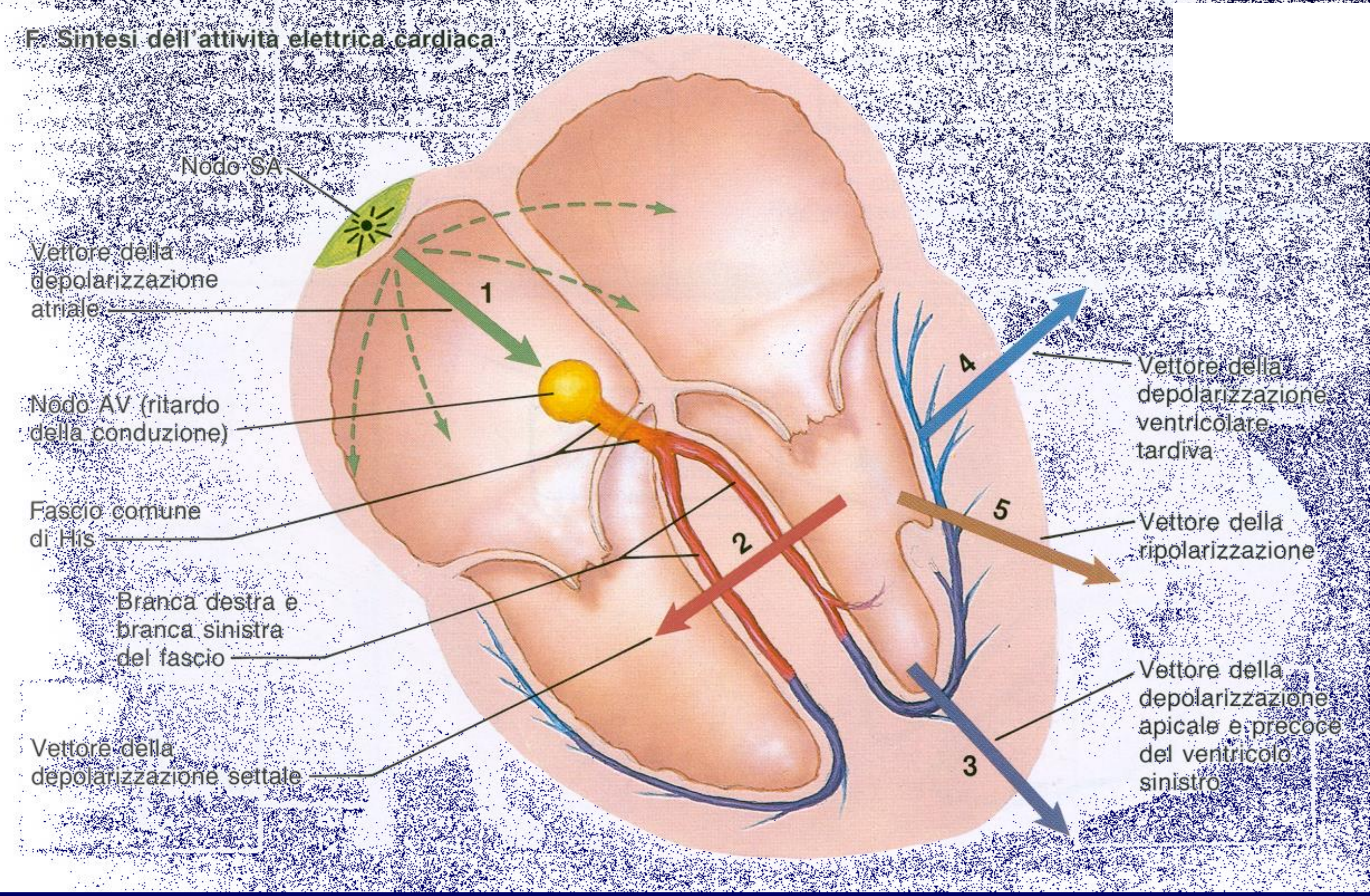
Cardiology Department
S. Anna Hospital
University of Ferrara, Italy

ECG 1

Matteo Bertini, MD, PhD

E-mail: **m.bertini@ospfe.it**

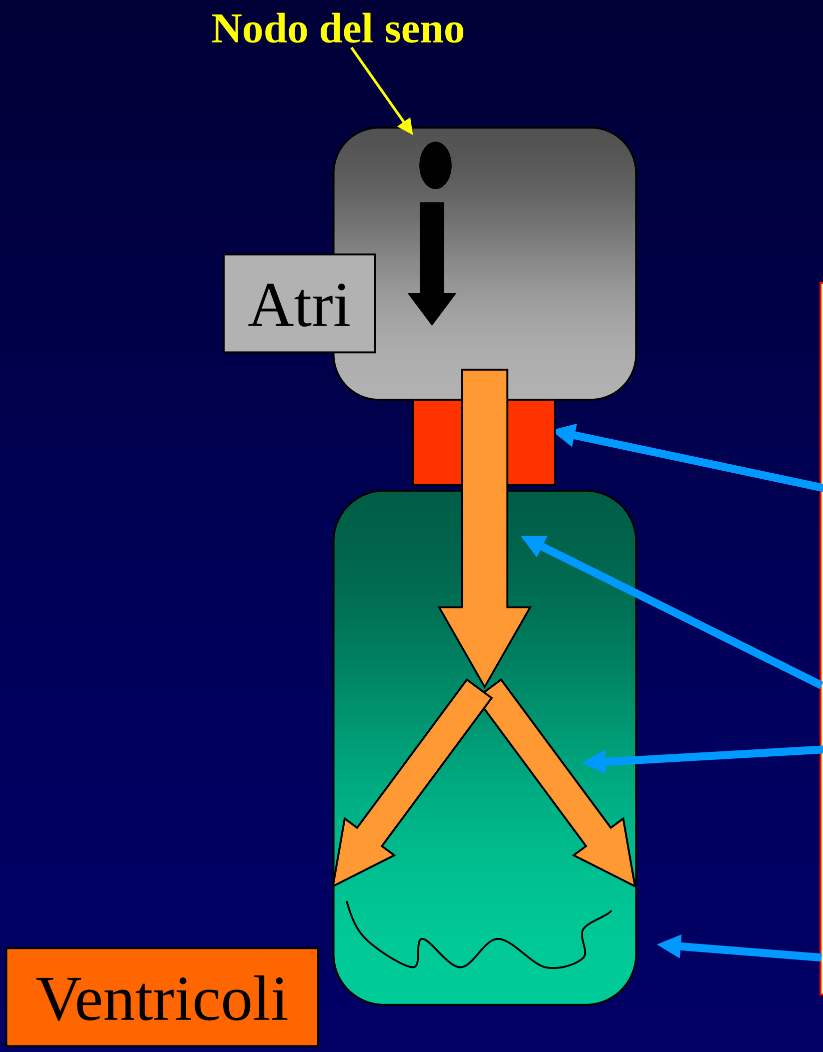
Attività elettrica del cuore



F. Sintesi dell'attività elettrica cardiaca

Nodo SA
Vettore della depolarizzazione atriale
1
Nodo AV (ritardo della conduzione)
Fascio comune di His
Branca destra e branca sinistra del fascio
Vettore della depolarizzazione settale
2
3
4
5
Vettore della depolarizzazione ventricolare tardiva
Vettore della ripolarizzazione
Vettore della depolarizzazione apicale e precoce del ventricolo sinistro

Principi Generali di Elettrofisiologia Cardiaca
Le Basi dell’ Elettrocardiogramma


Nodo del seno
Atri
Ventricoli

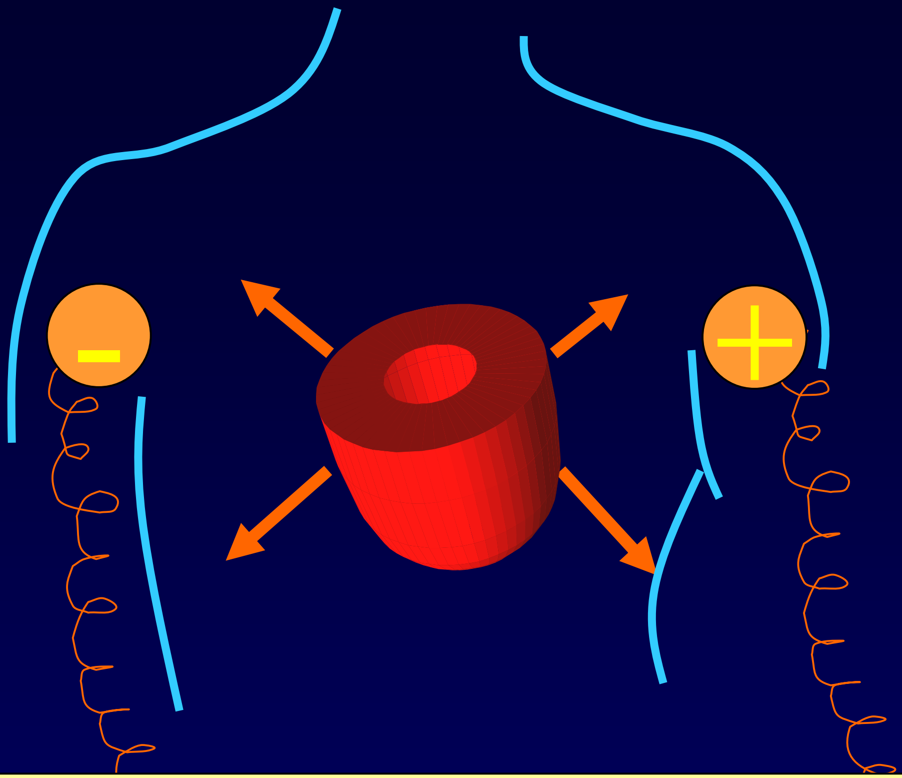
Il sistema di conduzione atrio-ventricolare è costituito da:

Nodo Atrio-Ventricolare

Fascio di His

Branca destra e Branca sinistra

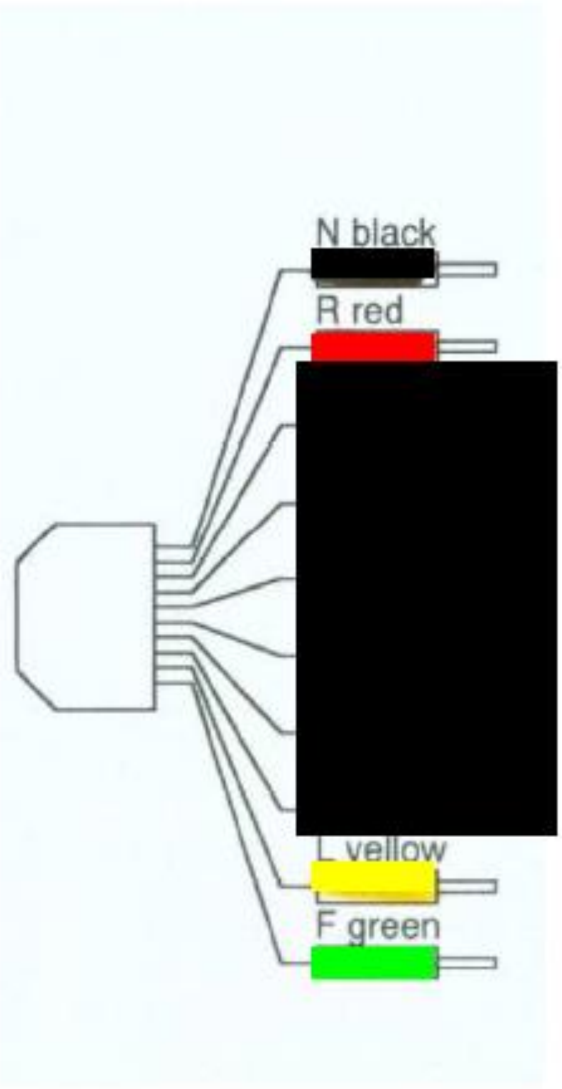
Rete di Purkinje



Elettrocardiografo = Galvanometro

Elettrocardiogramma = **registrazione dalla superficie corporea delle correnti generate dal cuore**

L'Elettrocardiogramma di superficie registra **solo le grandi correnti provenienti da atri e ventricoli**, NON quelle provenienti dal sistema di eccito-conduzione


N black
R red
L yellow
F green

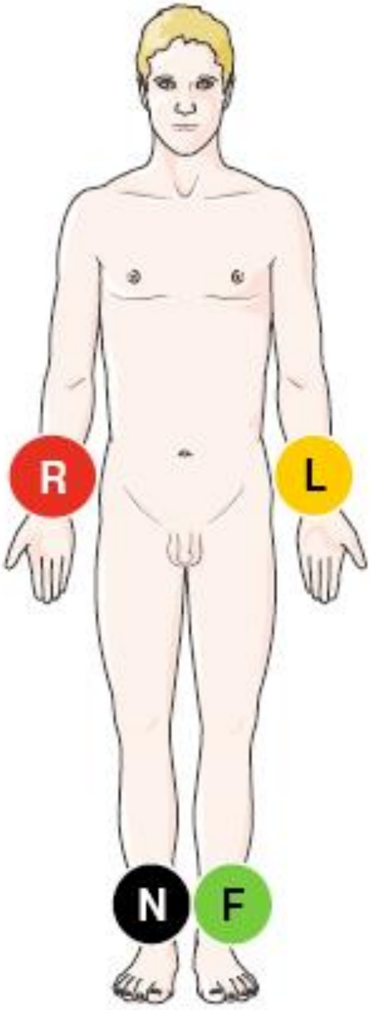
[redacted]

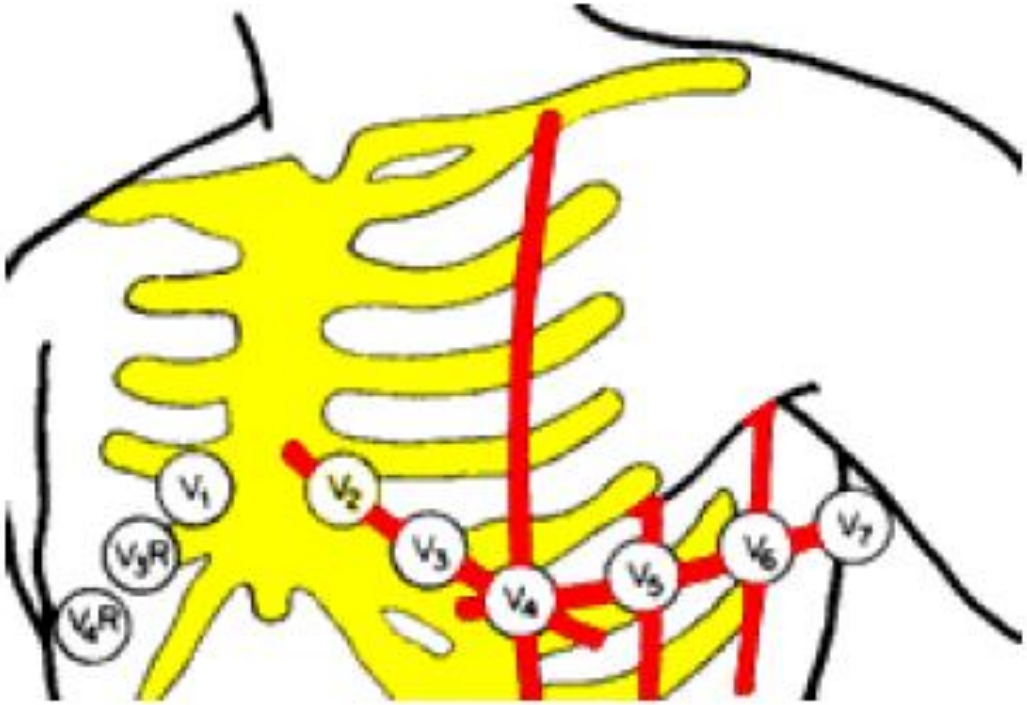
Gamba dx

Braccio dx

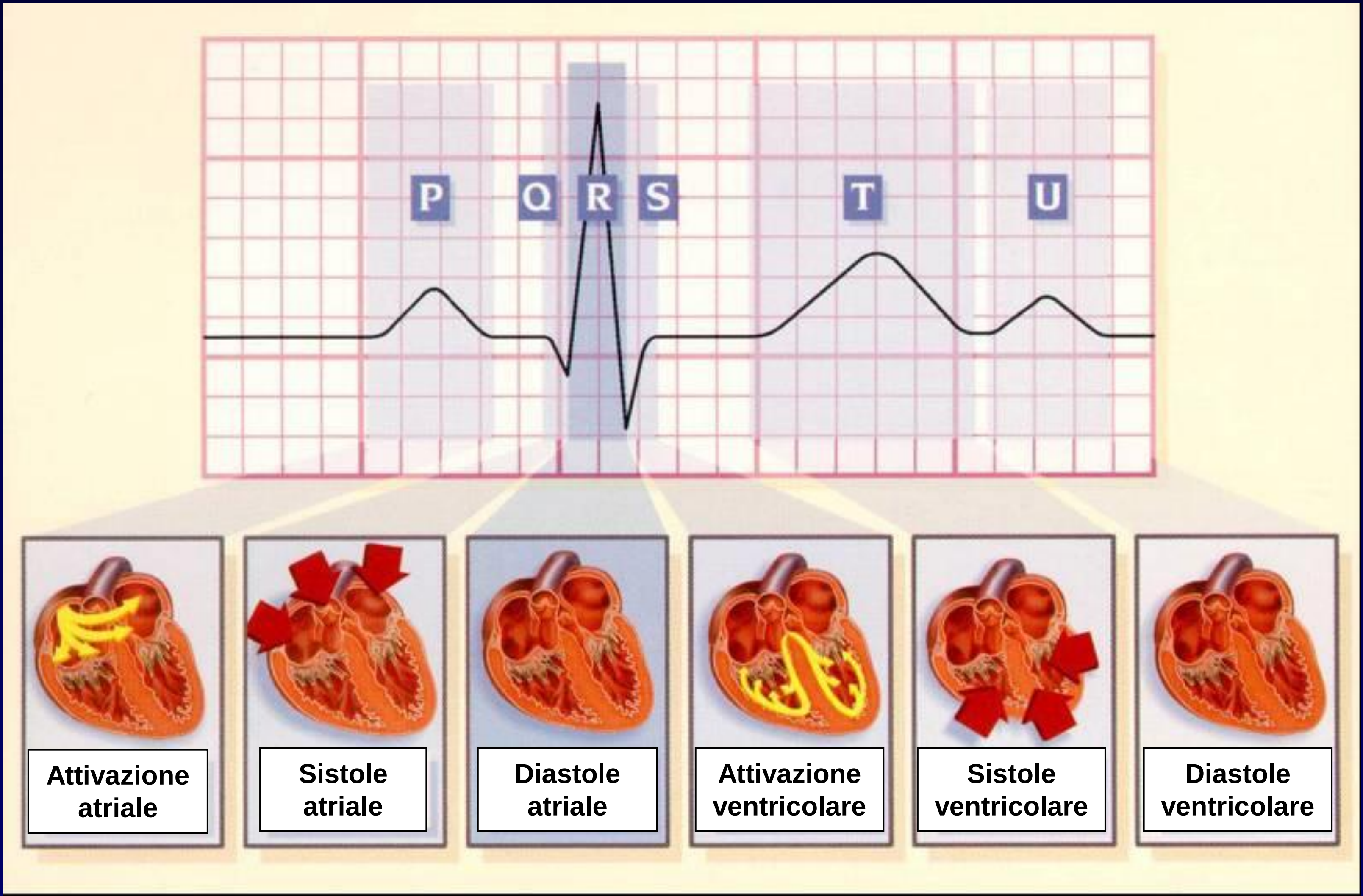
Braccio sx

Gamba sx

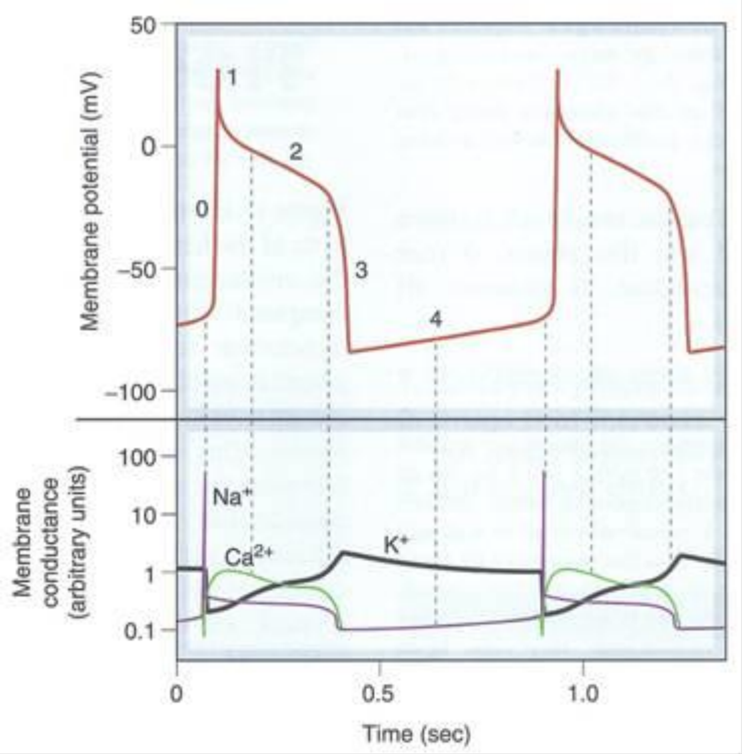


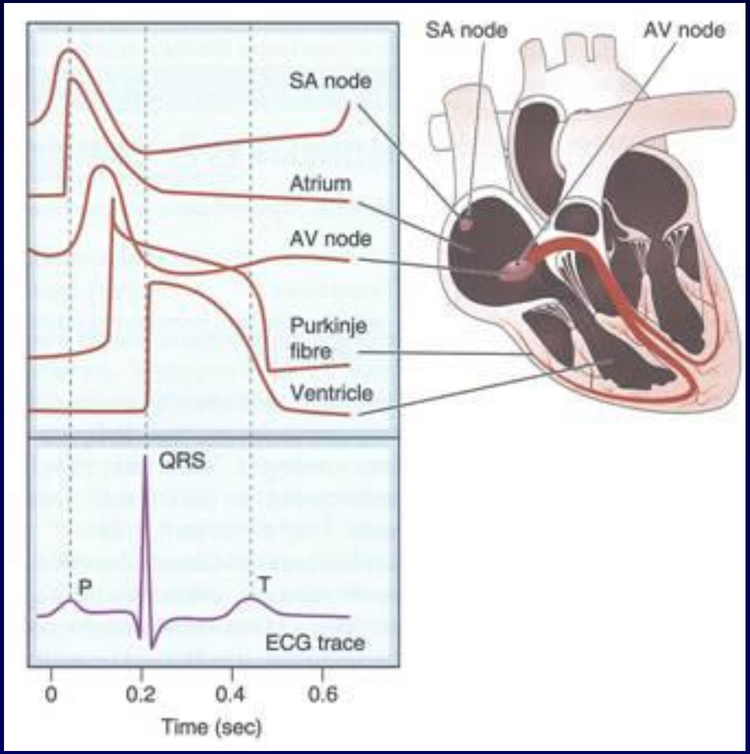

V1
V2
V3
V4
V5
V6
V7
V3R
V4R

I Principali Elementi di un ELETTROCARDIOGRAMMA


P
Q
R
S
T
U
Attivazione atriale
Sistole atriale
Diastole atriale
Attivazione ventricolare
Sistole ventricolare
Diastole ventricolare

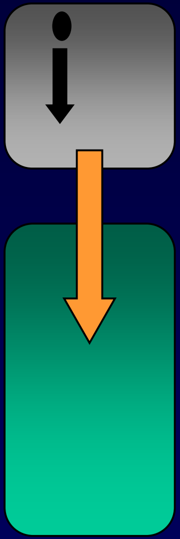
Il Potenziale di Azione




SA node
Atrium
AV node
Purkinje fibre
Ventricle
SA node
AV node
QRS
P
T
ECG trace
0
0.2
0.4
0.6
Time (sec)

Elettrofisiologia Cardiaca d' Organo
Le Basi dell' Elettrocardiogramma

Atri



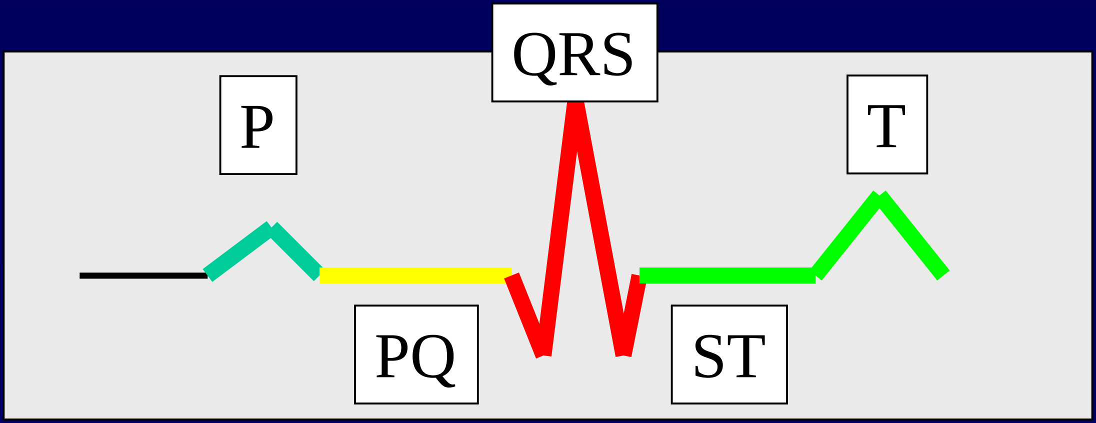
Attivazione Atriale: Onda P

Attivazione del sistema di conduzione atrioventricolare
Tratto isoelettrico PQ

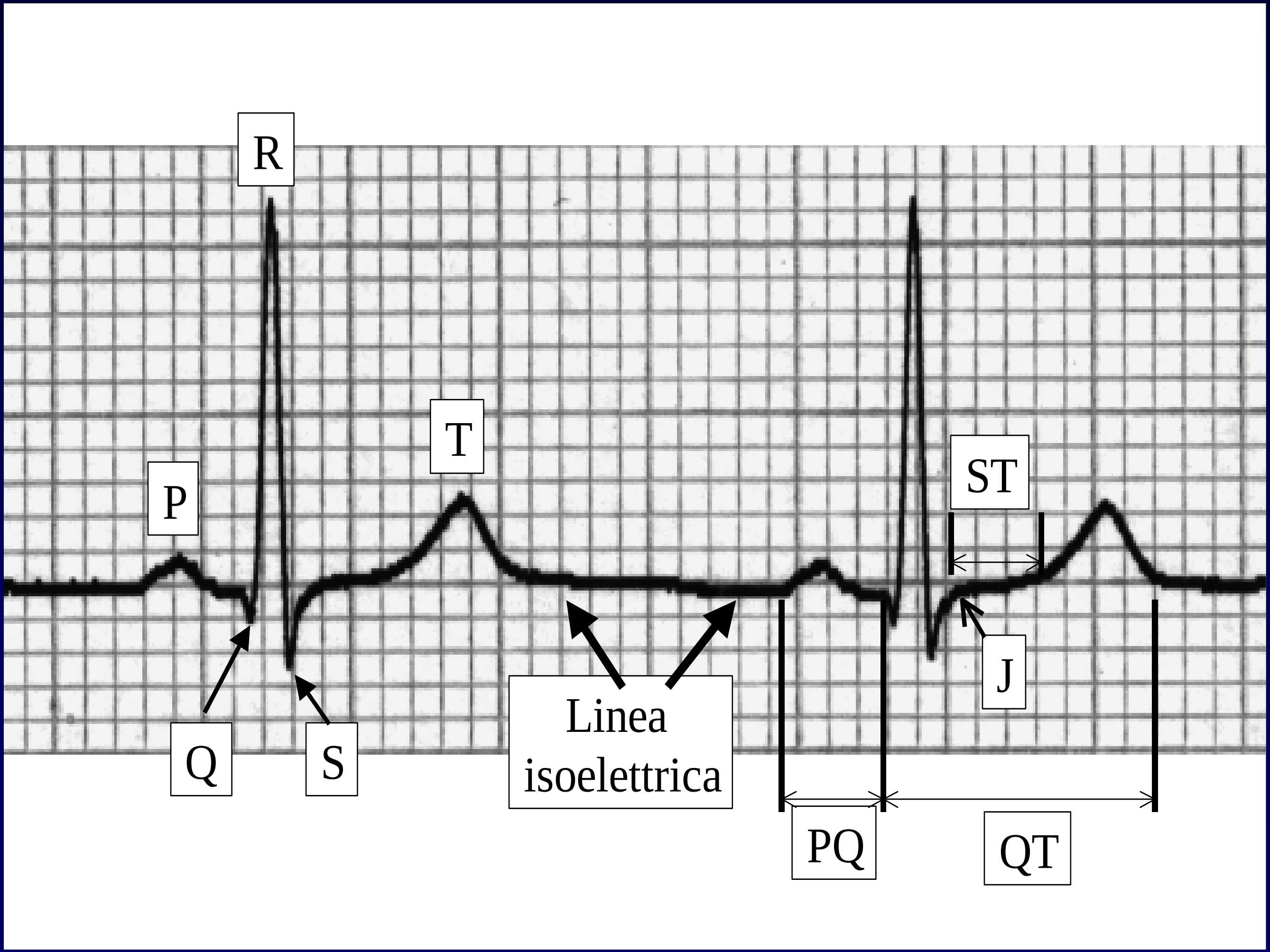
Ventricoli

Attivazione Ventricolare: Complesso QRS

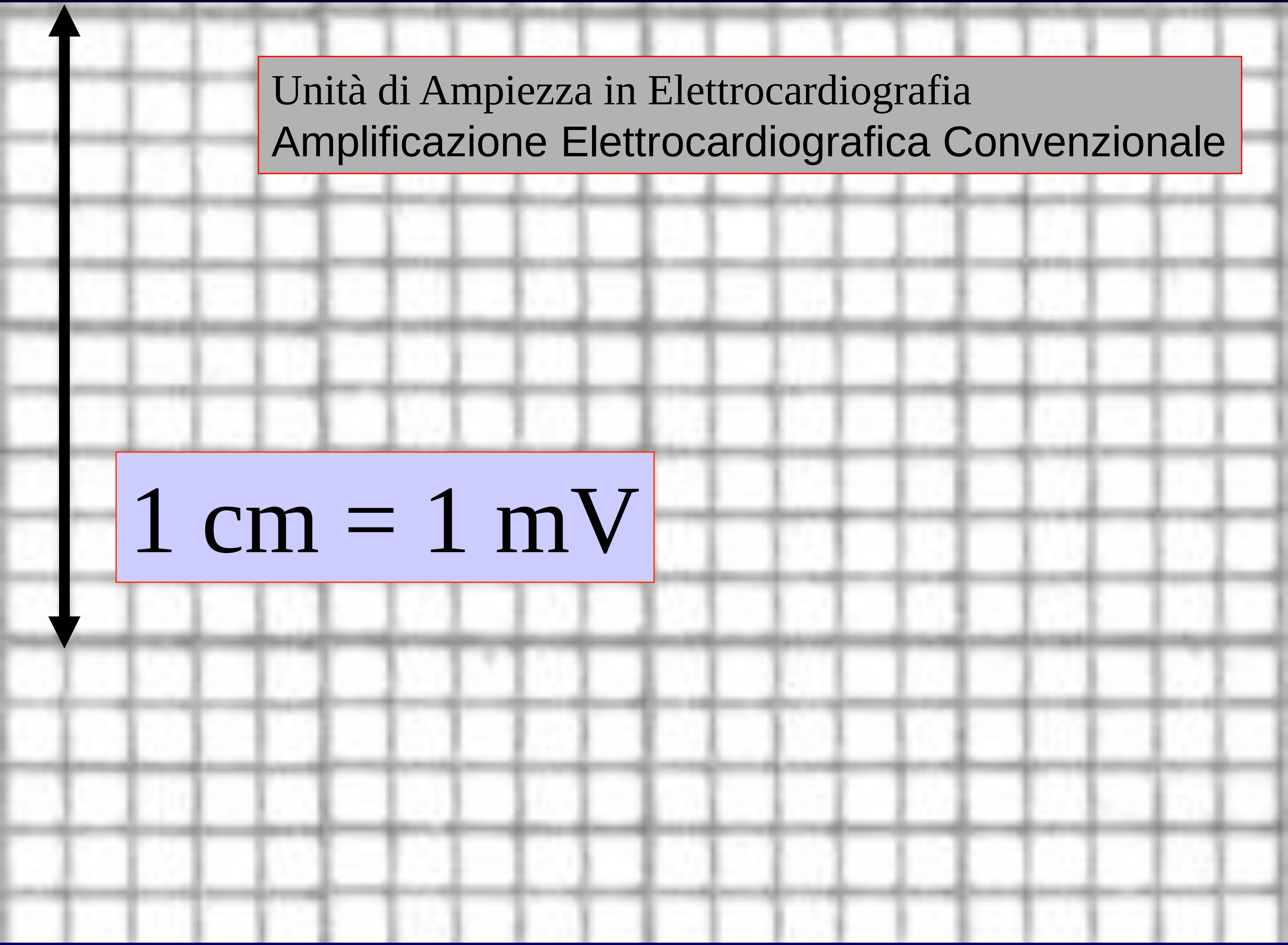
Ripolarizzazione Ventricolare: onda T



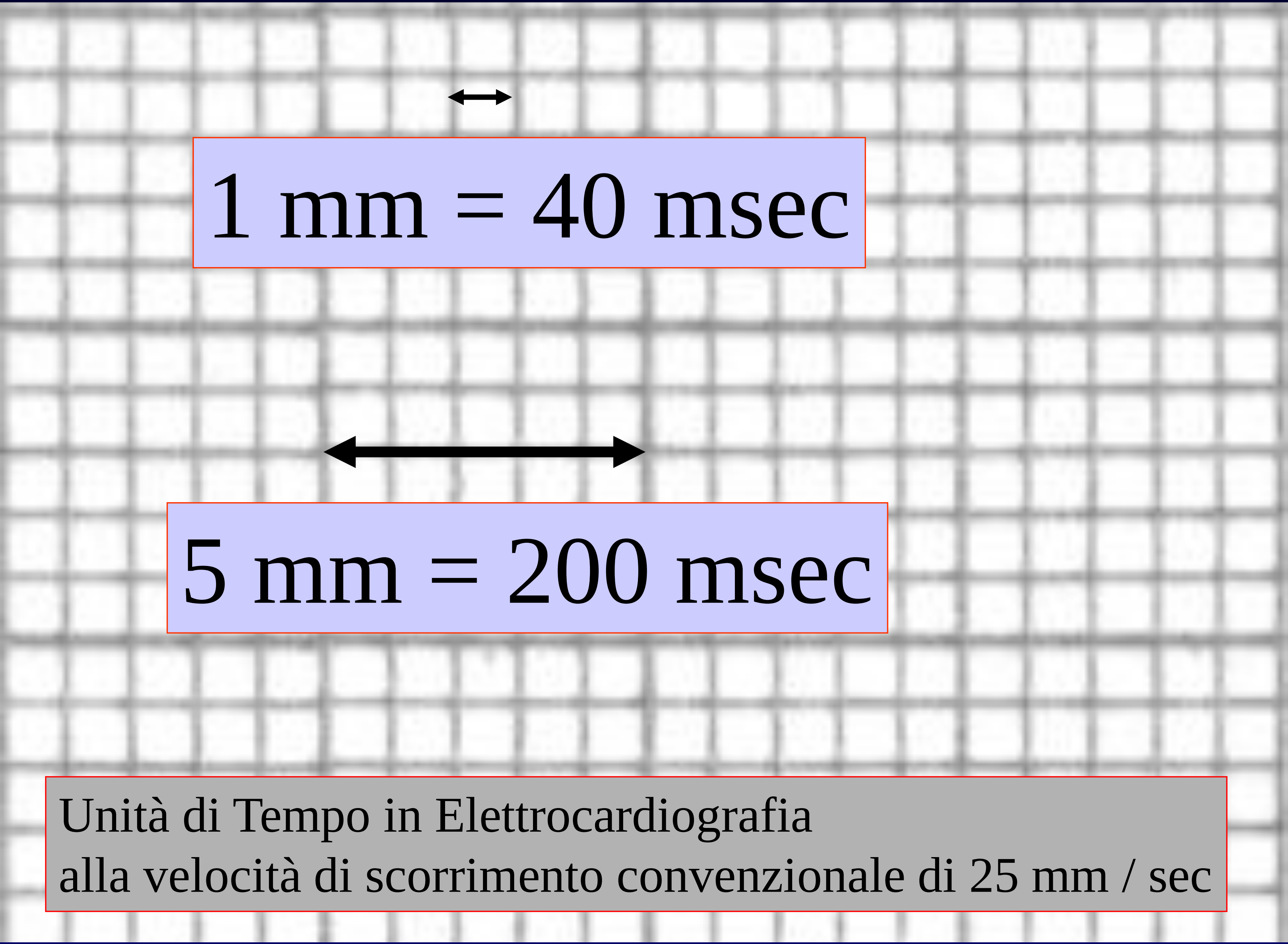
I Principali Elementi di un ELETTROCARDIOGRAMMA


R
T
P
ST
Q
S
Linea isoelettrica
J
PQ
QT

Unità di Ampiezza in Elettrocardiografia
Amplificazione Elettrocardiografica Convenzionale



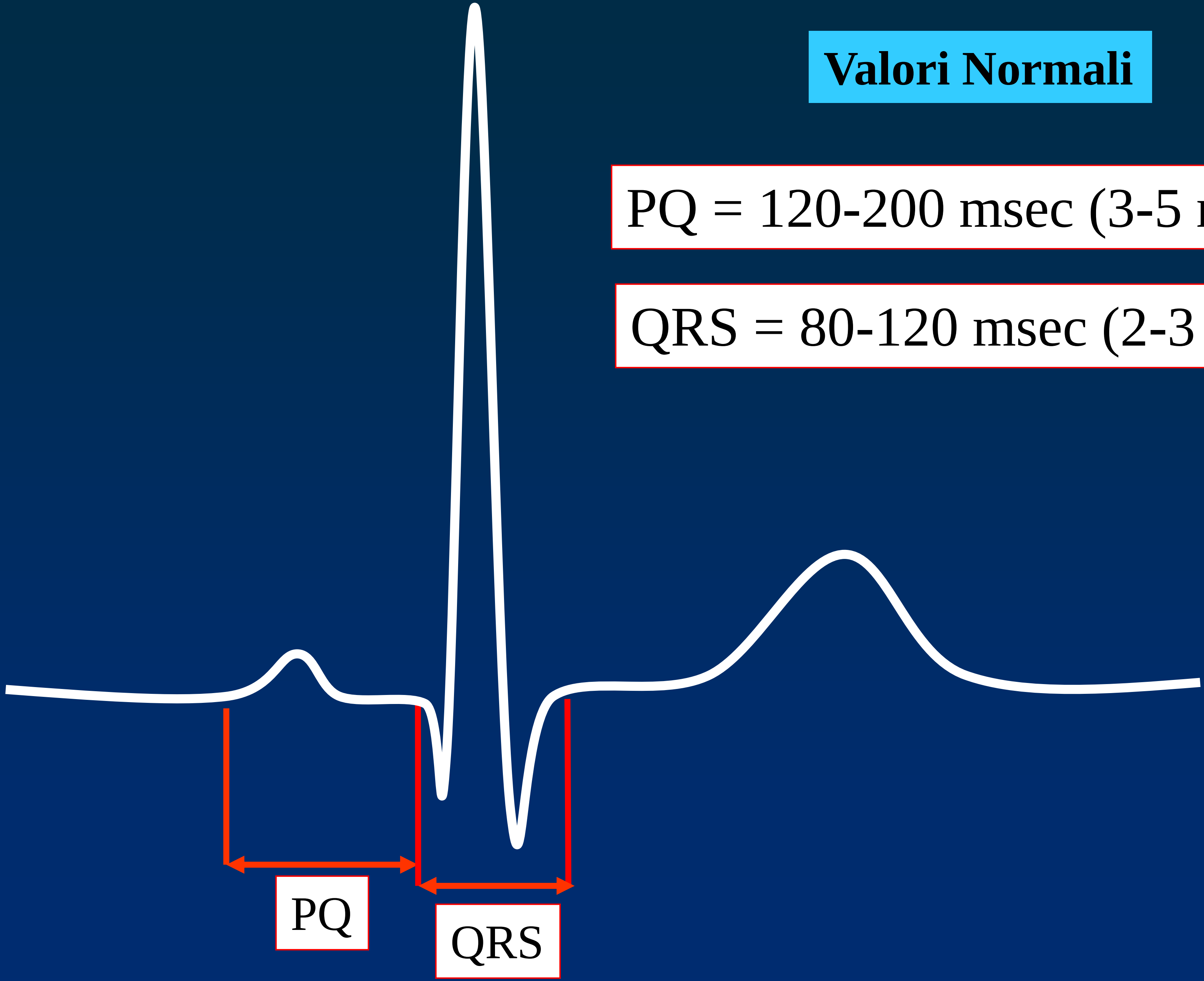
1 cm = 1 mV



1 mm = 40 msec

5 mm = 200 msec

Unità di Tempo in Elettrocardiografia
alla velocità di scorrimento convenzionale di 25 mm / sec

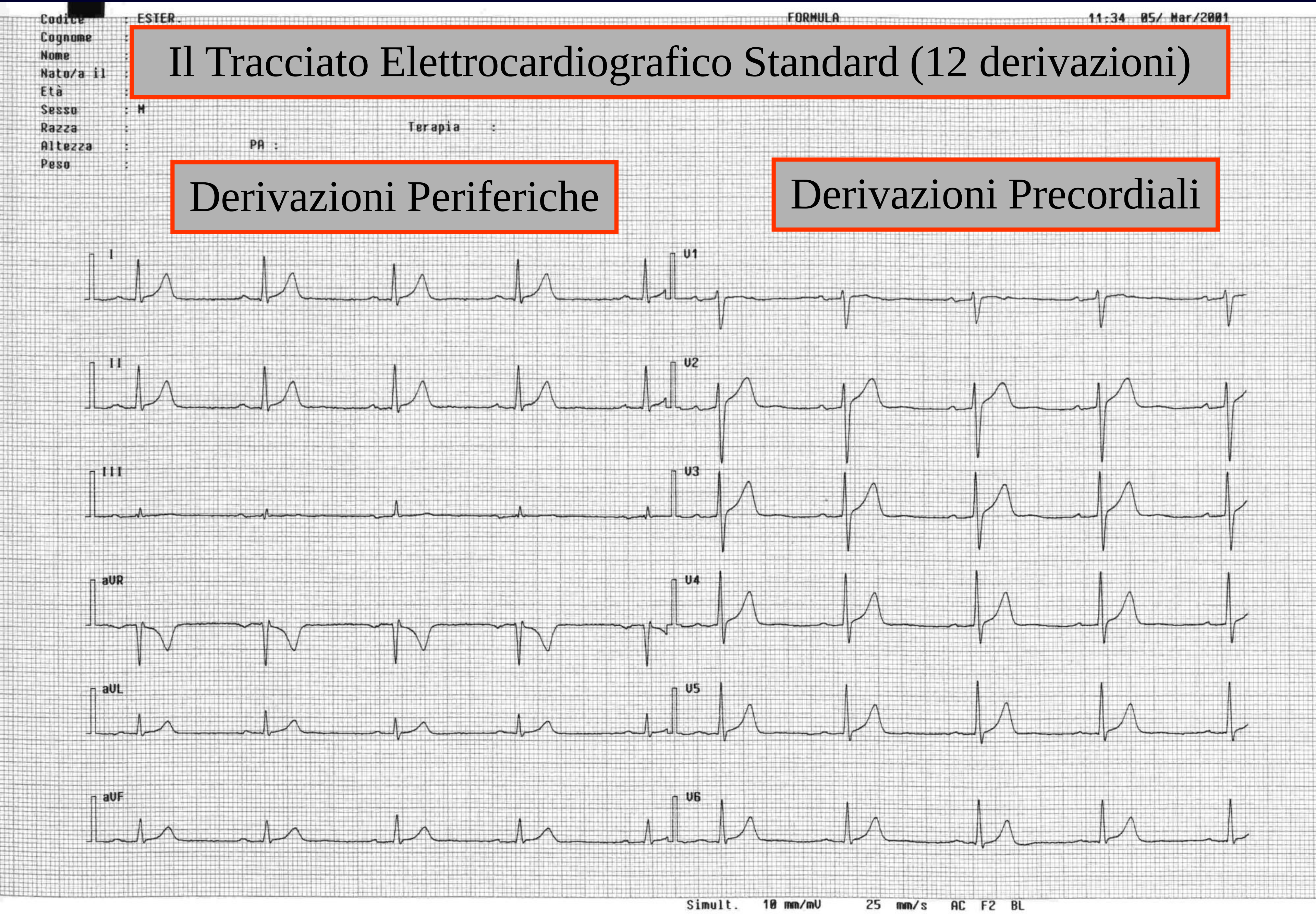


Valori Normali

PQ = 120-200 msec (3-5 mm)

QRS = 80-120 msec (2-3 mm)

Il Tracciato Elettrocardiografico Standard (12 derivazioni)



[redacted]

Codice : ESTER.
FORMULA
11:34 05/ Mar/2001
Cognome :
Nome :
Nato/a il :
Età :
Sesso : M
Razza :
Terapia :
Altezza :
PA :
Peso :

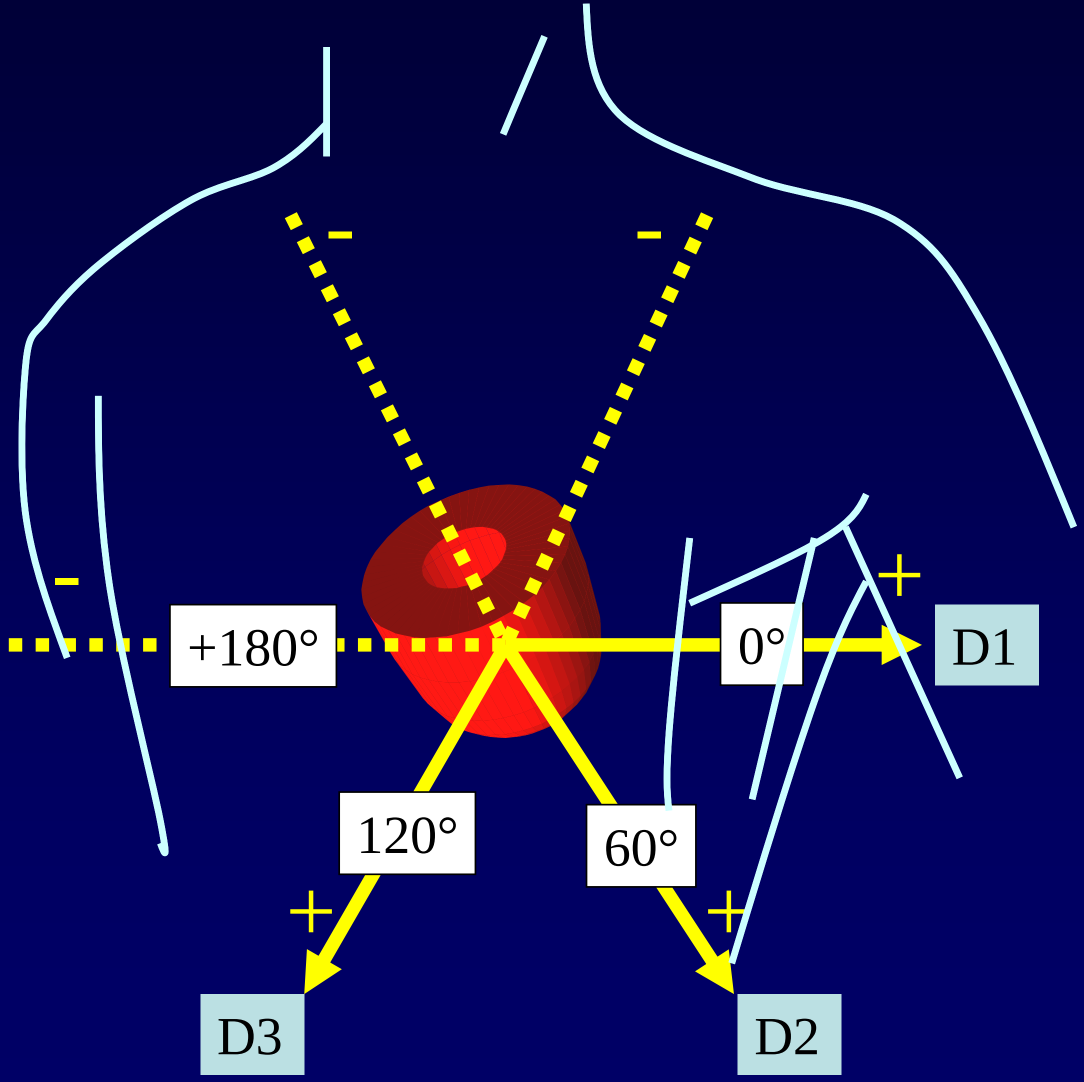
Derivazioni Periferiche

Derivazioni Precordiali

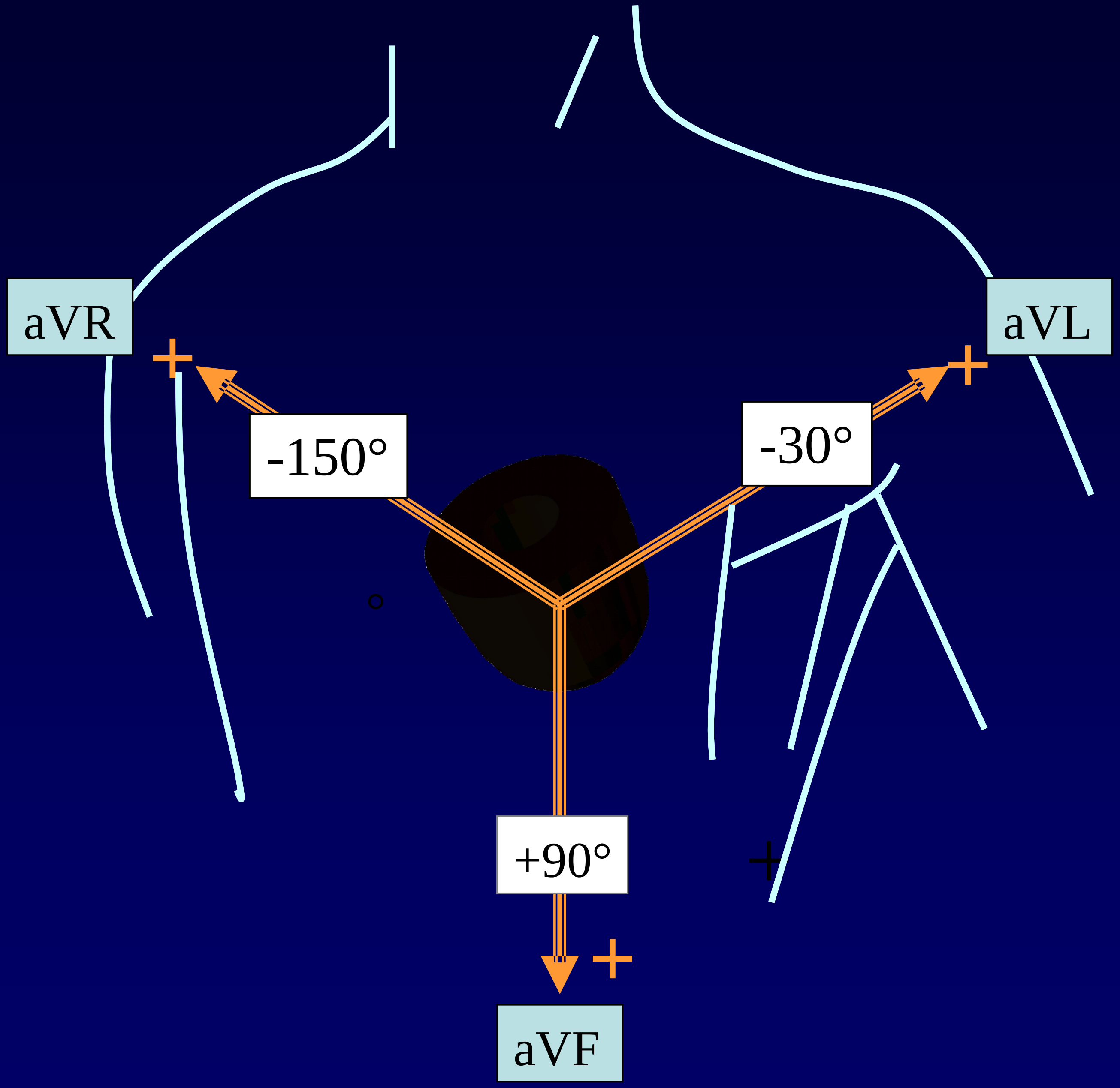
I
II
III
aVR
aVL
aVF
V1
V2
V3
V4
V5
V6

Simult. 10 mm/mV 25 mm/s AC F2 BL

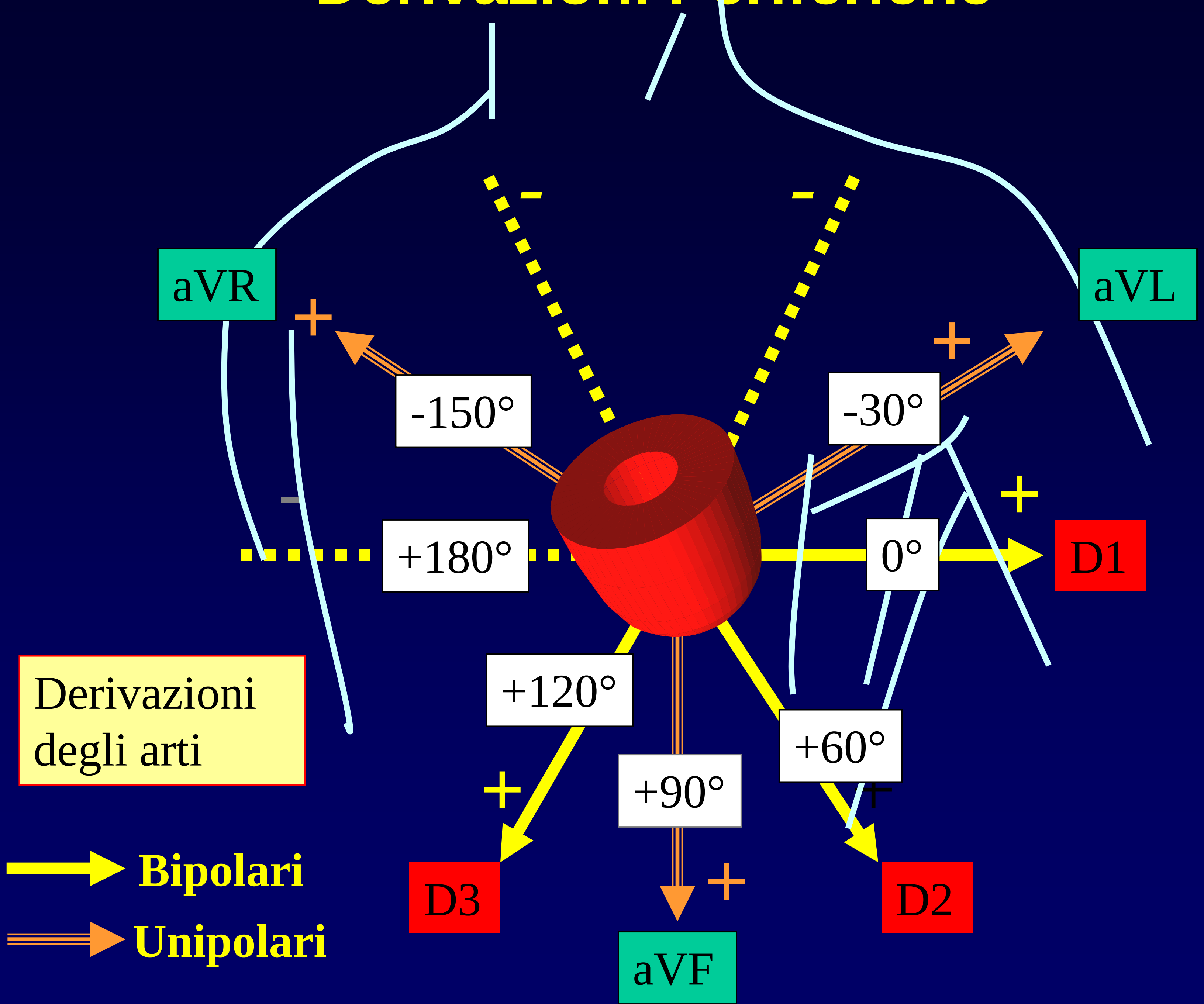
Derivazioni Bipolari degli arti (Eintoven): Definiscono esattamente un Vettore sul Piano Frontale


-
-
-
+
+180°
0°
D1
120°
60°
+
+
D3
D2

Derivazioni Unipolari degli arti


aVR
aVL
+
+
-150°
-30°
+90°
+
aVF

Derivazioni Periferiche

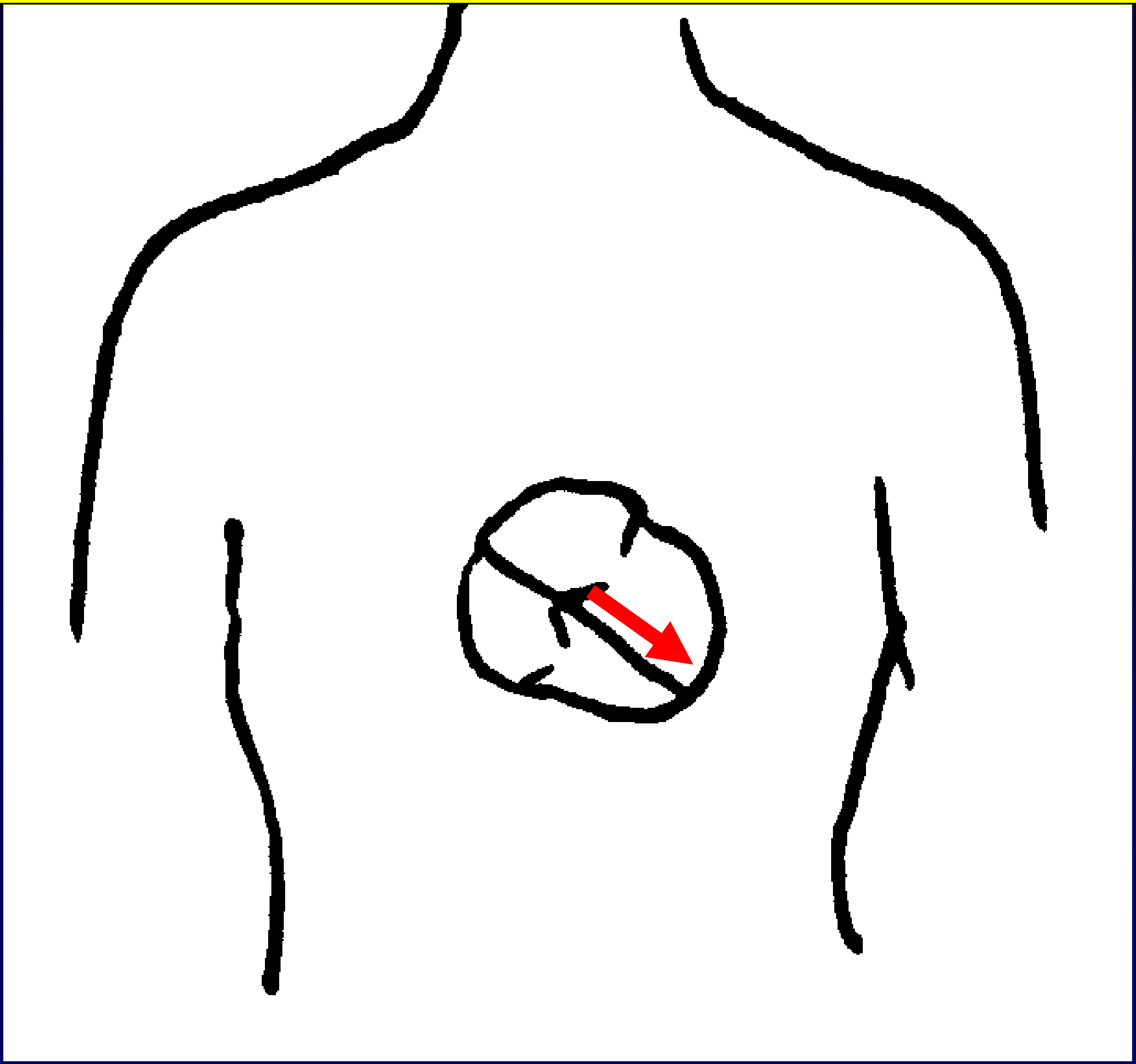

aVR
aVL
+
-
-
-
+
+
-150°
-30°
+180°
0°
D1
+120°
+90°
+60°
+
+
+
D3
D2
aVF

Derivazioni degli arti

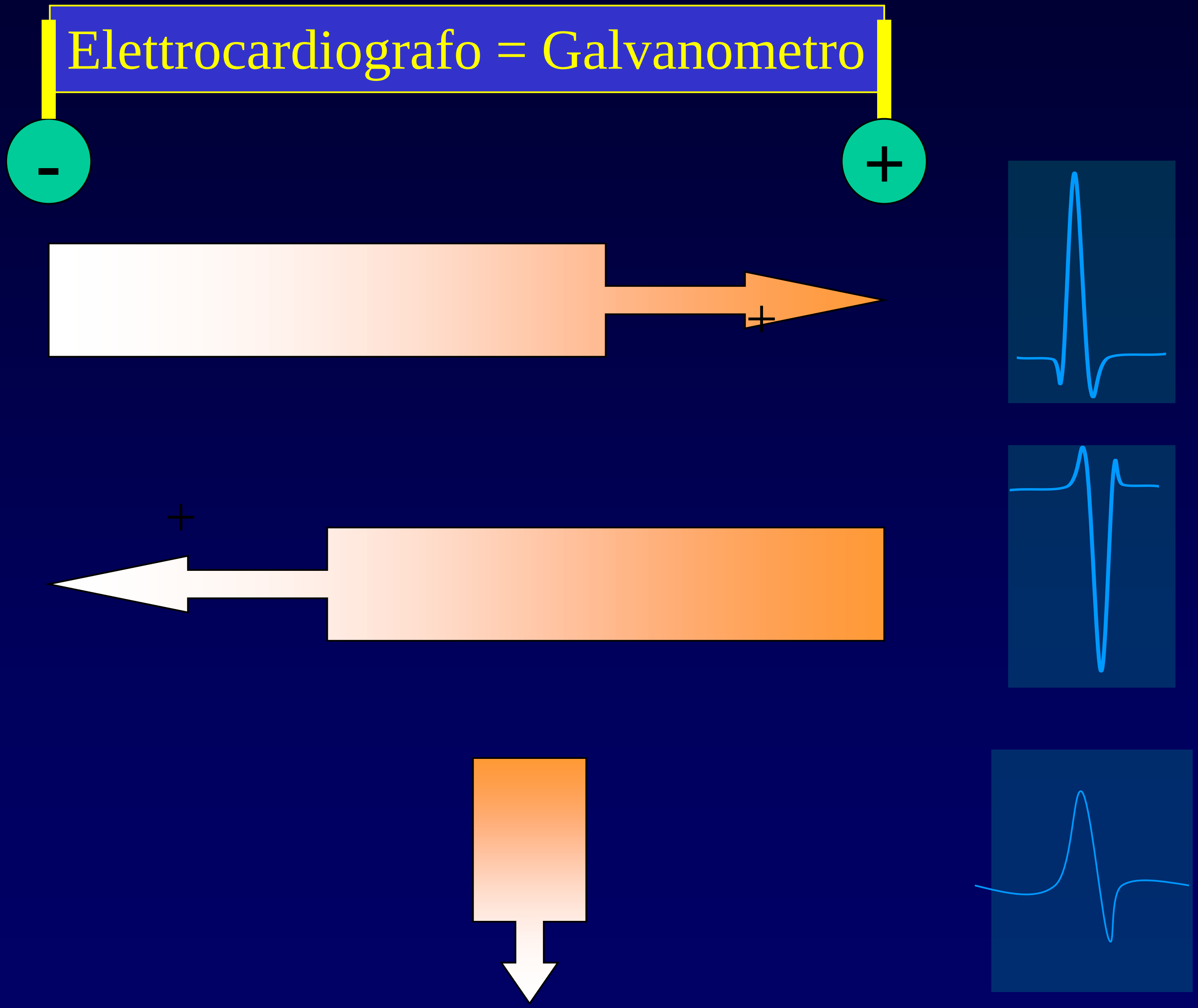
Bipolari

Unipolari

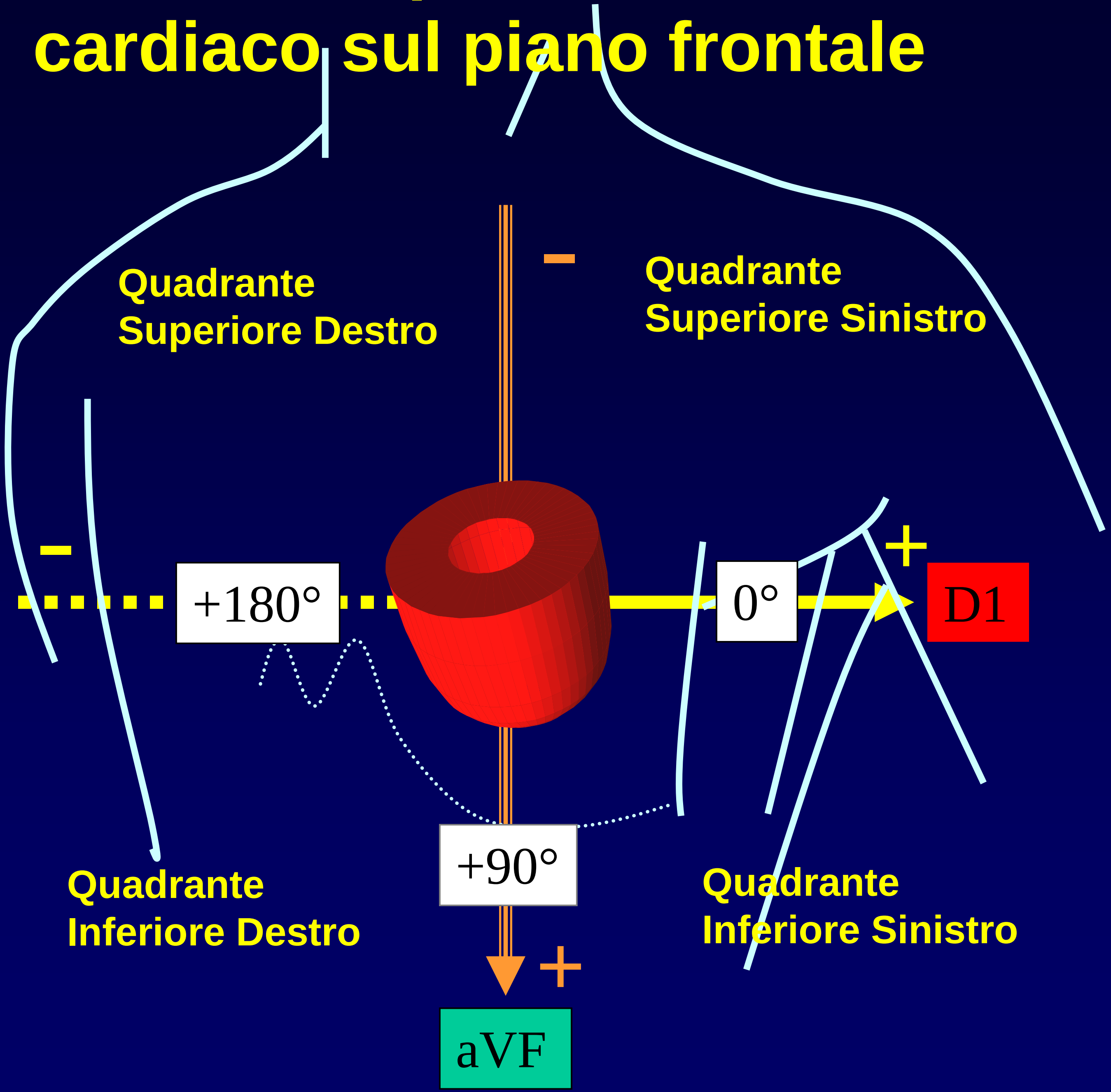
L’asse elettrico del cuore nelle derivazioni periferiche



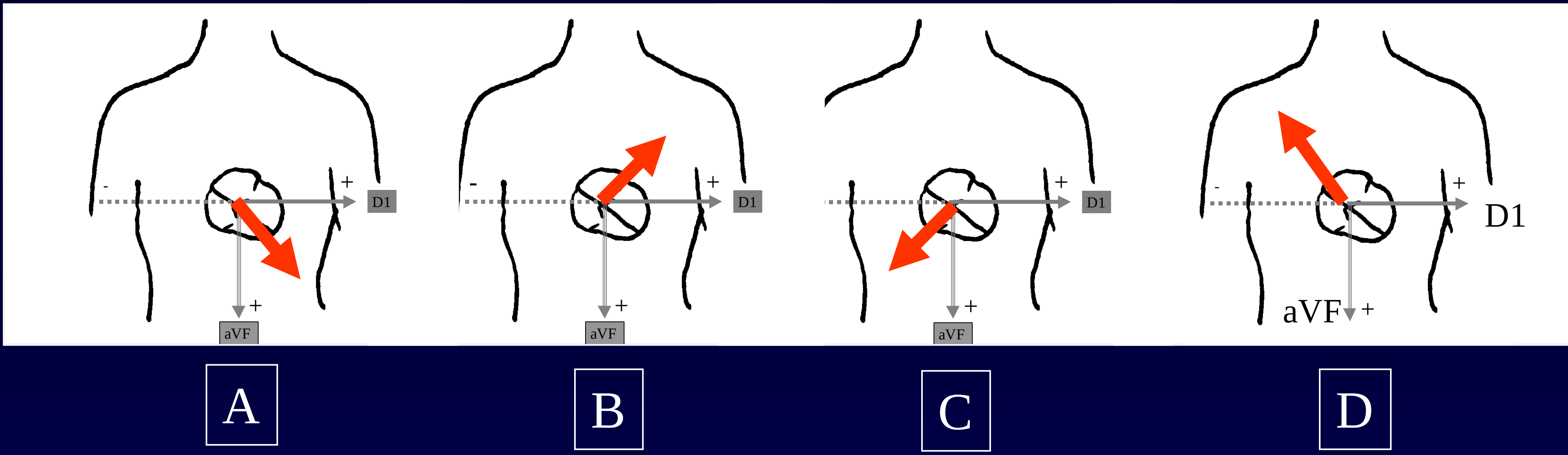
Principi di Elettrocardiografia: il Vettore di Attivazione di una Camera Cardiaca

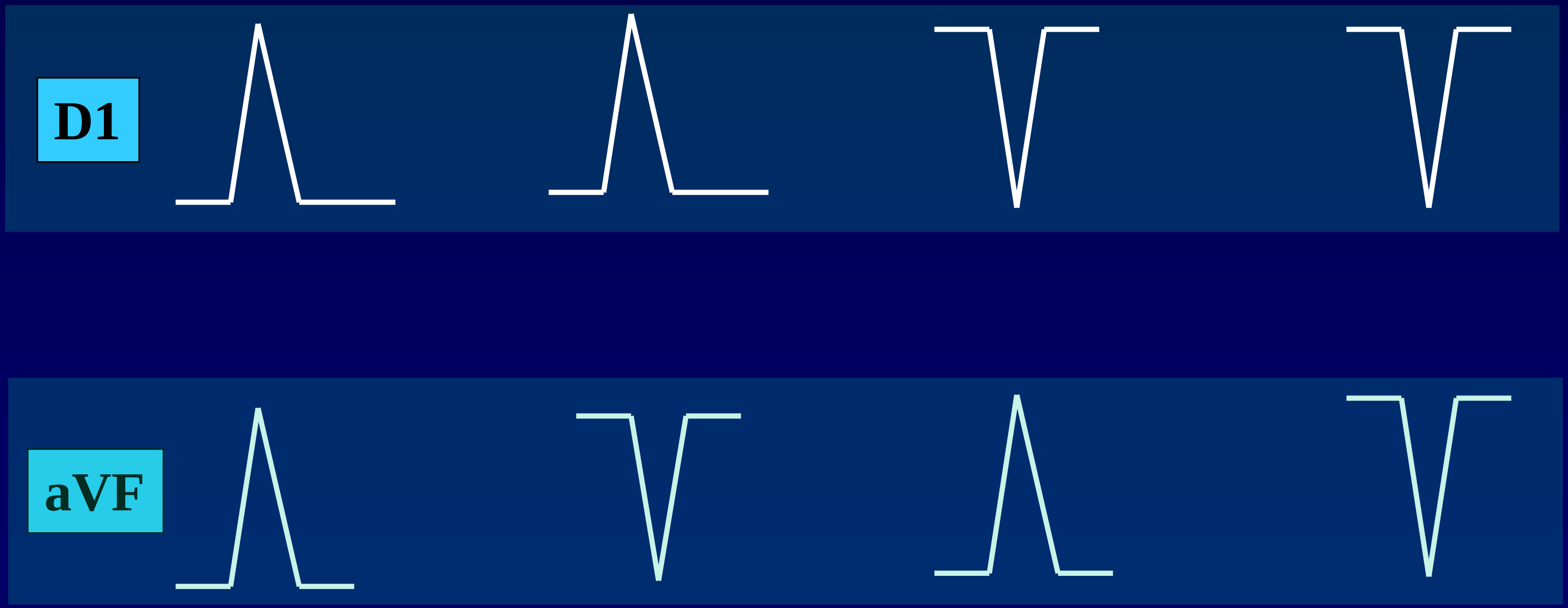

Elettrocardiografo = Galvanometro
-
+
+
+

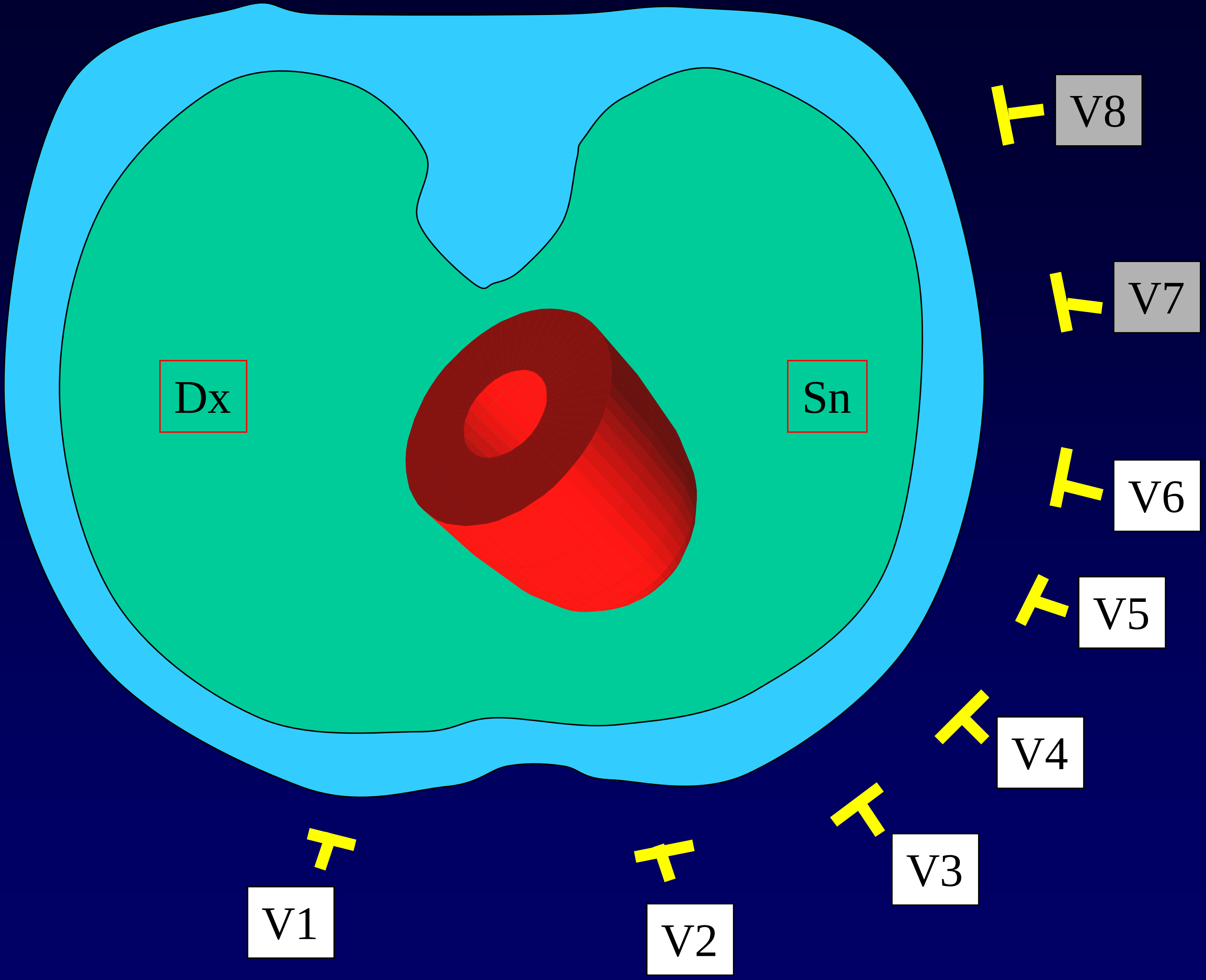
Determinazione rapida dell'asse elettrico cardiaco sul piano frontale

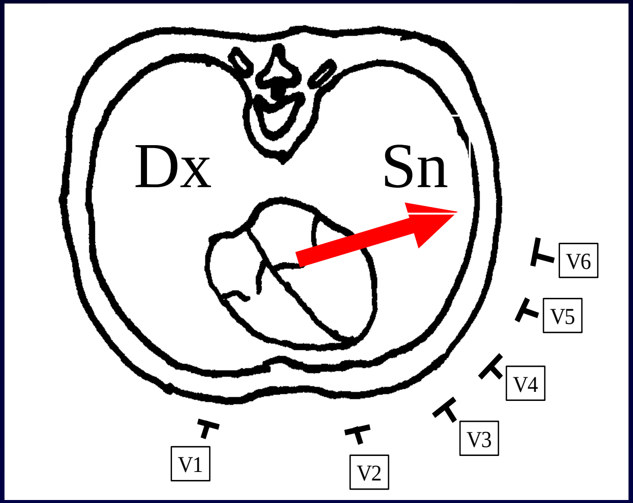


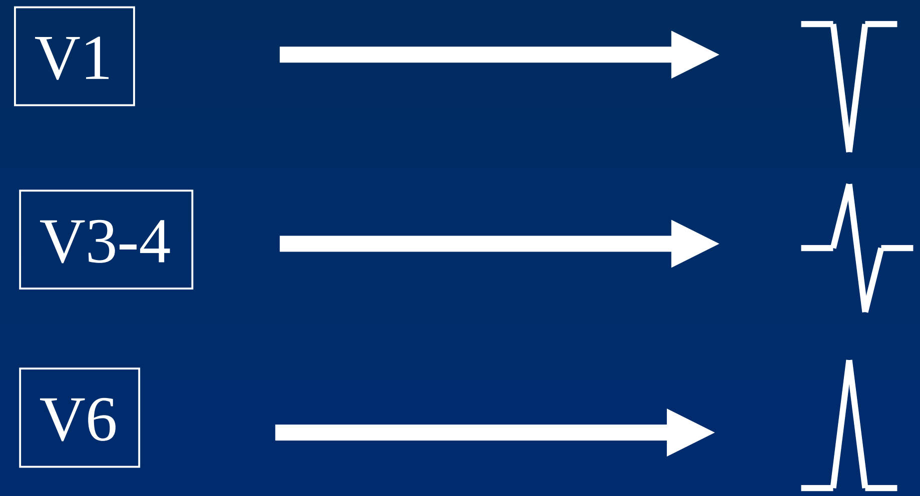
-
Quadrante
Superiore Destro
Quadrante
Superiore Sinistro
-
+
+180°
0°
D1
Quadrante
Inferiore Destro
+90°
Quadrante
Inferiore Sinistro
+
aVF


-
+
D1
+
aVF
A
-
+
D1
+
aVF
B
+
D1
+
aVF
C
-
+
D1
aVF
+
D


D1
aVF


V8
V7
Dx
Sn
V6
V5
V4
V3
V1
V2

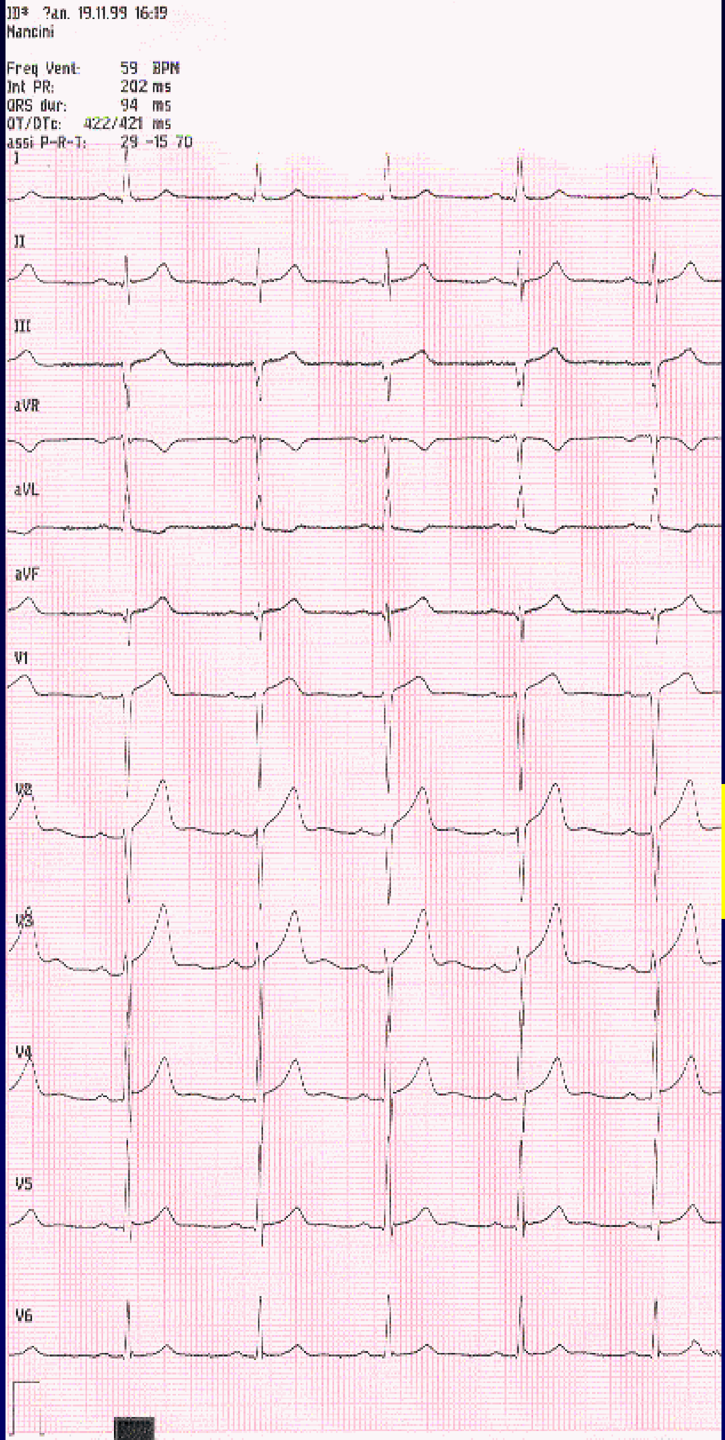

Dx
Sn
V6
V5
V4
V3
V2
V1



V1

V3-4

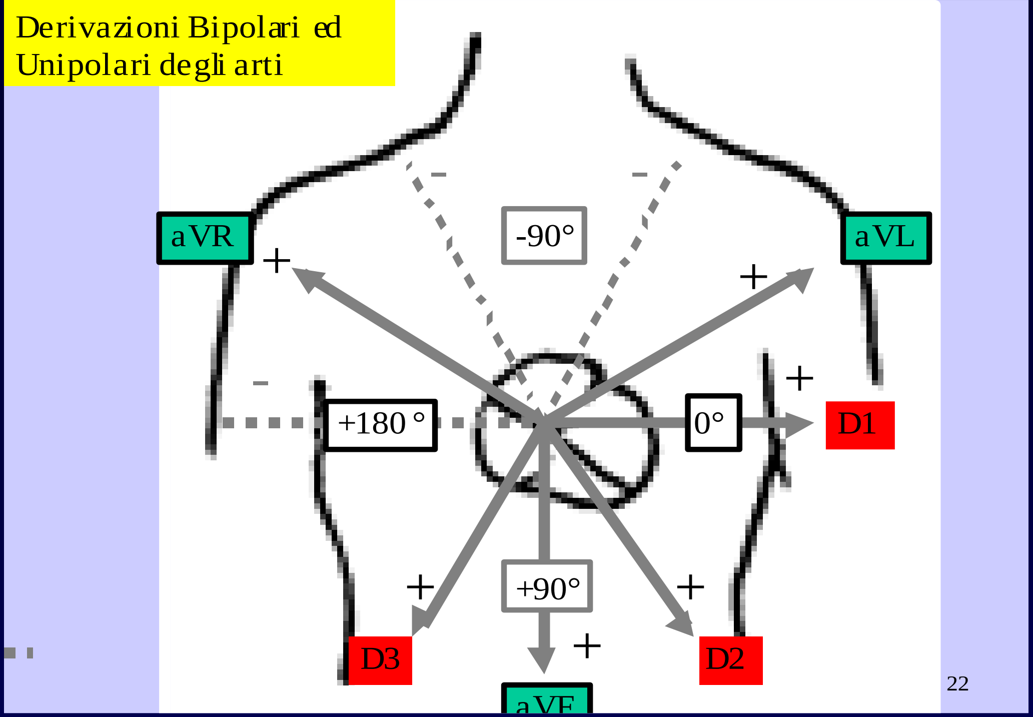
V6



ID# ?an. 19.11.99 16:19
Mancini

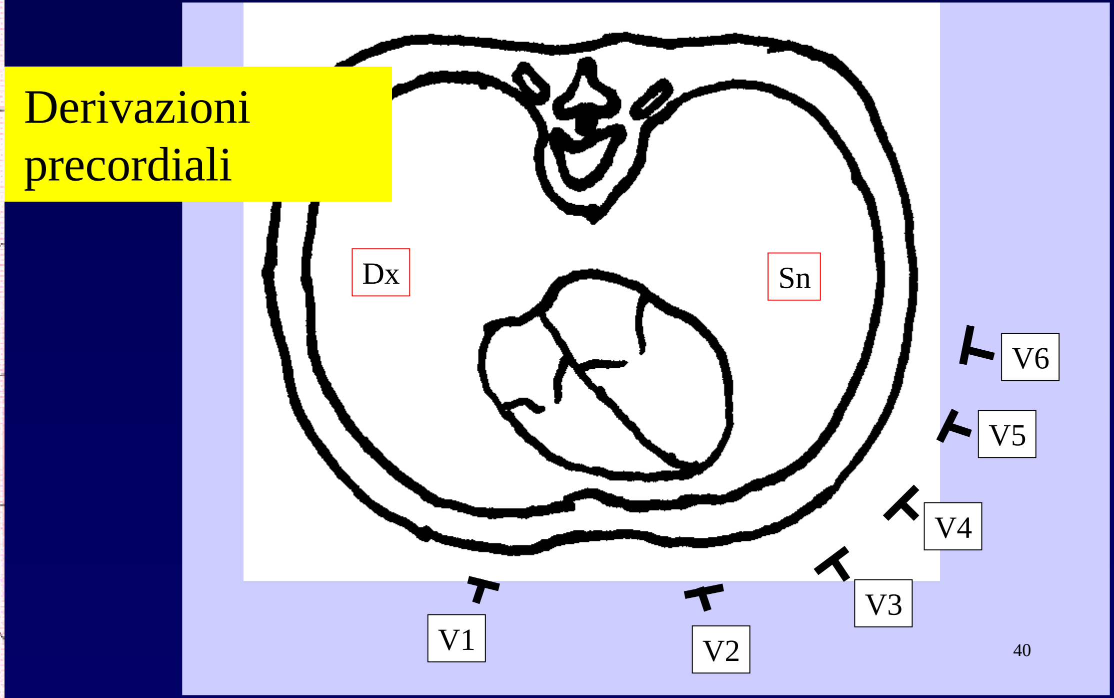
Freq Vent: 59 BPM
Int PR: 202 ms
QRS dur: 94 ms
QT/QTc: 422/421 ms
assi P-R-T: 29 -15 70

I
II
III
aVR
aVL
aVF
V1
V2
V3
V4
V5
V6



Derivazioni Bipolari ed Unipolari degli arti

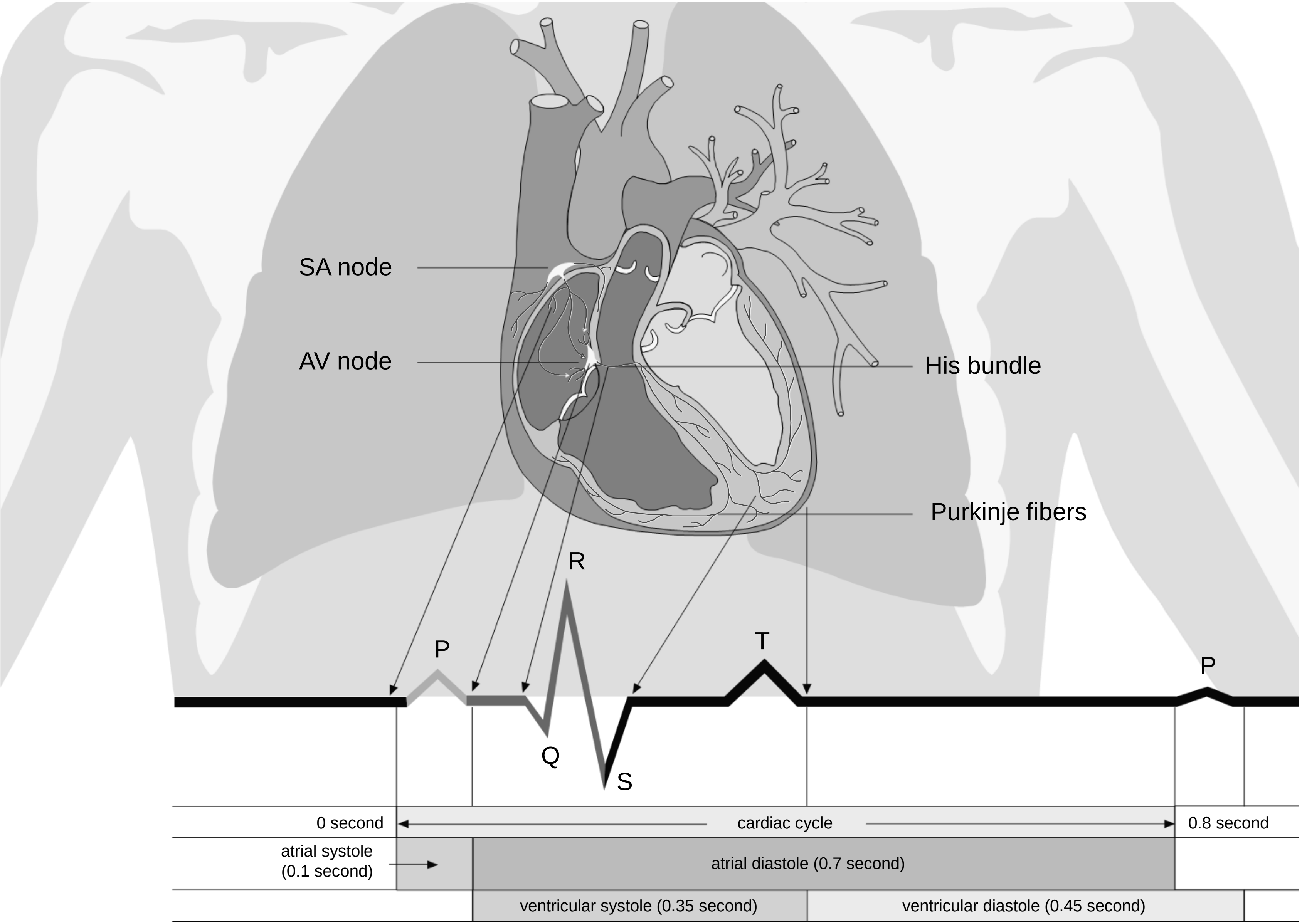
aVR
aVL
-90°
+180 °
0°
D1
+90°
D3
D2
aVF
+
–
22



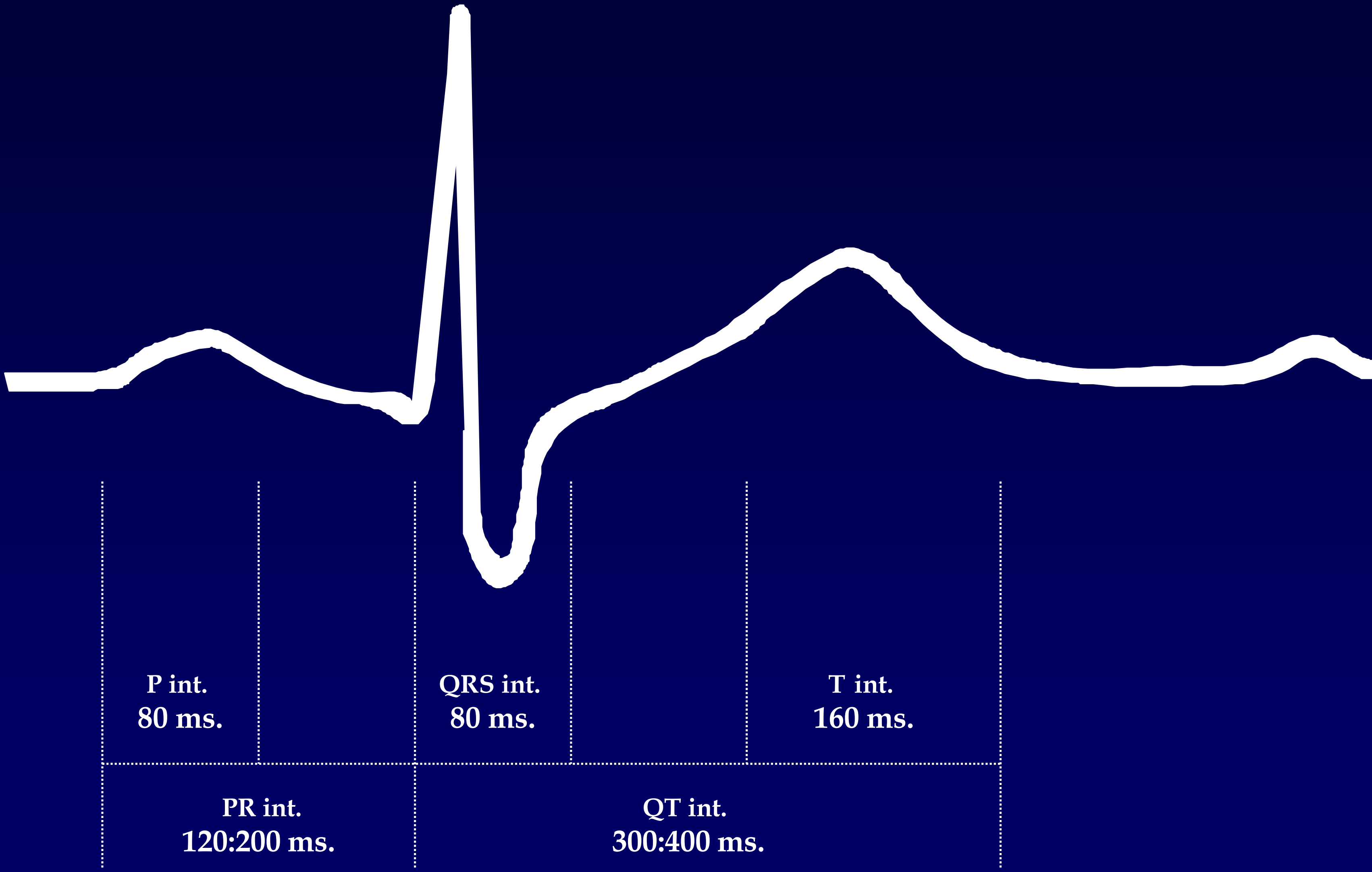
Derivazioni precordiali

Dx
Sn
V1
V2
V3
V4
V5
V6
40

Percorso di conduzione


SA node
AV node
His bundle
Purkinje fibers
R
P
T
P
Q
S
0 second
cardiac cycle
0.8 second
atrial systole
(0.1 second)
atrial diastole (0.7 second)
ventricular systole (0.35 second)
ventricular diastole (0.45 second)

Attività elettrica (ECG)



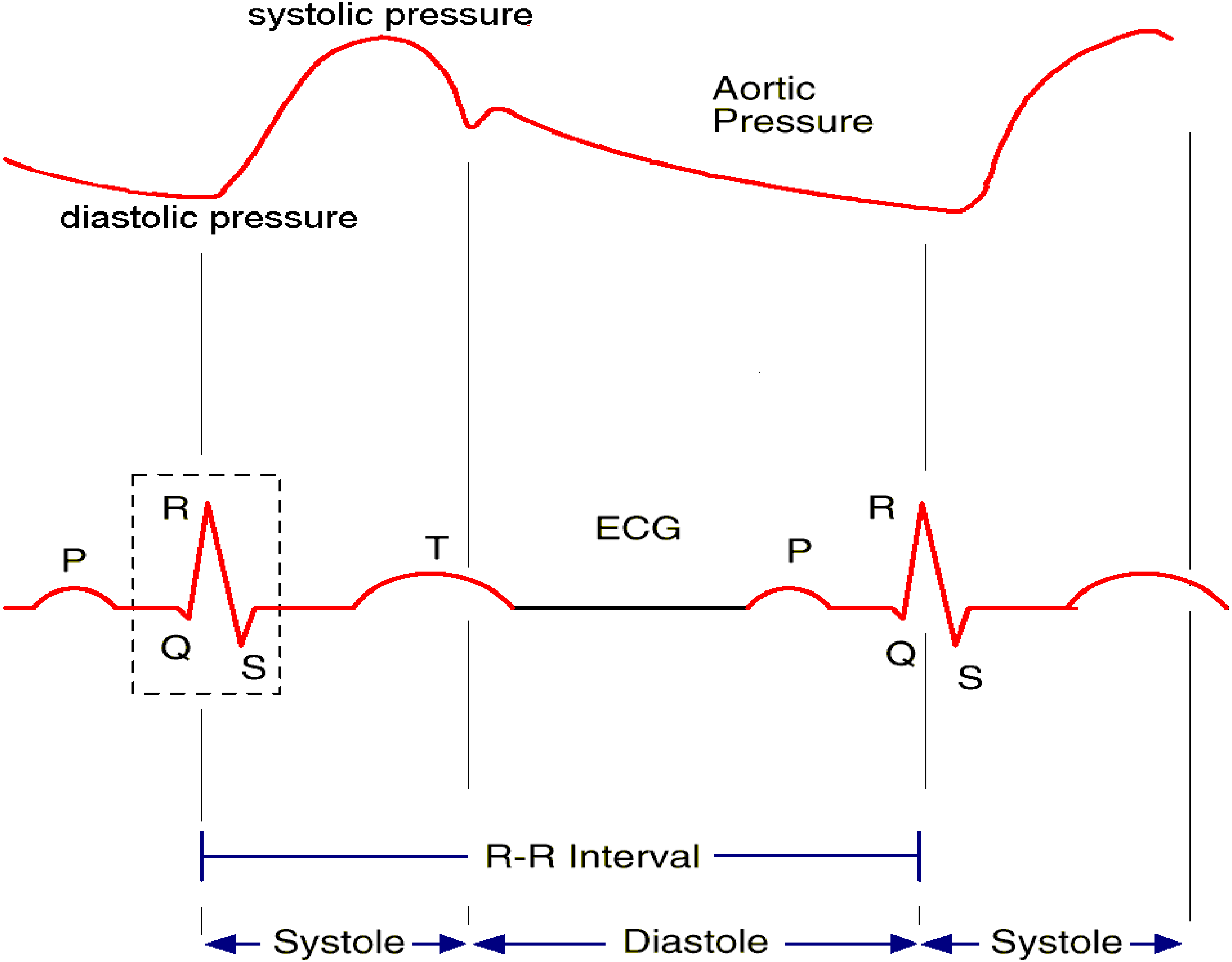
P int.
80 ms.

QRS int.
80 ms.

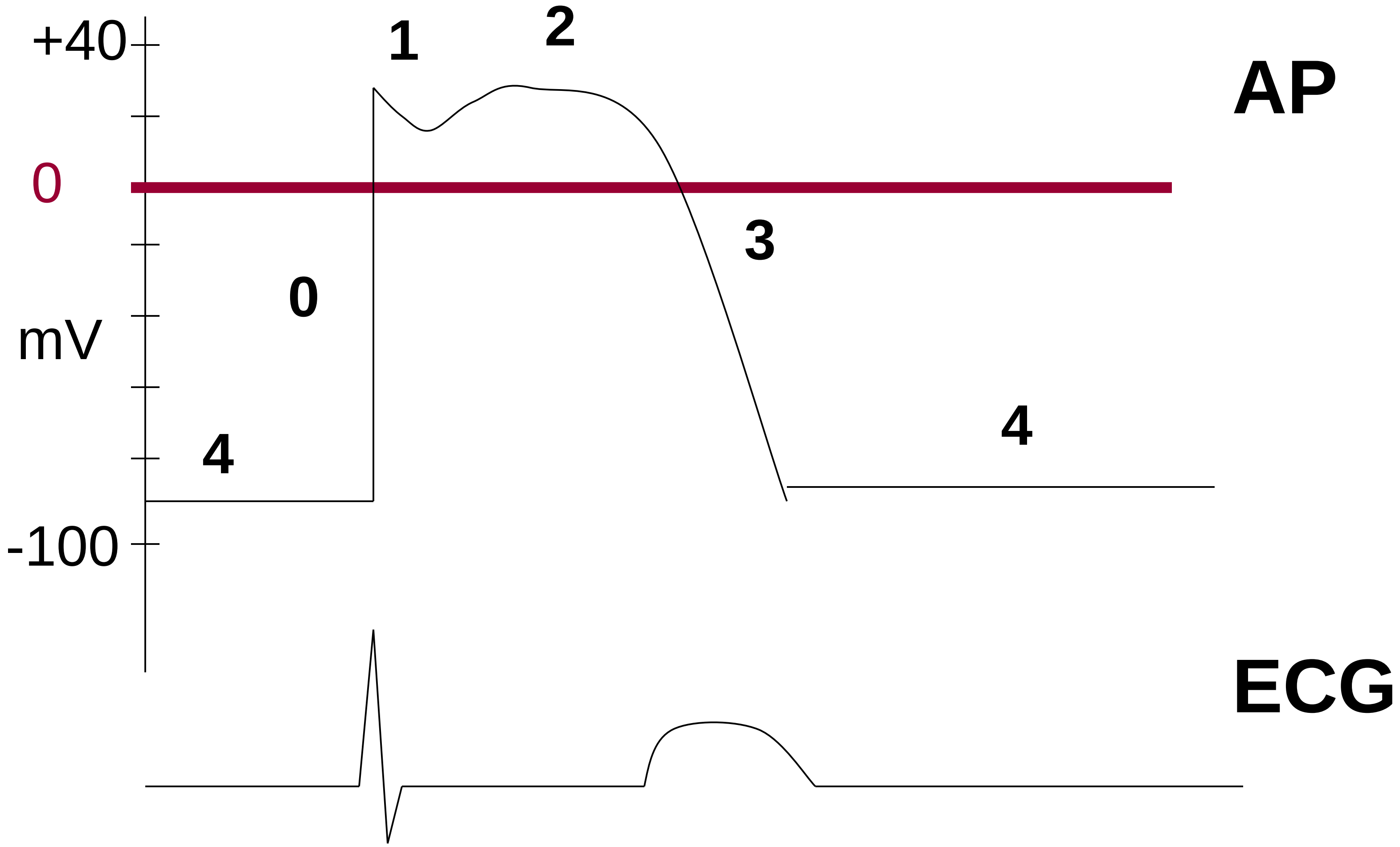
T int.
160 ms.

PR int.
120:200 ms.

QT int.
300:400 ms.

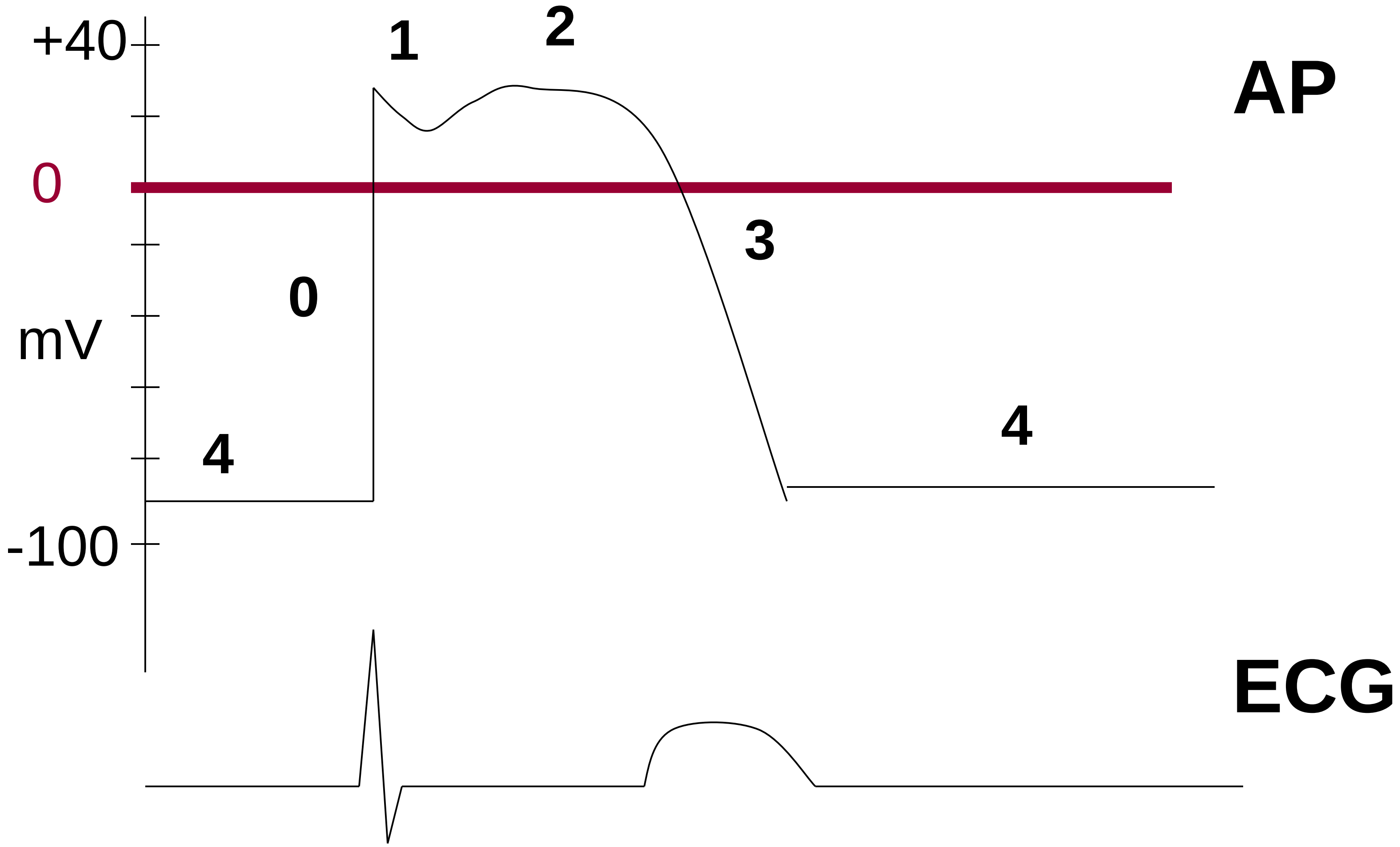

systolic pressure
Aortic
Pressure
diastolic pressure
P
R
Q
S
T
ECG
P
R
Q
S
R-R Interval
Systole
Diastole
Systole

Myocardial Action Potential


+40
0
mV
-100
1
2
AP
0
3
4
4
ECG

AP	ECG
Measured in the *Cardiac Cell*	Measured at the *Skin Surface*
Resting Potential = -90mV	Resting Potential = *Isoelectric Line*
Depolarization = Phase 0	Depolarization = +/- deflection
Repolarization = Phase 3	Repolarization = “T-Wave”

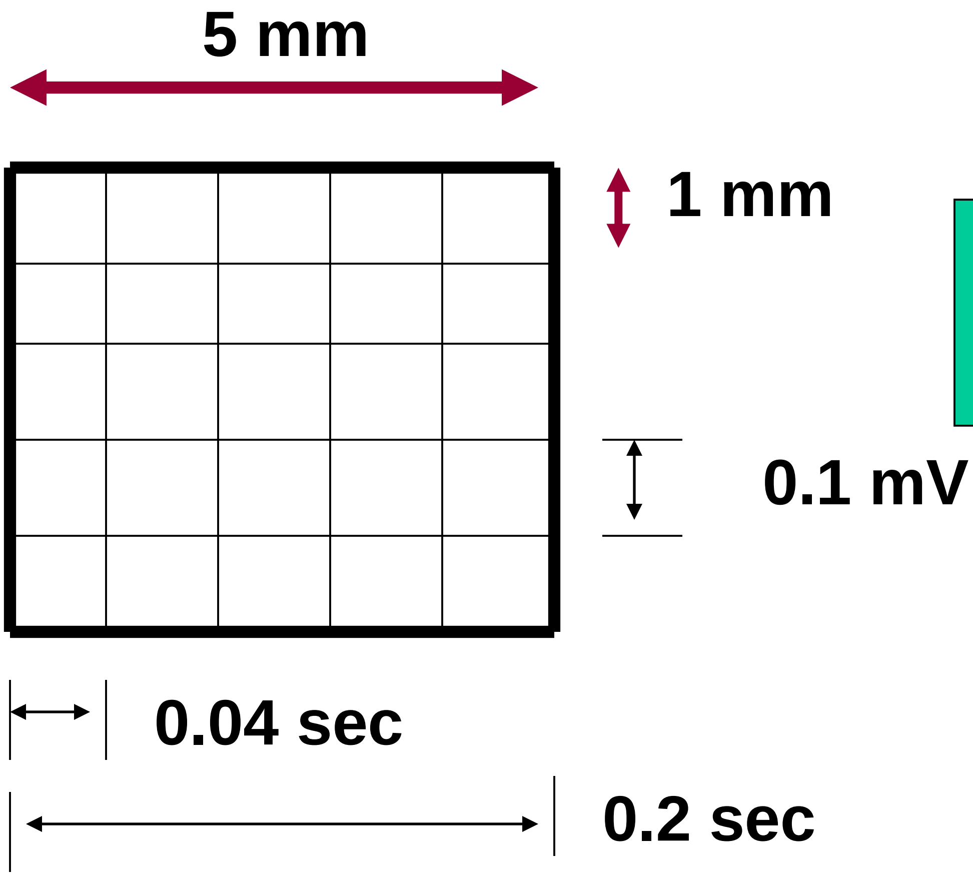
Myocardial Action Potential


+40
0
mV
-100
1
2
0
3
4
4
AP
ECG

ECG Basics

- **ECG** graphs:
  - 1 mm squares
  - 5 mm squares
- **Paper Speed:**
  - 25 mm/sec standard
- **Voltage Calibration:**
  - 10 mm/mV standard

ECG Paper: Dimensions



5 mm

1 mm

0.1 mV

0.04 sec

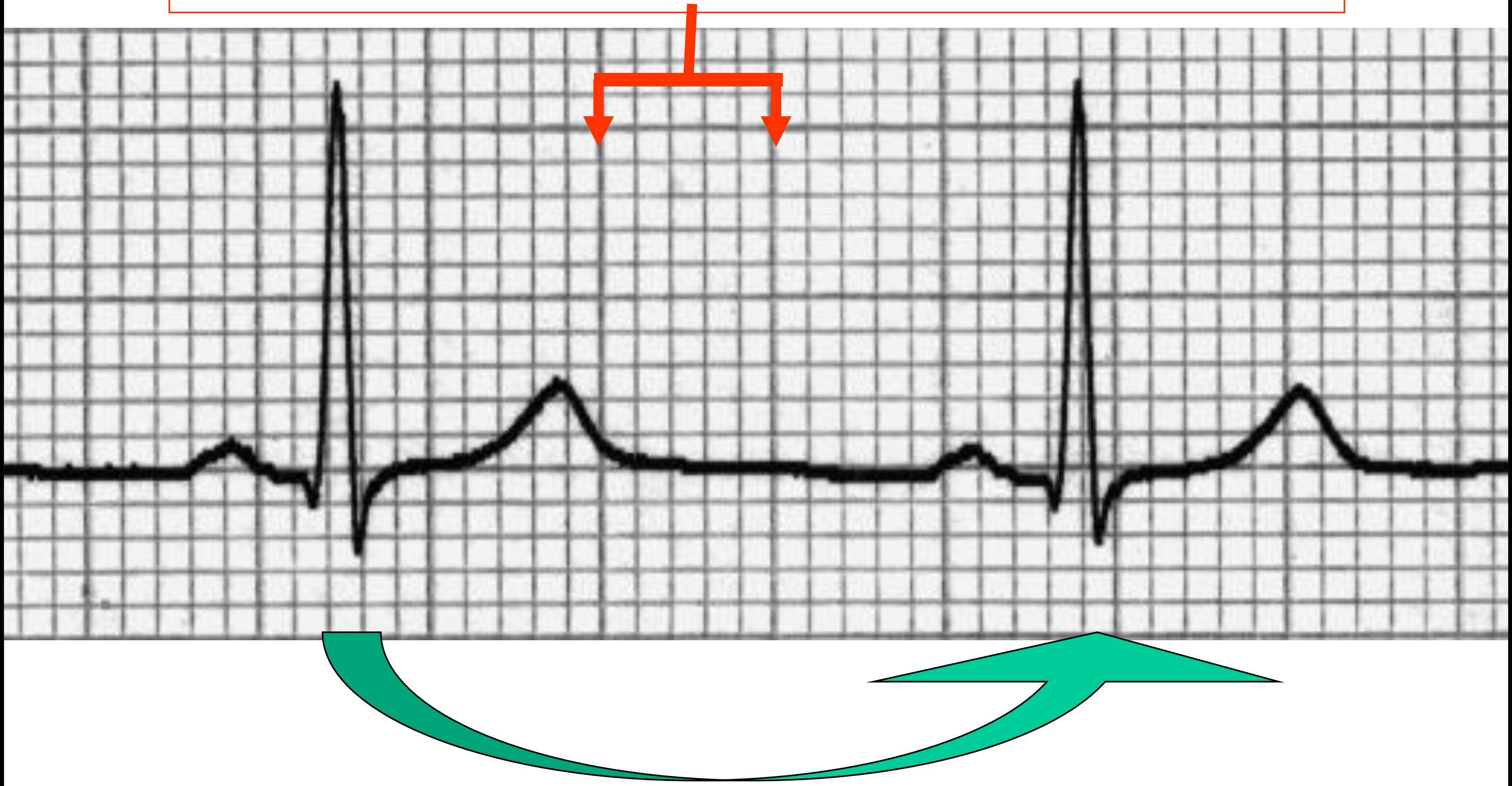
0.2 sec

Voltage ~Mass

Speed = rate

Calcolo della Frequenza Cardiaca

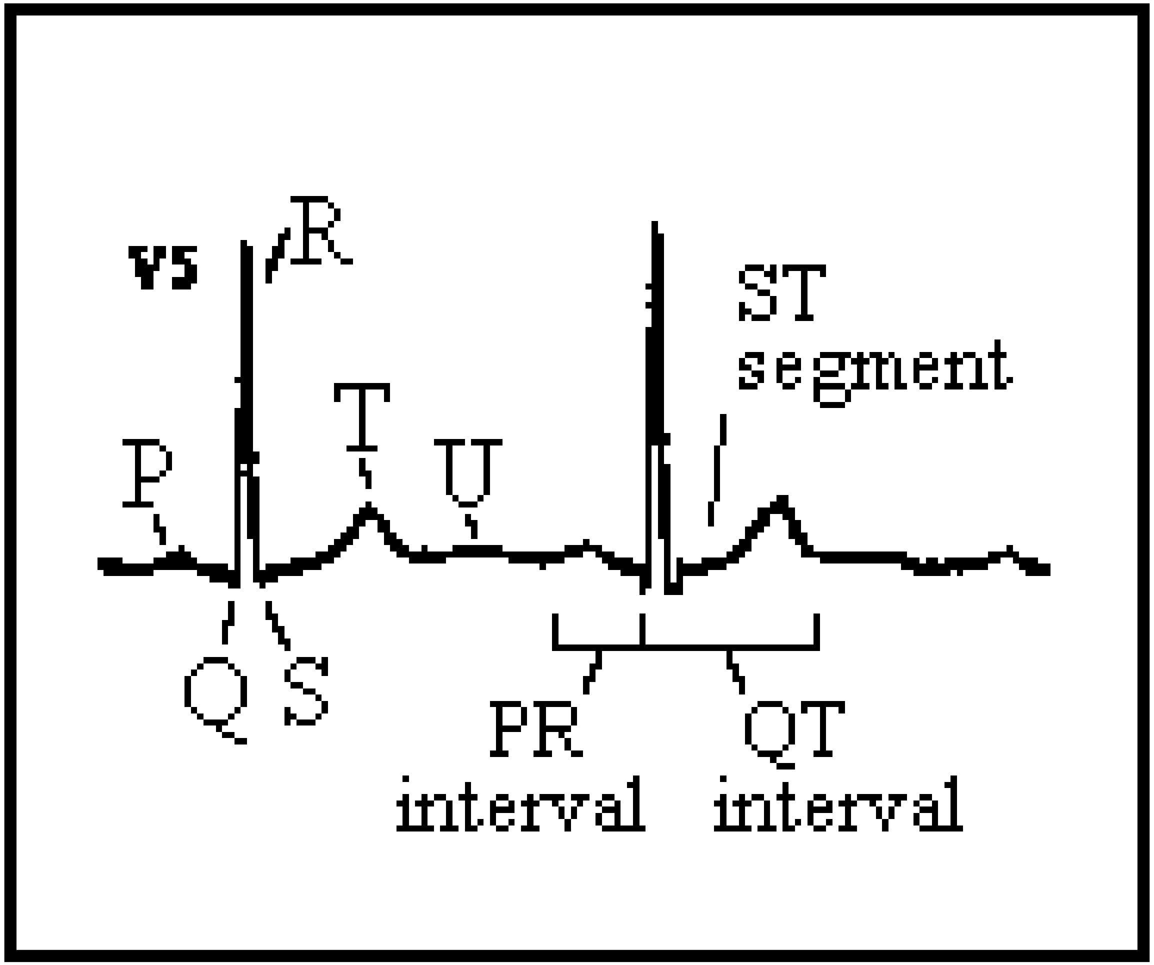
$$FC = \frac{300}{\text{numero di quadrati grandi compresi tra due QRS}}$$

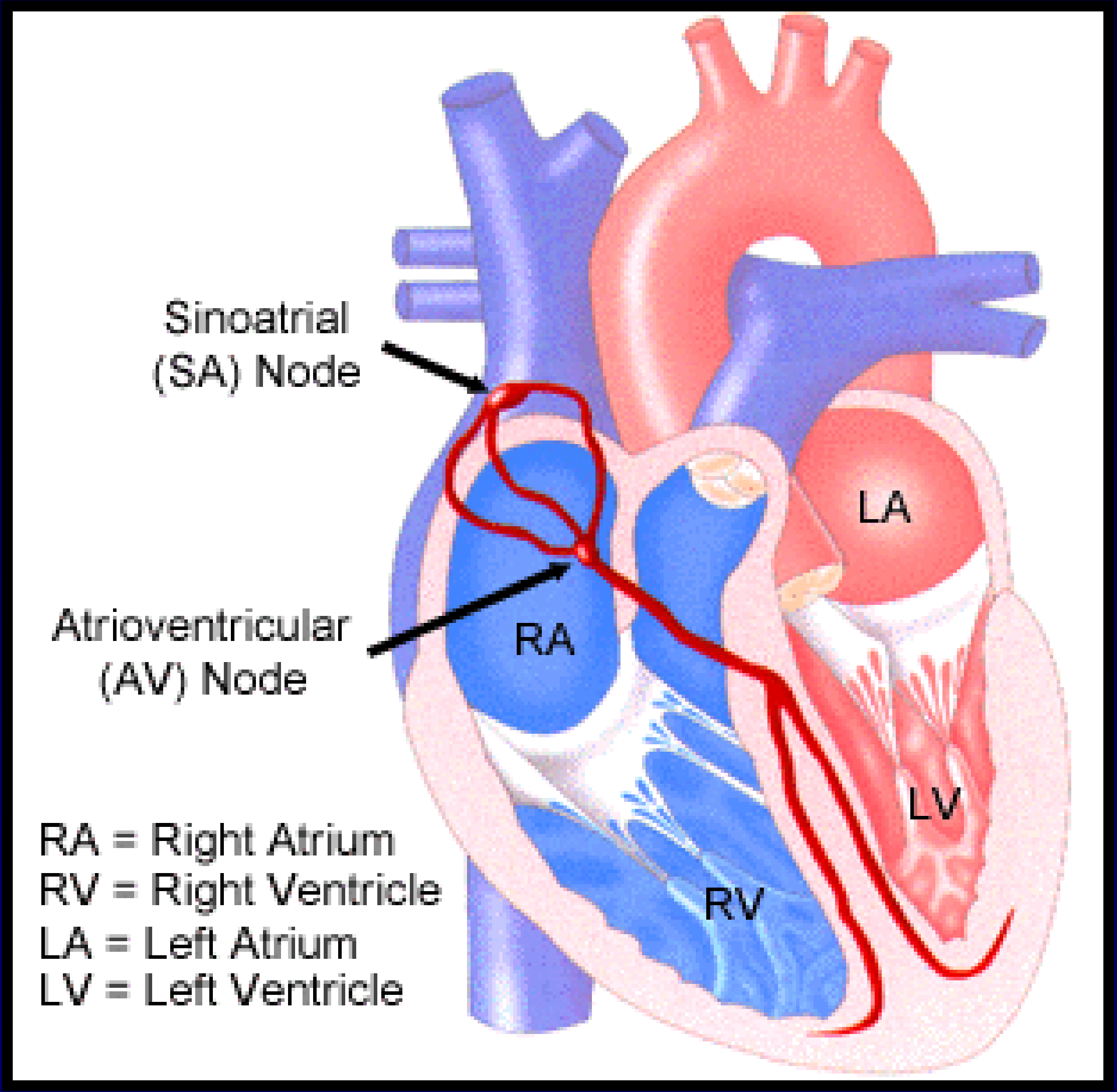


Cardiac Cycle:
ECG WAVES

- **Normal ECG formation / conduction**:
  - **P Wave**: Atrial depolarization/contraction
  - **QRS Waves**: Ventricular depolarization/contraction
  - **T Wave**: Ventricular Repolarization
  - **PR and QT Intervals…**conduction problems

ECG: Cardiac Cycle


V5
R
ST
segment
T
P
U
Q
S
PR
interval
QT
interval


Sinoatrial
(SA) Node
Atrioventricular
(AV) Node
LA
RA
LV
RV

RA = Right Atrium
RV = Right Ventricle
LA = Left Atrium
LV = Left Ventricle

Cardiac Cycle Basics:

- Begins with SA Node depolarization
- **P – P = 1 Cycle**
- Heart rate (pulse) is determined by ventricle depolarization/contraction
- **R – R = 1 heart beat**

Calculating Heart Rates from ECG's: Step One

- **Sinus Rhythm**: Each QRS complex is preceded by P wave
- **NSR:** Within the intrinsic rate of the SA Node: 60-100 bpm
- **Tachycardia:** >100 bpm
- **Bradycardia:** < 60 bpm

Rhythm ID: Algorithm

- **P-Wave:** What is the atrial rhythm? < 0.12 sec (3 mm)
- **QRS:** What is the ventricular rhythm? <0.10 sec (<3 mm)
- **P-R Interval:** Is AV conduction normal? 0.12-0.20 sec (3-5 mm)
- **Any unusual complexes?**
- **IS IT DANGEROUS?**

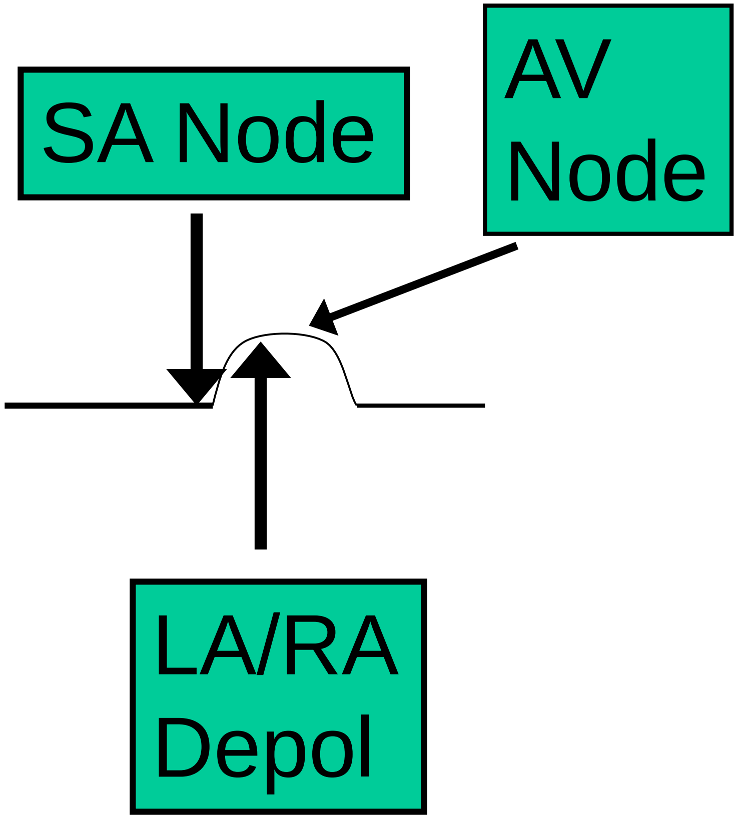
Rhythms Involving Errors in Formation: P and QRS

- Normal and Ectopic Rhythms
  - Sinus: “Normal”
  - Atrial: “Ectopic”
- Junctional Rhythms: “Escape”
  - Retrograde Atrial Depolarization
- Ventricular Rhythms:

P-Wave:

1.SA Node “fires”

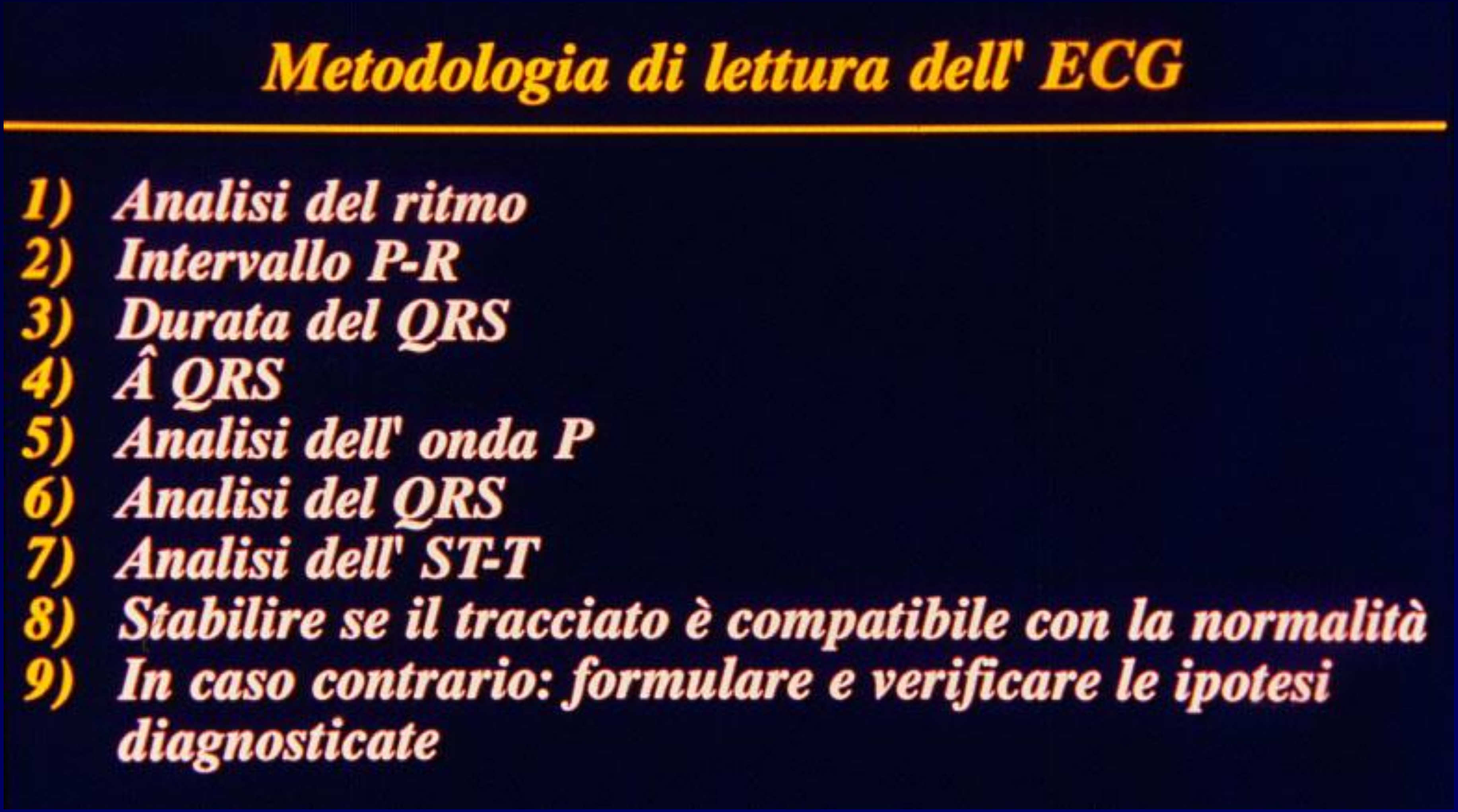
- 2. Right and Left Atria Depolarize
- 3. AV Node “fires”
- **Questions:**
  - – P waves present?
  - – Regular rhythm?
  - – 1/QRS?



SA Node

AV Node

LA/RA Depol

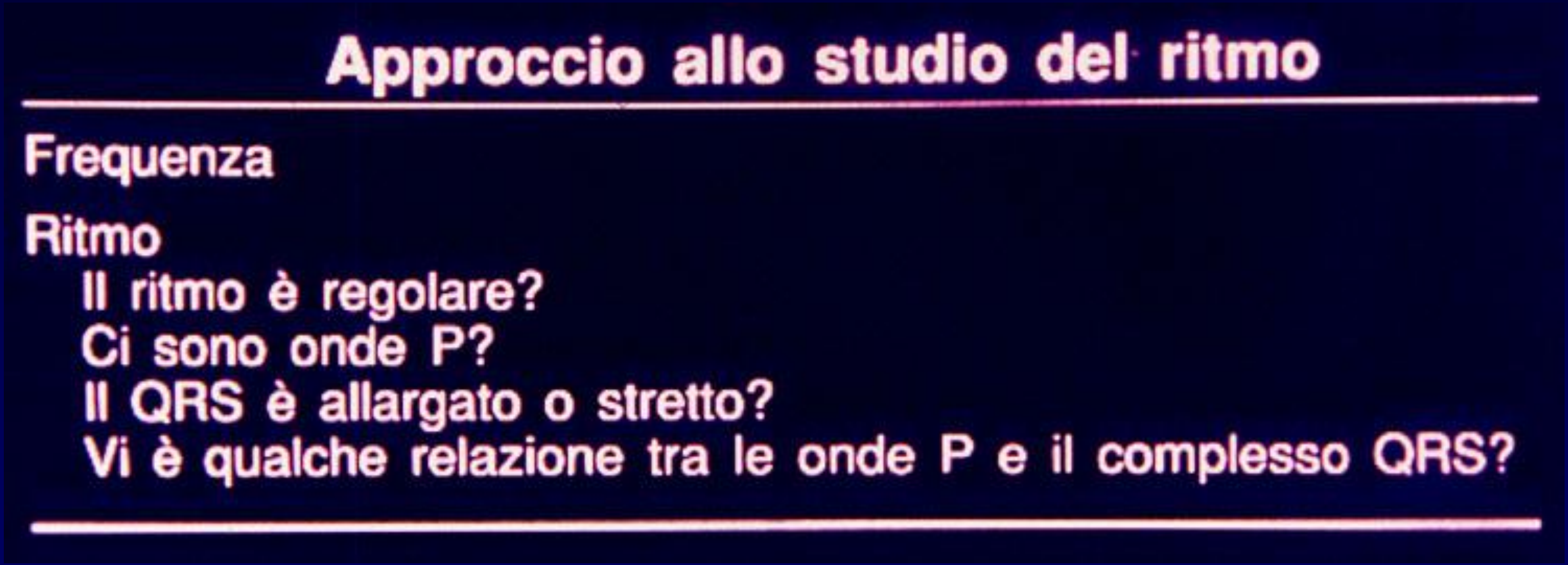


Metodologia di lettura dell' ECG

1) Analisi del ritmo
2) Intervallo P-R
3) Durata del QRS
4) Â QRS
5) Analisi dell' onda P
6) Analisi del QRS
7) Analisi dell' ST-T
8) Stabilire se il tracciato è compatibile con la normalità
9) In caso contrario: formulare e verificare le ipotesi diagnosticate

Analisi del ritmo

1) *Analizzare la deflessione atriale pr determinare se essa rappresenta:*
    - a) *una onda P normale*
    - b) *una onda P' ectopica*
    - c) *una onda F (Flutter)*
    - d) *una onda f (fibrillazione)*
2) *Determinare la frequenza delle deflessioni atriali*
3) *Determinare se il ritmo atriale è regolare o irregolare*
4) *Determinare se il ritmo ventricolare (QRS) è regolare o irregolare*
5) *Determinare la relazione fra attività atriale e attività ventricolare*
6) *Determinare la morfologia (durata) del QRS*



Approccio allo studio del ritmo

Frequenza

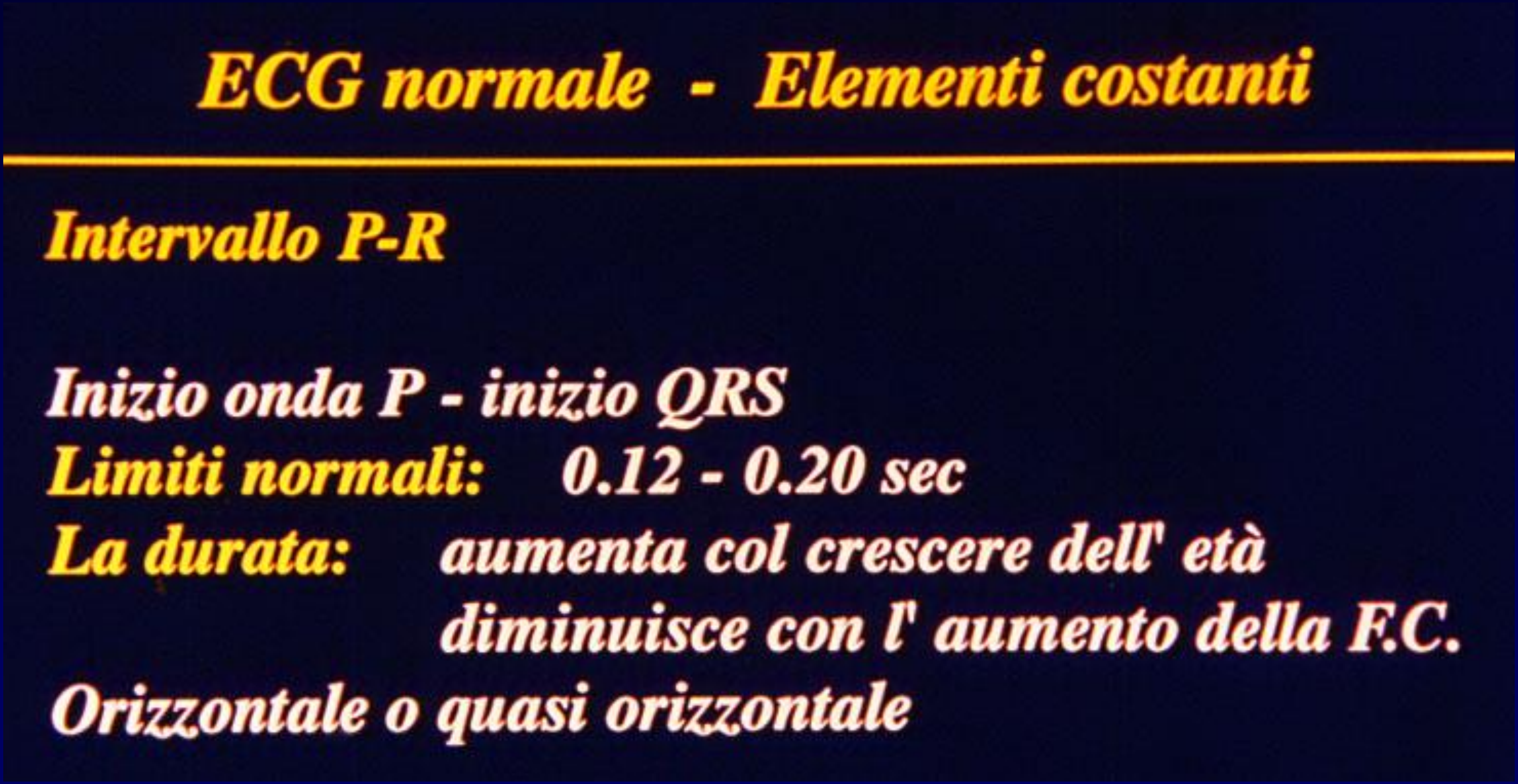
Ritmo

- Il ritmo è regolare?
- Ci sono onde P?
- Il QRS è allargato o stretto?
- Vi è qualche relazione tra le onde P e il complesso QRS?

ECG normale - Elementi costanti

Onda P:

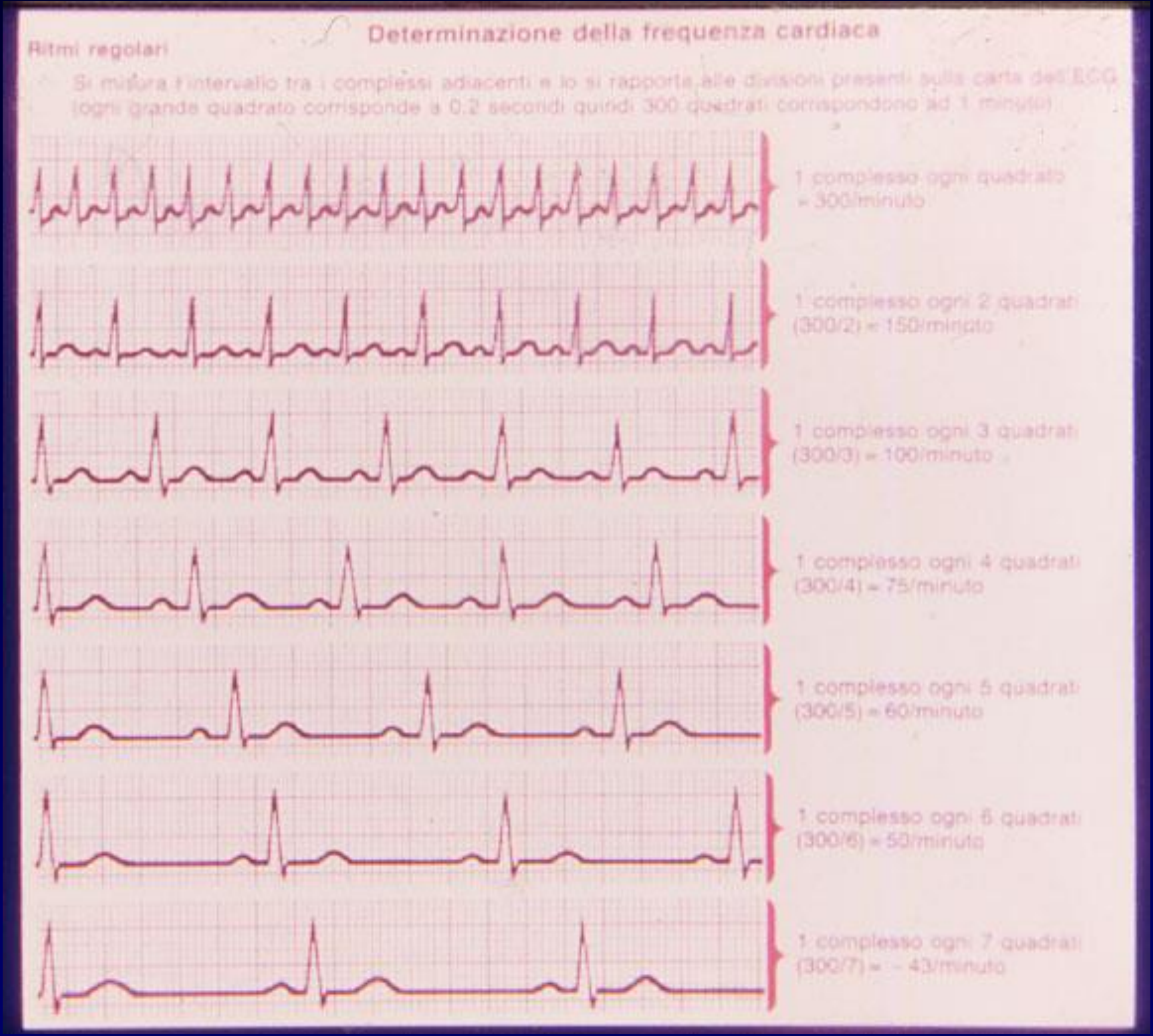
Durata: 0.08-0.11 sec.
Prima parte: potenziali atriali dx
Seconda parte: potenziali atriali sn
Asse del piano frontale: inferiore e a sn
D_I e D_{II} + sempre V_1-V_2 +/±/−
aVR − V_3-V_6 +
D_{III} +/−±
aVL +/−/±
aVF +/−/±/±



ECG normale - Elementi costanti

Intervallo P-R

Inizio onda P - inizio QRS
Limiti normali: 0.12 - 0.20 sec
La durata: aumenta col crescere dell' età
diminuisce con l' aumento della F.C.
Orizzontale o quasi orizzontale



Determinazione della frequenza cardiaca

Ritmi regolari

Si misura l'intervallo tra i complessi adiacenti e lo si rapporta alle divisioni presenti sulla carta dell'ECG (ogni grande quadrato corrisponde a 0.2 secondi quindi 300 quadrati corrispondono ad 1 minuto)

1 complesso ogni quadrato = 300/minuto

1 complesso ogni 2 quadrati (300/2) = 150/minuto

1 complesso ogni 3 quadrati (300/3) = 100/minuto

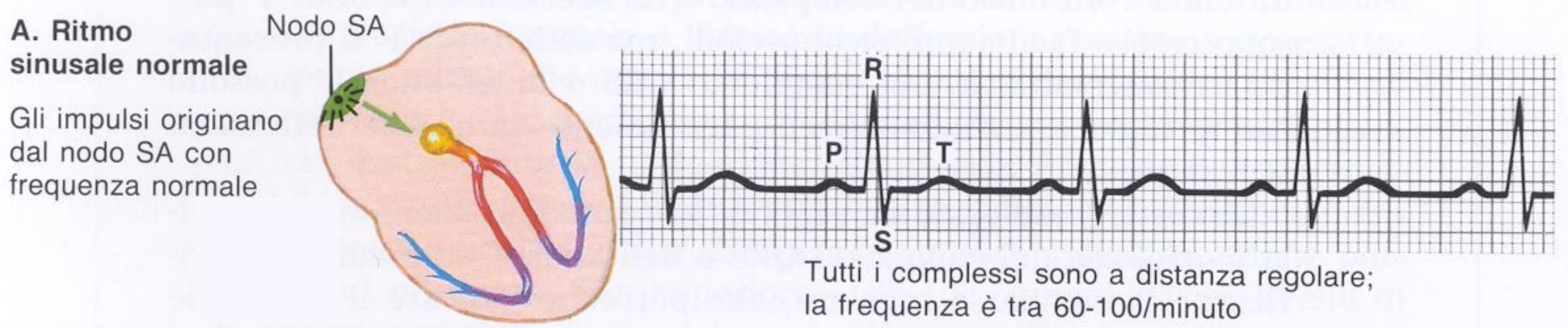
1 complesso ogni 4 quadrati (300/4) = 75/minuto

1 complesso ogni 5 quadrati (300/5) = 60/minuto

1 complesso ogni 6 quadrati (300/6) = 50/minuto

1 complesso ogni 7 quadrati (300/7) = – 43/minuto

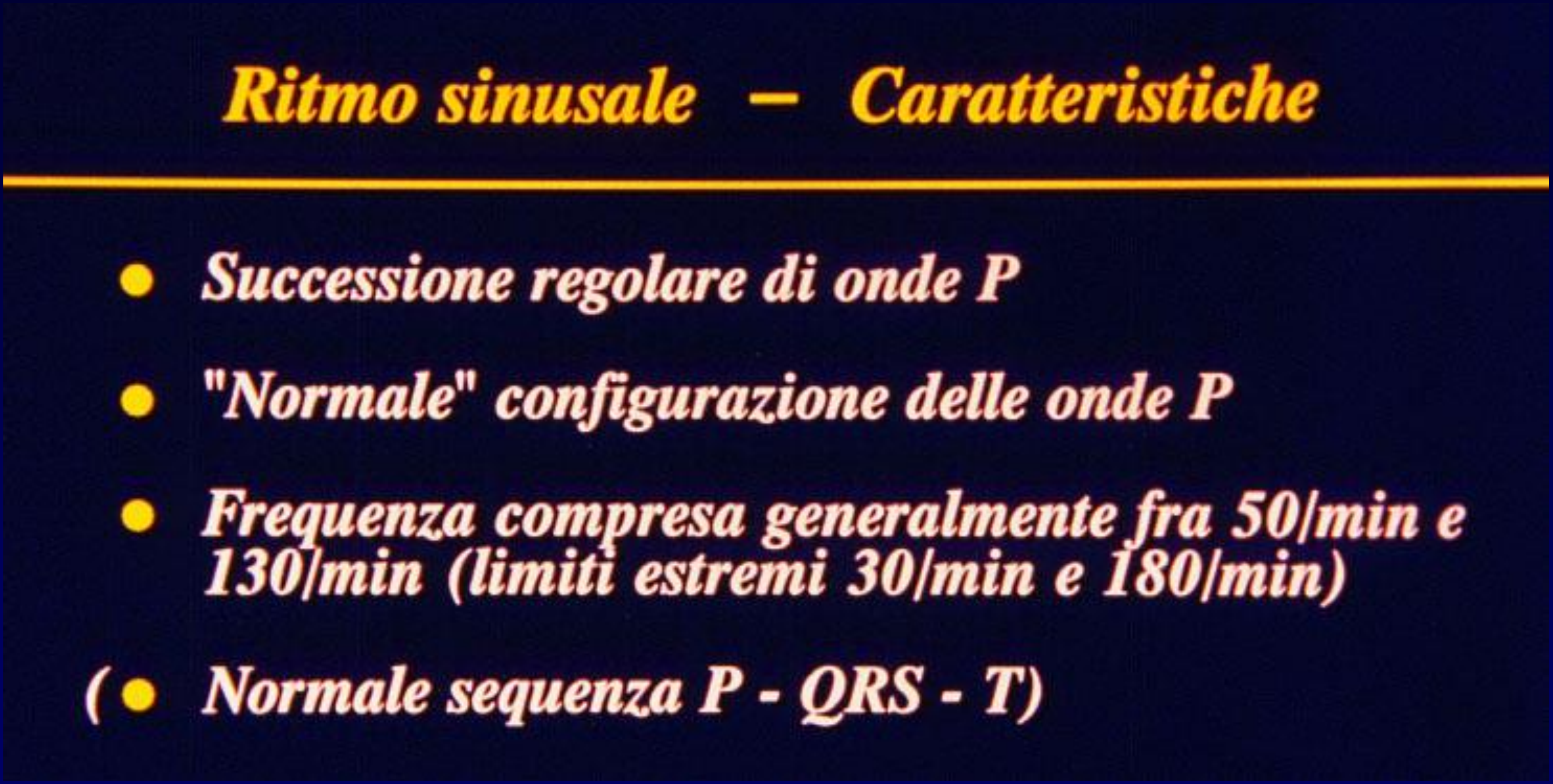
Ritmo sinusale normale



A. Ritmo sinusale normale

Gli impulsi originano dal nodo SA con frequenza normale

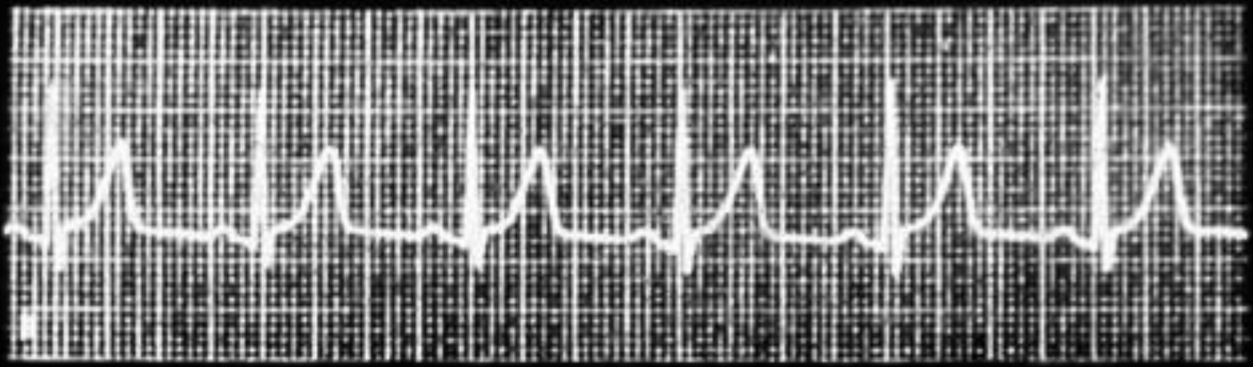
Tutti i complessi sono a distanza regolare; la frequenza è tra 60-100/minuto



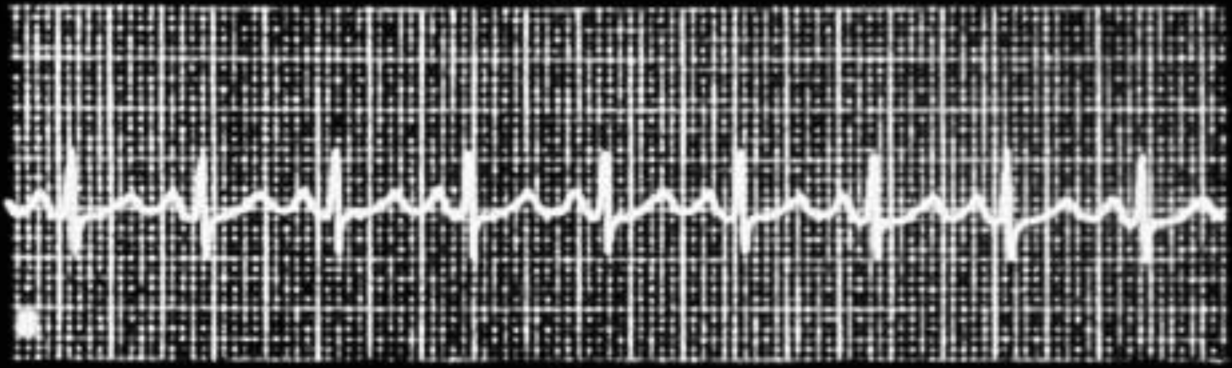
Ritmo sinusale – Caratteristiche

- Successione regolare di onde P
- "Normale" configurazione delle onde P
- Frequenza compresa generalmente fra 50/min e 130/min (limiti estremi 30/min e 180/min)

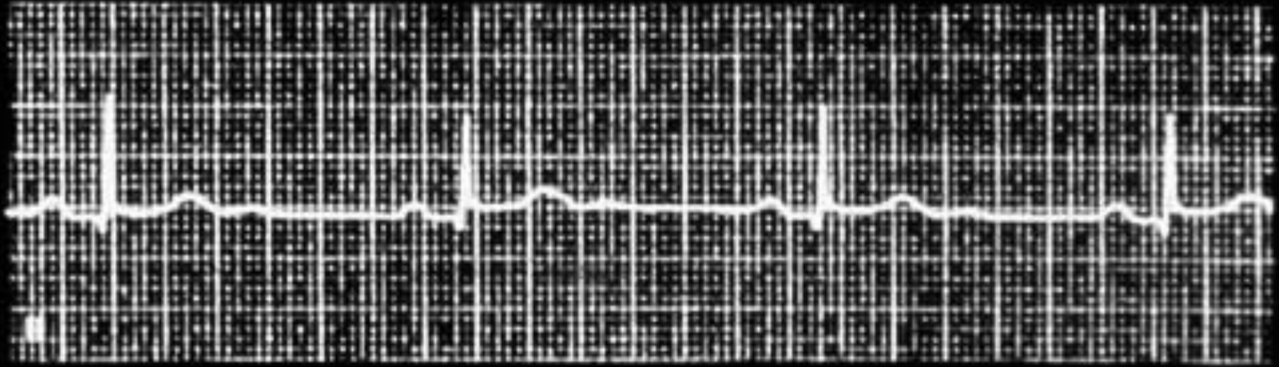
(• Normale sequenza P - QRS - T)



A

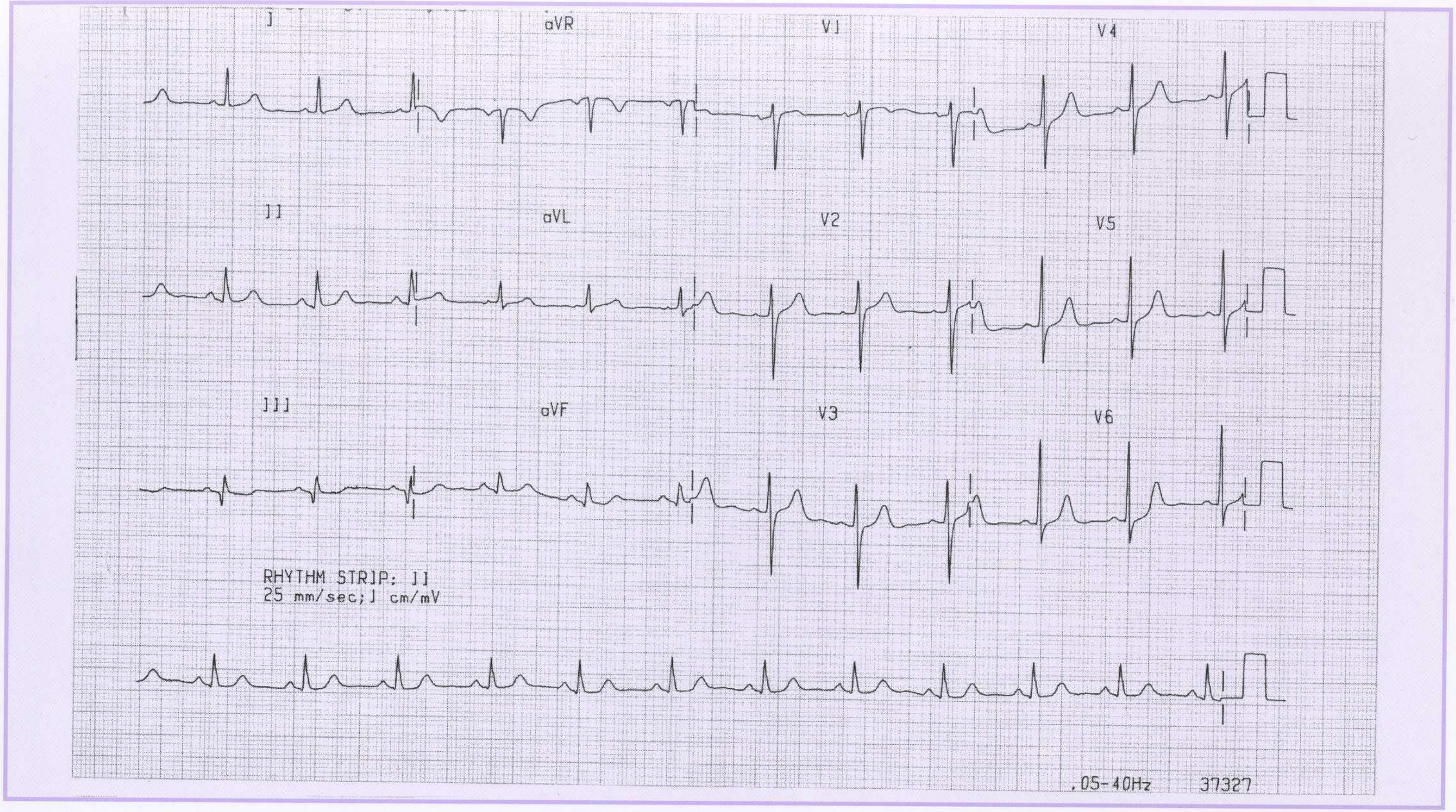


B



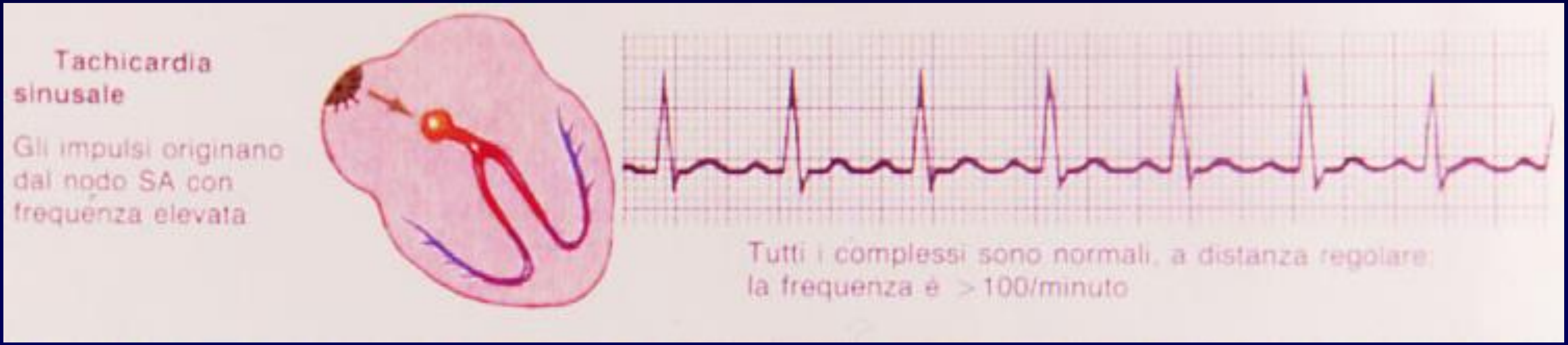
C

Ritmo sinusale “normale”


I
aVR
V1
V4
II
aVL
V2
V5
III
aVF
V3
V6
RHYTHM STRIP: II
25 mm/sec;1 cm/mV
.05-40Hz
37327

1.1 - Ritmo sinusale normofrequente.

La frequenza cardiaca è di 74 battiti per minuto (bpm); la sequenza delle onde P è regolare. Le onde P sono positive in D2, D3 e aVF, e l’asse elettrico medio della P è diretto circa a + 60°.

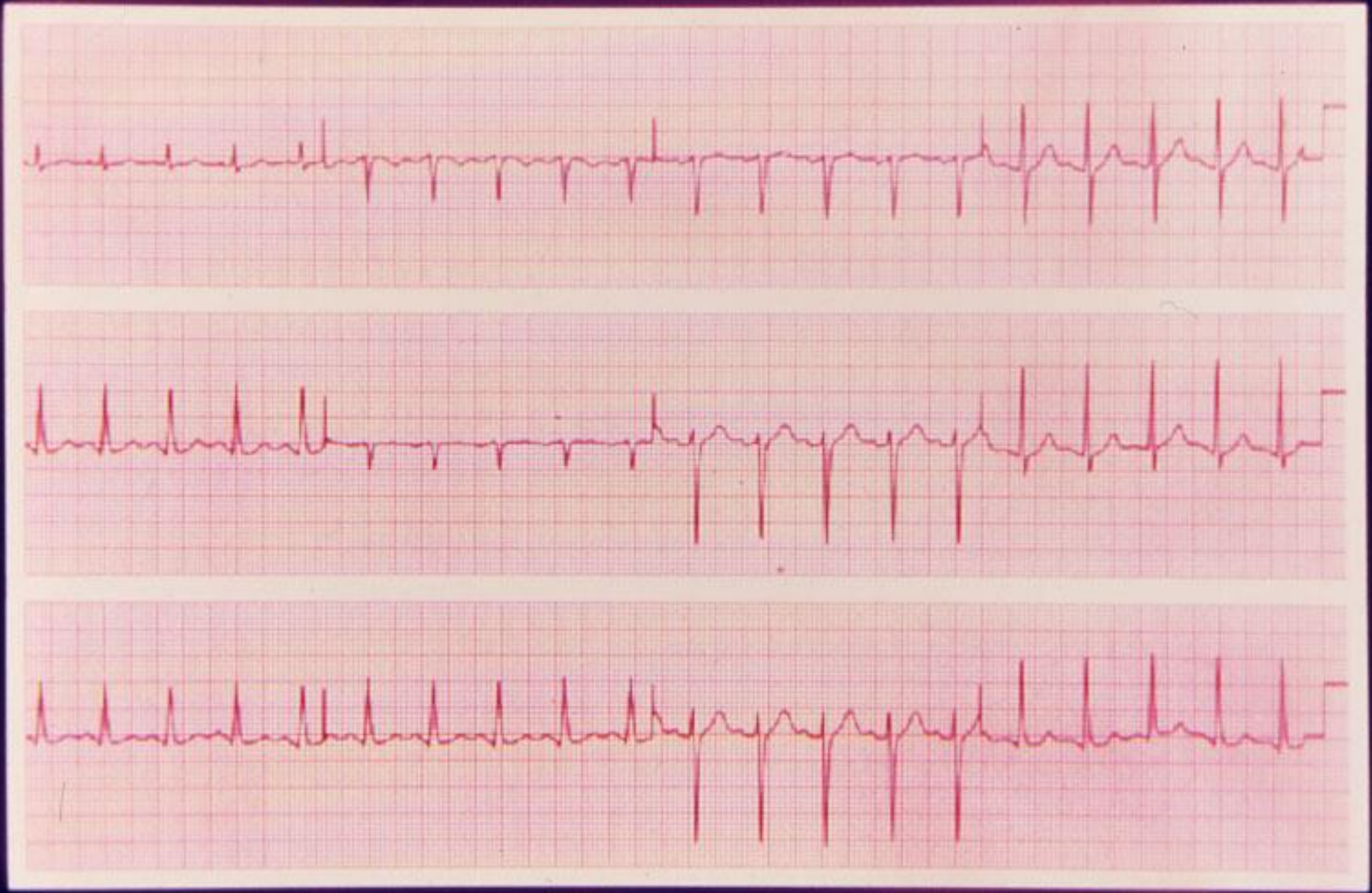


Tachicardia sinusale

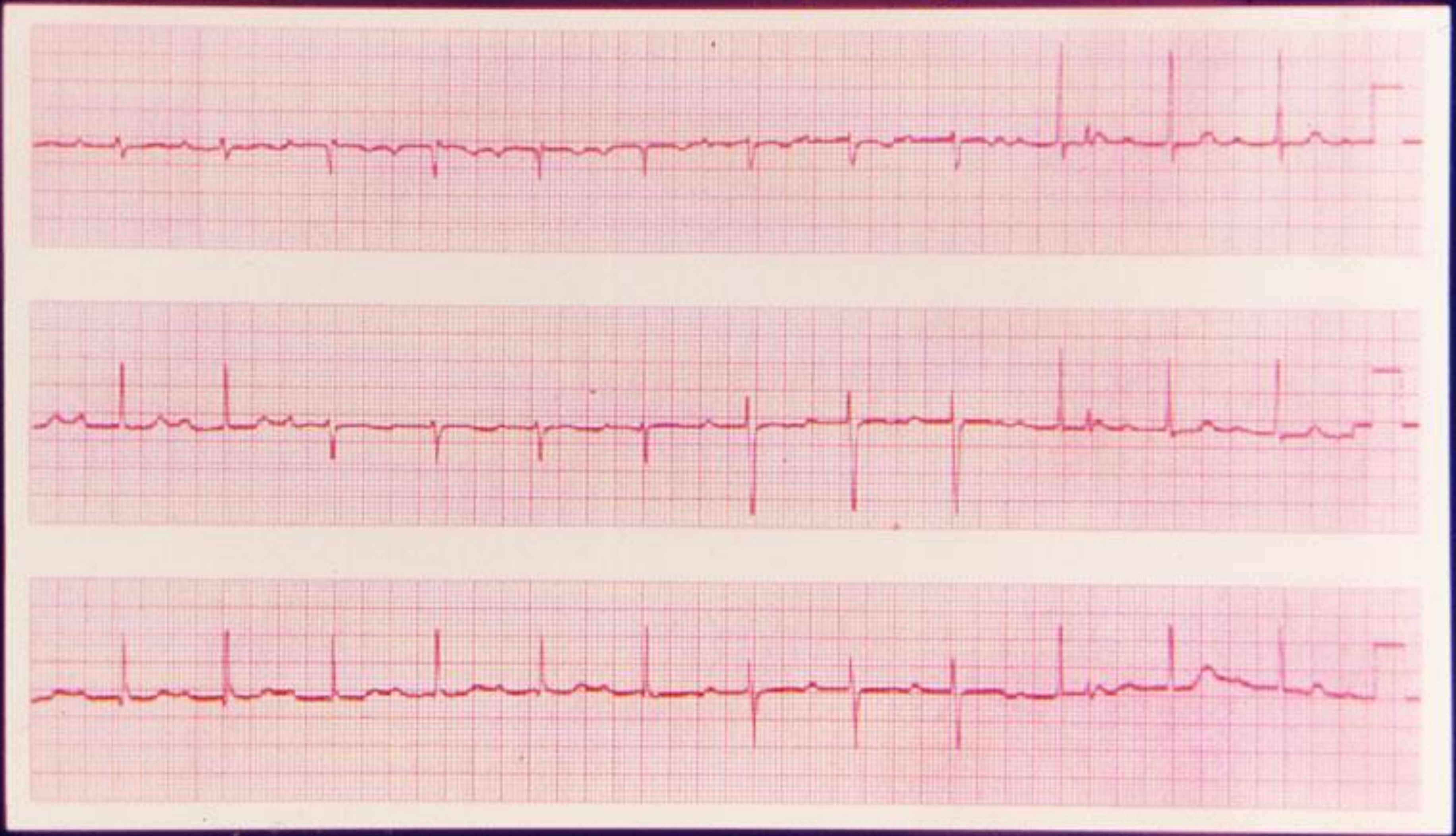
Gli impulsi originano dal nodo SA con frequenza elevata

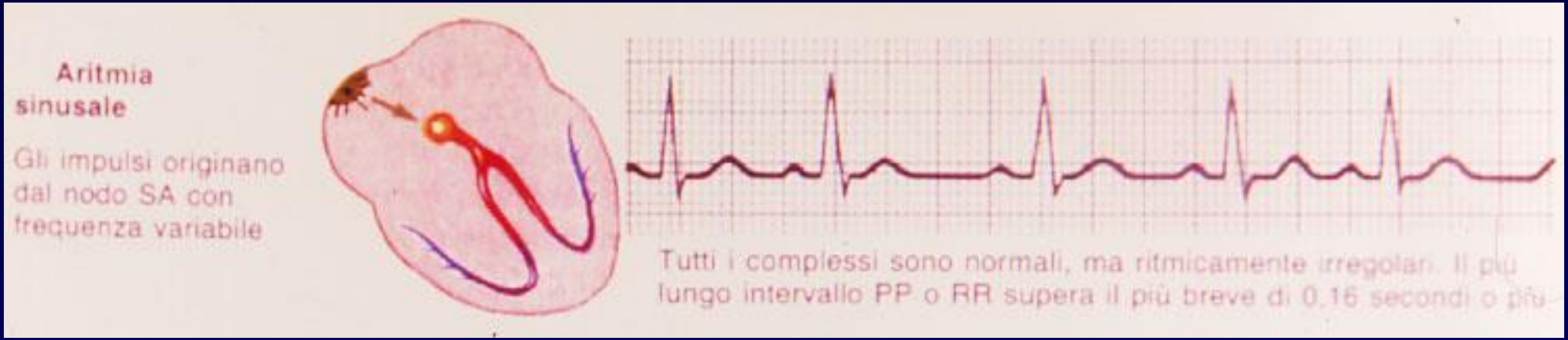
Tutti i complessi sono normali, a distanza regolare: la frequenza è >100/minuto

Tachicardia sinusale



Ritmo sinusale normale con blocco AV di primo grado



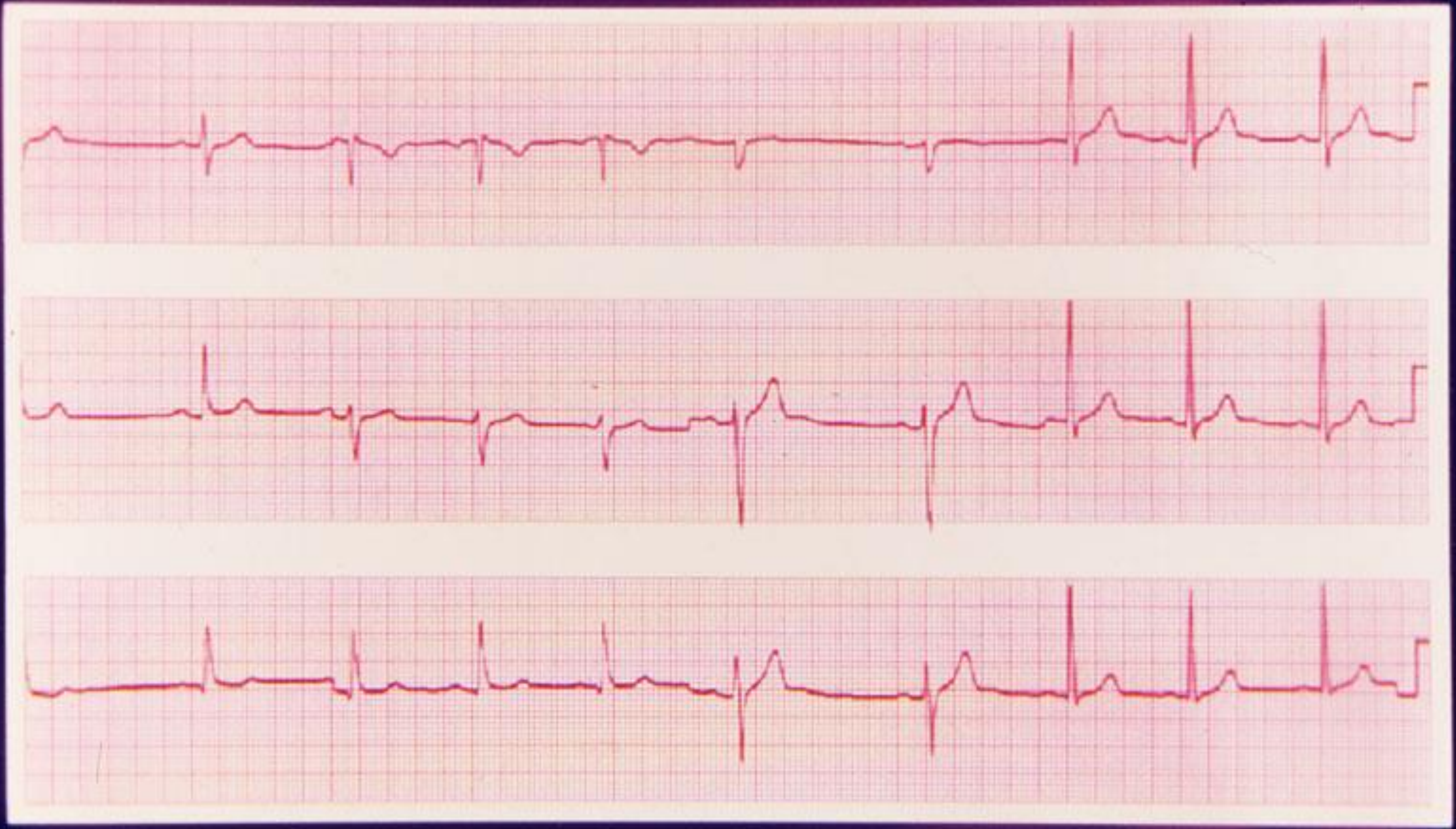


Aritmia sinusale

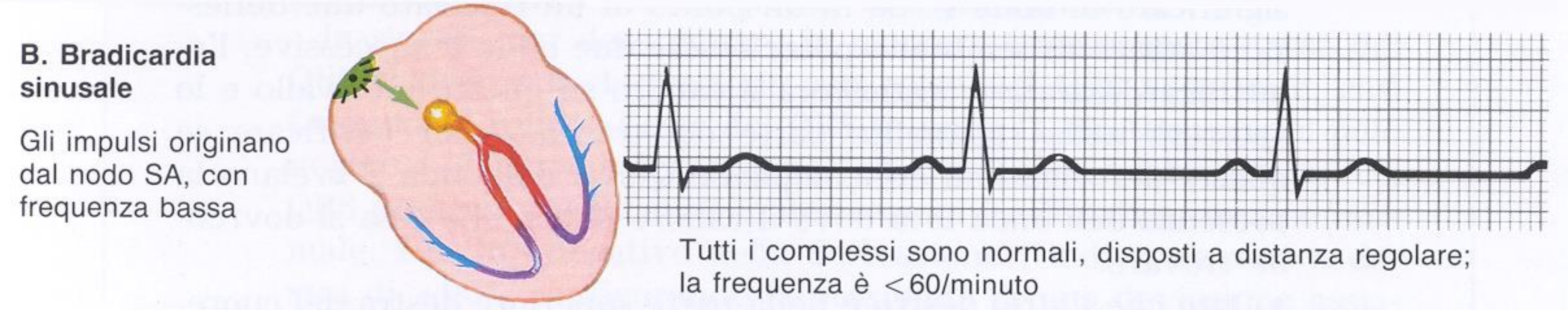
Gli impulsi originano dal nodo SA con frequenza variabile

Tutti i complessi sono normali, ma ritmicamente irregolari. Il più lungo intervallo PP o RR supera il più breve di 0,16 secondi o più

Aritmia sinusale



Bradicardia sinusale



B. Bradicardia sinusale

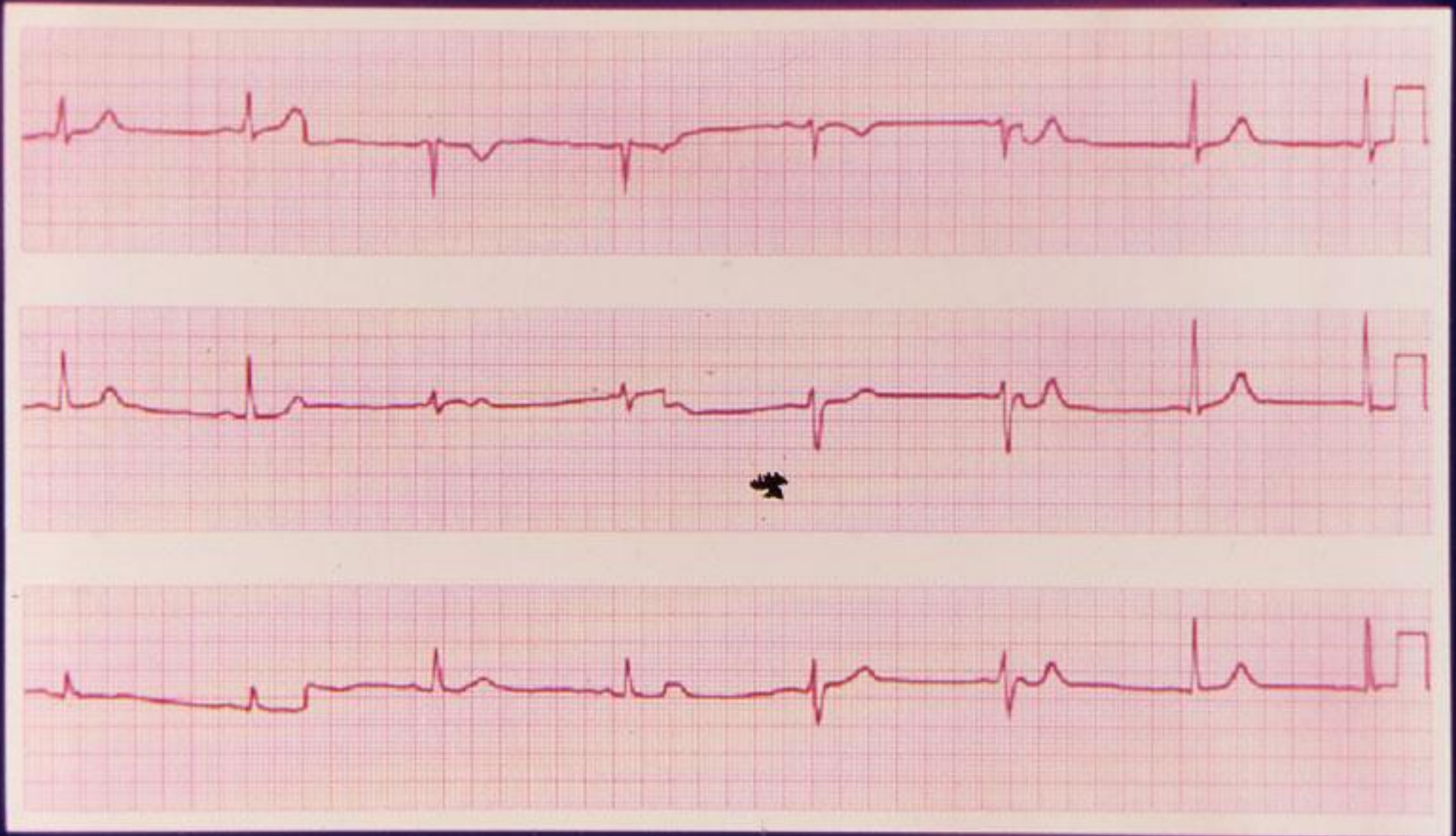
Gli impulsi originano dal nodo SA, con frequenza bassa

Tutti i complessi sono normali, disposti a distanza regolare; la frequenza è <60/minuto

Sintomi:

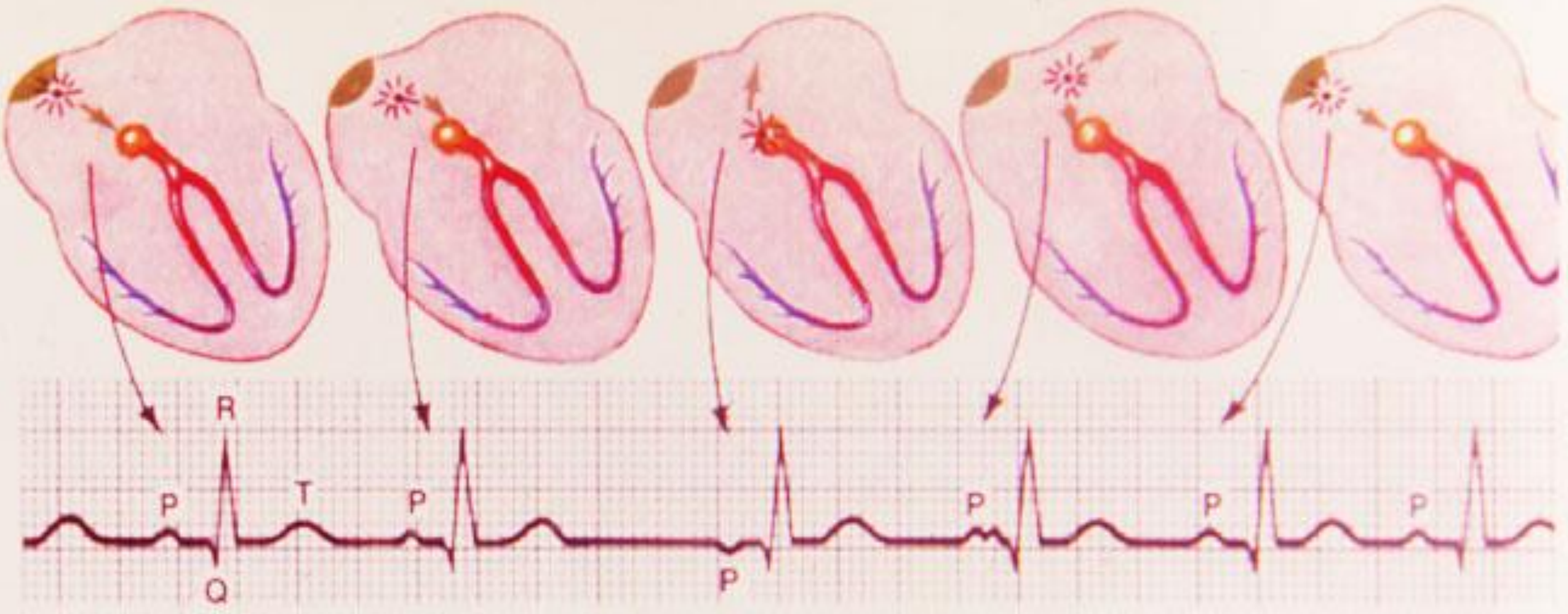
- Nessuno
- Vertigini
- Stanchezza
- Dispnea
- Palpitazioni
- Perdita di memoria

Bradicardia sinusale



Sindrome del pacemaker atriale migrante

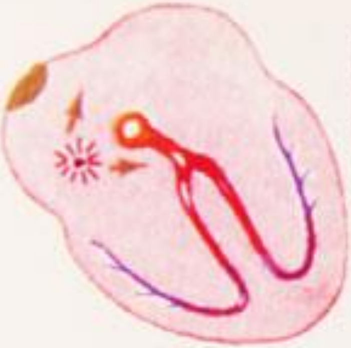
Gli impulsi originano da punti, variabili degli atri

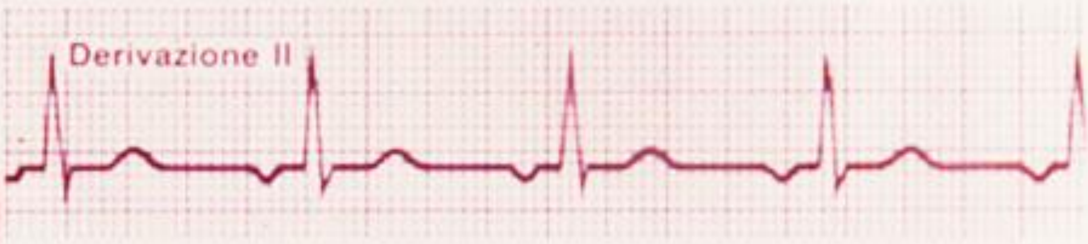


Variazioni della morfologia dell'onda P, dell'intervallo PR, PP e quindi degli intervalli RR

Ritmo atriale non sinusale (seno coronarico)

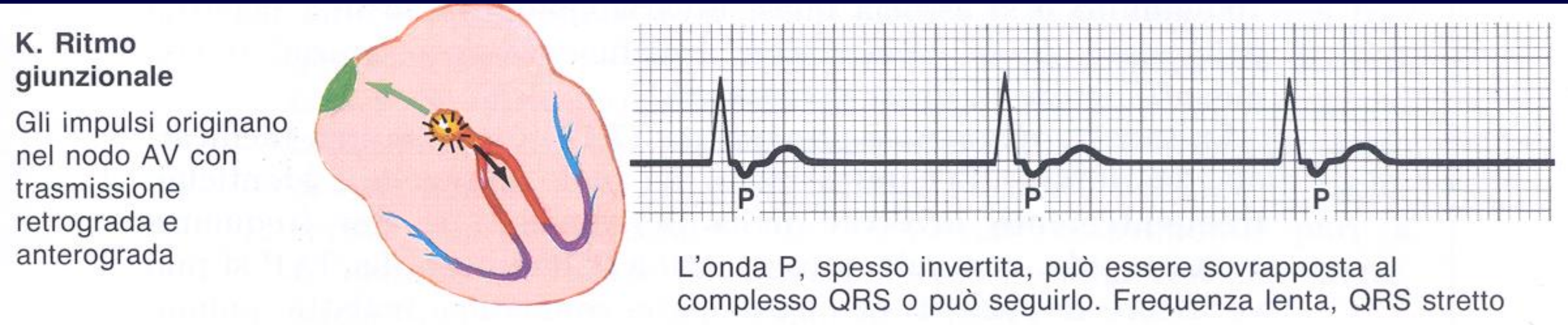
Gli impulsi originano nella parte inferiore degli atri e viaggiano sia a ritroso, sia distalmente





Onde P negative nelle derivazioni II, III e aVF

Ritmo giunzionale

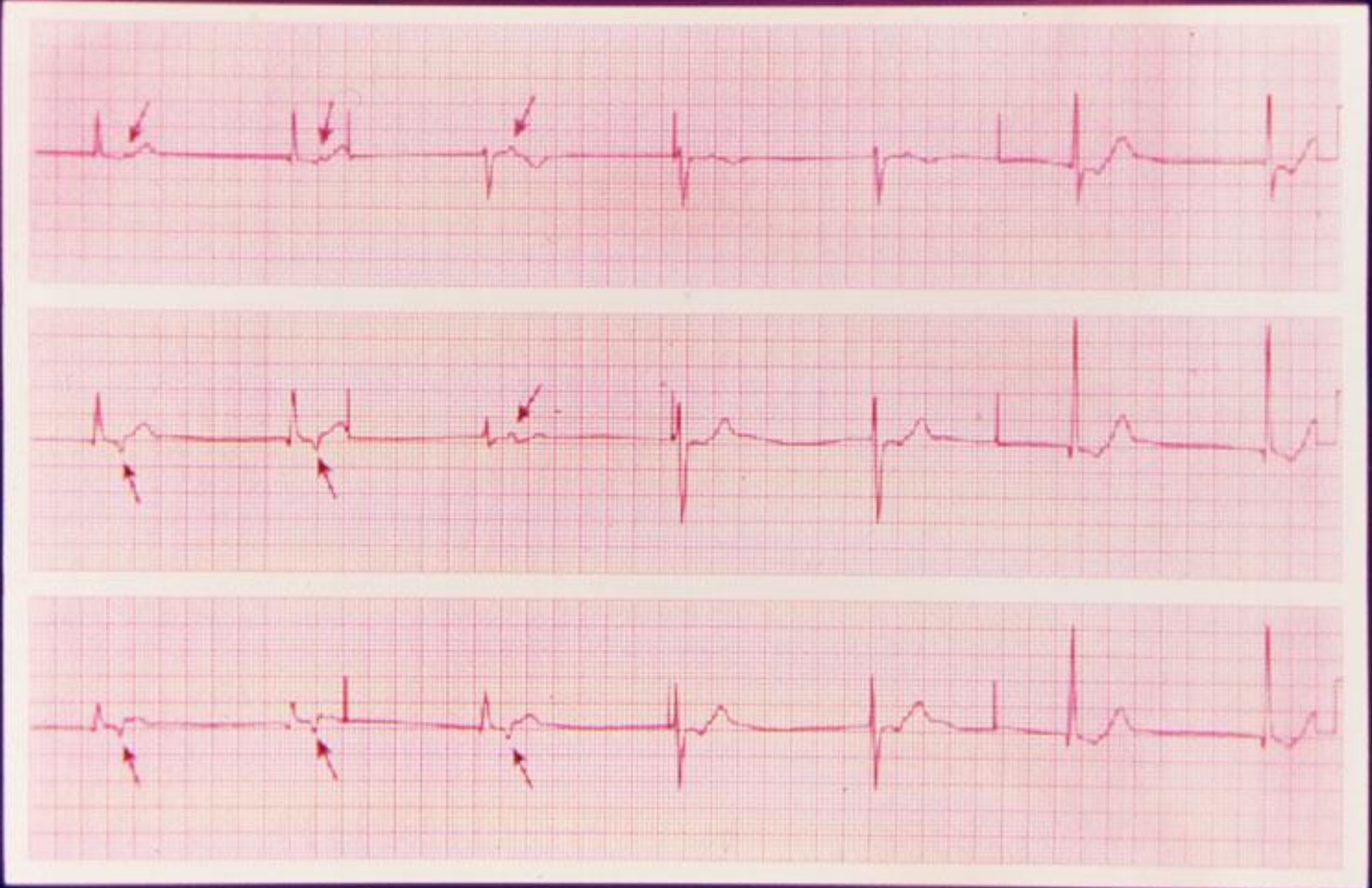


K. Ritmo giunzionale

Gli impulsi originano nel nodo AV con trasmissione retrograda e anterograda

L'onda P, spesso invertita, può essere sovrapposta al complesso QRS o può seguirlo. Frequenza lenta, QRS stretto

Ritmo giunzionale "basso"



Step Two:

- Count the number of small squares between **R – R waves (X)**:
- Divide 1500 by X:
- **Rate = 1500 / X**

Example: X = 20

1500 / 20 =75

Rate = 75 bpm

Why “1500 / X”?

- Paper Speed: 25 mm/ sec
- 60 seconds / minute
- 60 X 25 = 1500 mm / minute

OR

- Take 6 sec strip (30 large boxes)
- Count the P/R waves X 10