

Electrocardiograma

REVIZUIRE CUNOSTINE

Electrocardiograma

Este o înregistrare grafică a variațiilor de potențial care iau naștere la suprafața corpului datorită activității electrice a inimii

Inima

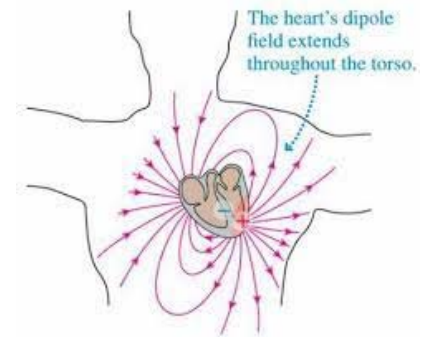
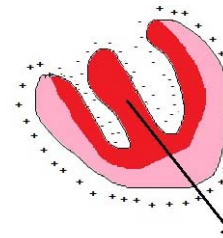
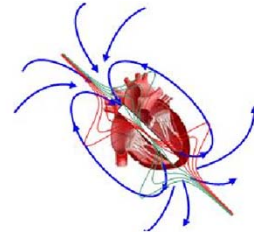
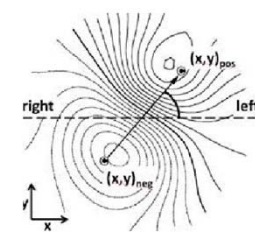
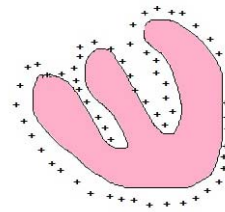
Este o pompa

Care are activitate electrică

Generând curenți care pot fi înregistrați pe suprafața corpului

În repaus cardiomiocitele sunt încărcate pozitiv pe versantul extern al membranei și negativ la interior

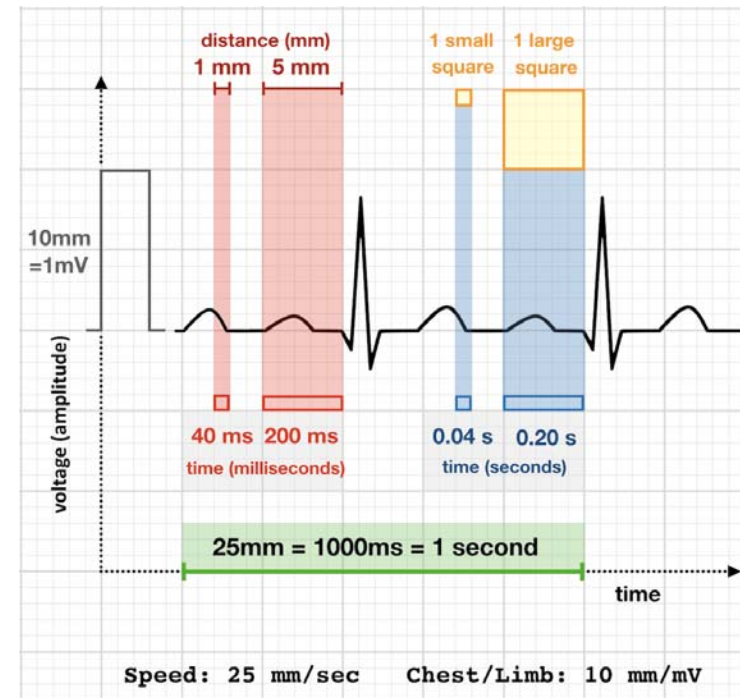
În timpul depolarizării, potențialul de membrană se inversează



Hârtia ECG

Este foarte important ca înainte de interpretarea oricărei electrocardiogramă să verificăm voltajul și viteza de derulare a hârtiei

- În mod normal viteza de derulare a hârtiei este de 25 mm/s $\Rightarrow$ 1mm/0,04 s (unui pătrățel mic corespund 0,04 s (40ms), unui pătrat mare (5 pătrățele mici) corespund 0,2 s (200ms)
- Pe axa verticală este indicat voltajul 1mV=10mm



Derivații ECG

O derivație este formată din:

- două puncte de aplicare a electrozilor, în care se înregistrează potențialul electric generat de inima, care pot fi localizate în diverse puncte ale corpului omenesc;
- un ax de înregistrare sau un ax (o linie) al derivației care este o dreaptă ce unește cele 2 puncte de înregistrare. Orice derivație are un sens pozitiv și unul negativ.

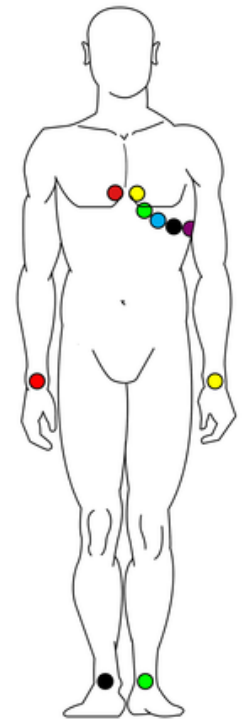
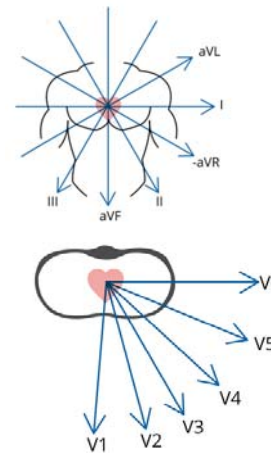
După numărul electrozilor explorați utilizați în ECG se disting:

- 1) derivații bipolare, în care ambii electrozi sunt explorați
- 2) derivații unipolare, în care doar un electrod este explorați

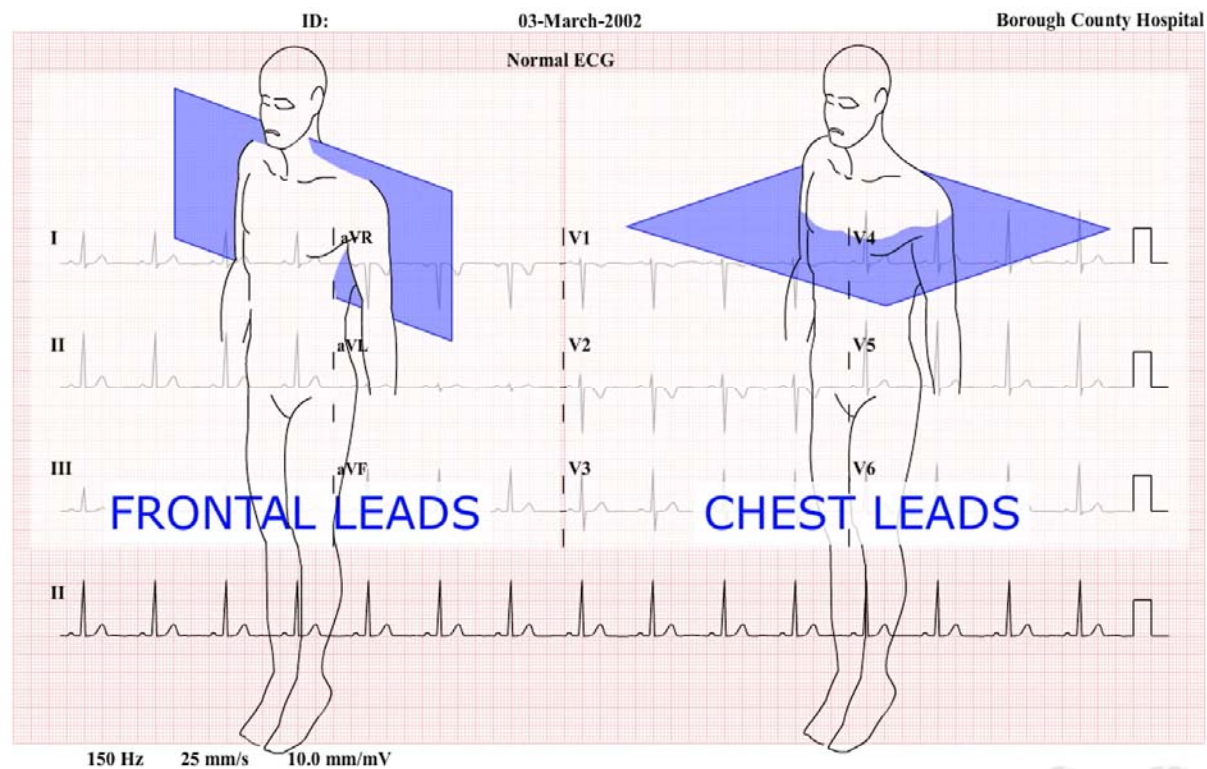
■ **In plan frontal** se utilizează cel mai frecvent 6 derivații:

- 3 derivații bipolare standard (DS): DI, DII, DIII
- 3 derivații unipolare ale membrelor (DUM): aVL, aVF, aVR

■ **In planul orizontal** se utilizează cel mai frecvent tot 6 derivații.
Se numesc derivații unipolare precordiale sau toracice

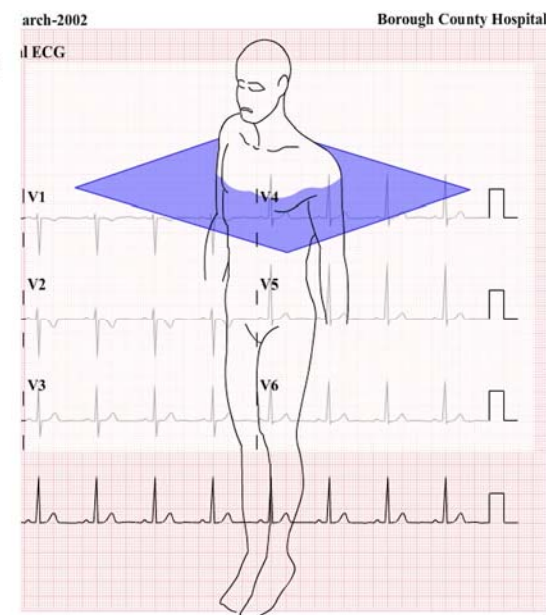
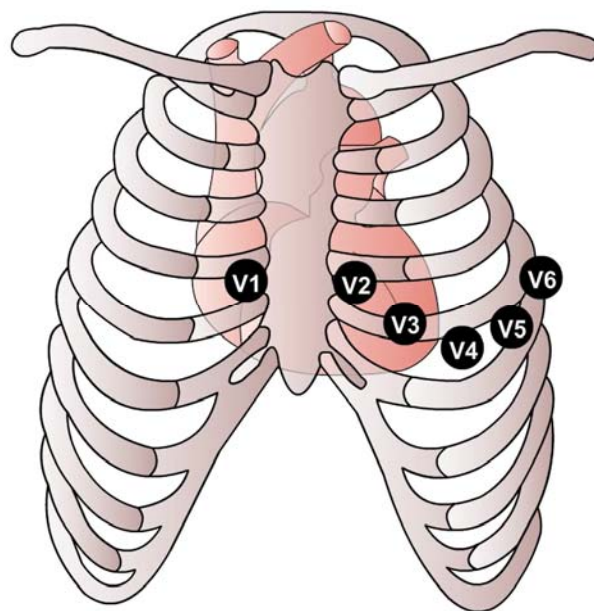


Derivații ECG

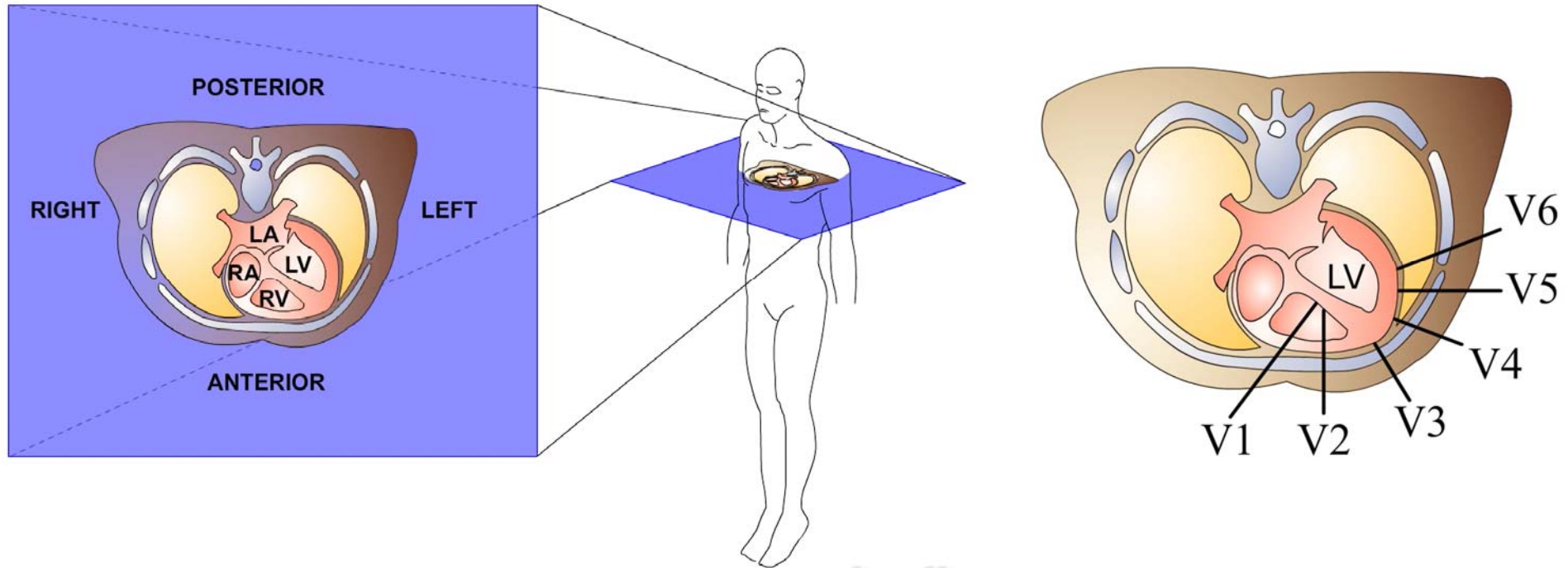


Derivații ECG-precordiale

Derivația precordială	Poziție electrod	Explorare
V1	Spațiul IV intercostal, parasternal drept	Ventricul drept, sept interventricular, perete anterior al inimii, atri
V2	Spațiul IV intercostal, parasternal stâng	
V3	La mijlocul distanței dintre V2-V4	Perete anterior și lateral stâng al inimii
V4	Spațiul V intercostal stâng pe linia medioclaviculară	
V5	Spațiul V intercostal stâng pe linia axilară anterioară	Perete lateral al ventriculului stâng
V6	Spațiul V intercostal stâng pe linia axilară medie	

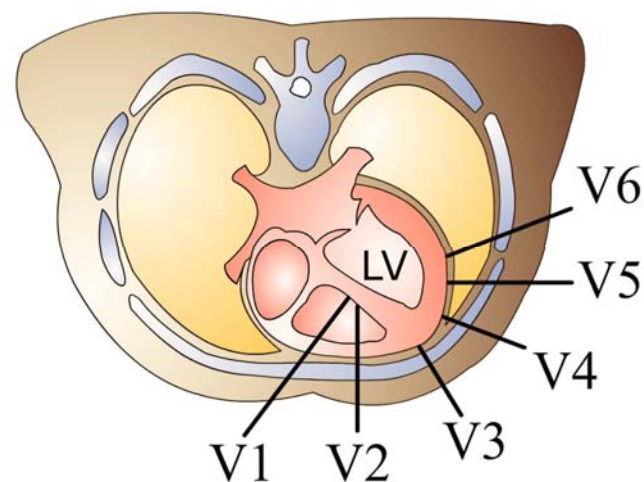


Derivații ECG-precordiale

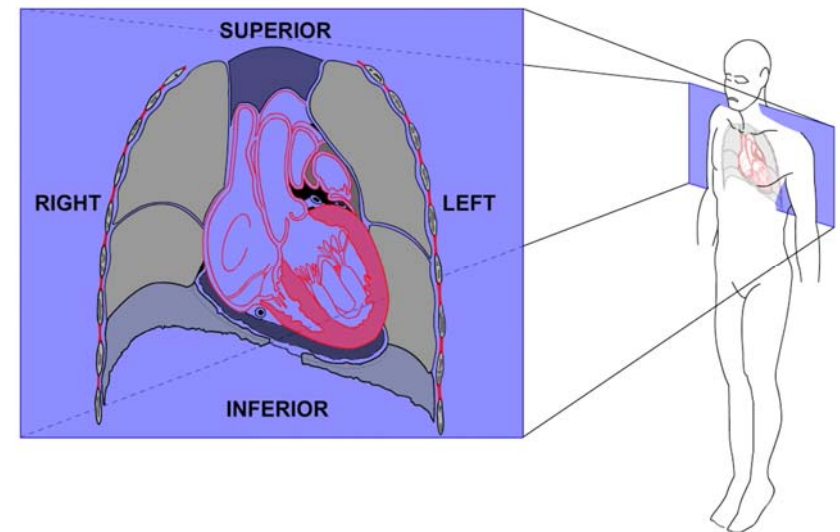
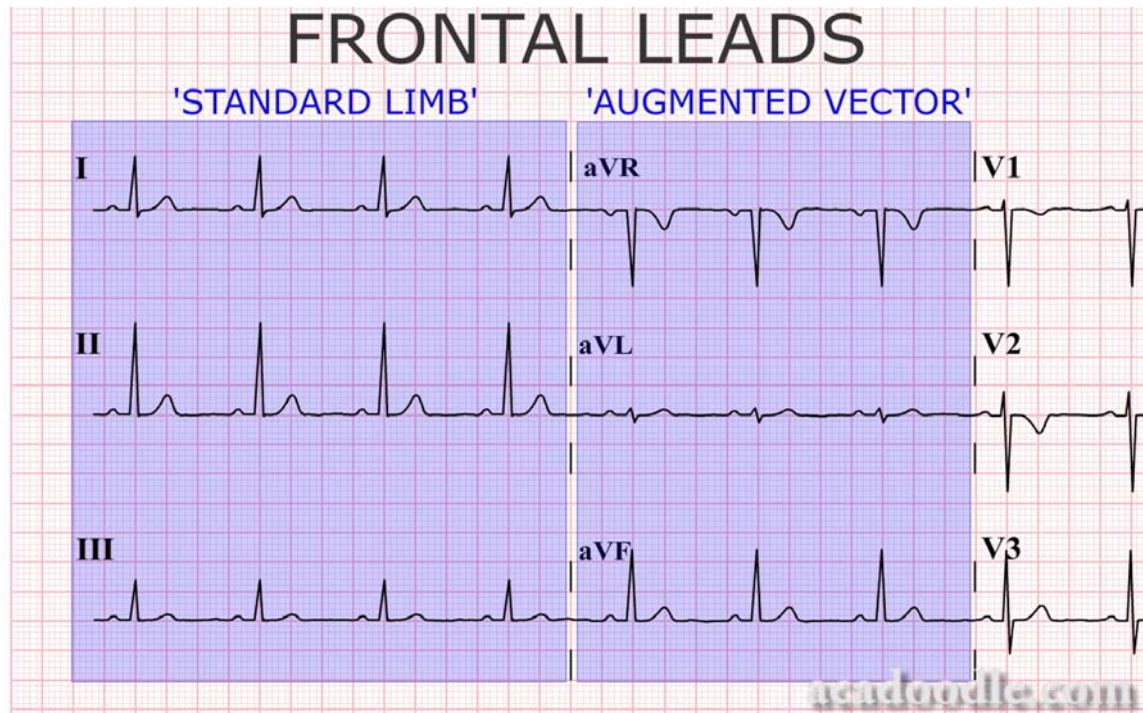


Derivații ECG-precordiale

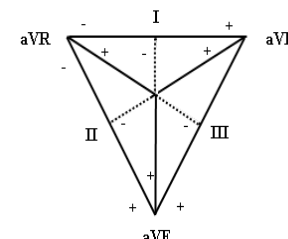
Derivația precordială	Poziție electrod	Explorare
V1	Spațiul IV intercostal, parasternal drept	Ventricul drept, sept interventricular, perete anterior al inimii, atri
V2	Spațiul IV intercostal, parasternal stâng	
V3	La mijlocul distanței dintre V2-V4	Perete anterior și lateral stâng al inimii
V4	Spațiul V intercostal stâng pe linia medioclaviculară	
V5	Spațiul V intercostal stâng pe linia axilară anterioară	Perete lateral al ventriculului stâng
V6	Spațiul V intercostal stâng pe linia axilară medie	



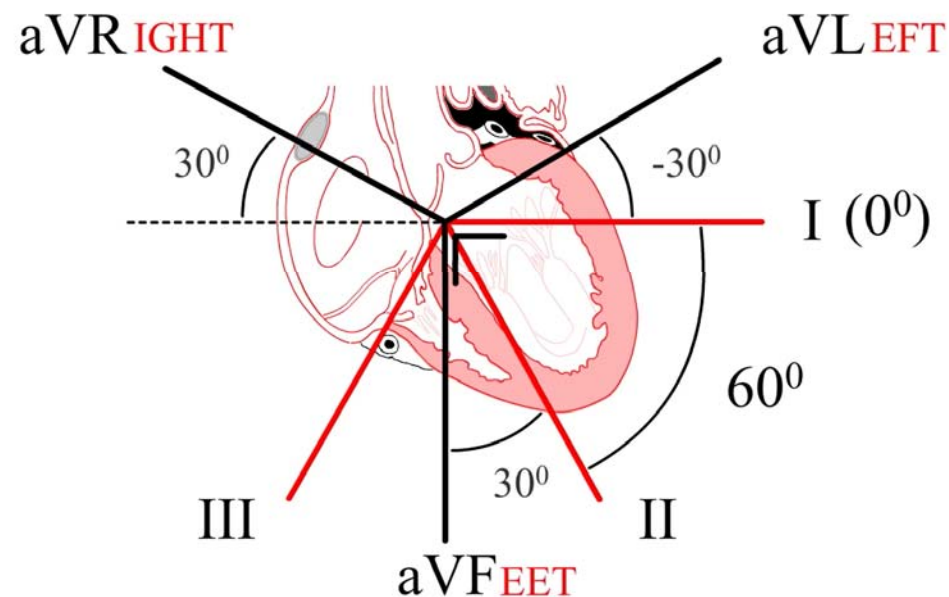
Derivații ECG-frontale



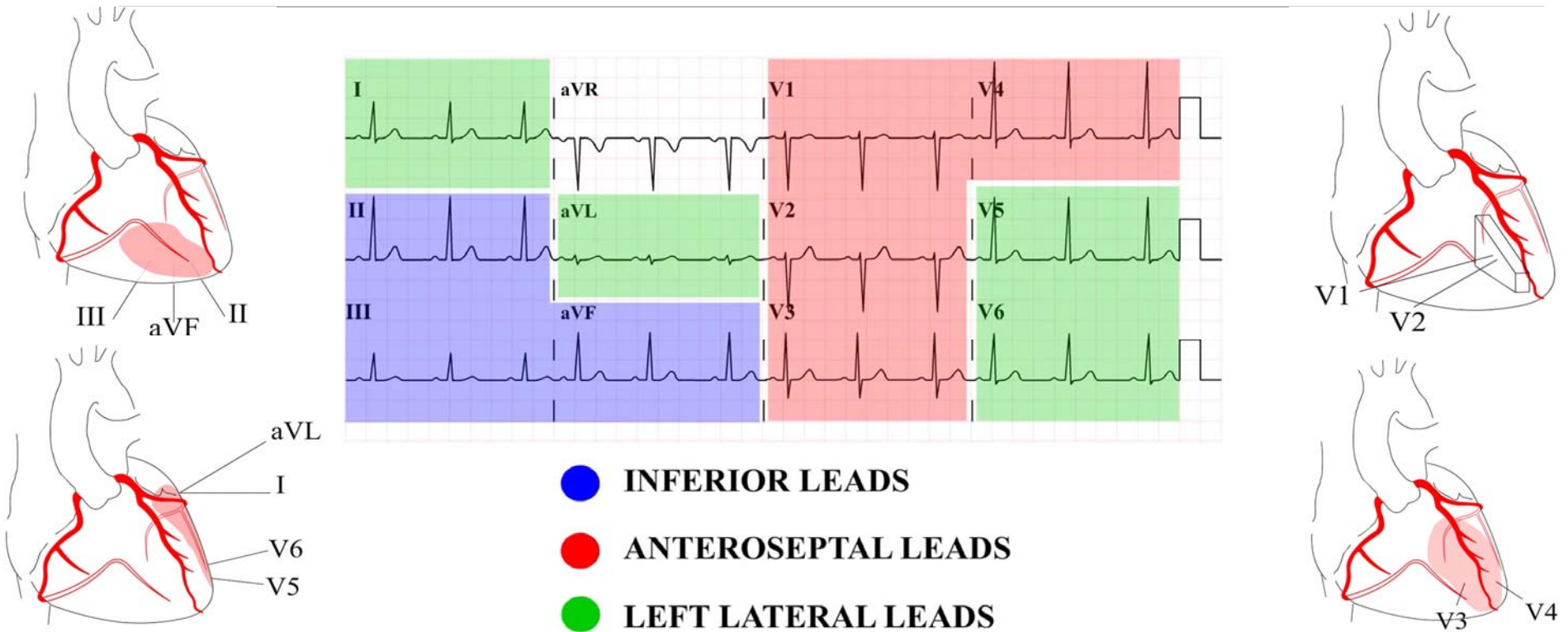
Derivații ECG-frontale



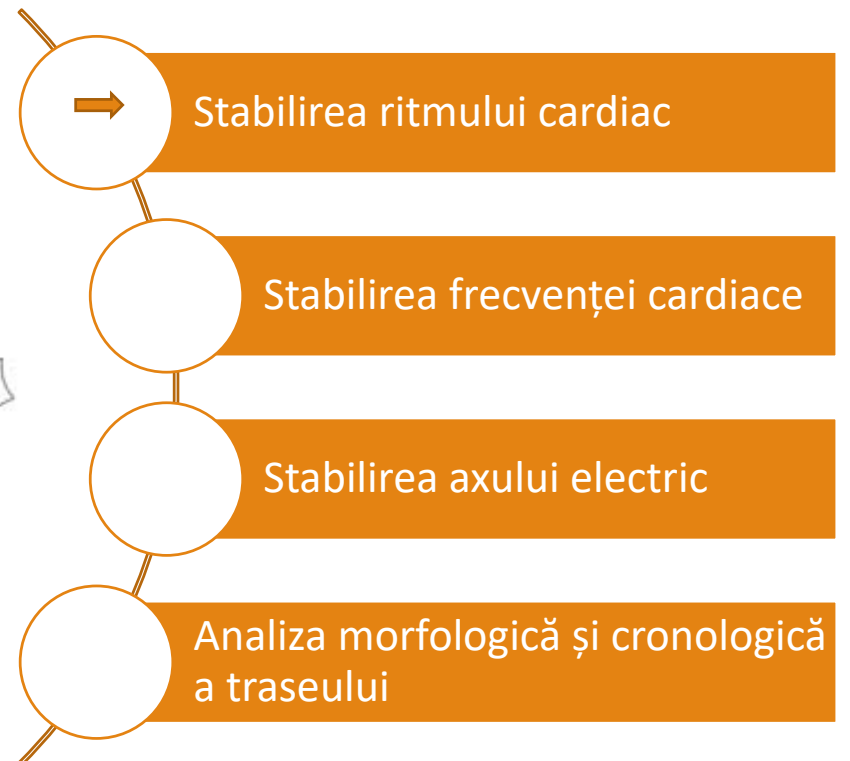
Derivații standard	Derivații unipolare	Poziție electrod	Explorare
DI		Braț drept- Braț stâng	Perete lateral ventricul stâng
	aVL	Braț stâng (galben)	
DII		Braț drept- Picioar stâng	Vârf și perete inferior
	aVF	Picioar stâng	
DIII		Braț stâng- Picioar stâng	Peret lateral al ventriculului drept
	aVR	Picioar drept	



Derivațiile și specificitatea acestora



Interpretarea unui ECG



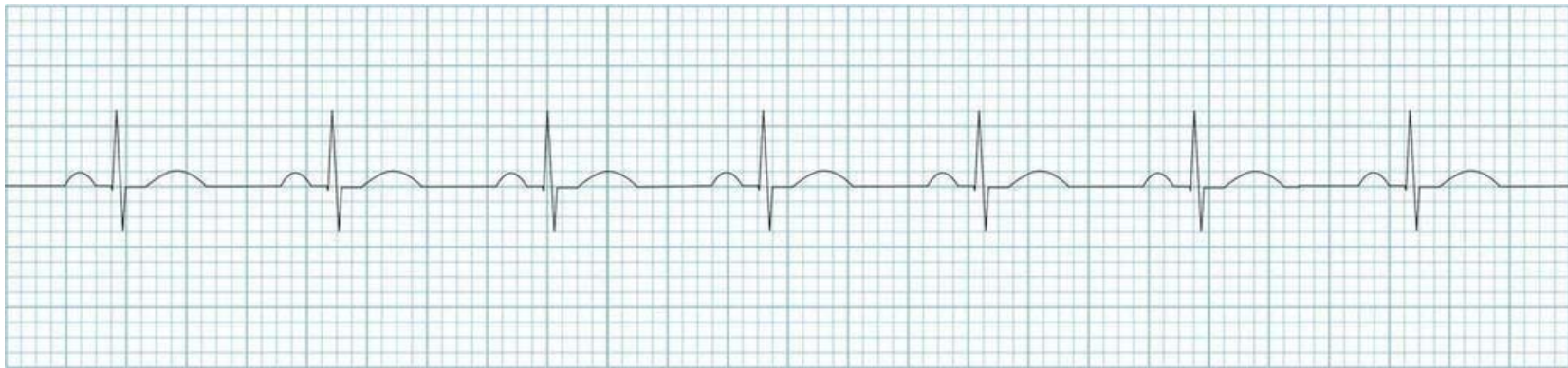
Stabilirea ritmului cardiac

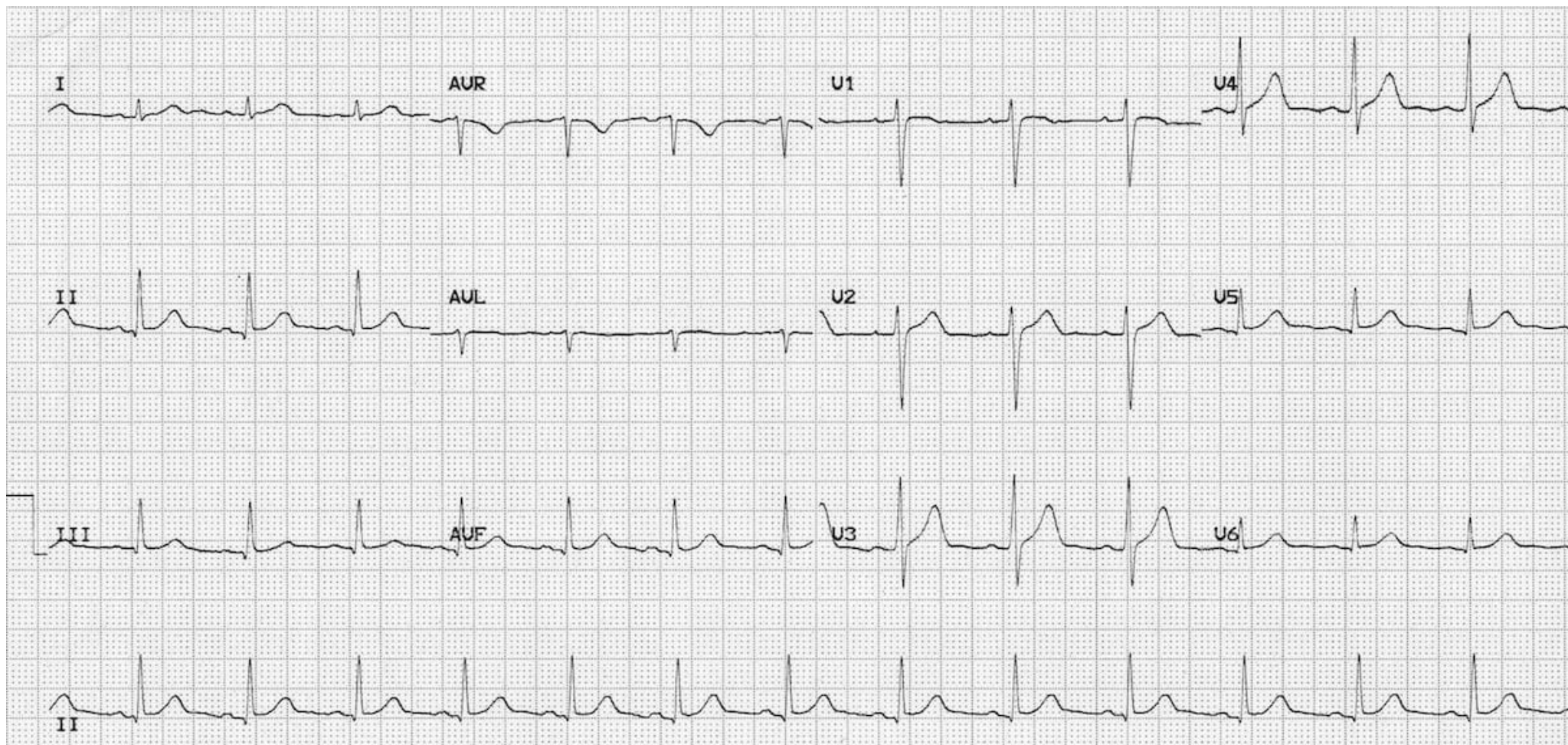
1. Unda P

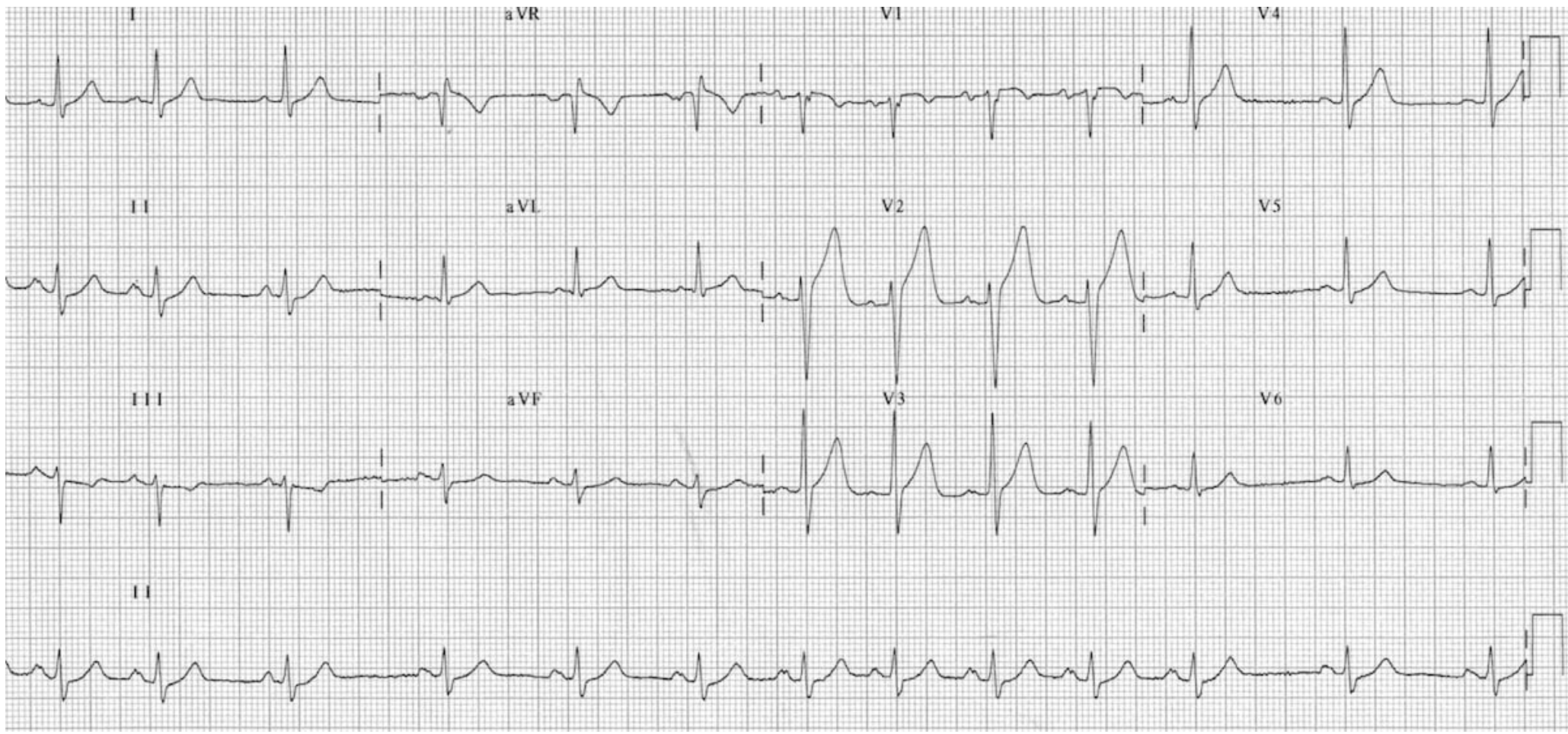
- Să existe
- Să preceadă complexul QRS
- Să fie pozitivă în cel puțin două dintre derivațiile standard

2. Distanțele RR să fie egale de la un ciclu la altul

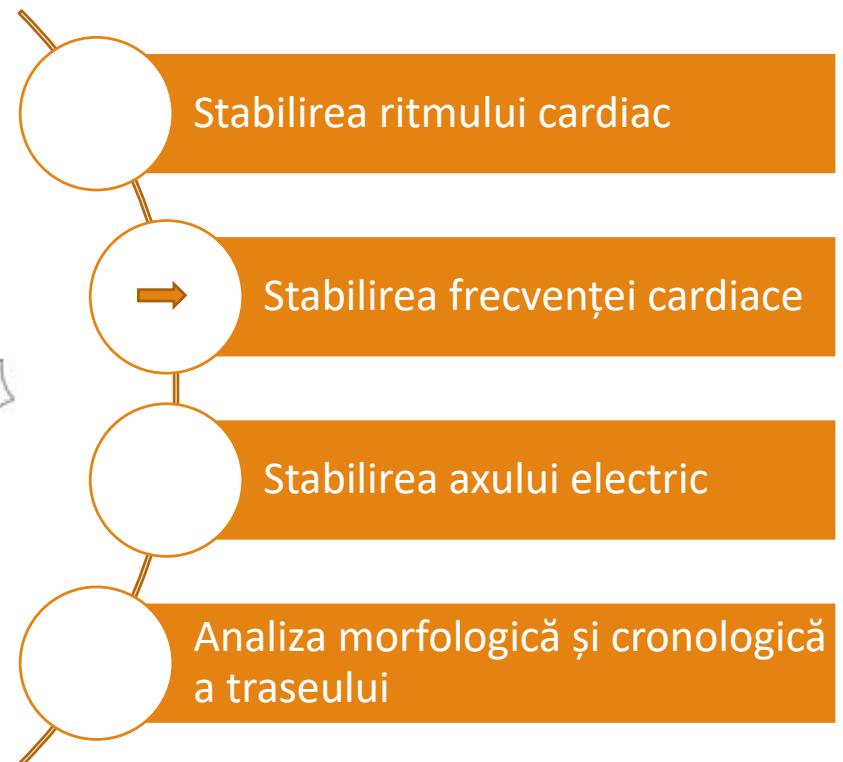
- Intervalul PQ să fie cuprins între 0,12-0,20 s
- Frecvența cardiacă să fie cuprinsă între 60-100 bpm
- Distanța P-P=R-R și să fie egale de la un ciclu la altul







Interpretarea unui ECG



Stabilirea frecvenței cardiace

1. Calcul matematic

$$FC = \frac{60}{RR \cdot 0,04}$$

2. Metoda rapidă-aproximativă

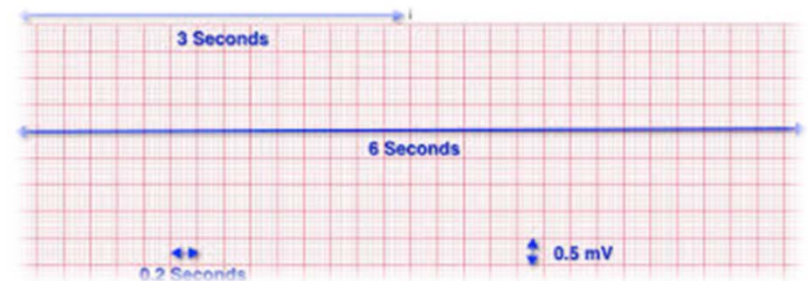
Se caută o undă R care se suprapune peste o linie verticală groasă a traseului ECG
Apoi se numără 300, 150, 100, 75, 60 pentru fiecare din liniile groase care urmează
În funcție de unde va cadea unda R imediat următoare se aproximează frecvența cardiacă

3. Calculul frecvenței cardiace în cazul unei aritmii
Se numără câte complexe QRS sunt în 6 sec (30 pătrățele mici), apoi se înmulțește cu 10.

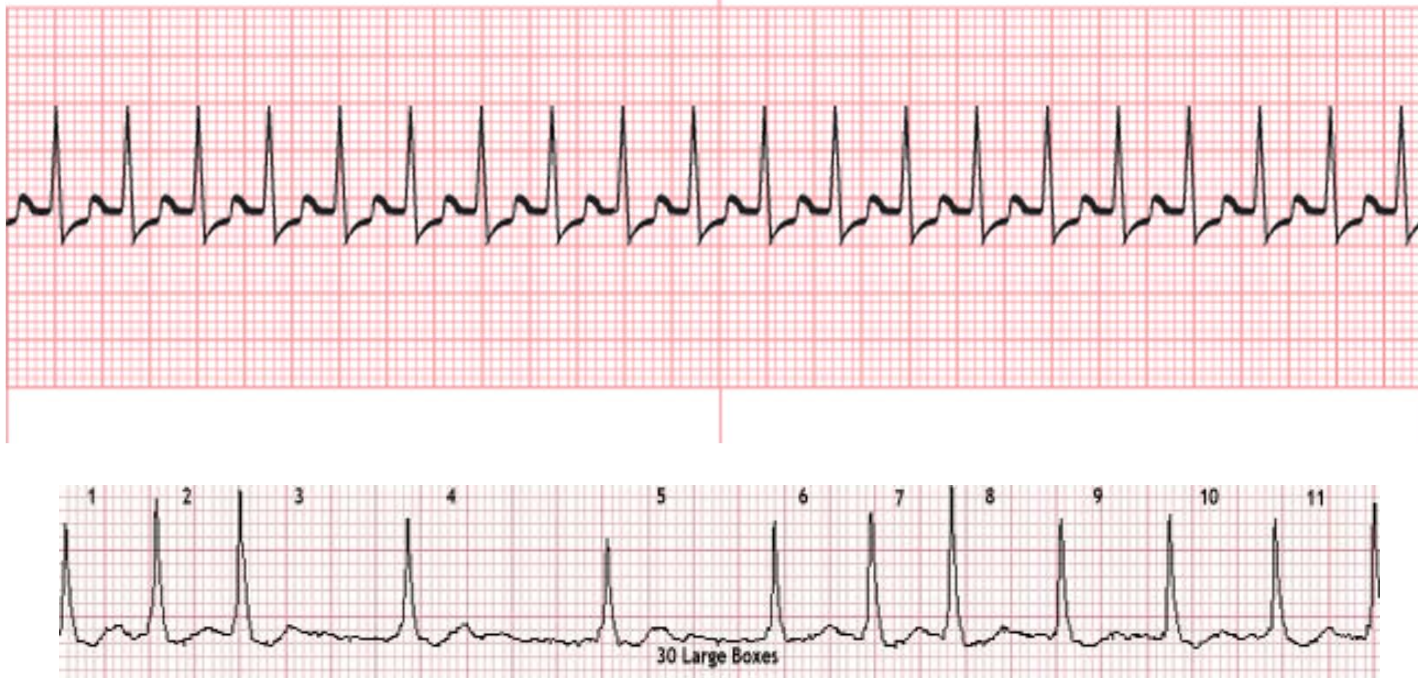
Counting large boxes for heart rate.



The rate is 60 bpm.



Stabilirea frecvenței cardiace



Interpretarea unui ECG



Stabilirea ritmului cardiac

Stabilirea frecvenței cardiace



Stabilirea axului electric

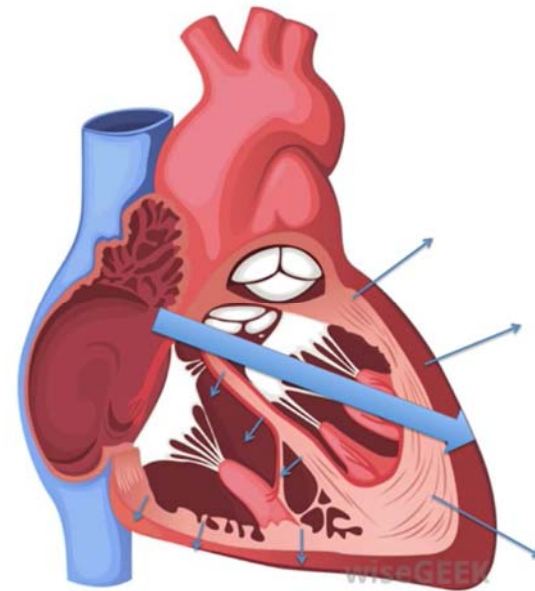
Analiza morfologică și cronologică
a traseului

Axa electrică a cordului

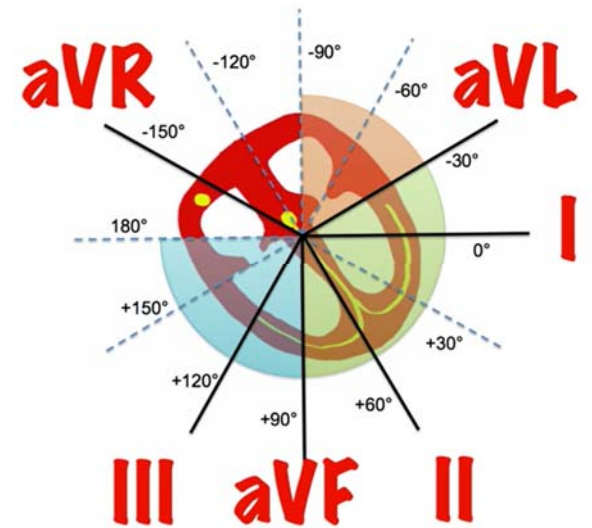
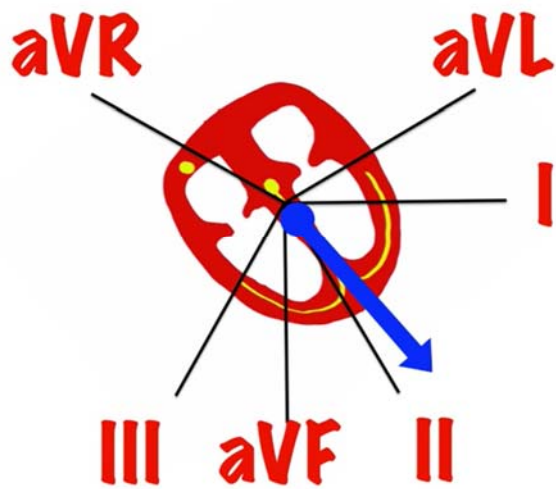
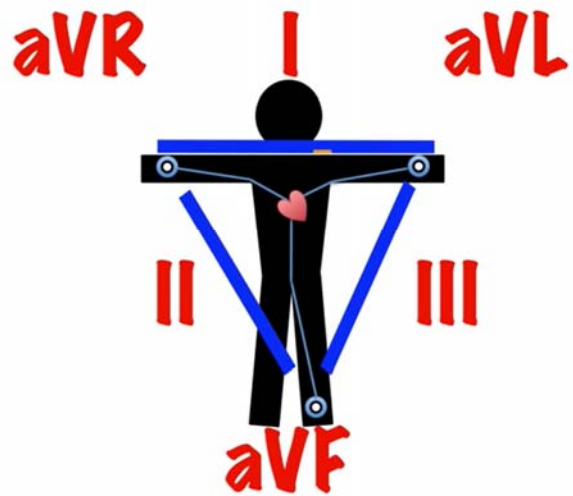
Axa electrică a cordului reprezintă mărimea, direcția și sensul propagării excitației, a principalelor forțe electrice produse în timpul depolarizării ventriculare

În cordul normal, orientarea generală a forțelor este de la dreapta spre stanga, datorită amplitudinii mari a forțelor electrice dezvoltate de ventriculul stâng

Se poate calcula axa electrică atât a undei P cât și a undei T, dar cel mai mult în practică ne interesează calculul axei electrice a complexului QRS, deoarece reprezintă vectorul celei mai importante mase musculare cardiace, iar modificările sale prezintă cele mai multe semnificații



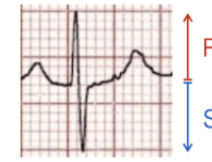
Sistemul hexaxial



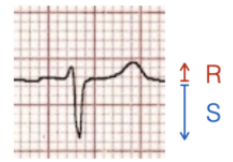
I. Metoda complexului echidifazic



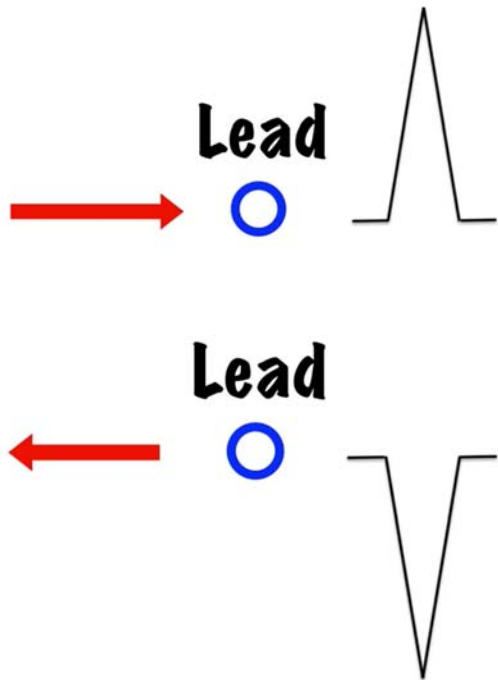
POSITIVE
[R > S]



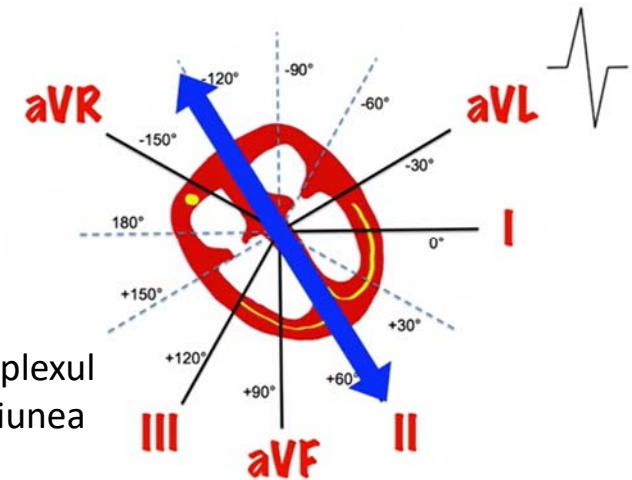
EQUIPHASIC
[R = S]



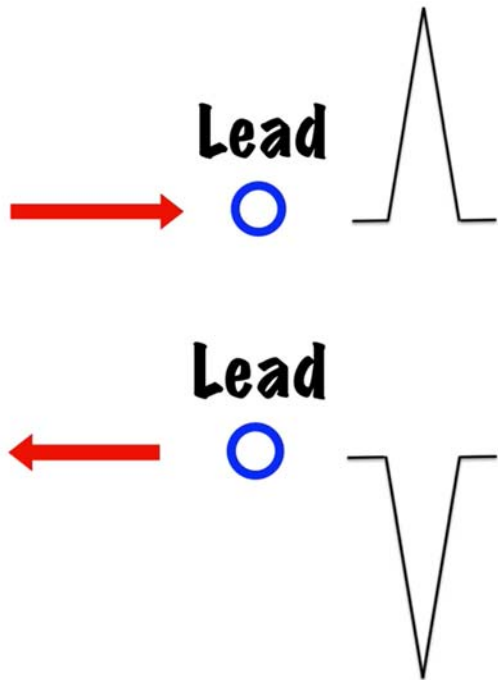
NEGATIVE
[R < S]



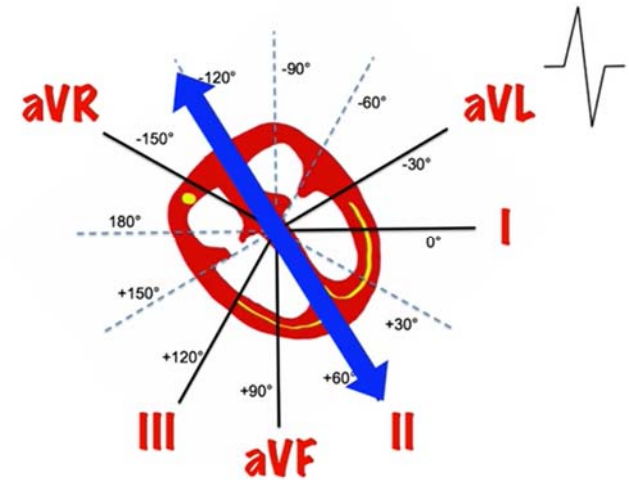
- 1) Căutăm o derivație a planului frontal în care complexul QRS este echidifazic (deflexiunea pozitivă=deflexiunea negativă)
- 2) Axul electric va fi perpendicular pe derivația echidifazică
- 3) Descoperim derivația perpendiculară pe cea echidifazică; dacă complexul va fi pozitiv atunci axul electric va avea valoare pozitivă, dacă va fi negativ atunci va avea valoare negativă



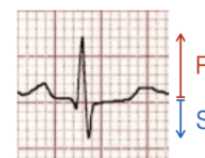
II. Metoda complexului cu amplitudinea cea mai mare



- 1) Derivația în care se înregistrează complexe de amplitudine maximă indică faptul ca axul este paralel cu aceea derivație



III. Metoda cadranelor



POSITIVE
[R > S]

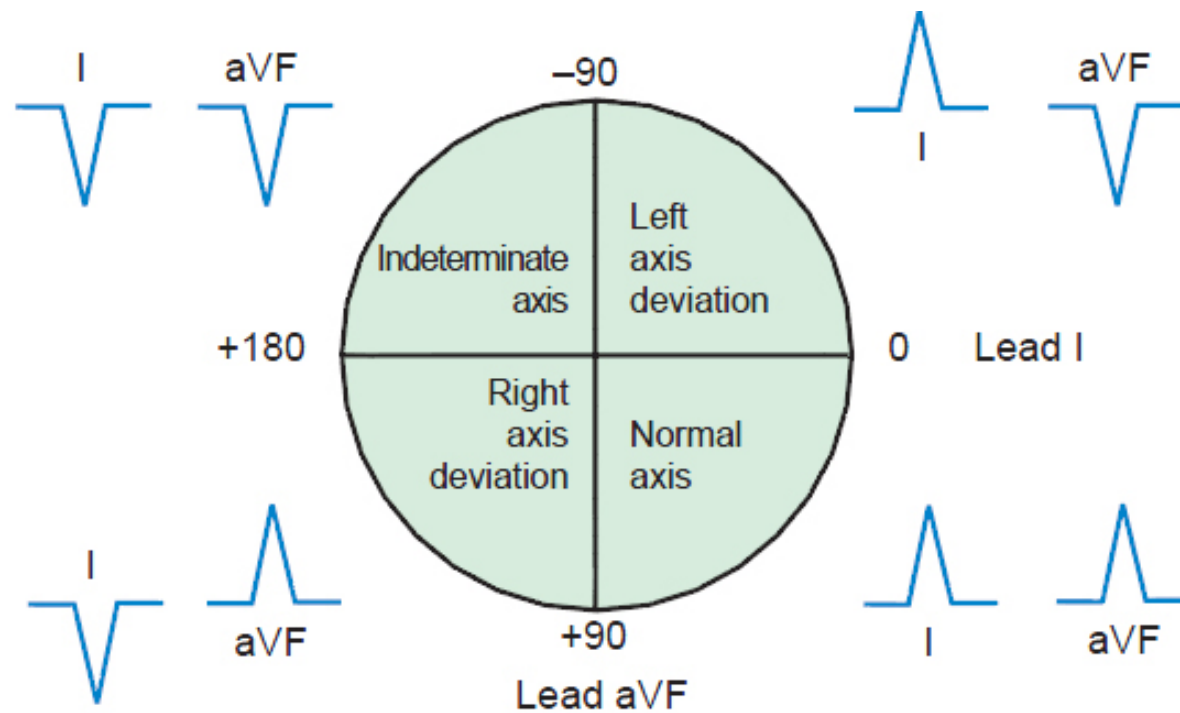


EQUIPHASIC
[R = S]



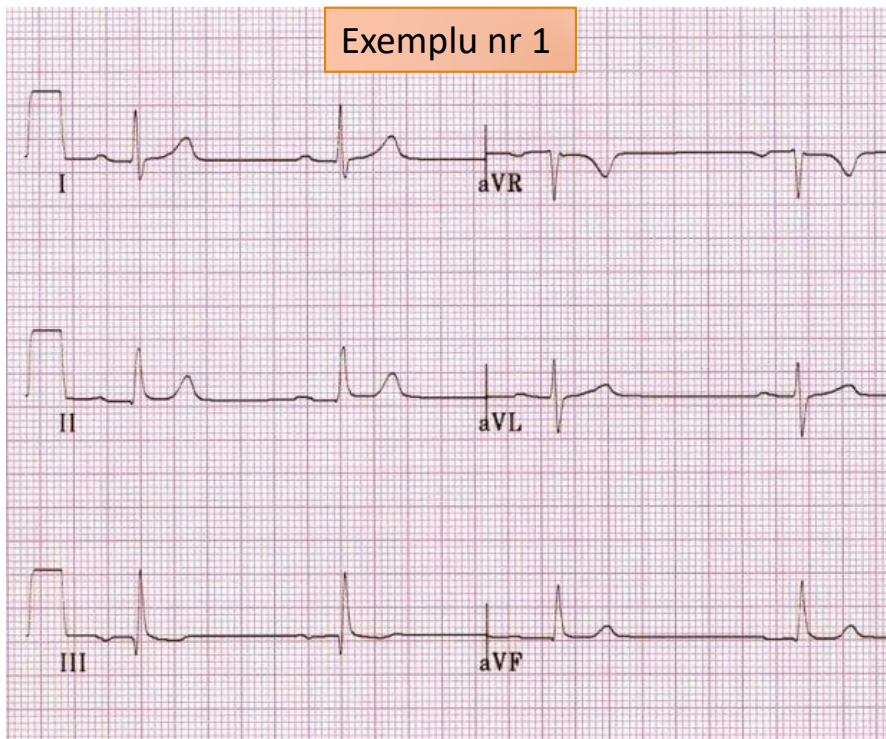
NEGATIVE
[R < S]

DI	AVF	Ax QRS
+	+	normal
+	-	Deviat stânga
-	+	Deviat dreapta
-	-	Deviat extrem dreapta

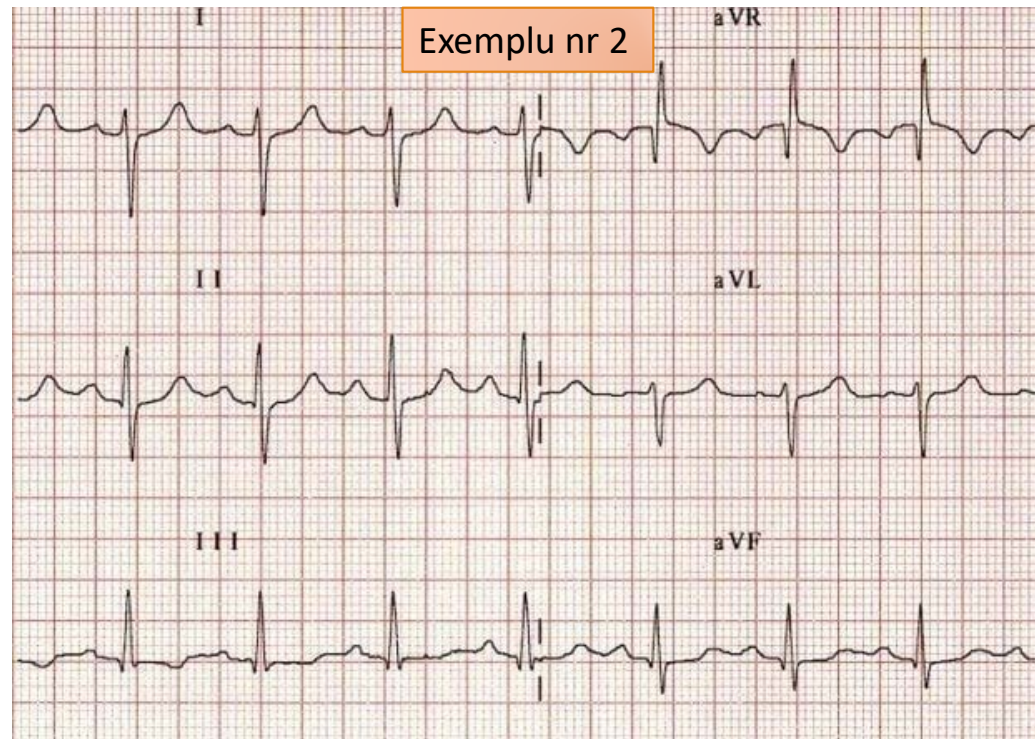


Calcul ax QRS

Exemplu nr 1

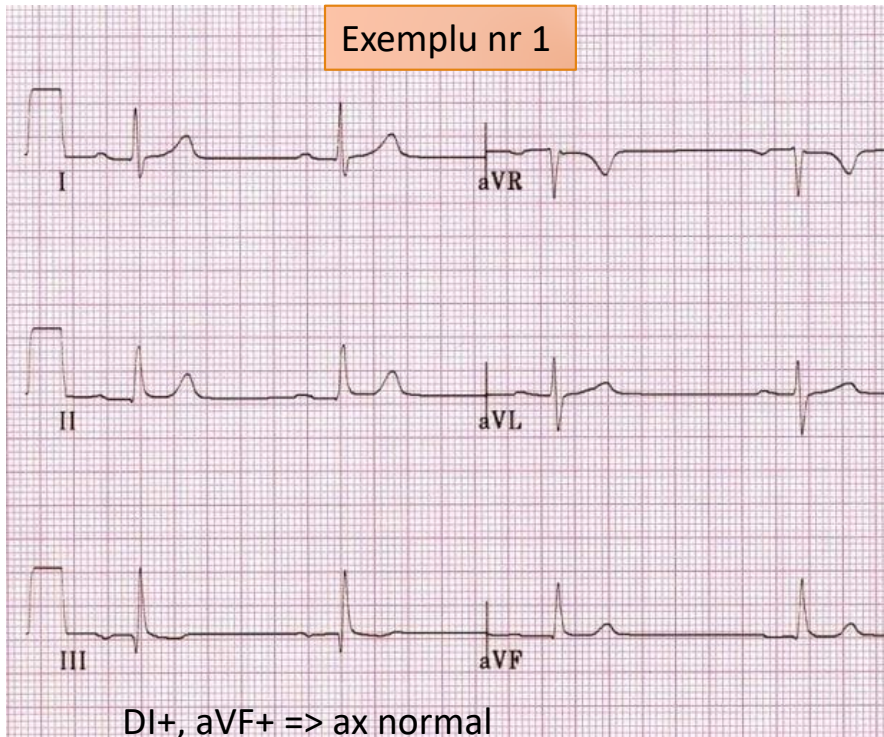


Exemplu nr 2



Calcul ax QRS

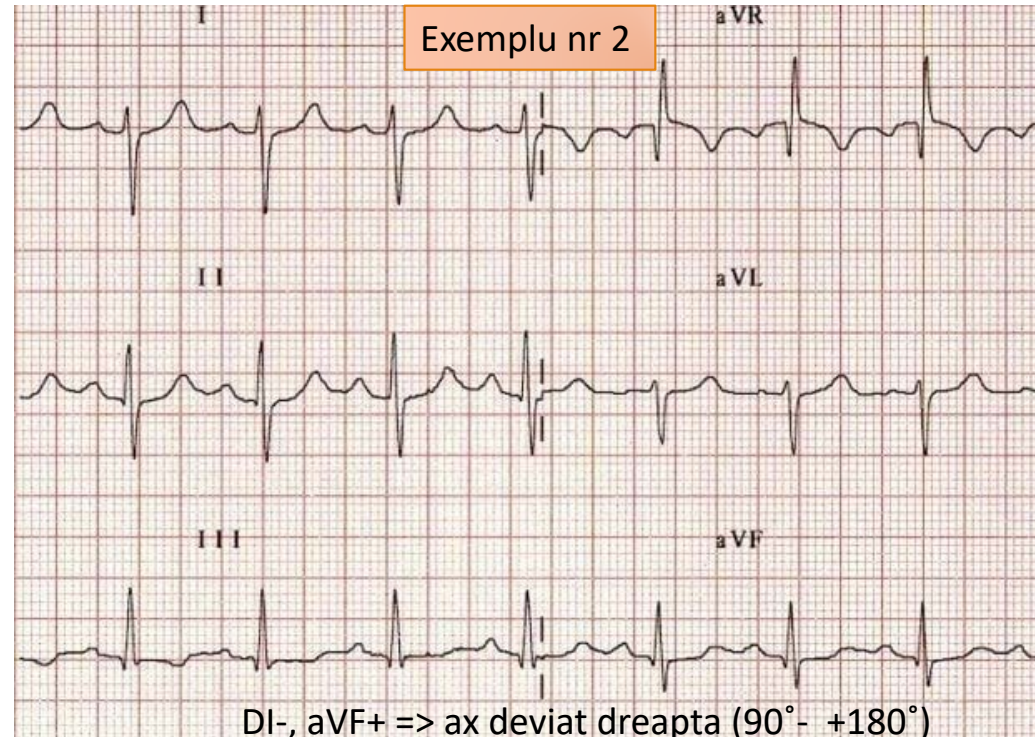
Exemplu nr 1



DI+, aVF+ => ax normal

aVL echidifazic, DII perpendicular pe aVL, DII +
=> ax QRS +60°

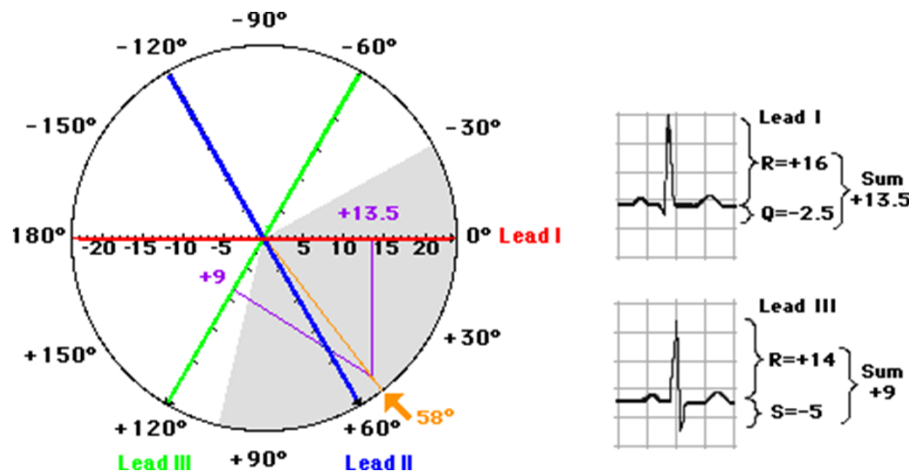
Exemplu nr 2



DI-, aVF+ => ax deviat dreapta (90°- +180°)

DII echidifazic, aVL perpendicular pe DII, aVL-,
=> ax QRS +150°

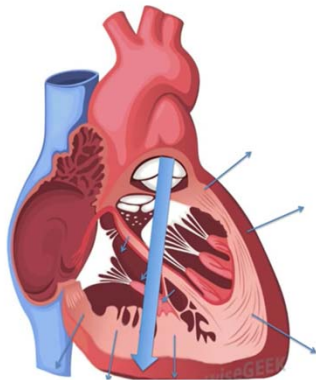
IV. Metoda sistemului hexaxial



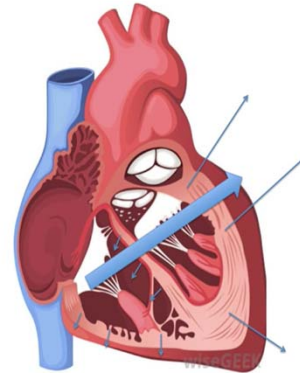
Axa QRS se va aprecia în funcție de amplitudinea și sensul deflexiunilor Q, R, S

1. Se aleg două derivații de același tip numai din planul frontal (DI, DII; DI, DIII; DII, DIII)
2. Se măsoară amplitudinea undelor QRS și se apreciază suma lor algebrică
3. Se vor înscrie cele două valori pe porțiunile corespunzătoare derivărilor
4. Se coboară perpendiculare din aceste puncte
5. Din centrul cercului și până la punctul de intersecție a celor două perpendiculare se trasează o dreaptă, acesta fiind vectorul rezultat al depolarizării ventriculare

Axul electric în hipertrofii ventriculare

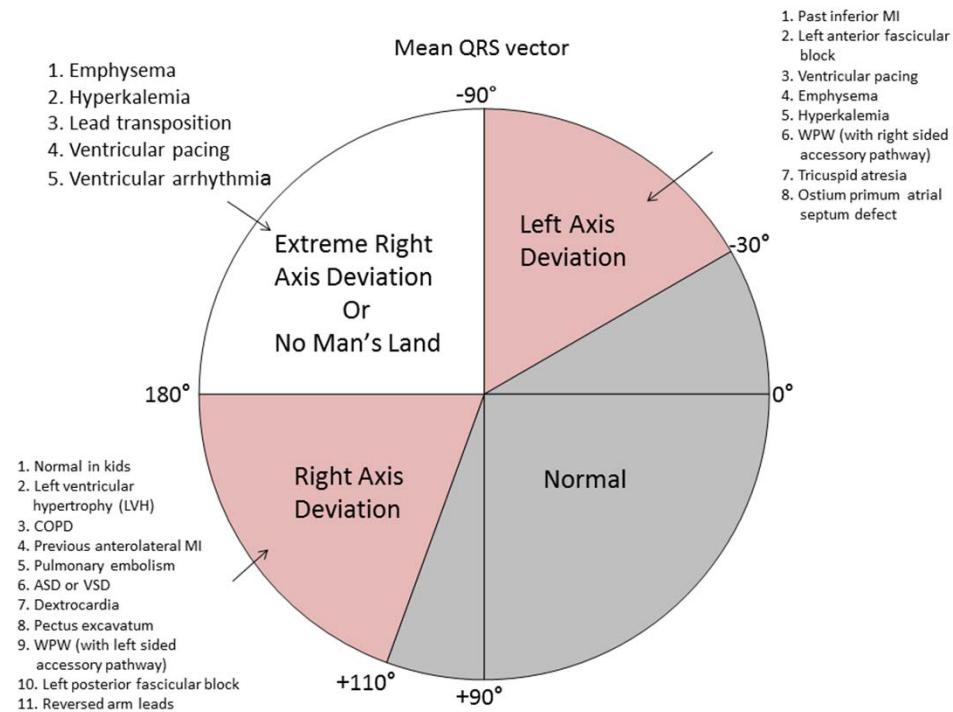


Hipertrofie ventriculară dreaptă

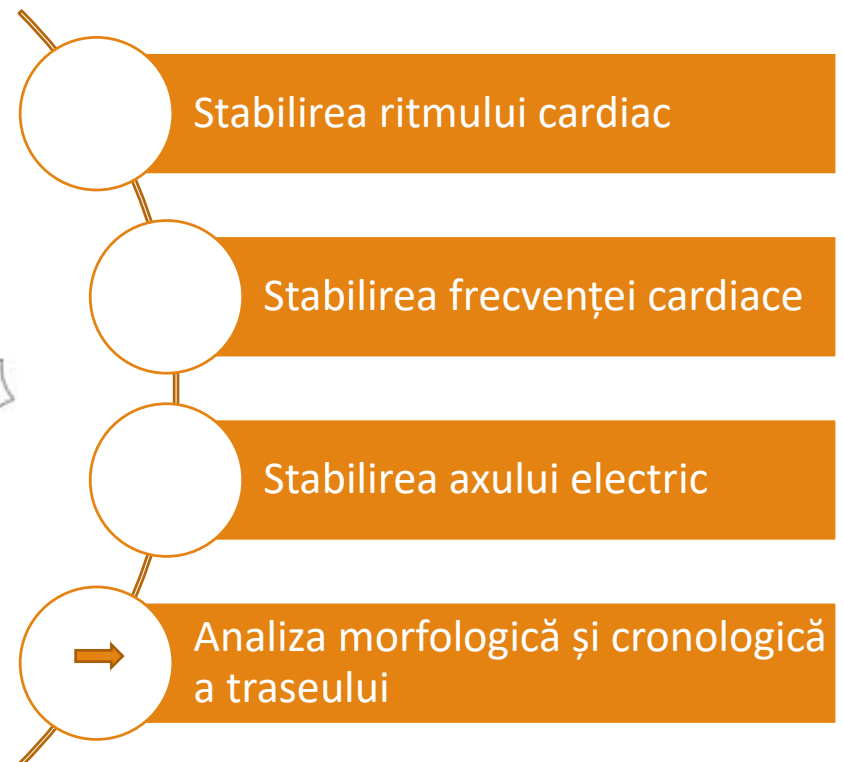


Hipertrofie ventriculară stângă

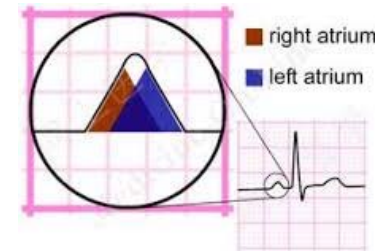
Modificări ale axului electric



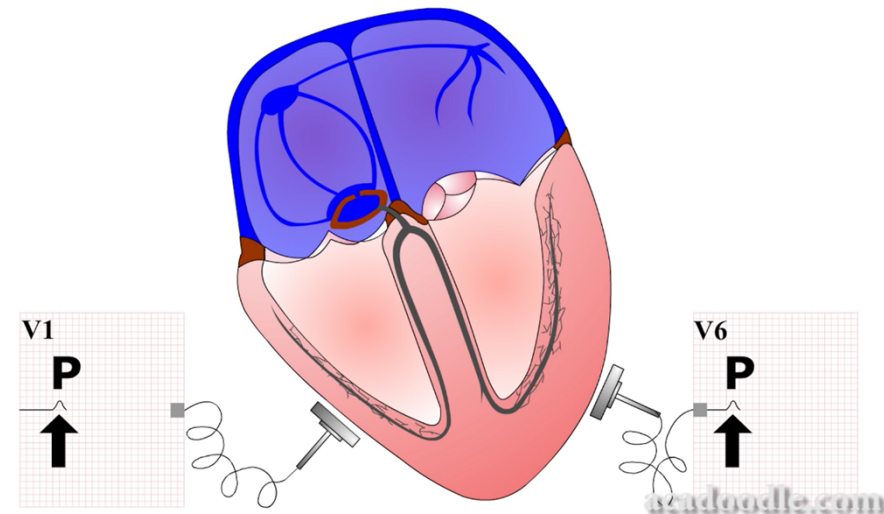
Interpretarea unui ECG



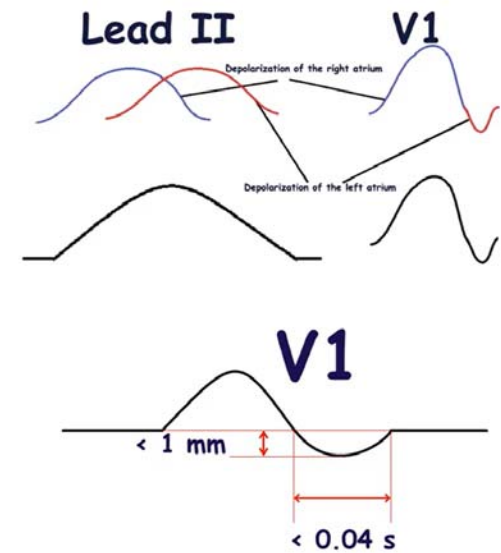
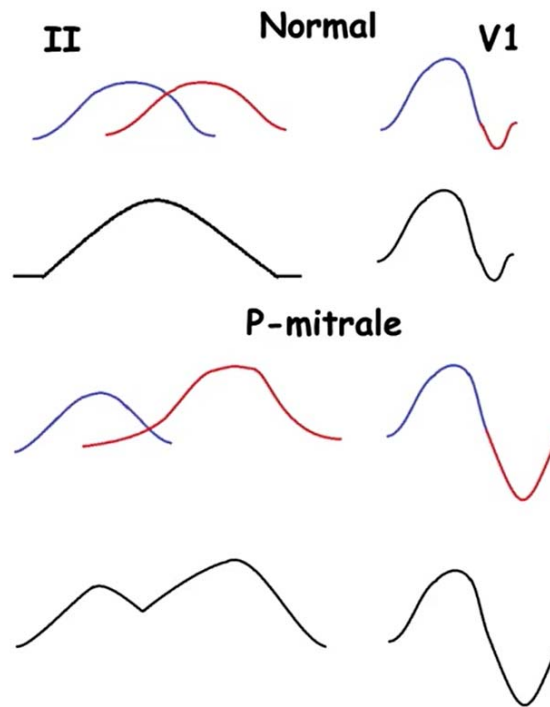
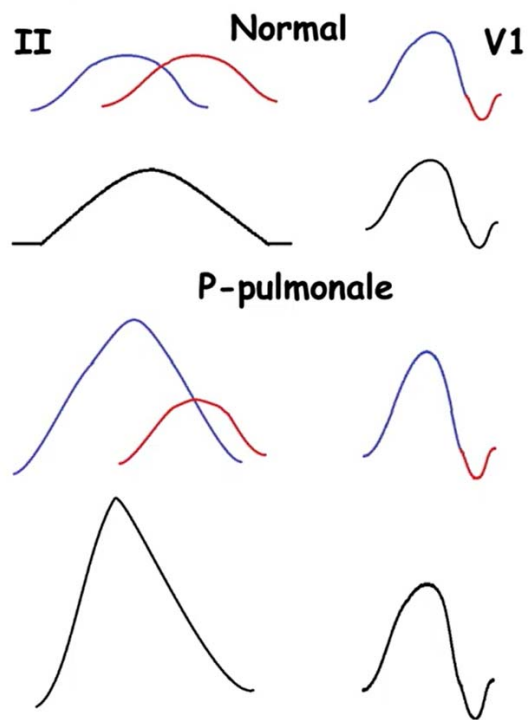
Unda P



- Reprezintă depolarizarea atrială
- Forma și amplitudinea undei pot fi cel mai bine evaluate în DII și V1
- Unda P în DII este o deflexiune pozitivă cu pantele simetrice, vârful rotunjit, rezultând prin suprapunerea celor două componente de depolarizare atrială-atriul drept și atrul stâng
- Întrucât nodulul sinoatrial se află în atrul drept, depolarizarea atrială stângă are o ușoară întârziere față de cea a atrului drept
- Amplitudinea maximă a undei P este de 2,5 mm
- Durata variază între 0,08-0,11 s



Unda P



Intervalul P-Q

- Conducerea stimulului în NAV (nodul atrioventricular)
- Se măsoară de la începutul undei P până la prima undă a complexului QRS
- Durata variază în limite foarte largi 0.12-0.20 secunde, fiind dependentă de frecvența cardiacă (scade cu creșterea frecvenței)

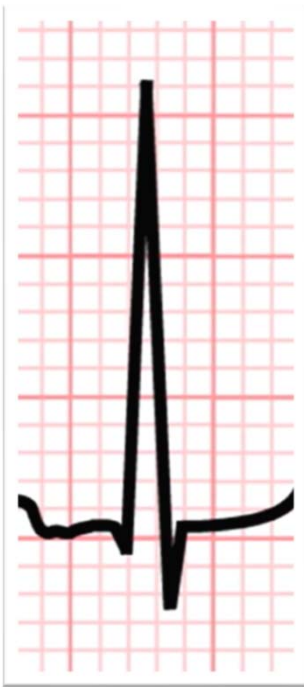
Abaterea de la valorile normale poate însemna:

- Sindrom de preexcitație intervalul PQ (PR) scade sub 0,12 sec
- Bloc atrio-ventricular intervalul PQ (PR) crește peste 0,20 sec



PR interval = PR wave + PR segment

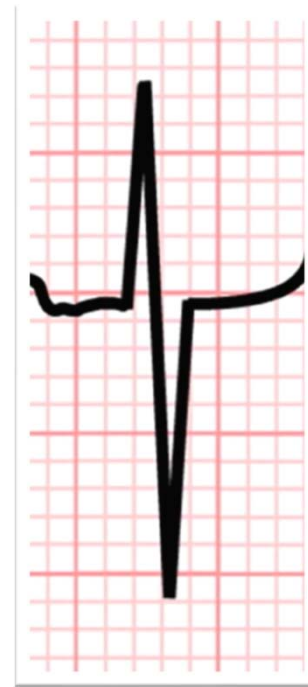
Morfologie complex QRS



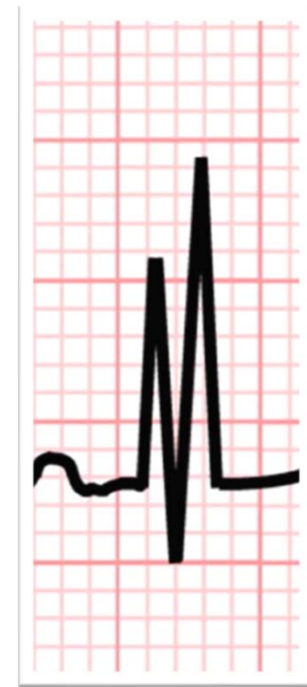
qRs



Qr



RS



RsR'

Complex QRS

Unda Q reprezintă prima deflexiune negativă a complexului
Are o durată de 0,02-0,03 și o adâncime de 1-2 mm (nu depășește 25-30% din amplitudinea undei R)
Prezența sa nu este constantă

Unda Q cu amplitudine și durată peste valorile normale este marker de necroză cardiacă (peste 0,04 sec și amplitudine mai mare de 1/3 din unda R)

Unda R reprezintă prima deflexiune pozitivă a complexului
Are o durată de 0,03-0,05 sec și o amplitudine variabilă 10-15-18 mm.
Amplitudinea depinde și de grosimea peretelui toracic și de poziția inimii (în caz de cord orizontalizat R este mai mare în DI, iar în caz de cord verticalizat R este mai mare în DII și DIII)
Prezența sa nu este constantă

Amplitudinea undei R peste valorile normale este întâlnită în hipertrofiile ventriculare

Unda S este a doua undă negativă cu o durată de 0,02-0,03 sec și adâncimea de 2mm
Nu este o prezență constantă în toate derivațiile

Durată normală:

0,06 – 0,10 sec.

Amplitudinea:

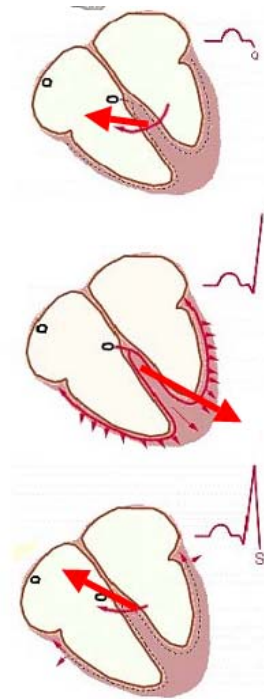
10 – 20 mm în derivațiile standard; până la 30 mm în cele precordiale.

Complex QRS-Semnificație(plan frontal)

Prima zonă depolarizată a mușchiului ventricular este septul interventricular, cu vectorul rezultat de la stânga spre dreapta și de jos în sus $\Rightarrow$ **unda Q.**

Urmează activarea: apexului și pereților ventriculari laterali, dinspre endocard spre epicard, cu vectorul rezultat de la dreapta la stânga și de sus în jos $\Rightarrow$ **unda R.**

Ultimele zone depolarizate sunt bazele ventriculilor, care sunt activate de jos în sus și spre dreapta $\Rightarrow$ **unda S.**



Complex QRS-Semnificație(plan orizontal)

V1, V2 (rS)

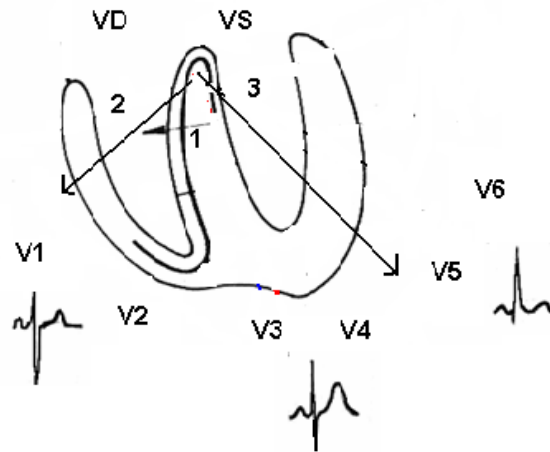


- ☐ Unda r reprezintă depolarizarea septului și a VD
- ☐ Unda S este dată de depolarizarea VS

V3, V4 (RS)



- ☐ Complex echidifazic

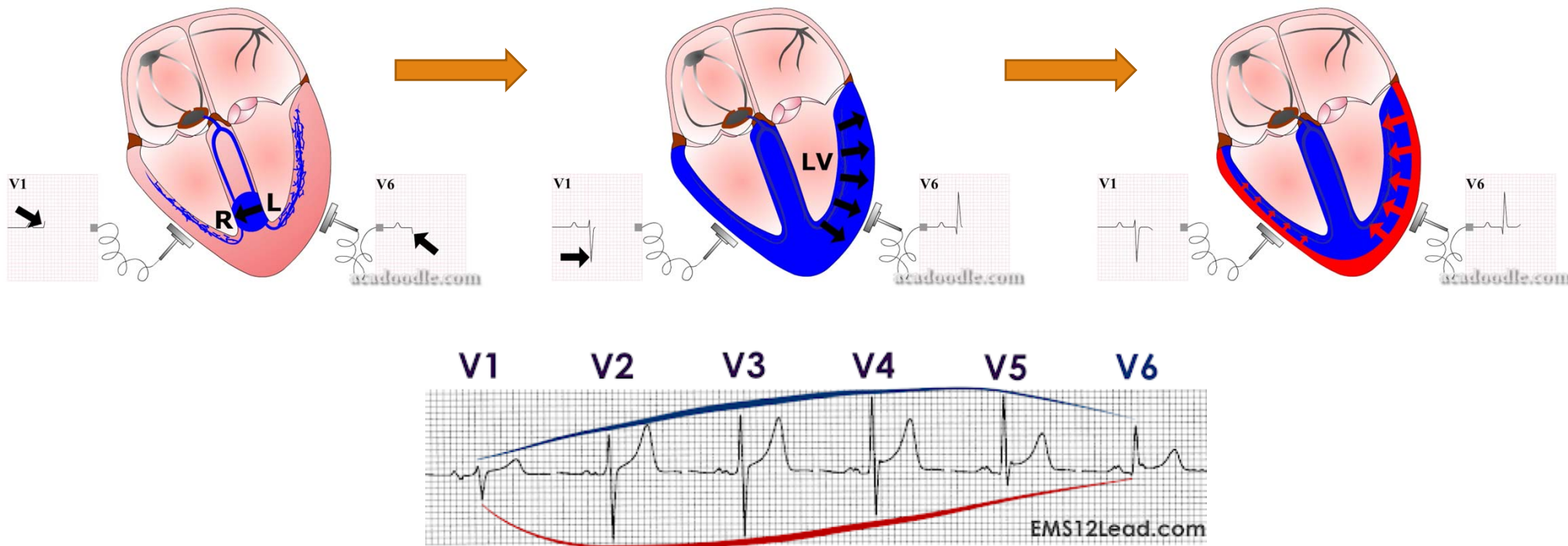


V5, V6 (qR/qRs)



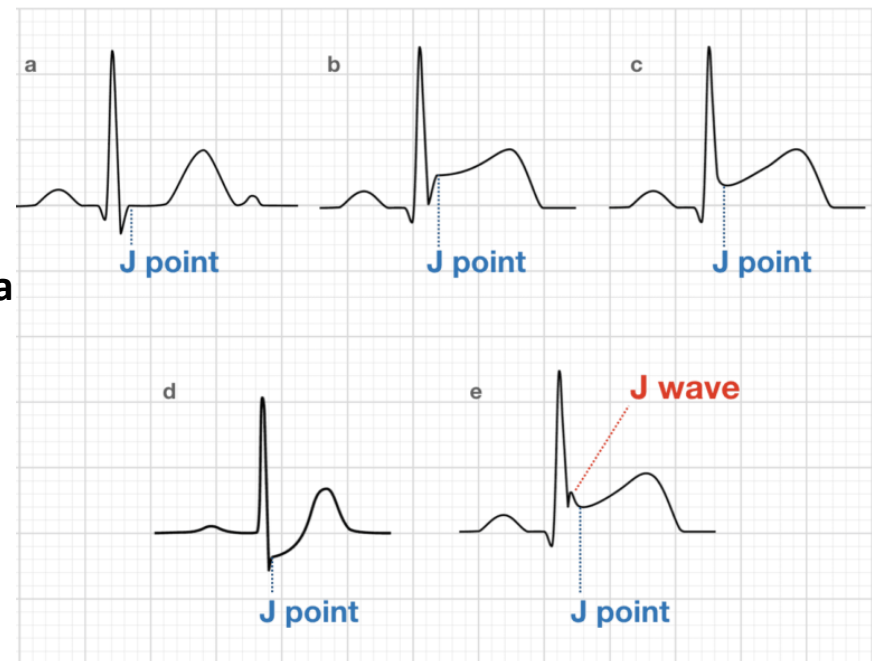
- ☐ q este depolarizarea septală
- ☐ R este depolarizarea ventriculului stâng
- ☐ s depolarizarea ventriculului drept

Complex QRS-Semnificație(plan orizontal)



Segmentul ST

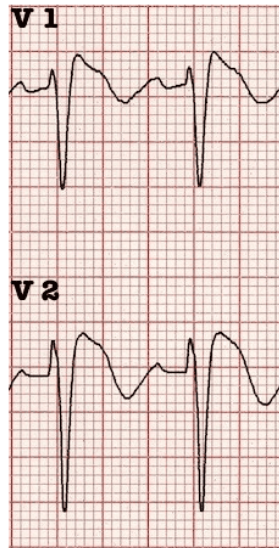
- **Semnificație:**
începutul repolarizării ventriculare, faza lentă, pasivă;
- **Durata**
variabilă, nu o depășeste pe cea a complexului;
- **Supra sau subdenivelarea segmentului ST se apreciază** funcție de segmentul TP care reprezintă diastola generală și este considerat linia izoelectrică a traseului



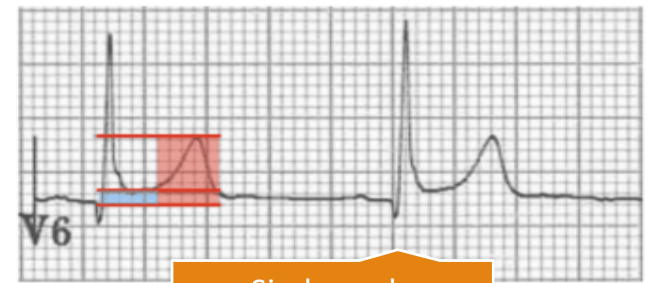
Segmentul ST-supradenivelare

Posibile cauze
de
supradenivelare
segment ST

- Infarct miocardic acut cu supradenivelare de segment ST
- Pericardită
- Sindrom de repolarizare precoce
- Angina Prinzmetal
- Anevrism ventricular
- Sindrom Brugada
- Bloc de ramură stângă
- Hipertrofie ventriculară stângă



Sindrom Brugada
-Aspect de bloc de ramură dreaptă
-Supradenivelare ST in V1-V3,
urmată de unde T negative

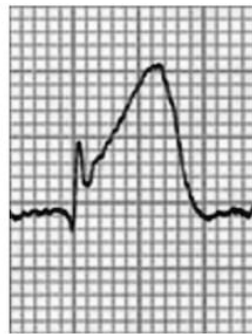


Sindrom de repolarizare precoce



Pericardită

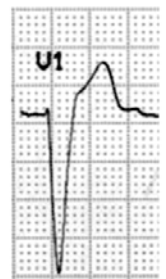
Segmentul ST-supradenivelare



Pericarditis



BER



LBBB



Infarct miocardic acut cu
supradenivelare de segment ST



LV Aneurysm



Brugada

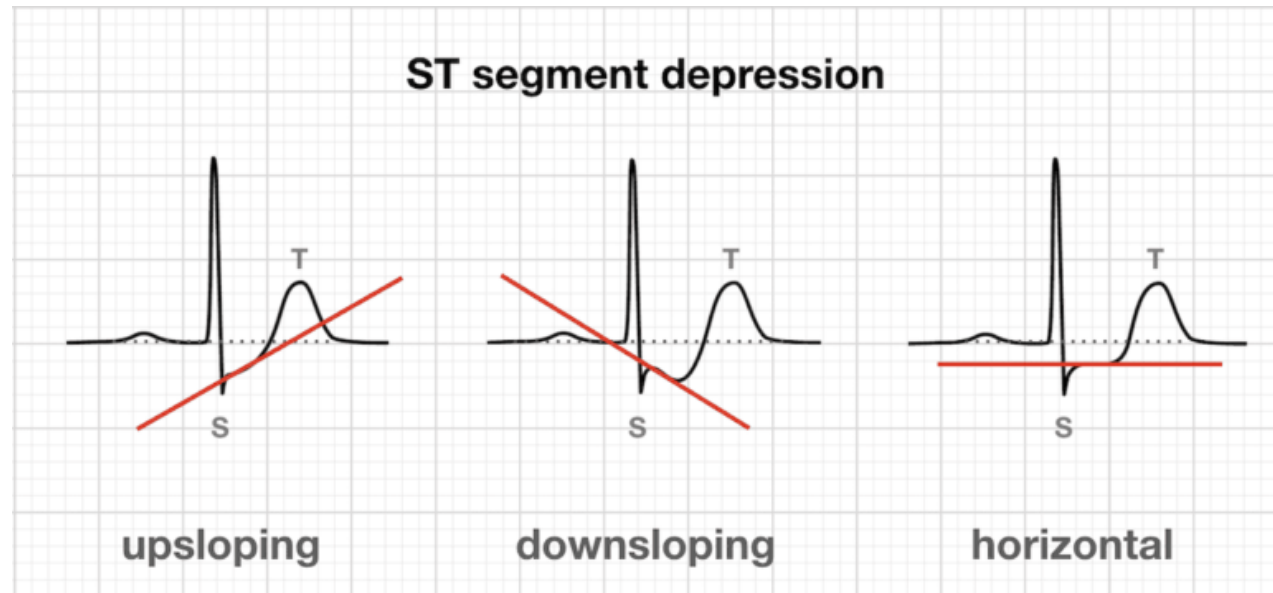
*BER-benign early repolarization-sindrom de repolarizare precoce

*LBBB-left bundle branch block-bloc de ramură dreaptă

Segmentul ST-subdenivelare

Posibile cauze
de
subdenivelare
segment ST

- Infarct miocardic acut fără supradenivelare de segment ST
- Subdenivelare reciprocă în STEMI
- Infarct posterior
- Efect digitalic
- Tahicardie supraventriculară
- Hipertrofii ventriculare
- Bloc de ramură



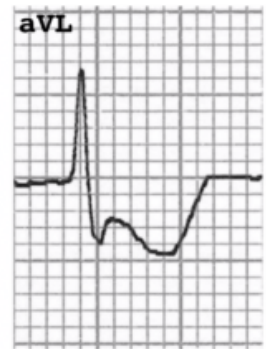
Segmetul ST-subdenivelare



ST subdenivelare NSTEMI



ST elevation



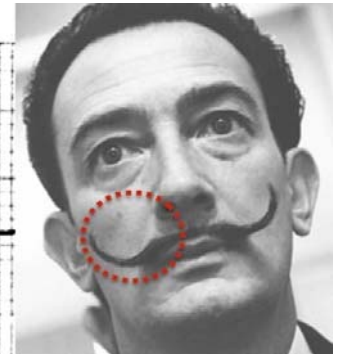
Reciprocal change



Infarct posterior V2: undă R, subdenivelate ST de 3mm

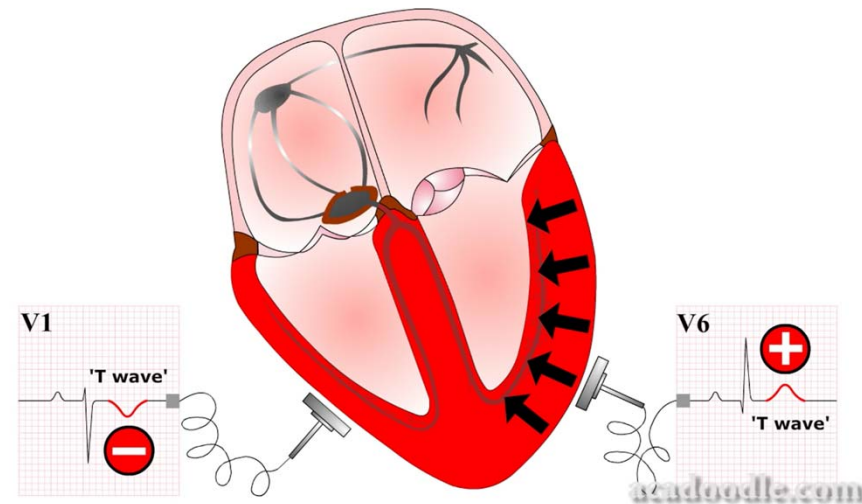


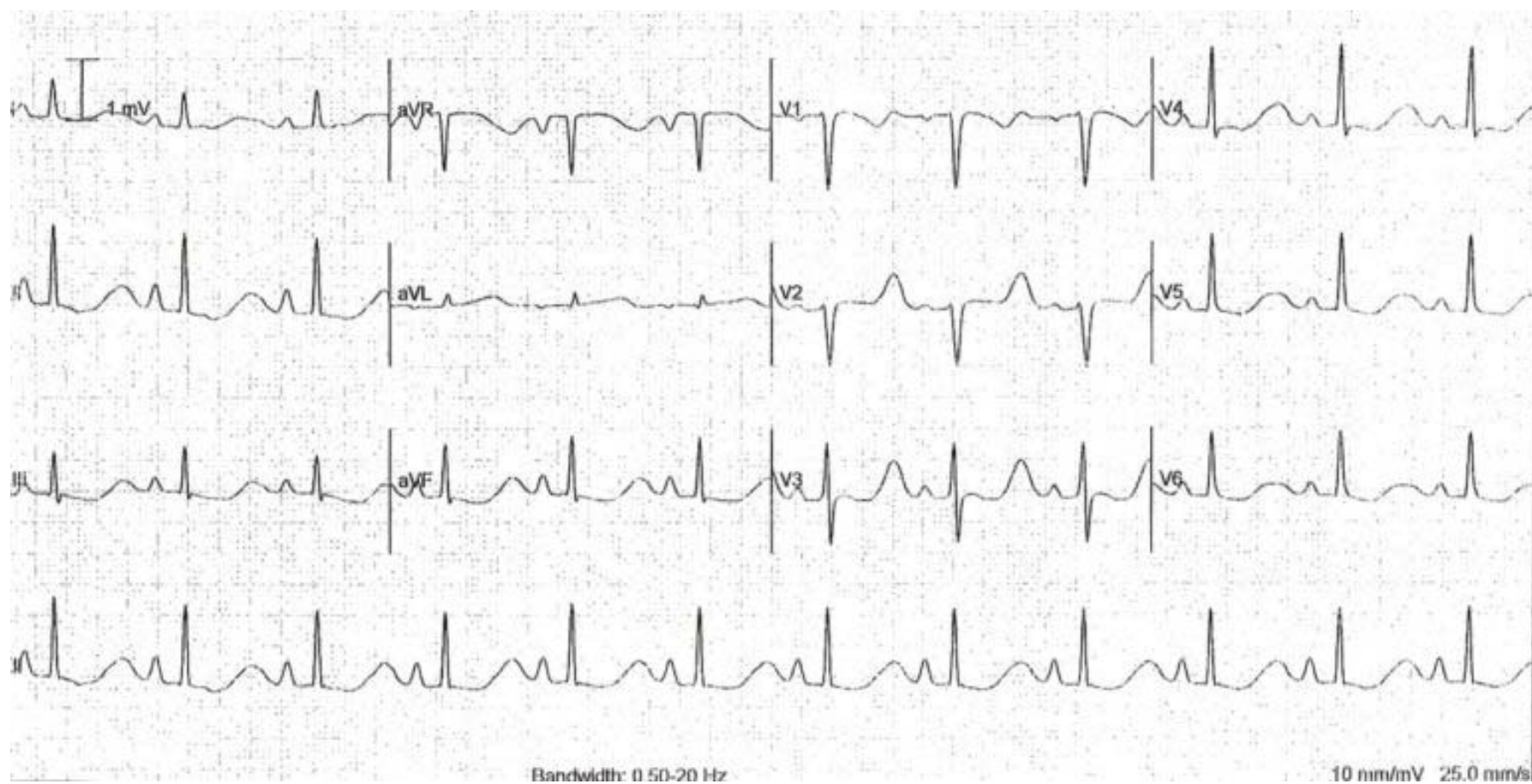
Efect digitalic

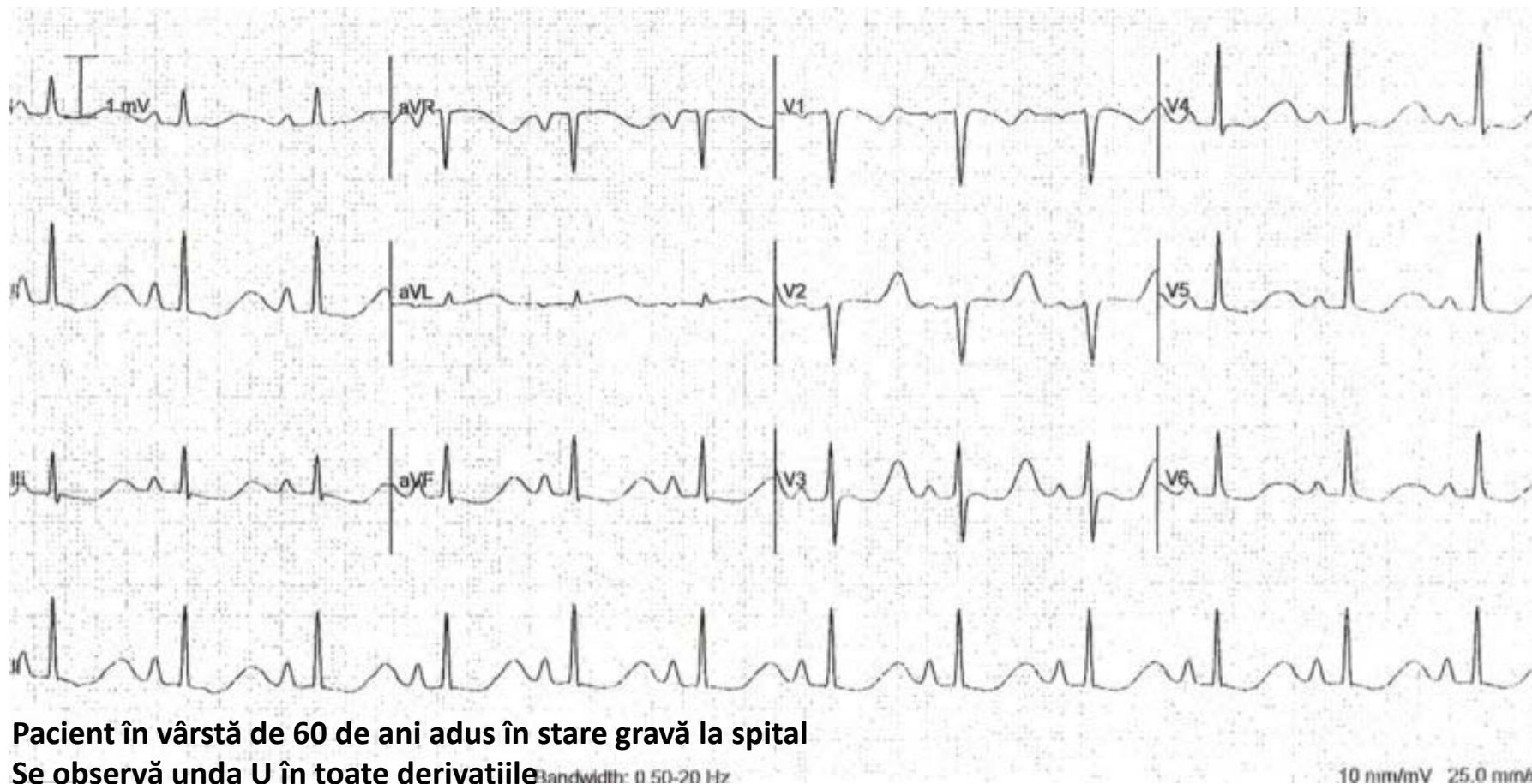


Unda T

- **Semnificația:**
repolarizarea finală ventriculară – faza de repolarizare activă
- **Morfologia:**
asimetrică, cu panta ascendentă mai lentă și cea descendentă mai abruptă.
- **Sensul: pozitivă în majoritatea derivațiilor.**
Negativă în aVR și posibil și în V1, unde poate fi și bifazică.
La copii este negativă în derivațiile precordiale drepte datorită vectorului ventricular drept care este mai mare.







Pacient în vârstă de 60 de ani adus în stare gravă la spital

Se observă unda U în toate derivațiile

Nivelul $[K^+]$ plasmatic 1,9 mmol/l

Unda U

○ Este o undă care apare rar pe traseele ECG; corespunde cu fenomenul de „postdepolarizare” în fibrele Purkinje, sau cu repolarizarea mușchilor papilari;

○ Aspect:

mică, rotunjită, mai bine exprimată în derivațiile precordiale drepte;

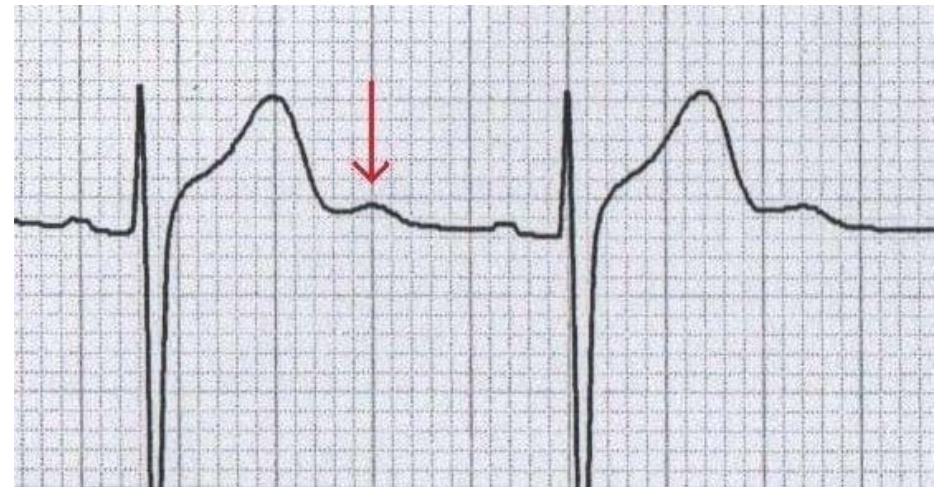
○ Sensul:

același cu unda T din aceeași derivație;

○ Amplitudinea:

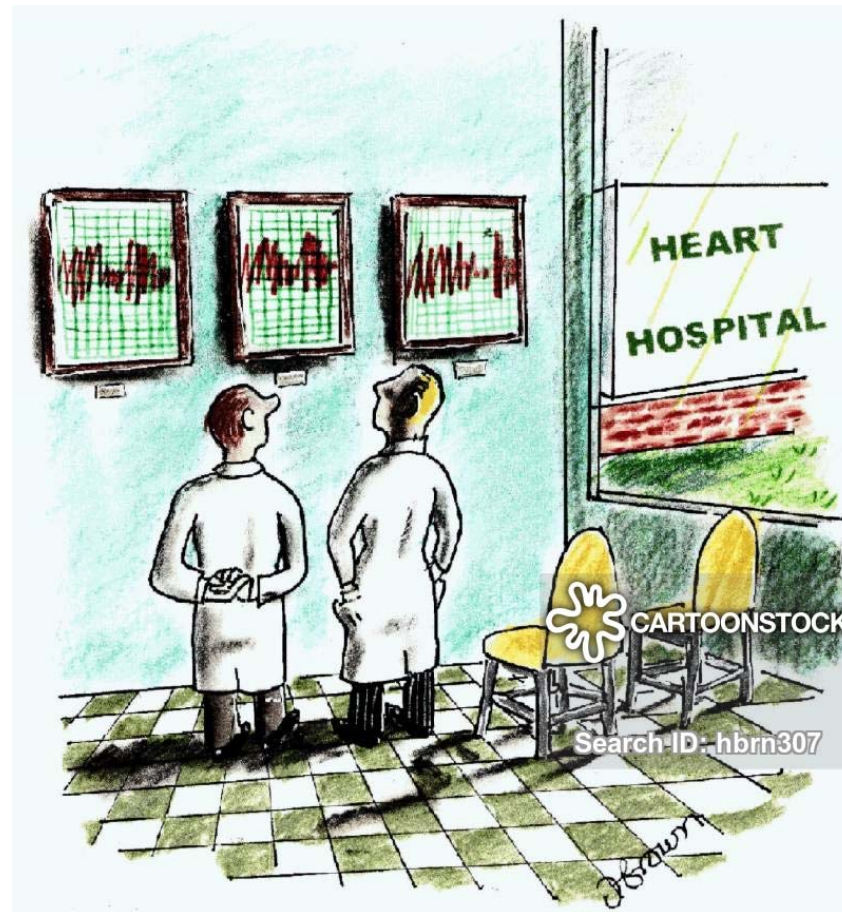
< 1/4 din amplitudinea undei T din aceeași derivație;

○ Mai evidentă în ritmurile bradicardice sau la scăderea $[K^+]$ plasmatic.



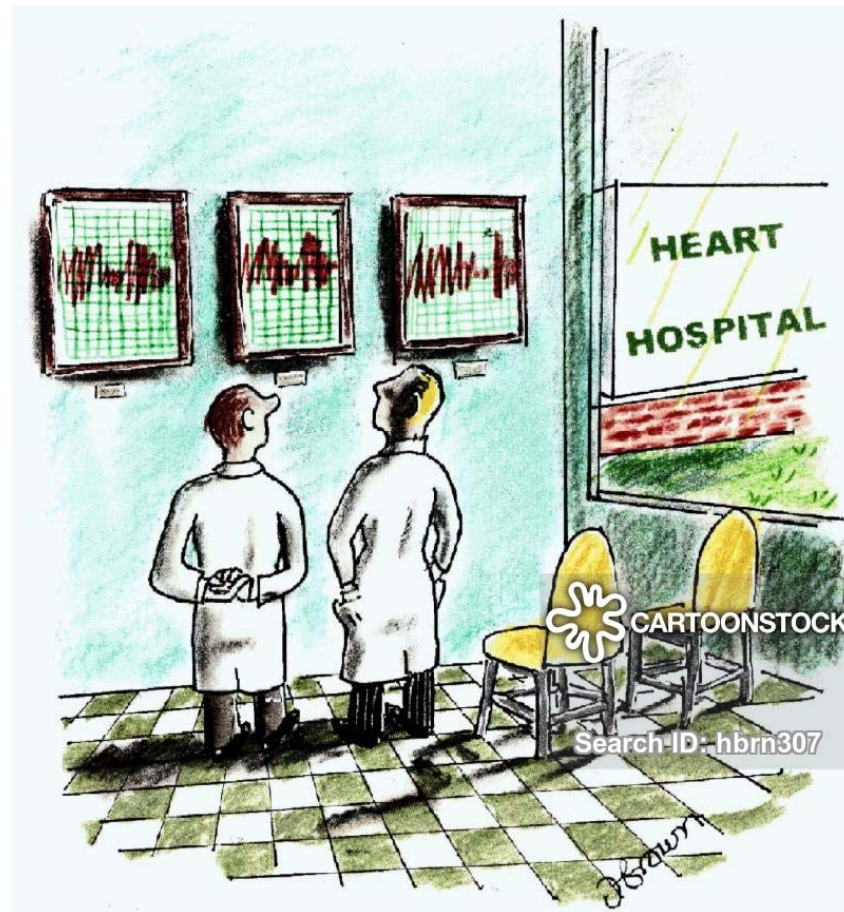
Întrebări

1. Care este în mod normal viteza de derulare a hârtiei ECG.
2. Dacă viteza de derulare a hârtiei ECG este 50mm/s, unui pătrățel îi corespunde ...s?
3. Ce explorează V5 și V6?
4. Care sunt derivațiile inferioare?
5. Criterii de ritm sinusal?
6. Durată normală unda P?
7. În hipertrofia de atriu stâng unda P își mărește durata pe baza pantei ascendente/descendente?



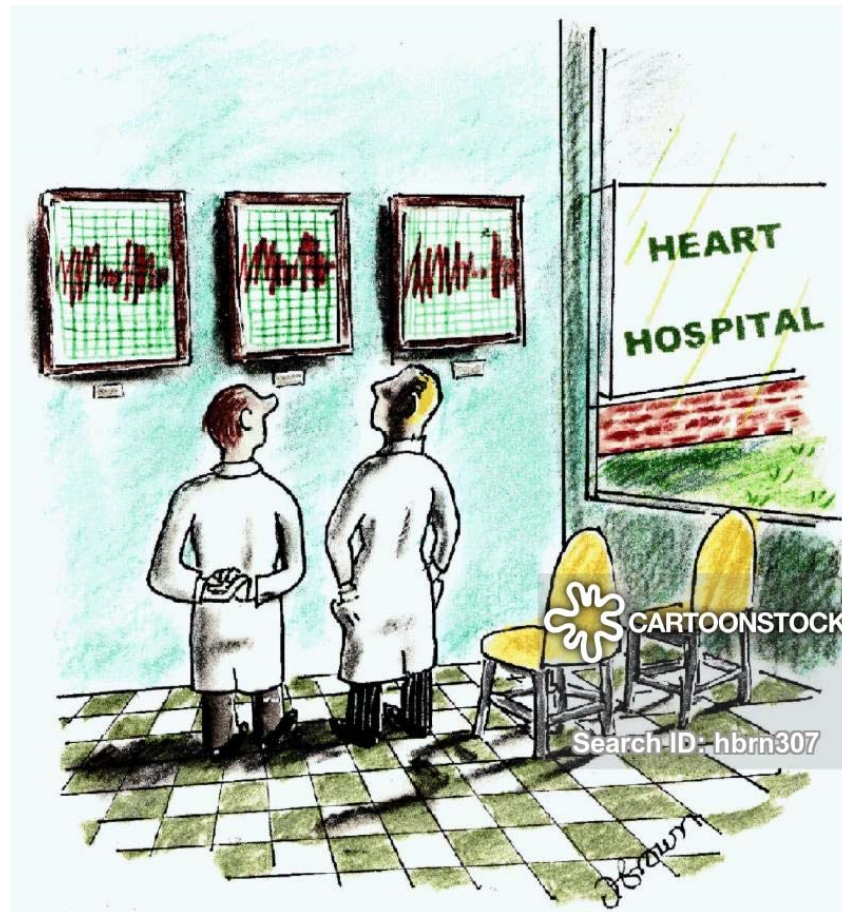
Întrebări

8. Intervalul PQ durată normală?
9. În ce situații această durată scade?
10. Complexul QRS, valori normale ale axului electric?
11. 2 situații de deviere a axului la dreapta?
12. În mod normal complexul QRS este... în V3 și V4.
13. 3 cauze de supradenivelare segment ST
14. 3 cauze de subdenivelare segment ST
15. Unda U apare numai în situații patologice?



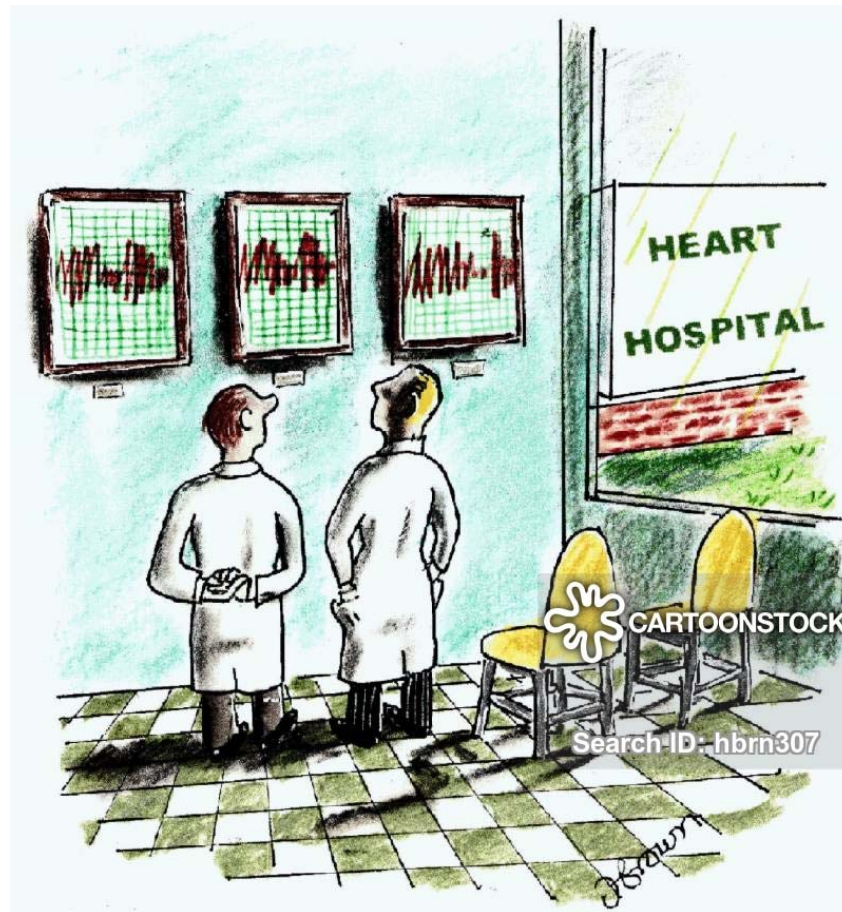
Răspunsuri

1. 25mm/s
2. 0,02 s
3. Peretele lateral VS
4. DII, DIII, AVF
5. Unda P să existe, să fie pozitivă în cel puțin 2 derivații standard, să preceadă complexul QRS, complexe QRS să fie egale
6. 0.08-0.11
7. Panta descendentă

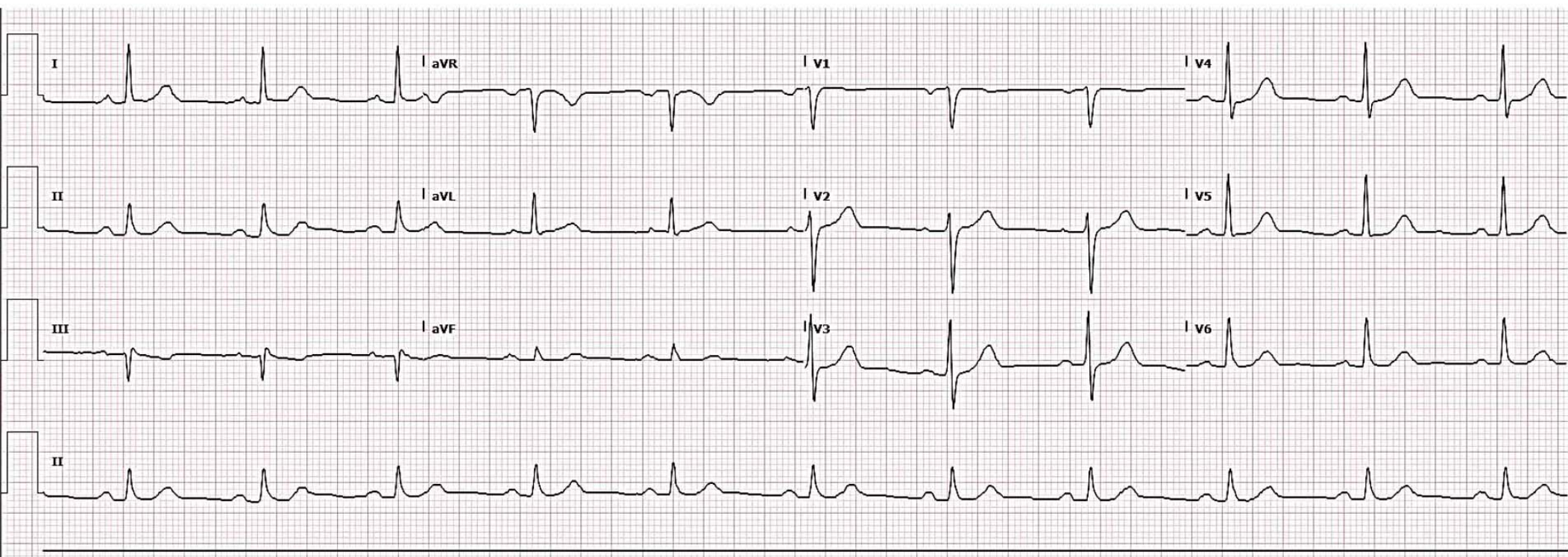


Răspunsuri

8. 0,12-0,20
9. Sindroame de preexcitație
10. $-30^{\circ} + 90^{\circ}$
11. Bloc de ramură dreapta, hipertrofie ventriculară dreaptă
12. Echidifazic
13. STEMI, pericardită, sindrom de repolarizare precoce, bloc de ramură stângă
14. NSTEMI, modificări reciproce în STEMI, infarct posterior în V2, V3, hipokalemie, hipertrofii ventriculare, bloc de ramură
15. Nu



ECG nr 1

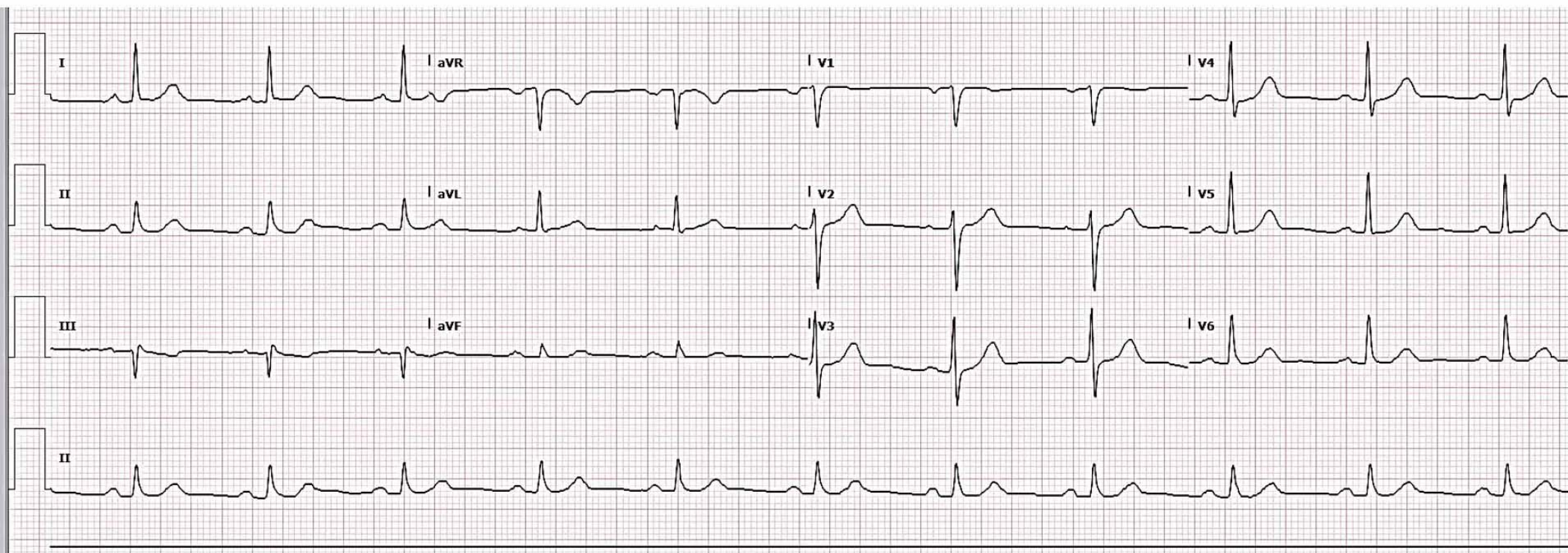


Rate: 66 (regular)
Rhythm: sinus rhythm
Axis: normal (about 30°)

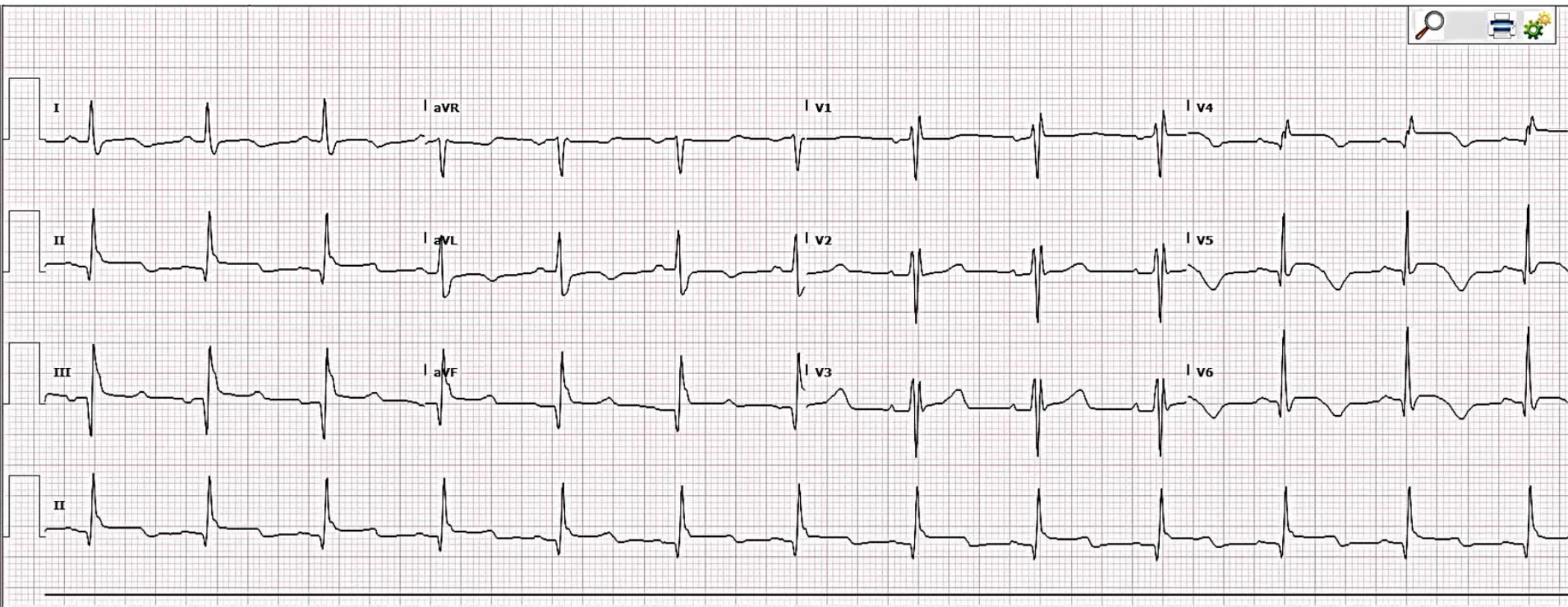
P wave: normal
PR interval: normal (180ms)
QRS interval: narrow (100ms)
Q, R, S: no Qs, good R wave progression with transition in V3, normal QRS morphology

ST segment: normal
T wave: inverted in III, otherwise normal
QT interval: grossly normal (QT 360ms; QTc 379ms)

Interpretation:
Regular sinus rhythm with singular inverted T wave in lead III. Essentially normal ECG.



ECG nr 2

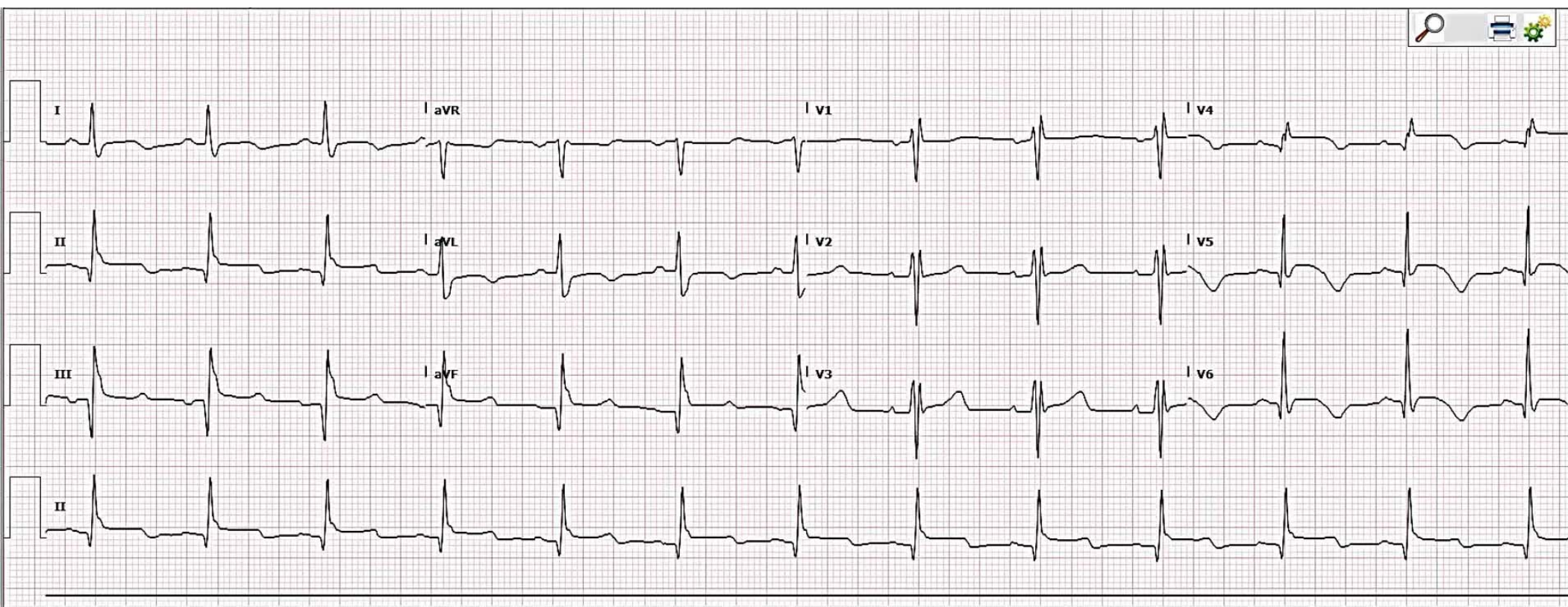


Rate: 78 (regular)
Rhythm: sinus rhythm
Axis: normal ($\sim 50^\circ$)

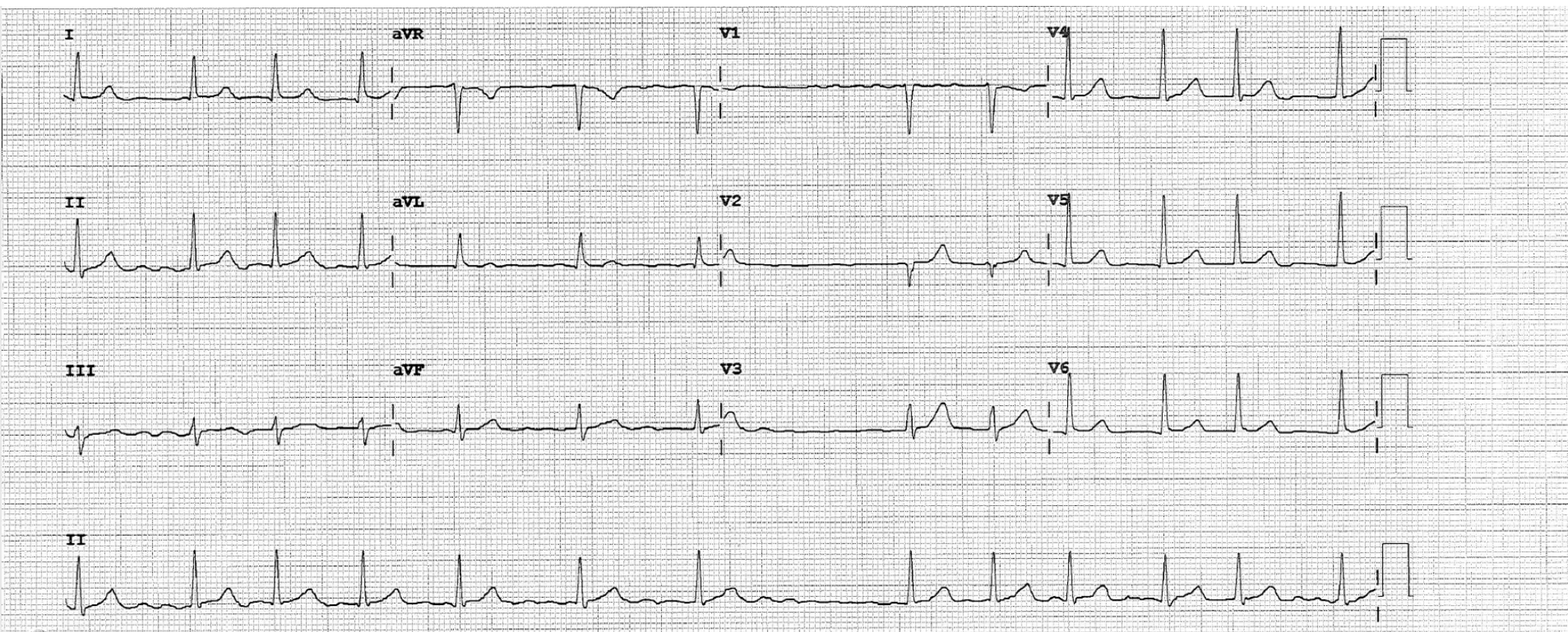
P wave: normal
PR interval: normal (120ms)
QRS interval: slightly widened (~ 120 ms)
Q, R, S: Deep Qs in III, aVF, RSR pattern in V1-3

ST segment: elevation II, V3-6
T wave: inverted I, II, aVL, aVR, V4-6
QT interval: grossly normal (QT 380ms; QTc 424ms)

Interpretation: sinus rhythm with a RBBB and ST segment and T wave changes.



ECG nr 3



Rate: 78 (45-100 - irregular)

Rhythm: not sinus

Axis: normal ($\sim 45^\circ$)

P wave: not present

PR interval: N/A

QRS interval: narrow (60ms)

Q, R, S: normal Qs, good R

wave progression,
transition V3, normal
morphology

ST segment: normal

T wave: normal

QT interval: grossly normal
(QT 380ms)

Interpretation: Atrial
fibrillation with
normal ventricular
rate.

