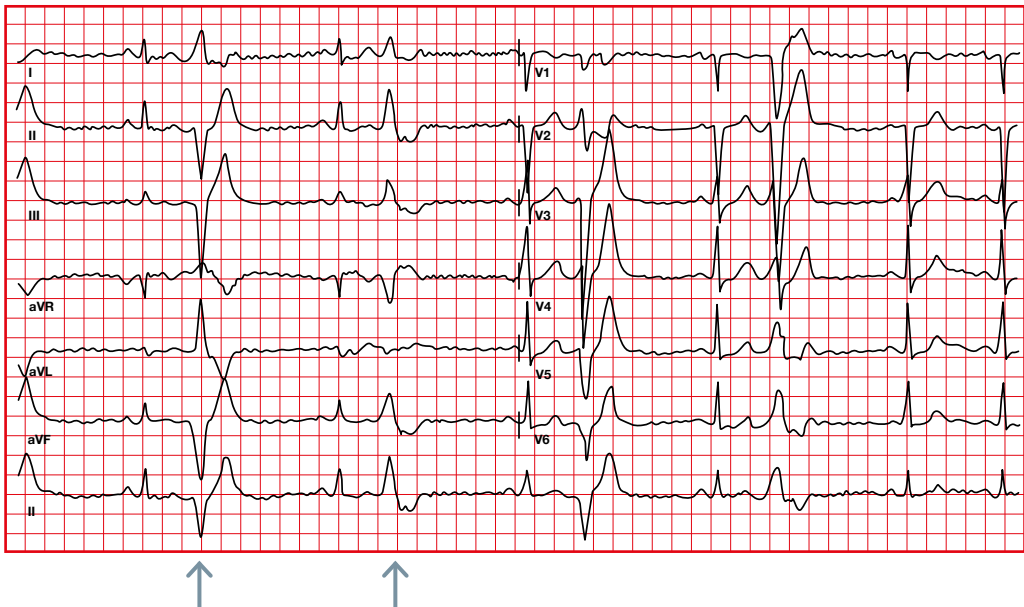
- QRS que és prematur respecte del RR normal i no precedit per una ona P.
- El QRS és $> 0,12$ segons normalment.
- L'eix inicial del QRS és diferent del QRS durant ritme sinusal.
- Canvis de ST-T secundaris en una direcció contrària a la deflexió major del QRS.
- Hi pot haver activació atrial retrògrada.
- Hi ha pausa compensatòria.

Monomorfa

Totes les extrasístoles són iguals en una mateixa derivació.

Polimorfa

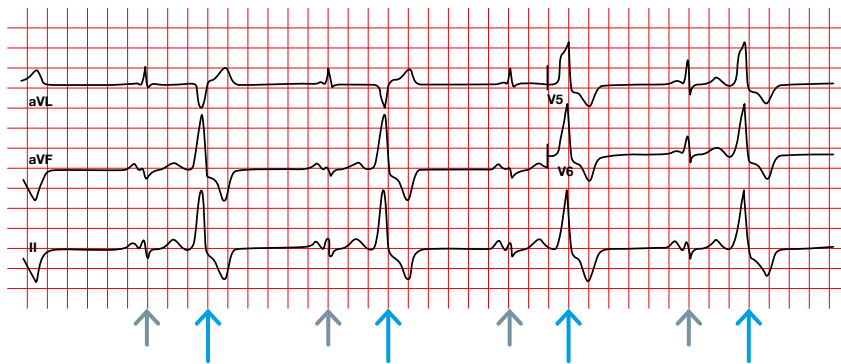
Dues o més morfologies.



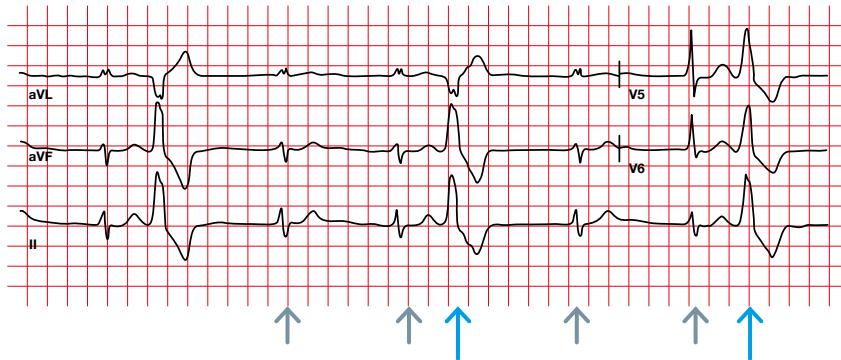
En alguns casos les extrasístoles apareixen de forma repetitiva, cada cert nombre de despolaritzacions normals.

S'anomena d'acord amb la relació numèrica entre les despolaritzacions normals i les extrasístoles.

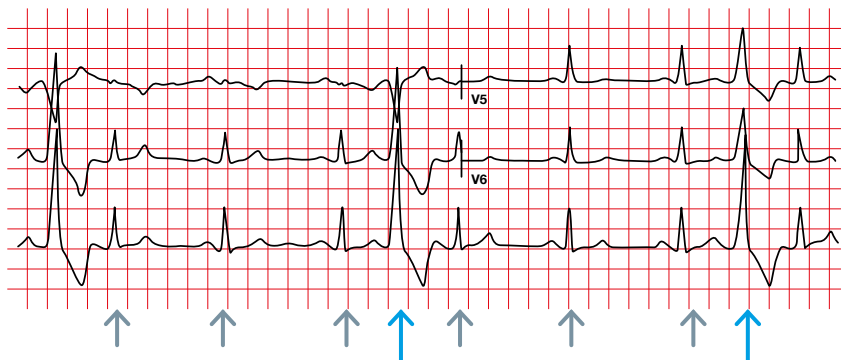
Bigeminisme



Trigeminisme



Quadrigeminisme

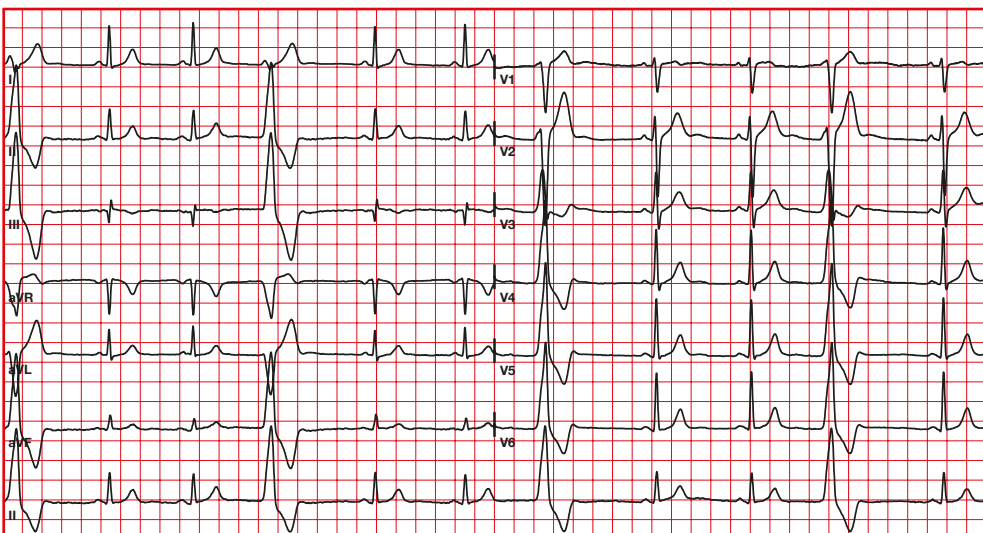
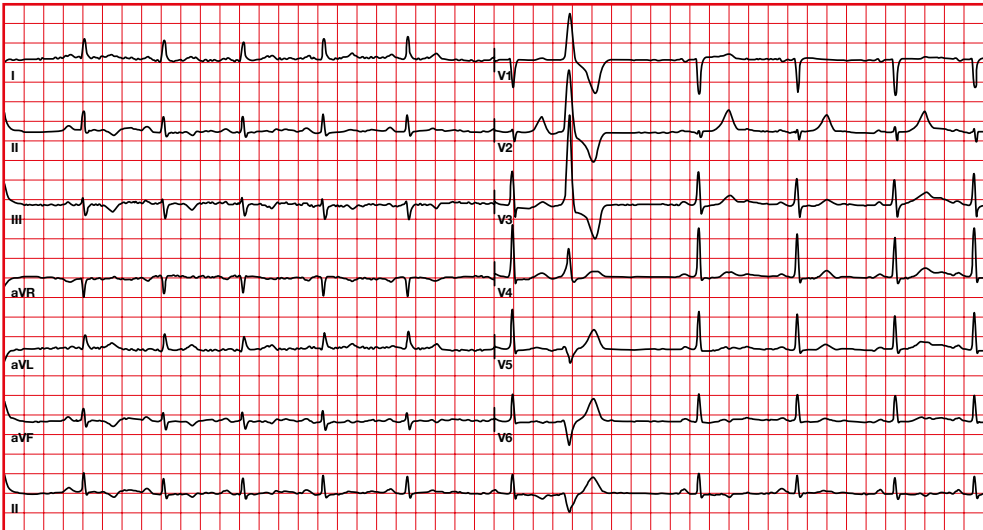


7.2. Extrasístole dreta

- A V1 serà negativa, amb patró de bloqueig de branca esquerra.
- Solen ser vistes en cors estructuralment normals.

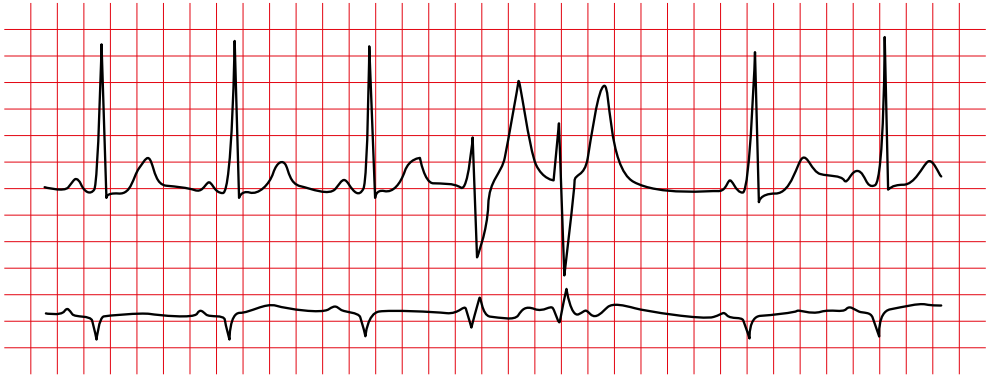
7.3. Extrasístole esquerra

- A V1 serà positiva, amb patró de bloqueig de branca dreta.
- Solen estar més associades a malaltia cardiovascular.
- Precipiten més fàcilment fibril·lació ventricular durant un infart agut de miocardi.

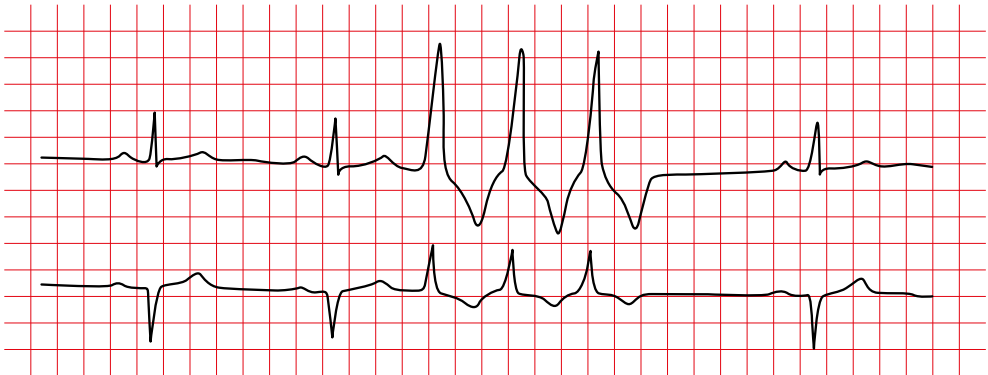


7.4. Extrasístoles ventriculars

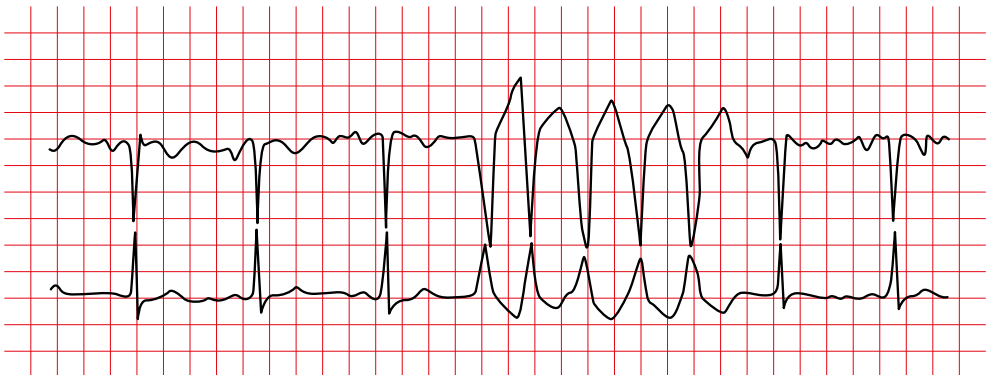
Doblet



Triplet



TV no sostinguda



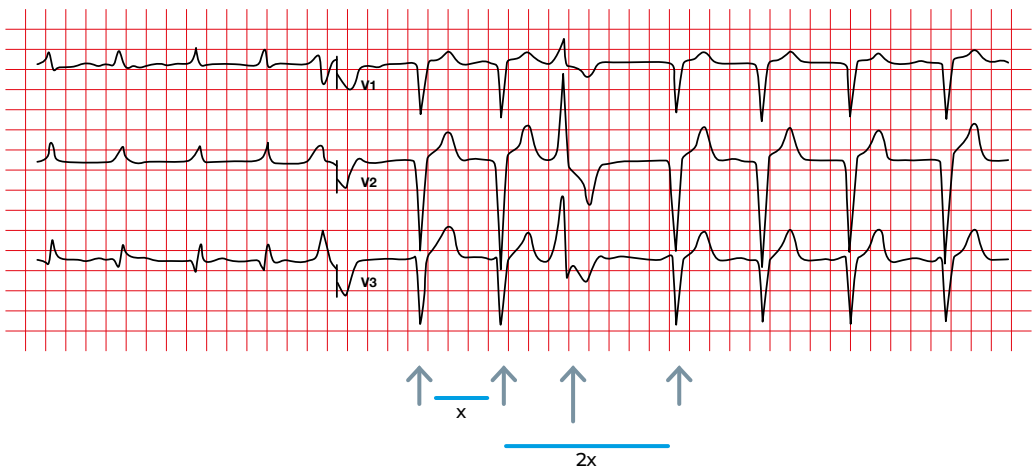
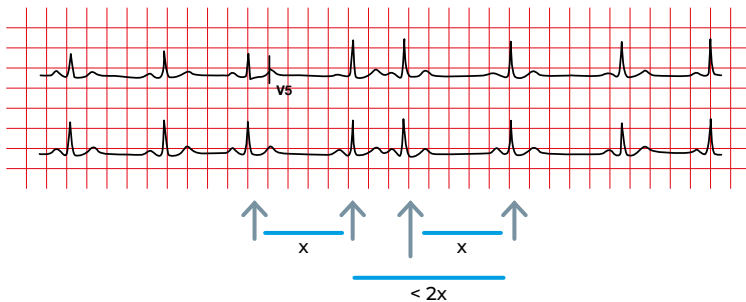
7.5. Distinció entre extrasístole supraventricular i ventricular

Extrasístole auricular:

- Hi ha un reinici de l'activació. Per tant, darrere el batec prematur es torna a recuperar el ritme supraventricular (no hi ha pausa compensatòria).
- El PP que conté l'extrasístole és menor del doble d'un PP normal.
- El QRS pot ser ample, per conducció aberrant.

Extrasístole de la unió AV o ventricular:

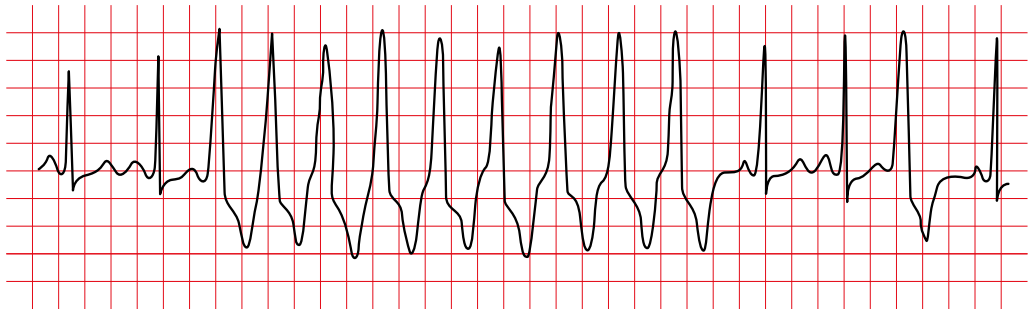
- No hi ha reinici de l'activació supraventricular. Per tant, l'estímul normal que segueix l'extrasístole no s'avança (hi ha pausa compensatòria).
- El PP que conté l'extrasístole és el doble d'un PP normal.



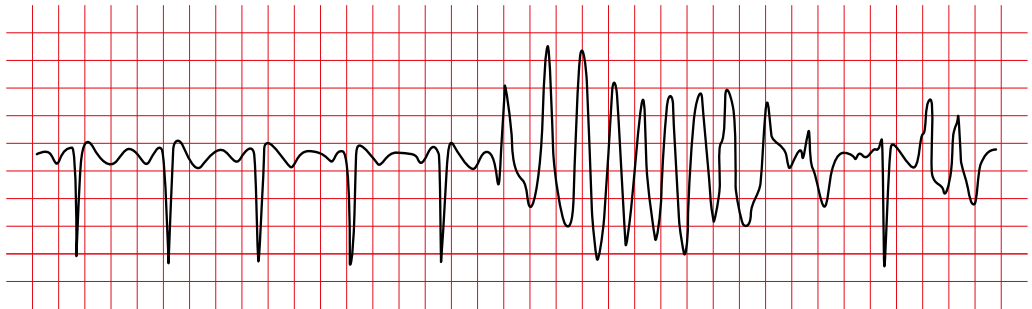
7.6. Taquicàrdia ventricular

- Pot ser monomòrfica / polimòrfica.
 - En la TV monomòrfica el RR és normalment regular, però pot ser irregular.
 - Hi ha un inici i acabament brusc de l'arrítmia.
 - Hi ha dissociació AV.
 - Es poden veure batecs de fusió i de captura.
- No sostinguda:
- ≥ 3 batecs consecutius.
 - Successió ràpida de tres o més batecs ventriculars a una freqüència de més de 100 per minut.
- Sostinguda:
- Taquicàrdia ventricular durant més de 30 segons.

Taquicàrdia ventricular no sostinguda monomòrfica

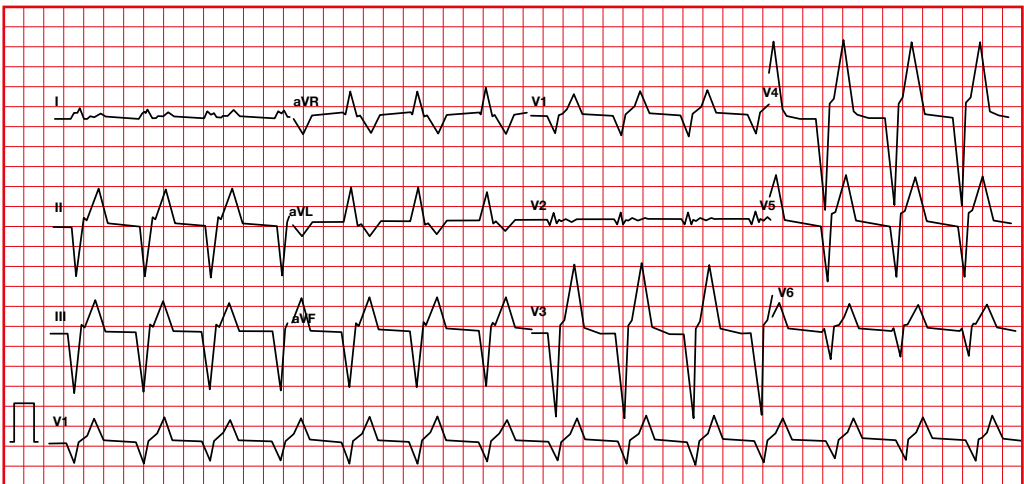


Taquicàrdia ventricular no sostinguda polimòrfica



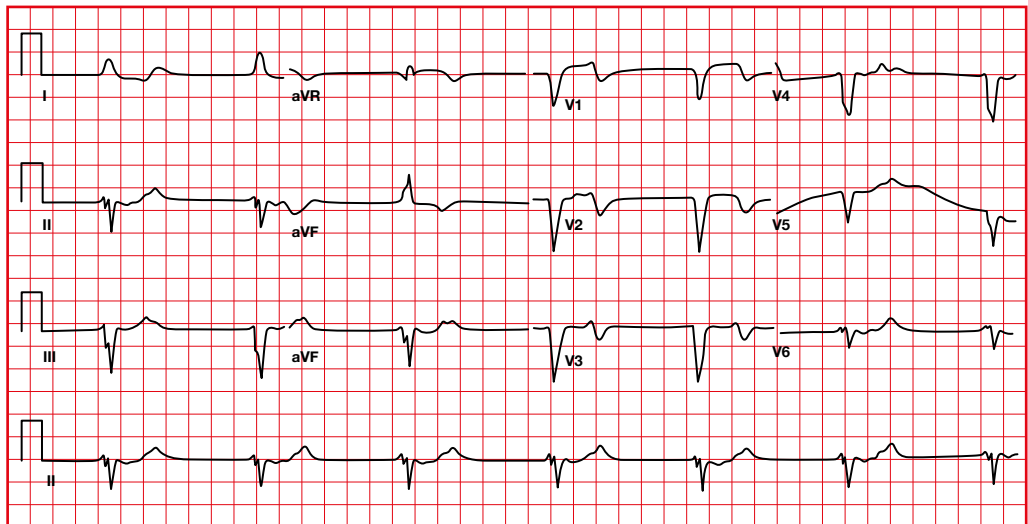
7.7. Ritme idioventricular accelerat

- Ritme regular o mínimament irregular.
- Freqüència de 60 a 110 batecs per minut.
- 3 o més complexes ventriculars amb QRS > 120 ms.
- Sol haver-hi dissociació AV.
- Es veuen complexos de captura i de fusió.
- S'associa a reperfusió en un context d'infart de miocardi.



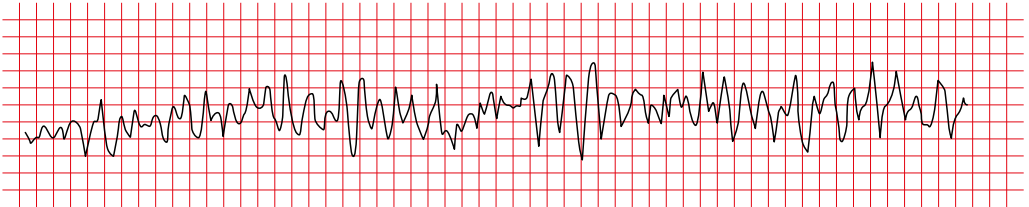
7.8. Ritme d'escapament ventricular

- Ritme ventricular regular o mínimament irregular.
- Freqüència de 30 a 40 batecs per minut, pot ser de 20 a 50 batecs per minut.
- Complexes ventriculars amb QRS > 120 ms.



7.9. Fibril·lació ventricular

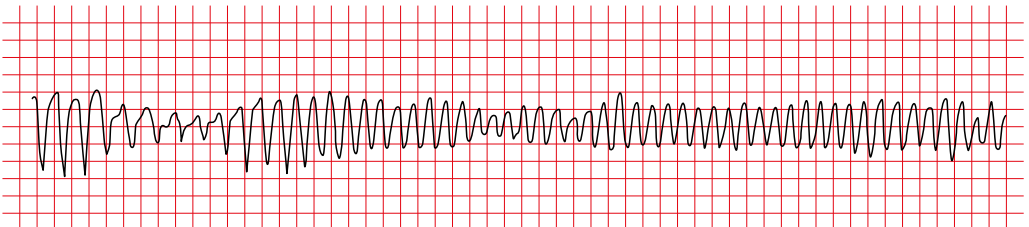
- Ritme ventricular ràpid i irregular.
- No es detecten P, QRS o T clares.
- Ritme cardíac erràtic i descoordinat.



7.10. Torsade de pointes

Arrítmies molt ràpides causades per:

- Baix potassi, calci o magnesi.
- Medicaments que bloquegen els canals de potassi (alguns antifúngics, antiarrítmics, antidepressius, fenotiazines).
- Alteracions genètiques (síndrome de QT llarg).

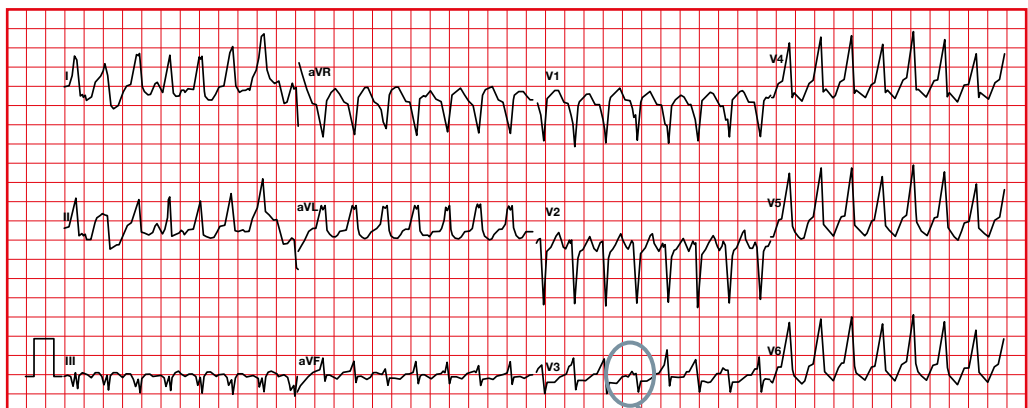


8. Diferenciació entre taquicàrdia ventricular i supraventricular amb QRS ample

Una taquicàrdia ben tolerada no descarta que pugui ser ventricular.

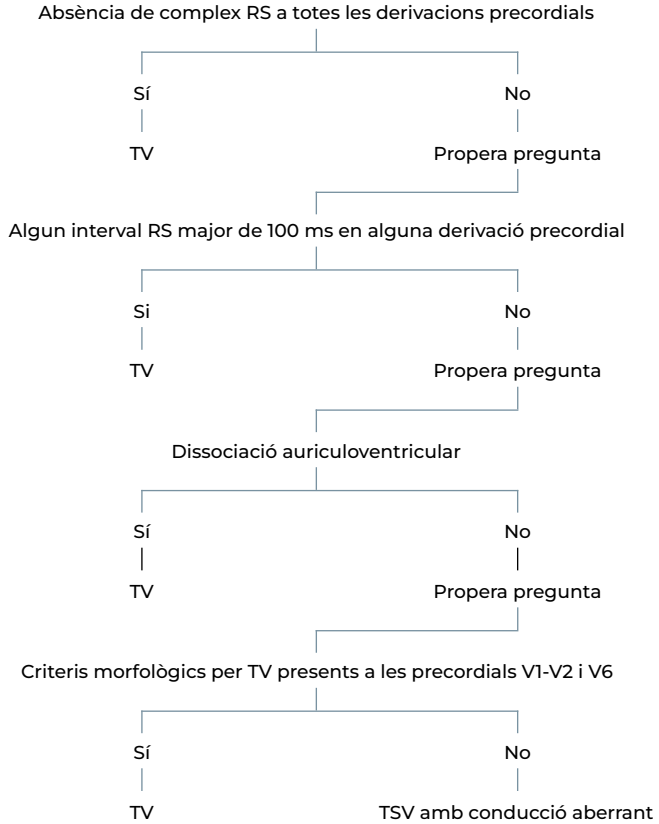
Afavoreix que sigui una TV:

- Eix a la dreta extrema.
- QRS > 140 ms.
- Presència de batecs de fusió o de captura.

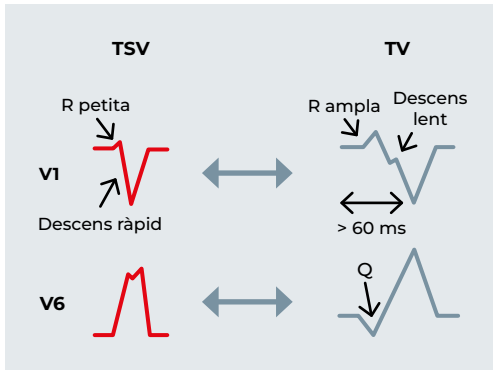


Batec de fusió

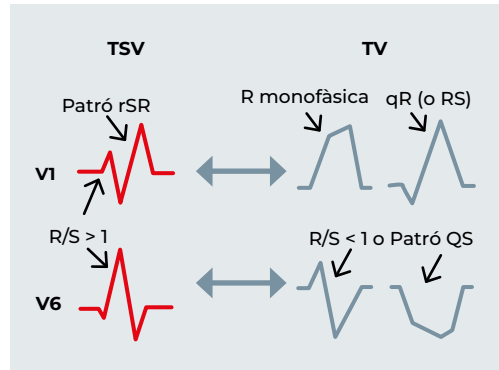
Algoritme Brugada



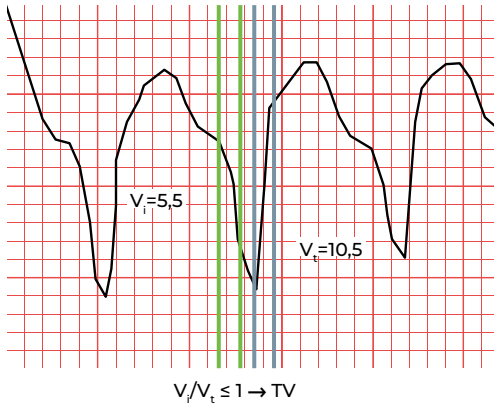
BBE



BBD



aVR



V_i : amplitud del vector de despolarització en els 40 ms inicials.

V_f : amplitud del vector de despolarització en els 40 ms finals.

Criteri Vereckeï

A la derivació aVR

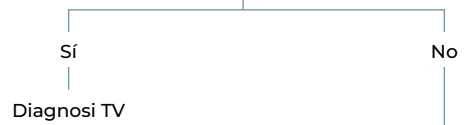
Pas 1. Presència de R inicial?



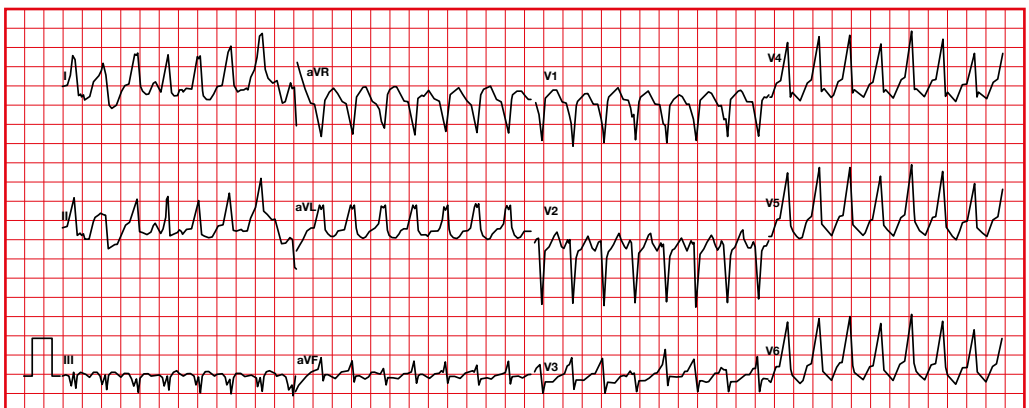
Pas 2. Presència de R o Q > 40 ms?



Pas 3. Presència d'osca a la part descendent inicial d'un complex QRS predominantment negatiu?



Pas 4. $V_i/V_f \leq 1$?



Amb el suport de



Guia clara i concisa per entendre la interpretació de l'electrocardiograma (ECG). Aquest llibre aborda des dels fonaments de l'electrofisiologia cel·lular cardíaca fins a la valoració sistemàtica de l'ECG, usant una anàlisi seqüencial de les ones, complexos, segments i intervals. Amb una estructura didàctica i accessible, ofereix una explicació detallada sobre l'activitat elèctrica del cor, la seva transmissió i les possibles alteracions, ajudant el lector a identificar patrons normals i patològics amb precisió.

Dissenyat tant per a estudiants com per a professionals de la salut, amb un llenguatge senzill i exemples pràctics, *Electrocardiografia al teu abast* esdevé una eina indispensable per a tots aquells que vulguin dominar la interpretació de l'ECG amb seguretat i eficàcia.