



## FIZIOPATOLOGIE MEDICINĂ an III



LP\_05

### Partea I: ECG normală – Rapel fiziologic

2021

## OBIECTIVE EDUCAȚIONALE

*La sfârșitul acestei lucrări practice, studenții trebuie să:*

- Recunoască și caracterizeze elementele traseului ECG normal
- Determine rapid frecvența cardiacă
- Determine rapid axul electric al inimii

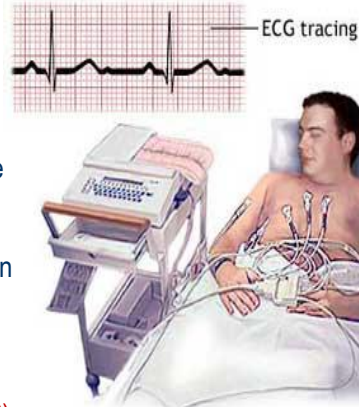
## A. ELECTROCARDIOGRAMA

- **Definiție:** înregistrarea grafică a activității electrice a inimii cu ajutorul unor electrozi de culegere plasați la periferia câmpului electric generat de depolarizarea și repolarizarea atriilor și a ventriculilor

- **Principiu:**

- se plasează **electrozii de culegere**, în *puncte standard* la nivelul pielii
- prin combinarea electrozilor de culegere se formează **12 derivații ECG** care explorează activitatea electrică a inimii în **două planuri**:

- frontal → derivațiile **membrelor (6)**
- orizontal → derivațiile **precordiale (6)**



3

## Derivațiile ECG – în plan frontal

### ① Derivațiile bipolare (standard) ale membrilor: DI, DII, DIII

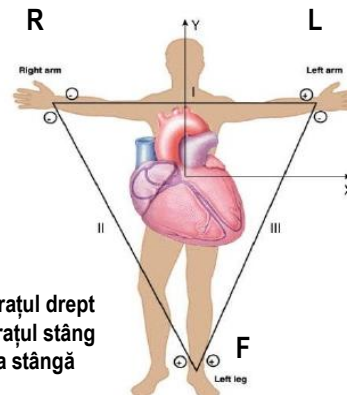
- formează *laturile* triunghiului echilateral Einthoven
- culeg diferența de potențial între un electrod *explorator* (pozitiv) și unul de *referință* (negativ):

DI → L (+) și R (-)

DII → F (+) și R (-)

DIII → F (+) și L (-)

### Einthoven triangle



R = antebrațul drept  
L = antebrațul stâng  
F = gamba stângă

4

## Derivațiile ECG – în plan frontal

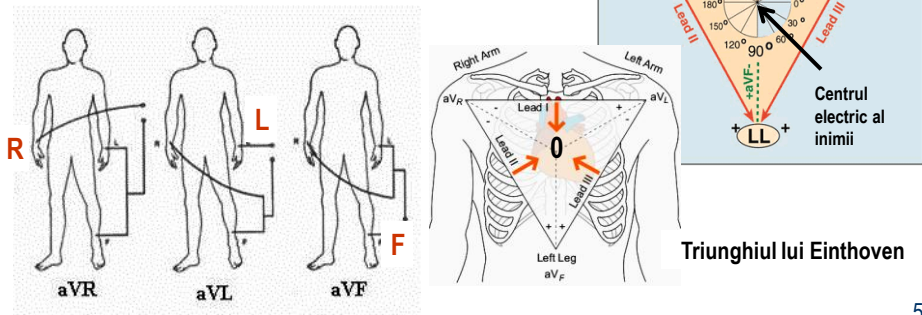
### ② Derivațiile unipolare ale membrelor (aVR, aVL și aVF)

- formează *bisectoarele* triunghiului echilateral Einthoven
- culeg diferența de potențial dintre un electrod *explorator* (pozitiv) și unul *indiferent* (cu potențial zero) format din 2 electrozi legați împreună:

aVR → R (+) și electrozii L și F legați împreună

aVL → L (+) și electrozii R și F legați împreună

aVF → F (+) și electrozii R și L legați împreună

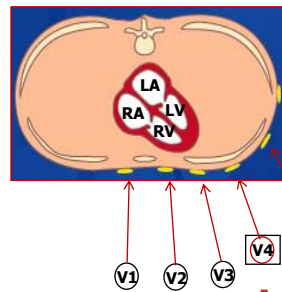
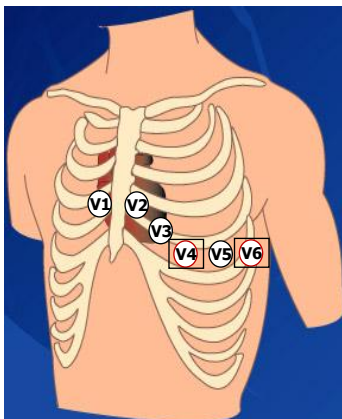


5

## Derivațiile ECG – în plan orizontal

### ③ Derivațiile PRECORDIALE: V1-V6

- culeg diferența de potențial dintre un electrod *explorator* (pozitiv) și unul *indiferent* (cu potențial zero) format din *electrozii membrelor* legați împreună



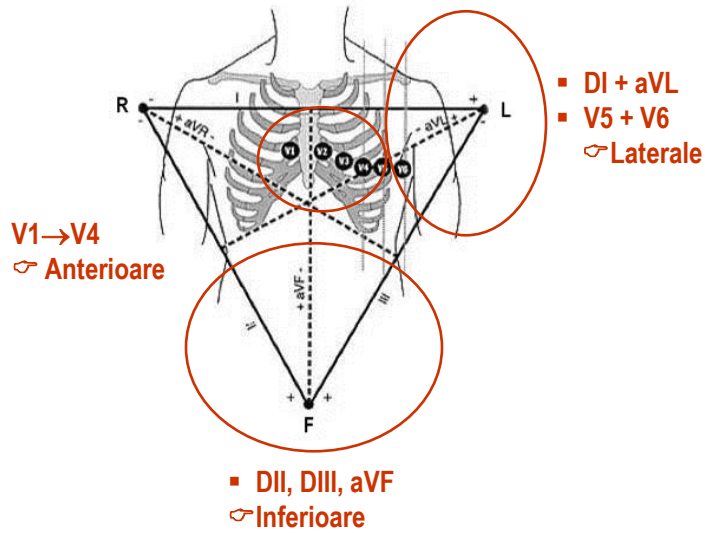
▪ V1, V2  
⇔ Precordiale dr.

▪ V3, V4  
⇔ Septale sau tranziționale

▪ V5, V6  
⇔ Precordiale stg.

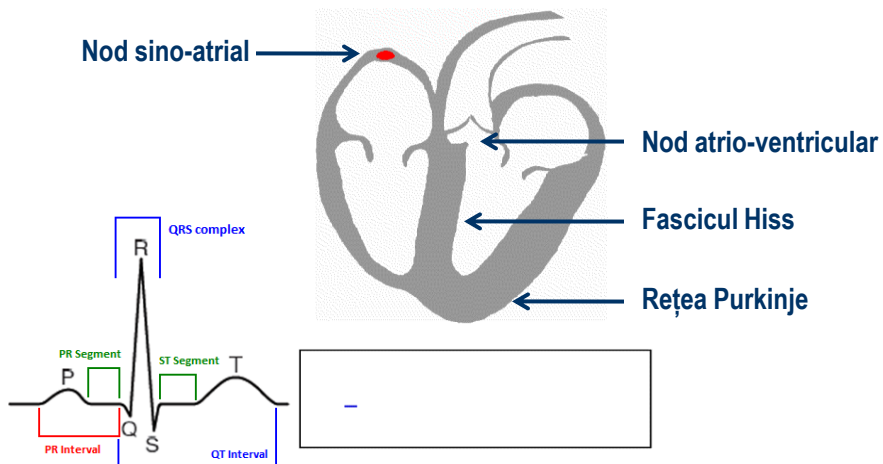
6

## Derivațiile ECG



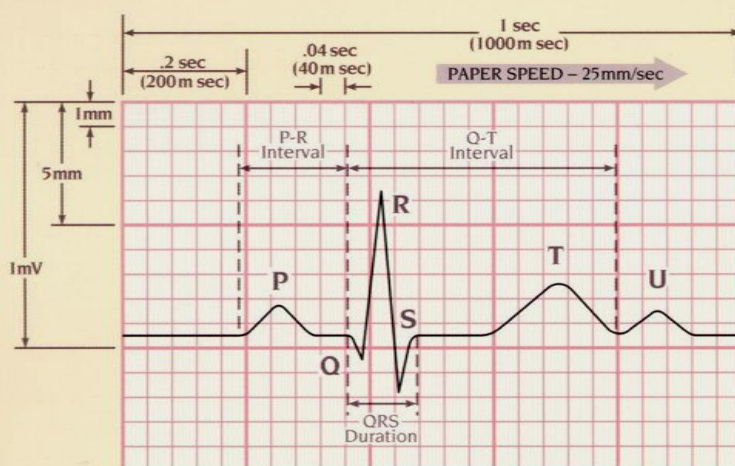
7

## Semnificația electrică a componentelor ECG



8

## Standardizarea înregistrării ECG



VERTICAL AXIS	
1 Small Square = 1mm	(0.1mV)
1 Large Square = 5mm	(0.5mV)
2 Large Squares = 1mV	

HORIZONTAL AXIS	
1 Small Square = .04 sec	(40 m sec)
1 Large Square = .2 sec	(200 m sec)
5 Large Squares = 1 sec	(1000 m sec)

9

## B. Traseul ECG NORMAL

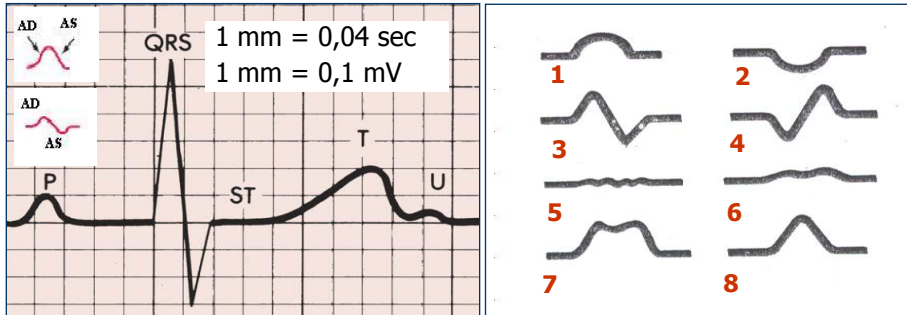
Element grafic	Caracteristici morfologice și cronologice
1. Unda P	<ul style="list-style-type: none"> <li>– morfologie</li> <li>– durată</li> <li>– amplitudine</li> </ul>
2. Intervalul PQ (PR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– durată</li> <li>– caracterul constant</li> </ul>
3. Complexul QRS	<ul style="list-style-type: none"> <li>– morfologie</li> <li>– durată</li> <li>– amplitudine</li> </ul>
4. Unda Q	<ul style="list-style-type: none"> <li>– prezența de derivații</li> <li>– durată</li> <li>– amplitudine</li> </ul>
5. Segmentul ST	<ul style="list-style-type: none"> <li>– poziție față de linia izoelectrică</li> </ul>
6. Unda T	<ul style="list-style-type: none"> <li>– morfologie</li> <li>– amplitudine</li> </ul>
7. Interval QT	<ul style="list-style-type: none"> <li>– durată corectată la FC</li> </ul>
8. Unda U	<ul style="list-style-type: none"> <li>– morfologie</li> <li>– amplitudine</li> </ul>

10

## 1. Unda P

### ▪ Morfologie:

- rotundă, simetrică, posibil crestată/bifidă (DII) sau bifazică (+/-) în  $V_1$
- obligatoriu pozitivă în DI, DII și aVF
- obligatoriu negativă în aVR



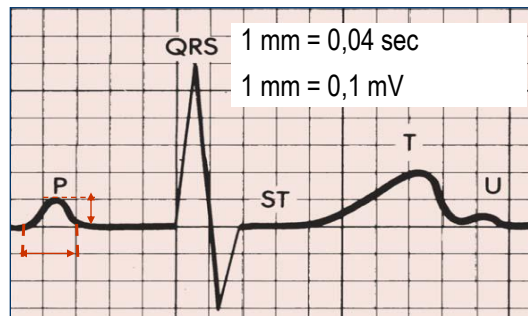
### LEGENDĂ:

- (1) pozitivă, (2) negativă, (3) bifazică (+/-), (4) bifazică (-/+), (5) izoelectrică, (6) aplatizată, (7) bifidă, (8) ascuțită

11

## 1. Unda P

- **Durata:** 0,08-0,10 sec
- **Amplitudine:** maximă în DII (2,5 mm)



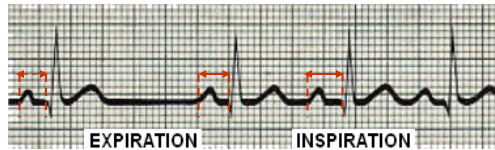
### Exemplu:

- durată: P = 0,08 sec
- amplitudine: 1 mm

12

## 2. Intervalul PQ (PR)

- **Semnificație** = unda P + segmentul PQ (PR)
- **Durata:**
  - 0,12 - 0,20 sec, invers proporțională cu FC
  - constant la determinări repetate



EXEMPLU:

- $PQ_1 = 4 \times 0,04 = 0,16$  sec
- $PQ_2 = 5 \times 0,04 = 0,20$  sec
- $PQ_3 = 6 \times 0,04 = 0,24$  sec

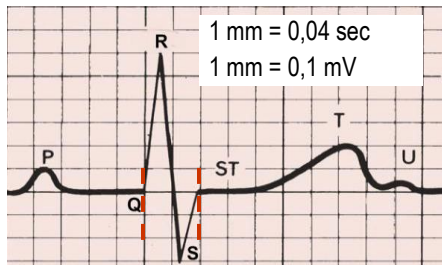
MEDIE:  $PQ = 0,20$  sec (normal)

⇒ Variația intervalului PQ (PR) în aritmia respiratorie fiziologică

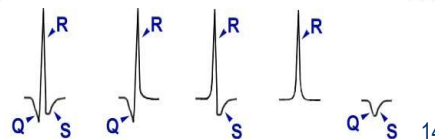
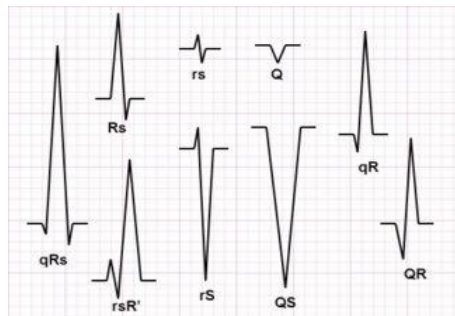
13

## 3. Complexul QRS

- **Morfologie:**
  - dependentă de poziția electrodului explorator și de poziția electrică a inimii
  - pozitiv în majoritatea derivațiilor, **obligatoriu negativ în aVR, V<sub>1</sub> și V<sub>2</sub>**
- **Durata:** 0,08-0,10 sec



EXEMPLU: durata: QRS = 0,08 s

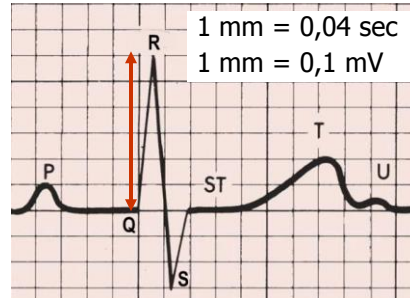


14

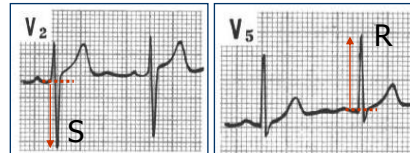
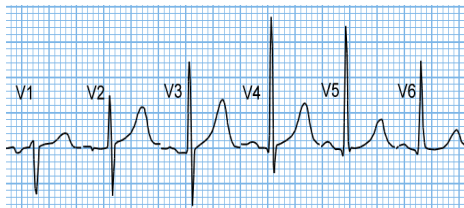
### 3. Complexul QRS

▪ **Amplitudine:**

- undă R în derivațiile membrelor = 5 - 14 mm
- undă R în derivațiile precordiale = 10 - 25 mm
- amplitudinea unei R crește progresiv de la  $V_1 \rightarrow V_6$
- indicele Sokolov - Lyon  $\Rightarrow S(V_2) + R(V_5) \Rightarrow$  normal  $\leq 35$  mm ( $> 35$  mm la tineri care pot avea un traseu hipervoltat)



INDICE SOKOLOV - LYON



$SV_2 + RV_5 \leq 35$  mm

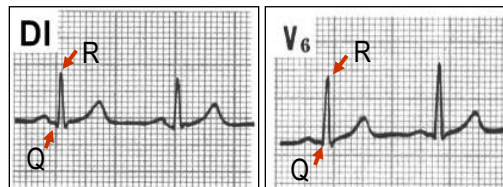
15

### Unda Q

▪ **Incidență:**

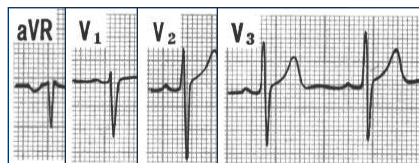
- absență obligatoriu în aVR,  $V_1 \rightarrow V_3$
- poate exista în DIII o undă Q mai amplă care dispare la inspirul profund

- **Durata:**  $< 0,04$  sec
- **Amplitudinea:**  $< \frac{1}{4}$  din unda R

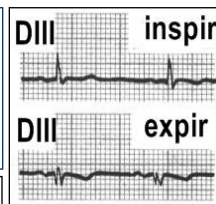


EXEMPLU:

- durata unei Q  $< 0,04$  sec
- amplitudinea unei Q  $< \frac{1}{4}$  din unda R
- Q = 1 mm (DI și  $V_6$ )
- R = 9 mm (DI) și 11 mm ( $V_6$ )



Absența unei Q



Unda Q dispare după inspirul profund

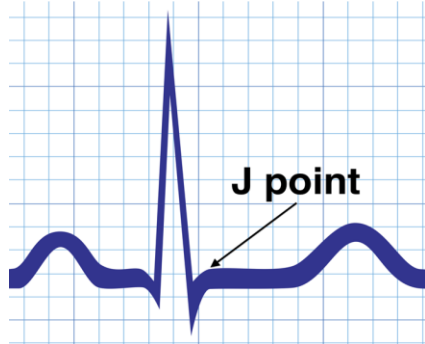
16



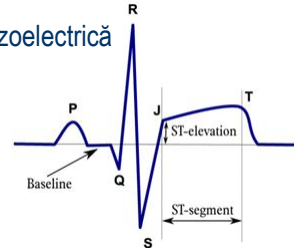
## 4. Segmentul ST

- **Poziție față de linia izoelectrică:**

- începe în punctul J ("junction"), situat la limita dintre unda S și segmentul ST
- pe linia izoelectrică
- sau
- la 1 mm *deasupra* sau *dedesubt* de linia izoelectrică



Segment ST izoelectric



Supradenivelare ST



Subdenivelare ST

17

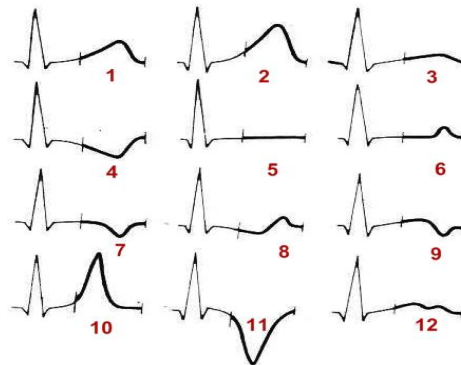
## 5. Unda T

- **Morfologie**

- rotunjită și asimetrică cu panta ascendentă mai lentă și cea descendentă mai rapidă
- concordantă ca sens cu QRS

- **Amplitudine:**

- 1/3 din unda R



**Segmentul ST și unda T formează faza terminală de repolarizare !**

**LEGENDĂ**

- (1) pozitivă, asimetrică (normală), (2) hipervoltată, pozitivă, asimetrică, (3) aplatizată, (4) negativ, asimetrică, (5) izoelectrică, (6) plat-pozitivă, (7) plat-negativă, (8) difazică (-/+), (9) difazică (+/-), (10) pozitiv hipervoltată, (11) negativ hipervoltată, (12) bifidă

18

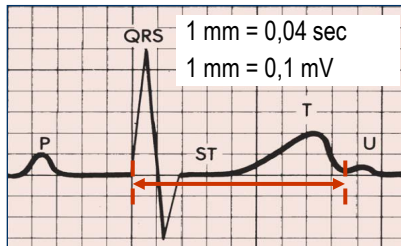
## 6. Intervalul QT

### ▪ Durată:

- normal  $\frac{1}{2}$  din RR
- valorile sale se pot corecta în funcție de frecvența cardiacă (QTc), conform formulei Bazett:

$$QTc = QT / \sqrt{RR} \quad (\text{unde, } RR = 60/FC)$$

- limita superioară a intervalului QTc este de **0,45 sec**
- alungirea intervalului QT se asociază cu o incidență crescută a morții subite prin tahiaritmii ventriculare



### EXEMPLU:

- $QT = 8,2 \times 0,04 = 0,324 \text{ sec}$
- $FC = 75 \text{ b/min}$
- $RR = 60/75 = 0,800 \text{ sec}$
- $QTc = 0,324 / \sqrt{0,800} = \mathbf{0,362 \text{ sec}}$

19

## 7. Unda U

### ▪ Incidență:

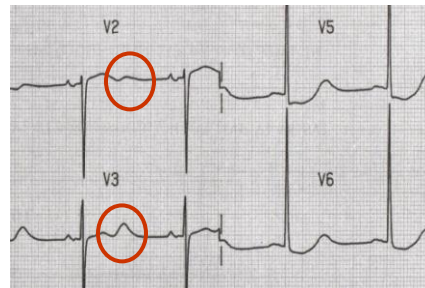
- inconstant prezentă pe ECG la tineri și în ritmurile bradicardice
- vizibilă în  $V_2, V_3$

### ▪ Morfologie:

- este asimetrică, cu panta ascendentă mai rapidă
- are aceeași polaritate cu unda T

### ▪ Amplitudine:

- sub  $\frac{1}{3}$  din amplitudinea undei T



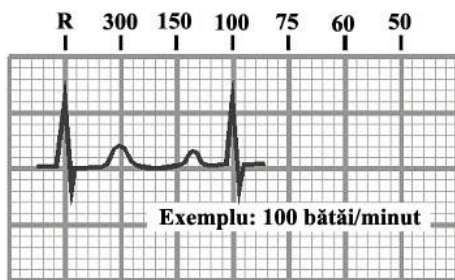
20

## C. Determinarea FRECVENȚEI CARDIACE

### ① Dacă ritmul este REGULAT

☞ Regula Dale Dubin

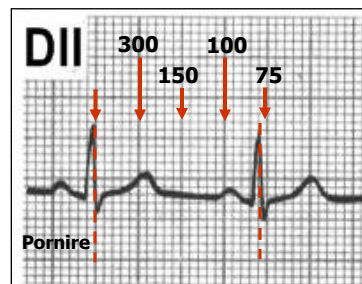
- se identifică o undă R plasată pe o linie groasă
- pentru următoarele linii groase se memorează în ordine valorile:  
**300, 150, 100, 75, 60, 50, 43, 37**



1 cm = 0,4 sec  
la 25 mm/sec

0,2 sec

0,04 sec



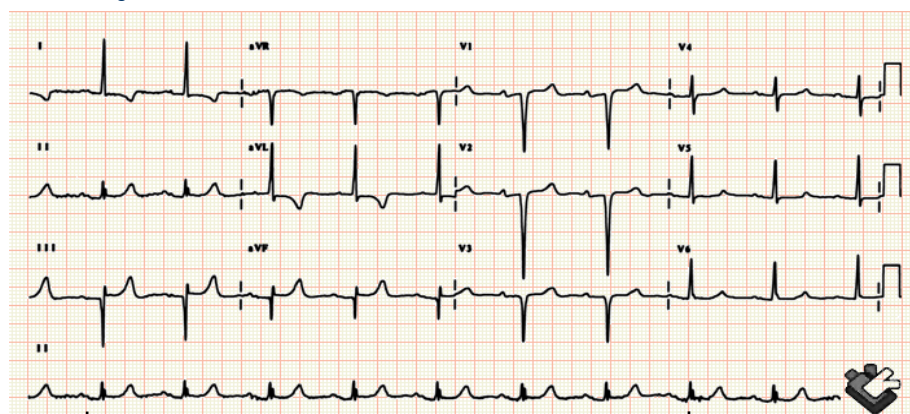
FC = ~ 75 b/min

21

## C. Determinarea FRECVENȚEI CARDIACE

### ② Dacă ritmul este NEREGULAT

☞ Regula 6 sec x 10



6 secunde = 30 pătrate mari

FC = Nr. de unde R x 10 = 8 x 10 = 80 b/min

22

## C. Determinarea FRECVENȚEI CARDIACE

### ③ Dacă ritmul este NEREGULAT și NU sunt înregistrate 6 sec.

☞ se determină în DII o medie aritmetică a intervalului RR pe 3 cicluri succesive

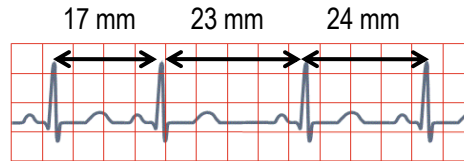
$$FC = 1500/\text{interval RR (mm)}$$

### ④ Dacă există EXTRASISTOLE

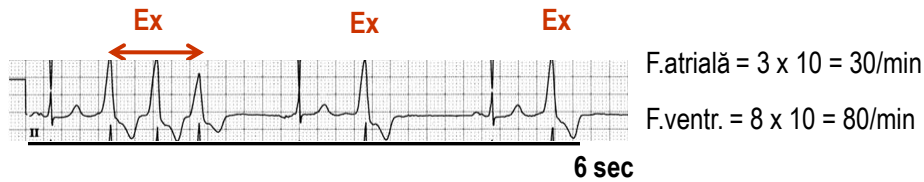
☞ se includ în calcularea FC

### ⑤ Dacă frecvența atriiilor și a ventriculilor este diferită

☞ se calculează fiecare frecvență în parte pe baza intervalelor PP pentru atrii și RR pentru ventriculi



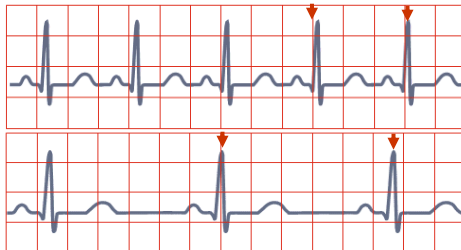
$$FC = 1500/21 = 71 \text{ b/min}$$



## C. Determinarea FRECVENȚEI CARDIACE

### ▪ Interpretare:

- FC = 60-100 b/min ⇒ FC normală (medie 80 b/min)
- FC > 100 b/min ⇒ tahicardie
- FC < 60 b/min ⇒ bradicardie
- dacă FC ↑ în inspir profund și ↓ în expir ⇒ aritmie sinusală respiratorie (fiziologică la copii și tineri)



Ex<sub>1</sub>: FC = ~ 100 b/min ☞ tahicardie sinusală

Ex<sub>2</sub>: FC = ~ 50 b/min ☞ bradicardie sinusală

## D. Determinarea $A_{QRS}$ – în plan FRONTAL

- **Principiu:** axul QRS în plan frontal se apreciază după amplitudinea și sensul deflexiunilor Q, R și S din două derivații ale membrilor

### ☞ DI și DIII

#### 1. Aspect RI RIII

→  $A_{QRS}$  normal:  $-30^\circ \rightarrow +110^\circ$

#### 2. Aspect RI SIII – imag. **DIVERGENTĂ**

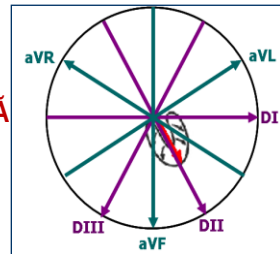
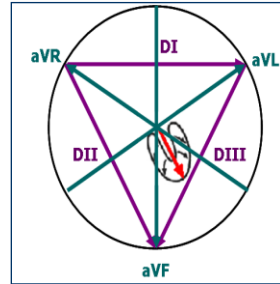
→  $A_{QRS}$  deviat la stg:  $-30^\circ \rightarrow -90^\circ$

#### 3. Aspect SI RIII – imag. **CONVERGENTĂ**

→  $A_{QRS}$  deviat la dr:  $+110^\circ \rightarrow +180^\circ$

**SAU**

### ☞ DI și aVF



Sistem triaxial

Sistem hexaxial

25

## D. Determinarea $A_{QRS}$ – în plan FRONTAL

### ▪ De reținut!

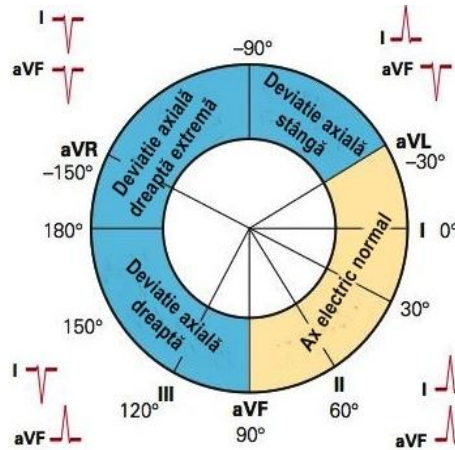
#### ☞ În cazul prezenței aspectului

**RI SIII** se examinează și

derivația **DII** pentru a ne asigura

că deviația este patologică:

- dacă complexul QRS este predominant pozitiv în DII  
→ **ax electric orizontalizat**
- dacă complexul QRS este predominant negativ în DII  
→ **deviație axială stângă**

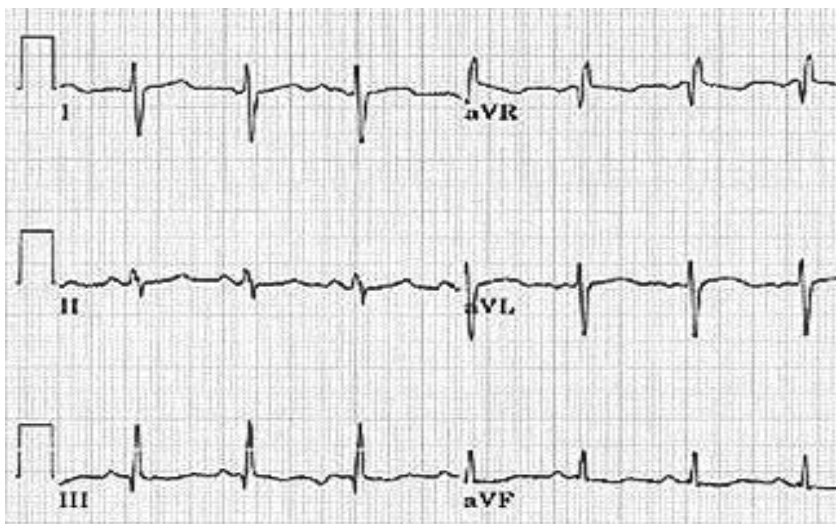


**Determinarea rapidă a axului electric în sistemul hexaxial (DI și aVF)**

26

## D. Determinarea AXULUI ELECTRIC

Cum interpretați axul electric al ECG în plan frontal?

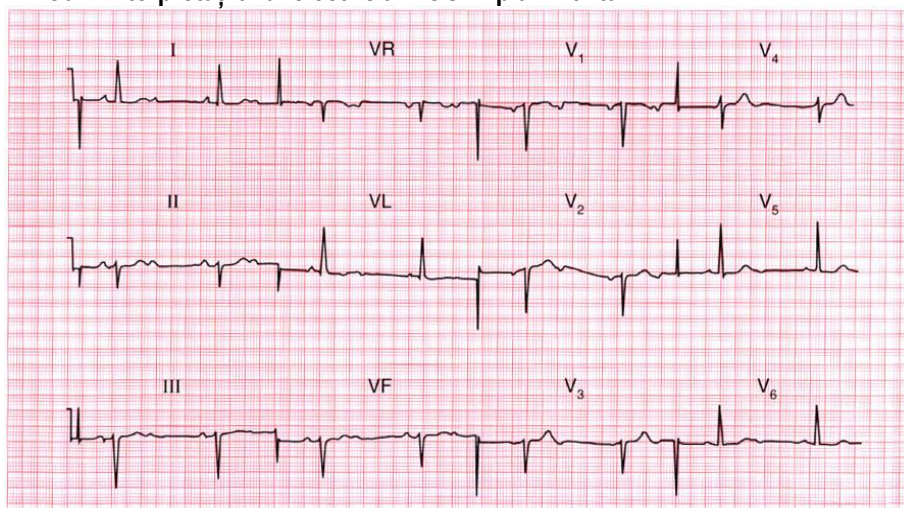


SI – RIII (imagine „convergentă”) → Deviație axială dreaptă

27

## D. Determinarea AXULUI ELECTRIC

Cum interpretați axul electric al ECG în plan frontal?



RI – SIII (imagine „divergentă”) → Deviație axială stângă

28



## FIZIOPATOLOGIE MEDICINĂ an III



LP\_05

### Partea a II-a: ECG în hipertrofii

2021

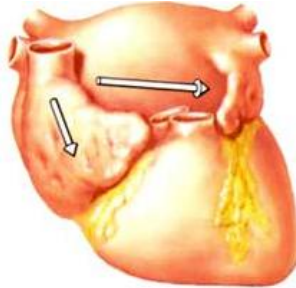
## OBIECTIVE EDUCAȚIONALE

*La sfârșitul acestei lucrări practice, studenții trebuie să:*

- Enumere și identifice pe ECG criteriile care definesc hipertrofia atrială dreaptă și stângă
- Enumere și identifice pe ECG criteriile care definesc hipertrofia ventriculară dreaptă și stângă

## ECG în HIPERTROFII

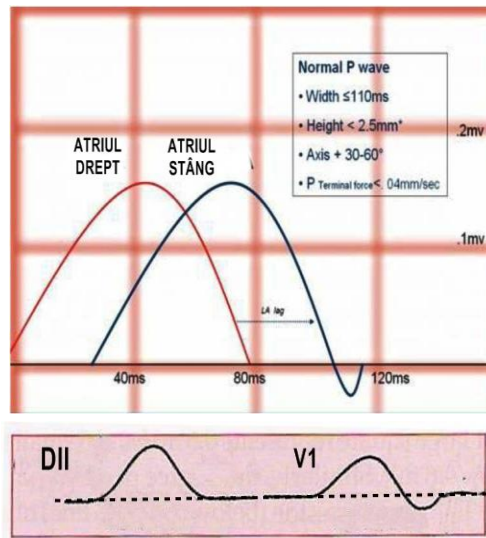
### A. Hipertrofiile ATRIALE



31

## DEPOLARIZAREA ATRIALĂ NORMALĂ

- Depolarizarea miocardului începe la nivelul **AD**
- Depolarizarea **AS** începe chiar înaintea încheierii depolarizării AD
- Vectorul de depolarizare al **AD** determină o **deflexiune pozitivă** în **DII** și **V1**
- Vectorul de depolarizare al **AS** determină o **deflexiune pozitivă** în **DII** și o **deflexiune negativă** în **V1**



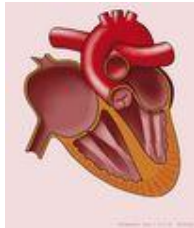
32



## HIPERTROFIA ATRIALĂ – Cauze

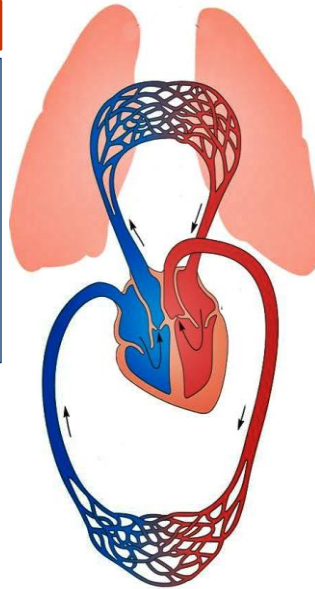
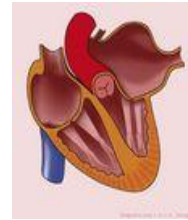
### HAD

- Hipertensiunea pulmonară
- Stenoza tricuspidiană
- Insuficiența tricuspidiană
- Defectul septal atrial



### HAS

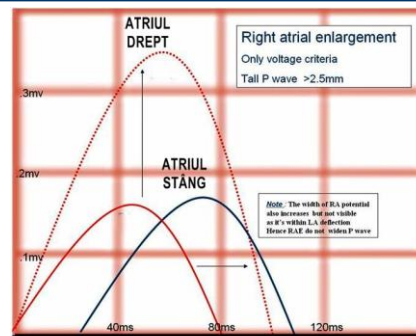
- Stenoza mitrală
- Insuficiența mitrală
- Stenoza aortică
- Insuficiența aortică
- Insuficiența cardiacă stângă



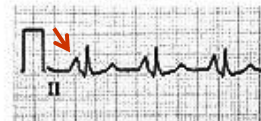
33

## HIPERTROFIA ATRIALĂ DREAPTĂ (HAD) – Dg. ECG

- **Principiu:**
  - datorită hipertrofiei AD unda P va avea **amplitudine crescută**
  - AS are grosime normală → timpul necesar pentru depolarizare va fi normal
- **Diagnostic ECG:**
  - ① **În derivația DII:**
    - undă P hipervoltată > 2,5 mm, simetrică și ascuțită
    - = P „pulmonar”
  - ② **În derivația V1:**
    - undă P bifazică cu deflexiunea pozitivă mai amplă decât deflexiunea negativă



Lead II



Lead V1



34

## HIPERTROFIA ATRIALĂ STÂNGĂ (HAS) – Dg.ECG

### Principiu:

- datorită hipertrofiei AS → depolarizarea atrială va necesita **mai mult timp**

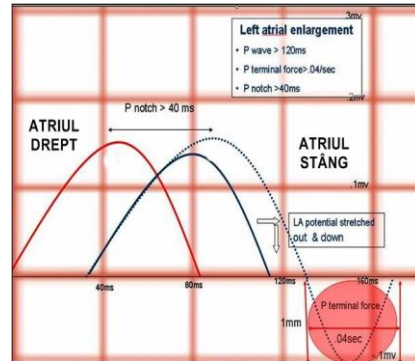
### Diagnostic ECG

#### ① În derivația DII:

- undă P are durata > 0,12 sec
- aspect bifid (durata > 0,04 sec)
- = P “mitral”

#### ② În derivația V1:

- undă P bifazică cu deflexiunea negativă cu amplitudine și durată mai mare decât deflexiunea pozitivă



Lead II



Lead V1



35

## ECG în HIPERTROFII

### B. Hipertrofiile VENTRICULARE



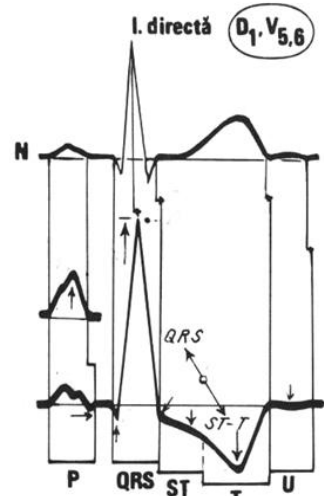
36

## HIPERTROFIA VENTRICULARĂ – Criterii de dg.ECG

- **Principiu:** hipertrofia miocardului ventricular perturbă atât depolarizarea cât și repolarizarea cardiacă → criterii de diagnostic ECG

### ① Alterarea DEPOLARIZĂRII VENTRICULARE

- **Criterii de AMPLITUDINE:**
  - ↑ amplitudinii undelor R în derivațiile directe care explorează ventriculul hipertrofiat
- **Criterii de DURATĂ:**
  - durata QRS = 0,08-0,12 sec
- **Criterii de AX ELECTRIC:**
  - deviație axială de partea ventriculului hipertrofiat în **HIPERTROFIILE SEVERE**



Hipertrofie ventriculară stângă 37

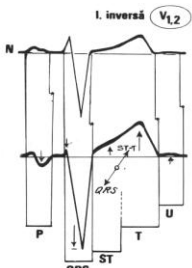
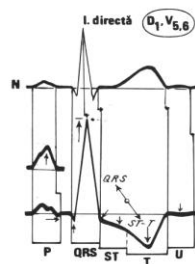
## HIPERTROFIA VENTRICULARĂ – Criterii de dg.ECG

### ② Alterarea REPOLARIZĂRII VENTRICULARE

- **Criterii de FAZĂ TERMINALĂ:** modificări SECUNDARE de fază terminală
  - segment ST și undă T în opoziție de fază cu deflexiunea majoră a complexului QRS
  - unda T asimetrică

#### ▪ Derivațiile DIRECTE:

- segment ST subdenivelat
- unda T negativă și asimetrică



#### ▪ Derivațiile INDIRECTE:

- segment ST supradenivelat
- undă T pozitivă și asimetrică

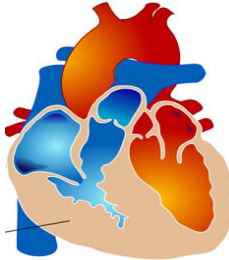
Hipertrofie ventriculară stângă

## HIPERTROFIA VENTRICULARĂ - Cauze

### HVD

- Cordul pulmonar cronic
- Embolie pulmonară
- Stenoza mitrală

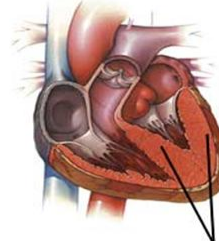
Right Ventricular hypertrophy



### HVS

- HTA
- Stenoza aortică
- Insuficiența aortică
- Insuficiența mitrală

Left ventricular hypertrophy



Hypertrophy 39

## HIPERTROFIA VENTRICULARĂ DREAPTĂ (HVD) - Dg.ECG

### ① Criterii de AMPLITUDINE:

- unda R  $\geq 5$  mm în V1, V2 sau raportul R/S  $\geq 1$  mm în V1
- S adâncă în V5, V6

### ② Criterii de AX ELECTRIC:

- în plan frontal: deviație axială dreaptă ( $110^\circ \rightarrow 180^\circ$ )
- în plan orizontal: rotație ORARĂ

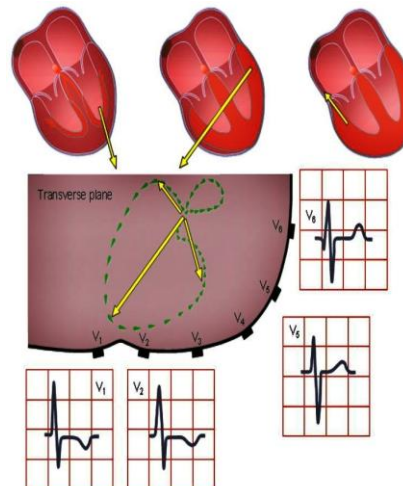
### ③ Criterii de DURATĂ:

- QRS = 0,10-0,12 sec

### ④ Criterii de FAZĂ TERMINALĂ:

- subdenivelare ST + undă T negativă, asimetrică în V1, V2

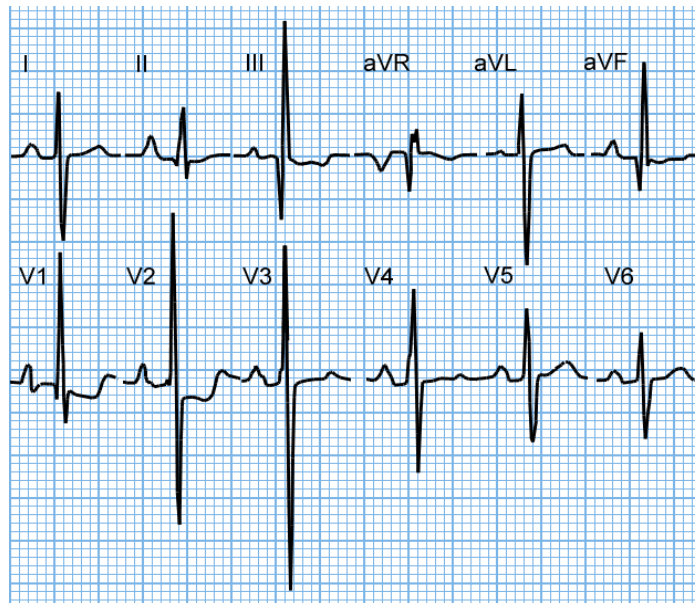
### ⑤ $\pm$ HAD



- Derivații directe: V1, V2
- Derivații indirecte V5, V6

40

## HIPERTROFIA VENTRICULARĂ DREAPTĂ (HVD) - Dg.ECG

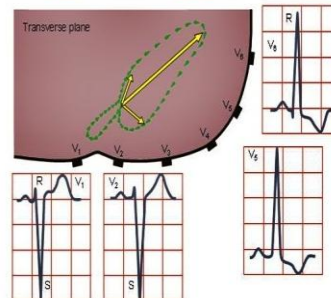


41

## HIPERTROFIA VENTRICULARĂ STÂNGĂ (HVS) - Dg.ECG

### ① Criterii de AMPLITUDINE:

- Derivațiile precordiale:
  - unda R  $\geq 11$  mm în aVL
  - *Indice Sokolov-Lyon*:  
S V1 (sau V2) + R V5 (sau V6) > 35 mm



### ② Criterii de AX ELECTRIC:

- în plan frontal: **deviație axială stângă**  
( $+30^\circ \rightarrow -30^\circ$ )
- în plan orizontal: **rotație antiorară**

- Derivații directe: V5, V6, DI, aVL
- Derivații indirecte: V1, V2, DII, DIII, aVF

42

## HIPERTROFIA VENTRICULARĂ STÂNGĂ (HVS) - Dg.ECG

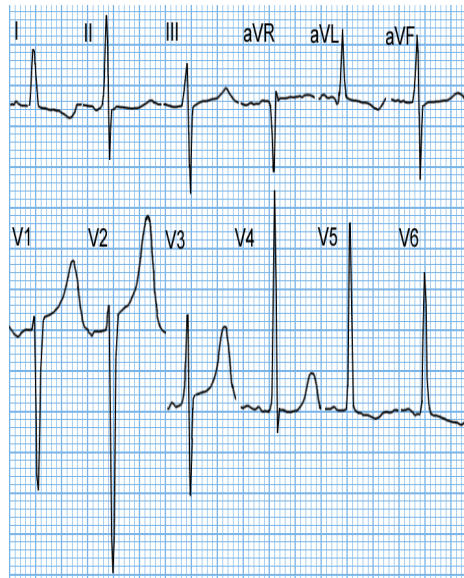
### ③ Criterii de DURATĂ:

- QRS = 0,10-0,12 sec

### ④ Criterii de FAZĂ TERMINALĂ

- subdenivelarea segmentului ST + undă T negativă, asimetrică în V5, V6

### ⑤ ± HAS



43

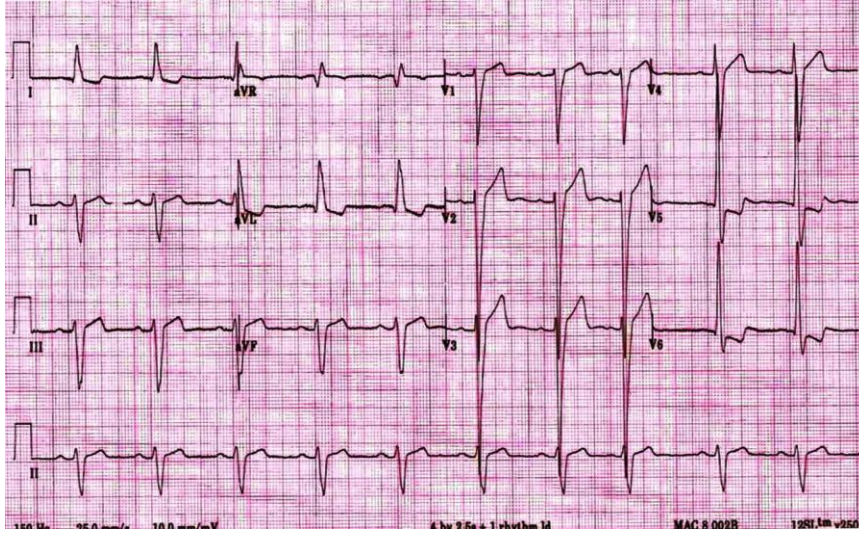
## STUDII DE CAZ



44

## CAZ CLINIC 1

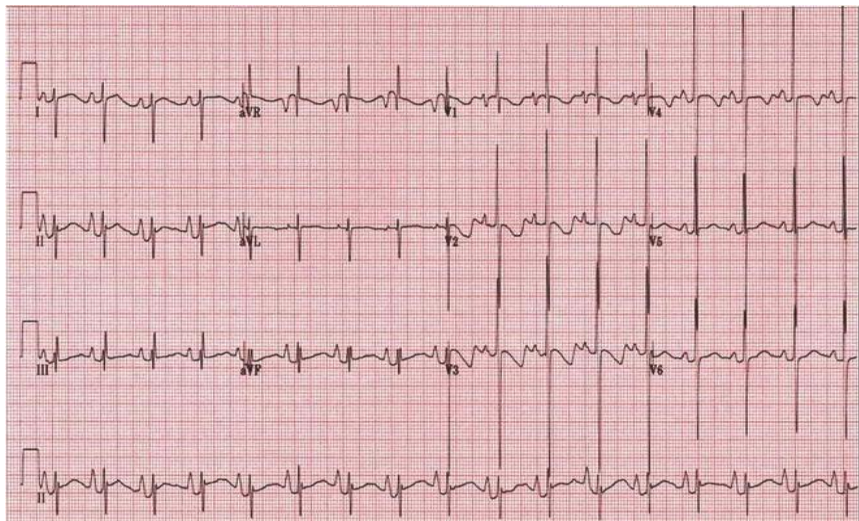
Analizați traseul ECG al unei paciente de 64 de ani cunoscută cu hipertensiune arterială și care se prezintă la un control de rutină.



45

## CAZ CLINIC 2

Analizați traseul ECG al unei pacient de 65 de ani cu diagnosticul de cord pulmonar cronic care se prezintă pentru un control de rutină.



46