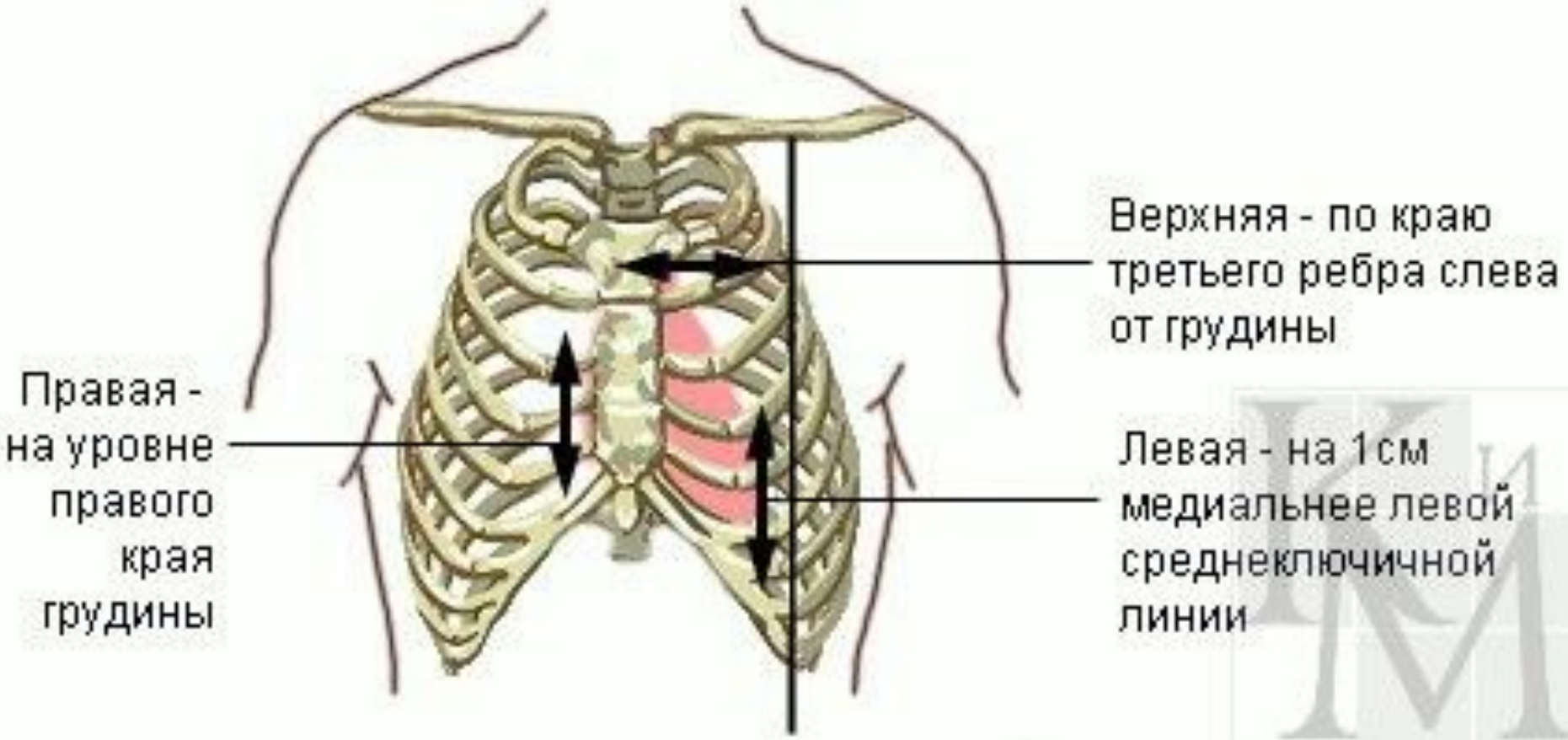
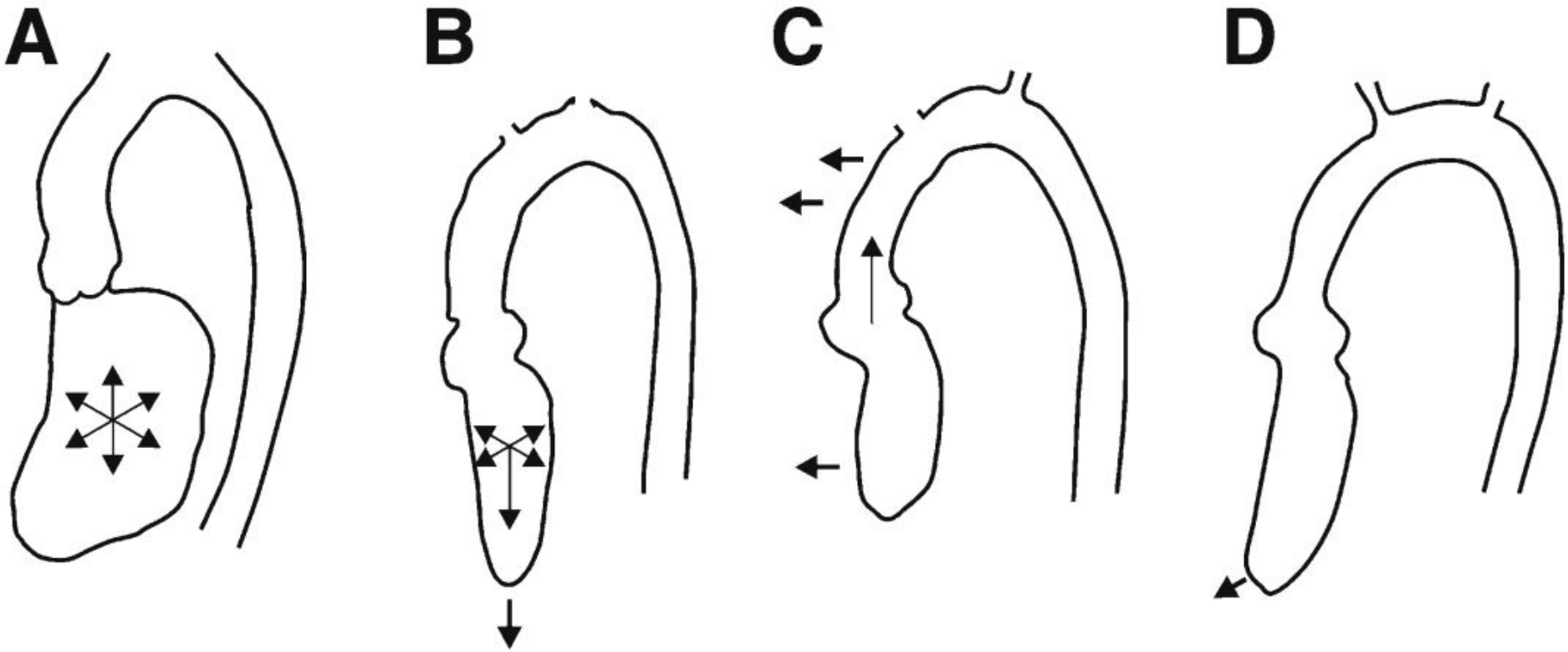
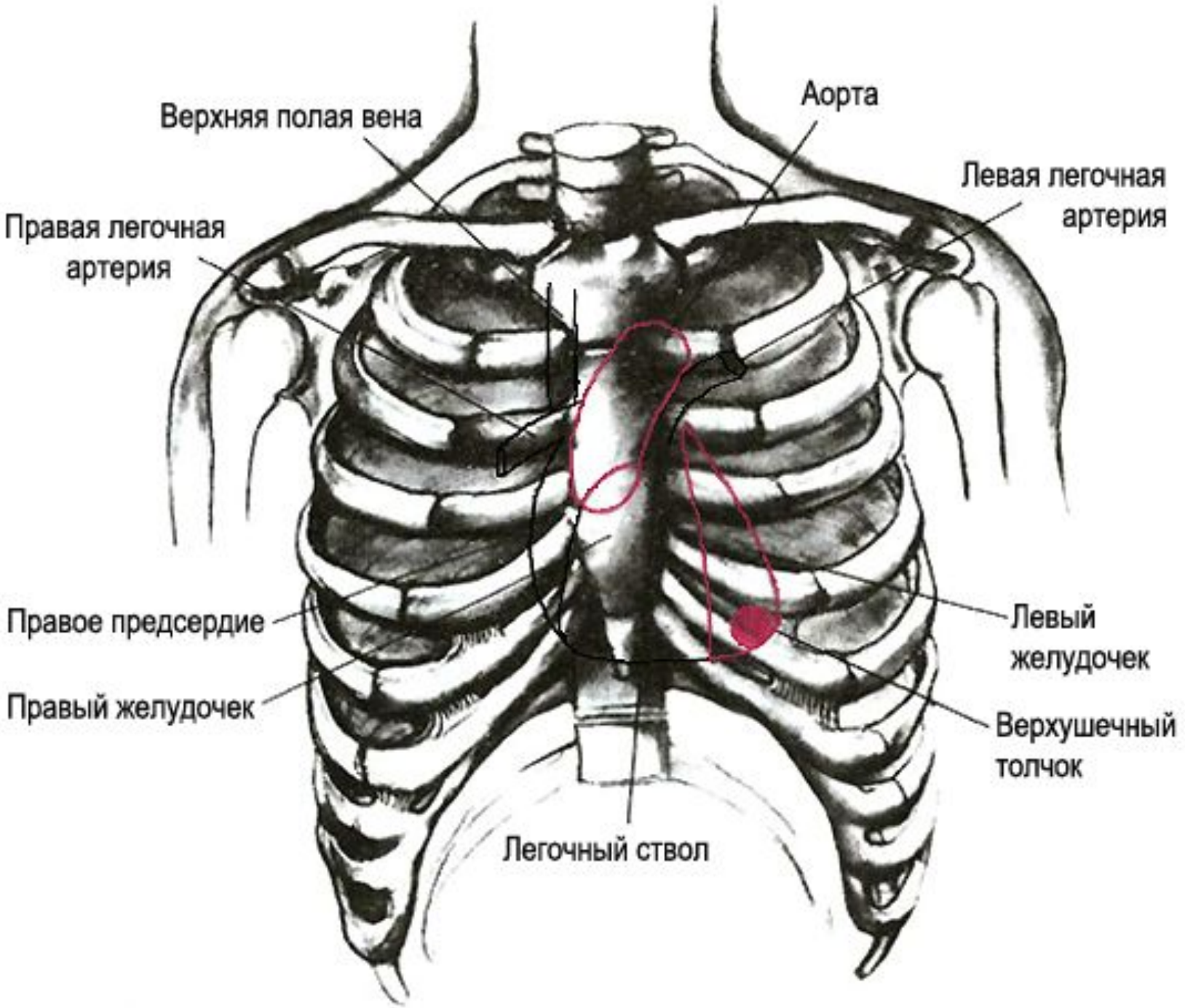
Физические проявления деятельности сердца. Физиологические основы ЭКГ


Верхняя - по краю третьего ребра слева от грудины
Правая - на уровне правого края грудины
Левая - на 1см медиальнее левой среднеключичной линии

Границы относительной сердечной тупости у детей различного возраста

	Возраст			
Граница	До 2 лет	2-7 лет	7-12 лет	> 12 лет
Правая	Правая парастернальная линия	Кнутри от правой парастернальной линии	Середина между правой парастернальной и правой стернальной линиями	Правая стернальная линия
Верхняя	2 ребро	2 – е межреберье	3 ребро	3 ребро или 3 межреберье
Левая	На 2 см кнаружи от левой средне-ключичной линии	На 1 см кнаружи от левой средне-ключичной линии	По левой средне-ключичной линии	Кнутри от левой средне-ключичной линии

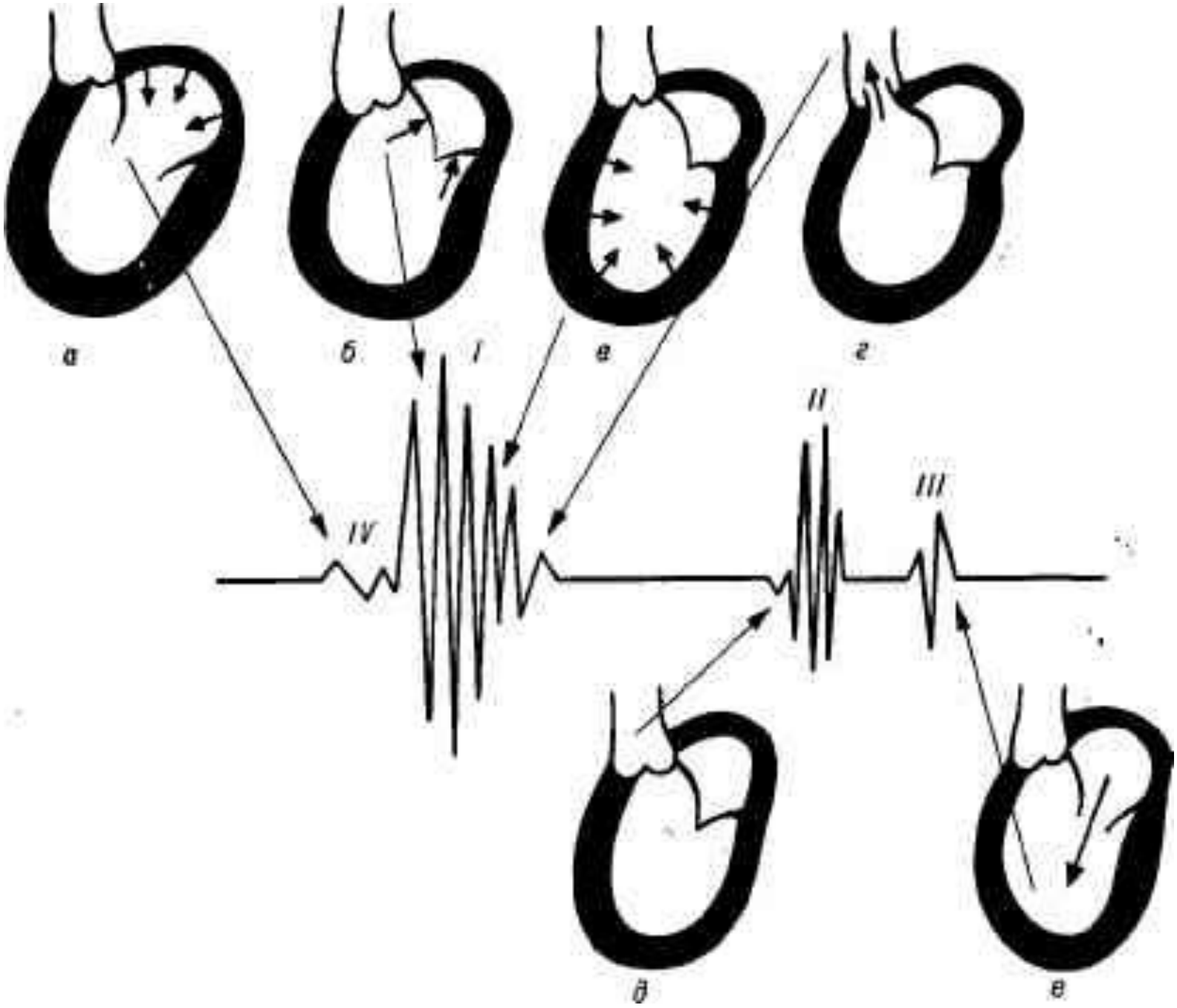

A
B
C
D


Верхняя полая вена
Аорта
Левая легочная артерия
Правая легочная артерия
Правое предсердие
Правый желудочек
Левый желудочек
Верхушечный толчок
Легочный ствол

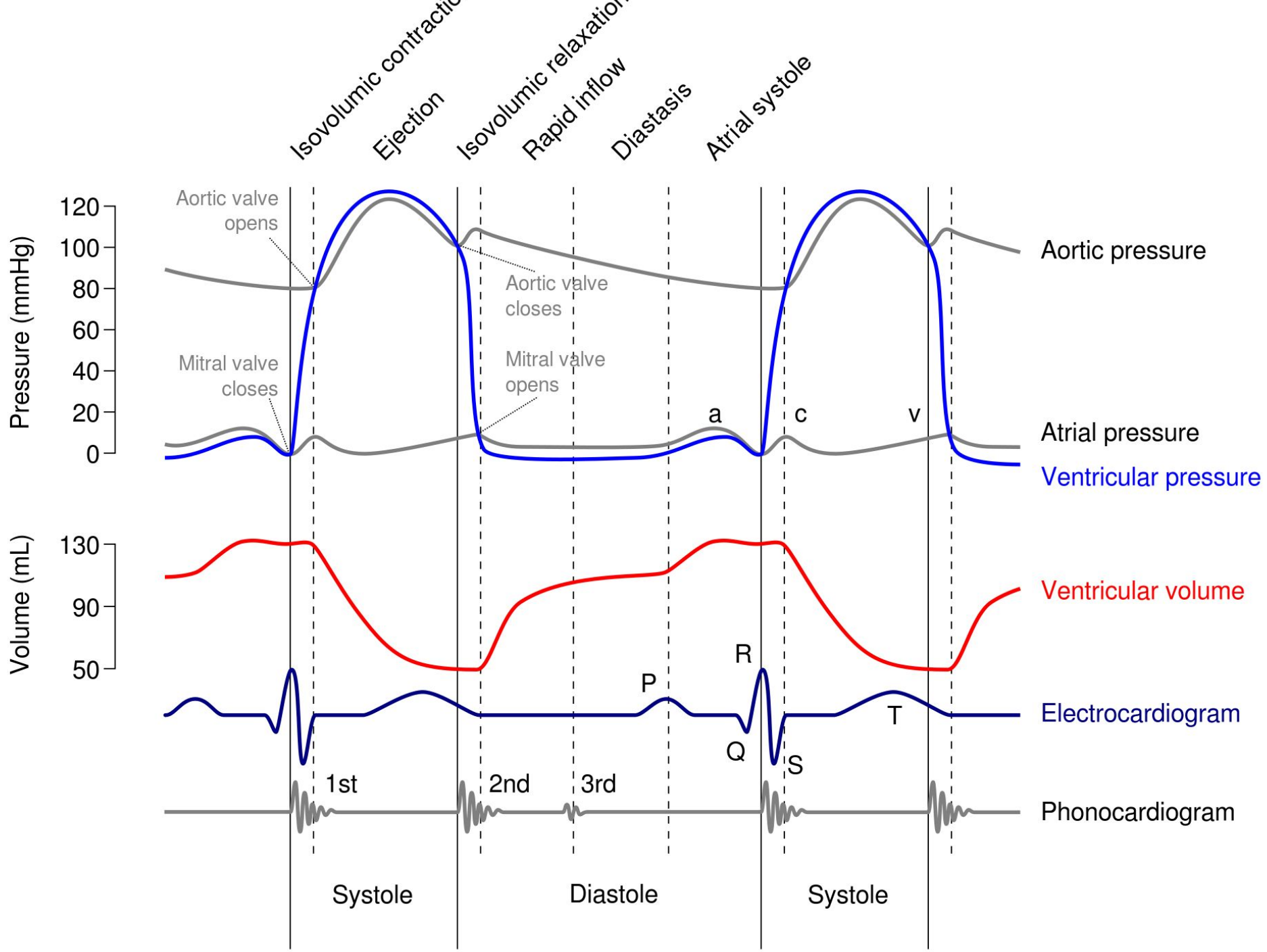
Локализация верхушечного толчка

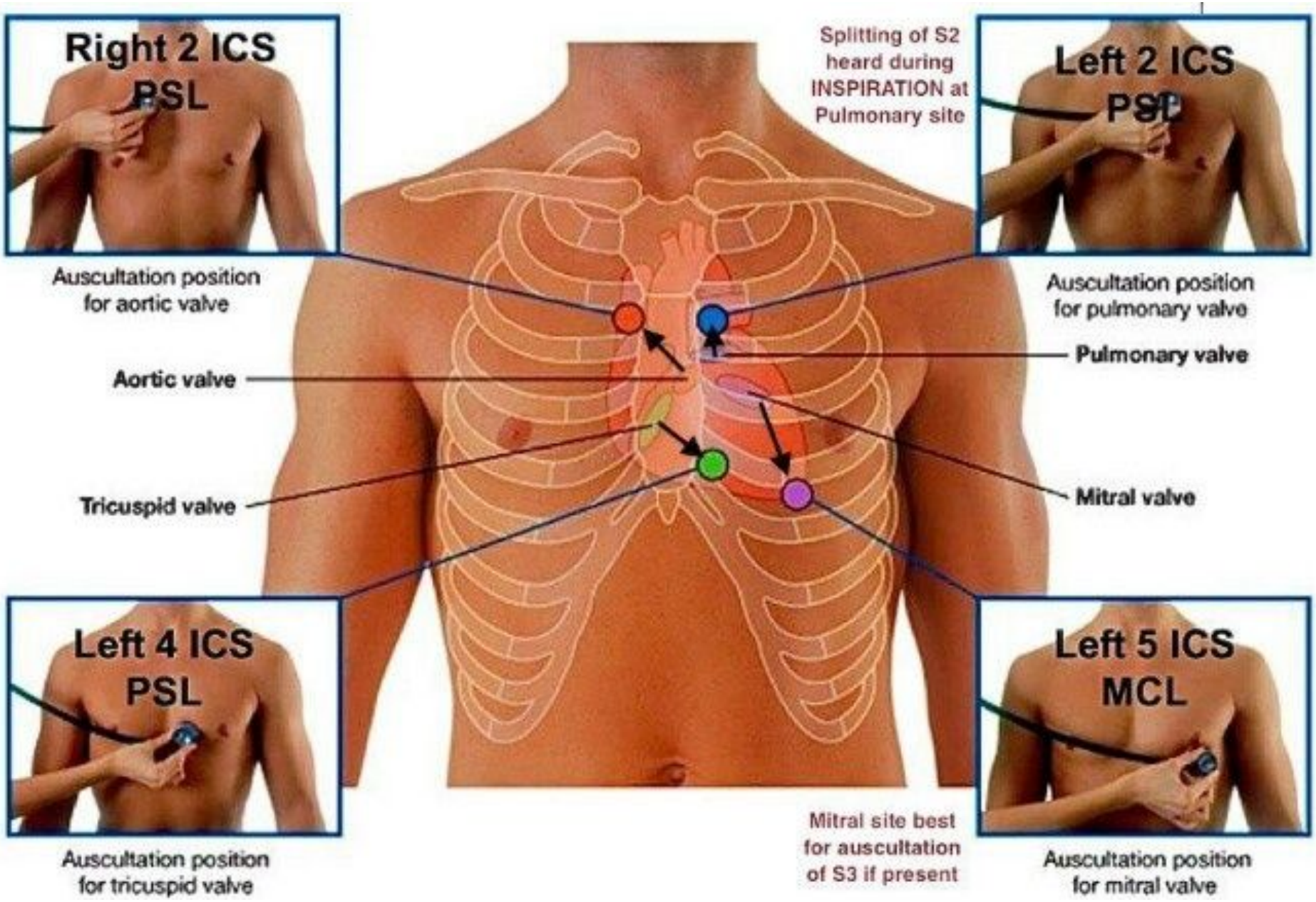
- **По горизонтальной линии**: до 1,5 лет – в IV, а затем в V межреберье;
- **По вертикальной линии:**

- **до 2 лет** – на 1-2 см кнаружи от левой средне-ключичной линии,
- **от 2 до 7 лет** – на 1 см кнаружи от нее,
- **от 7 до 12 лет** – по средне-ключичной линии
- **старше 12 лет** – на 0,5 см кнутри от ЛСК линии

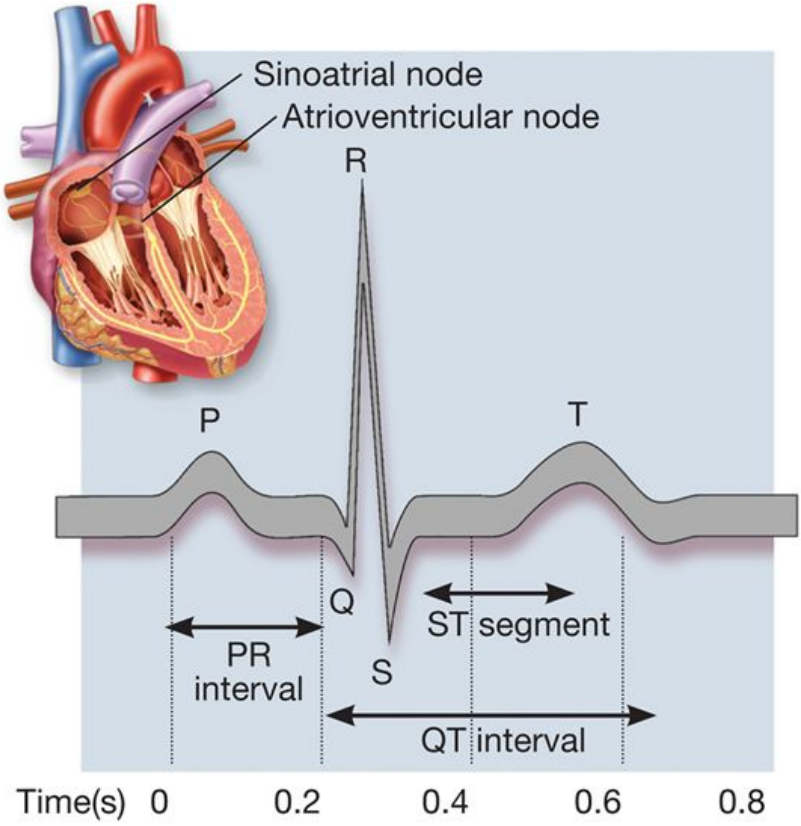

а
б
в
г
I
II
III
IV
д
е

Место лучшего выслушивания	Верхушка	Основание	Верхушка или ближе к грудине	Верхушка
Отношение к сердечным фазам	Возникает в начале систолы после большой аускультативной паузы – после диастолы	Возникает в начале диастолы после малой аускультативной паузы – после систолы	Возникает в **начале** диастолы вскоре после II тона	Возникает в **конце** диастолы перед I тоном
Продолжительность	0,09–0,12 с	0,05–0,07 с	0,03–0,06 с	0,03–0,10 с
Частотная характеристика	30–120 Гц	70–150 Гц	10–70 Гц	70–100 Гц
Аускультативная характеристика	Громкий, низкий, продолжительный, более громкий на верхушке	Громкий, высокий, короткий, более громкий на основании	Тихий, глухой, низкий, короткий	Тихий, глухой, низкий, короткий


Isovolumic contraction
Ejection
Isovolumic relaxation
Rapid inflow
Diastasis
Atrial systole
Pressure (mmHg)
120
100
80
60
40
20
0
Aortic valve opens
Aortic valve closes
Mitral valve closes
Mitral valve opens
a
c
v
Aortic pressure
Atrial pressure
Ventricular pressure
Volume (mL)
130
90
50
Ventricular volume
R
P
T
Q
S
Electrocardiogram
1st
2nd
3rd
Phonocardiogram
Systole
Diastole
Systole

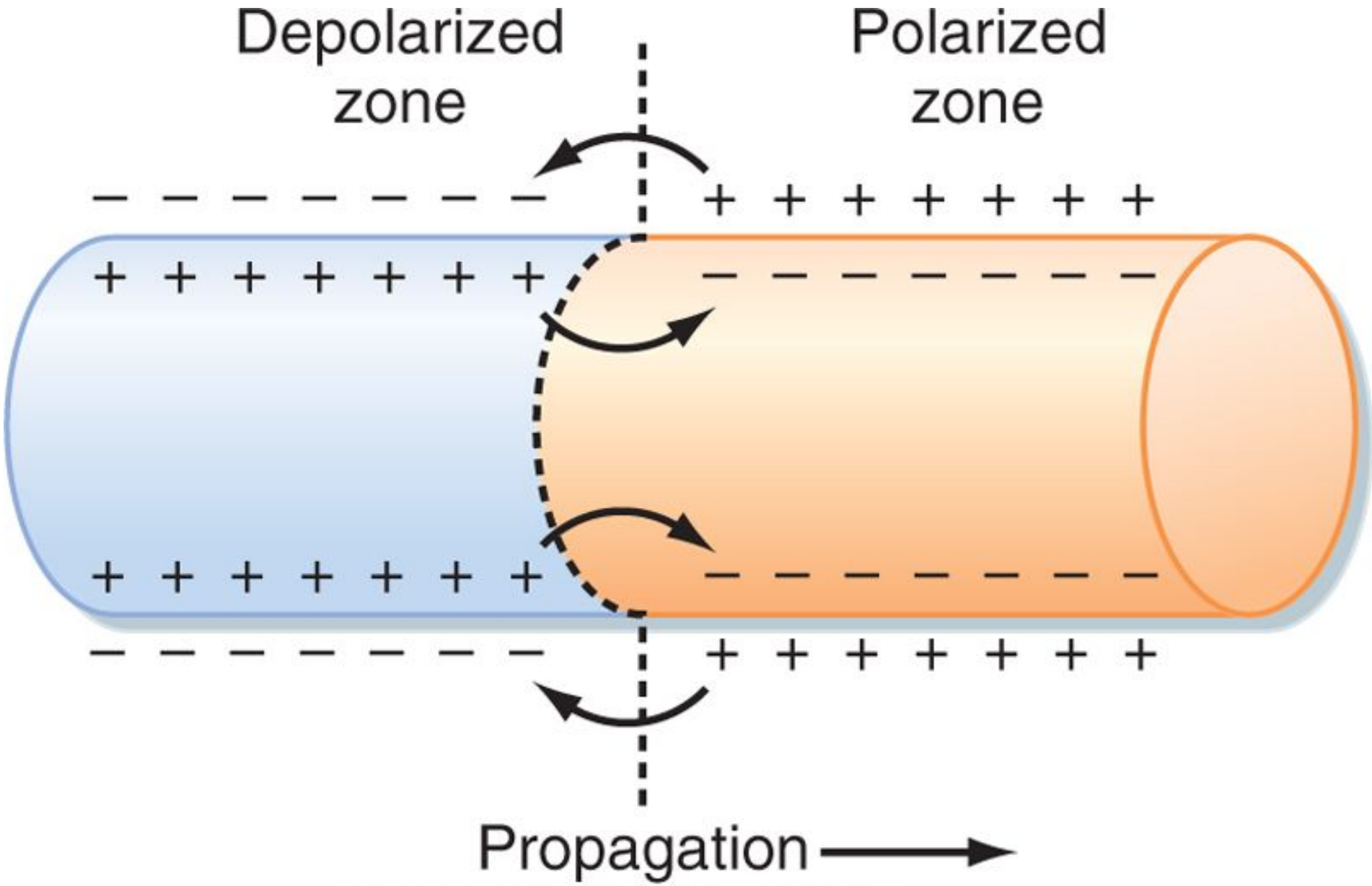

Right 2 ICS PSL
Auscultation position for aortic valve
Splitting of S2 heard during INSPIRATION at Pulmonary site
Left 2 ICS PSL
Auscultation position for pulmonary valve
Aortic valve
Pulmonary valve
Tricuspid valve
Mitral valve
Left 4 ICS PSL
Auscultation position for tricuspid valve
Mitral site best for auscultation of S3 if present
Left 5 ICS MCL
Auscultation position for mitral valve

(a)



(b)

P = Atrial depolarization
QRS = Ventricular depolarization
T = Repolarization

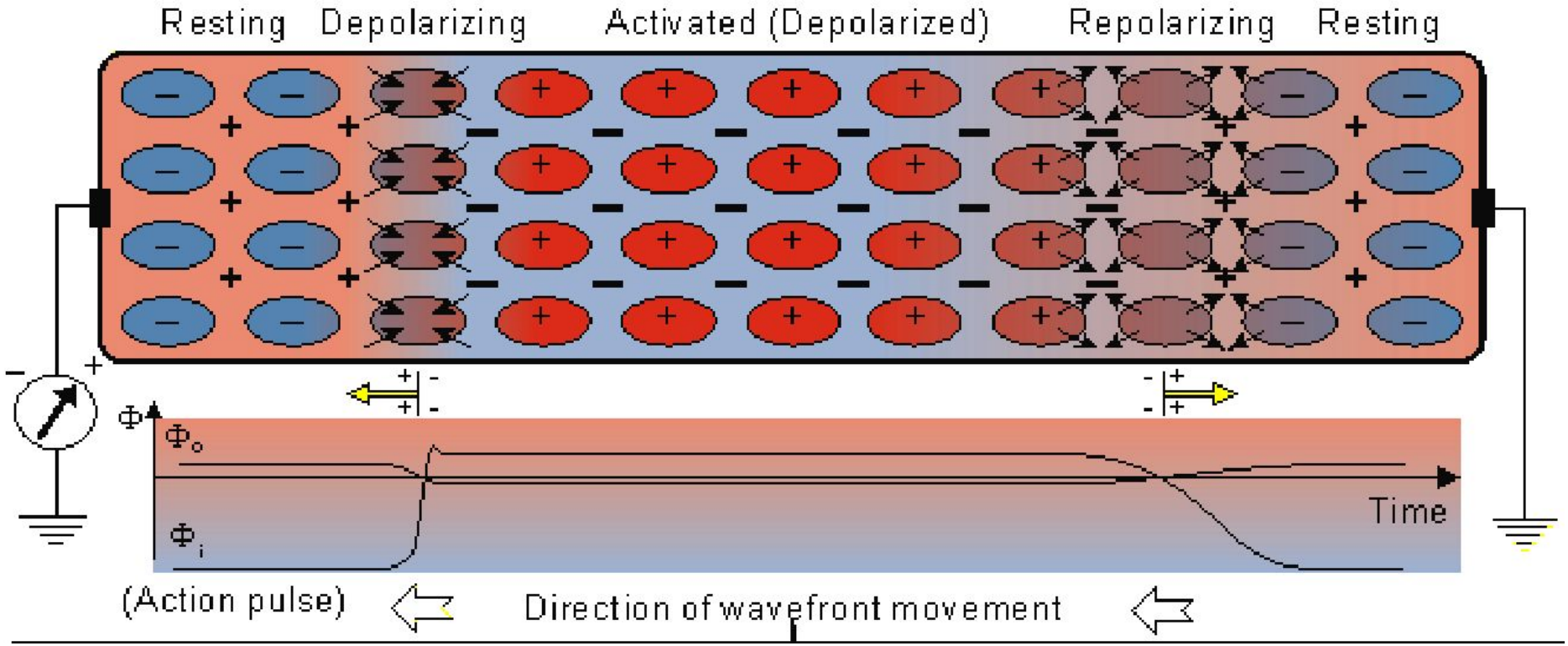


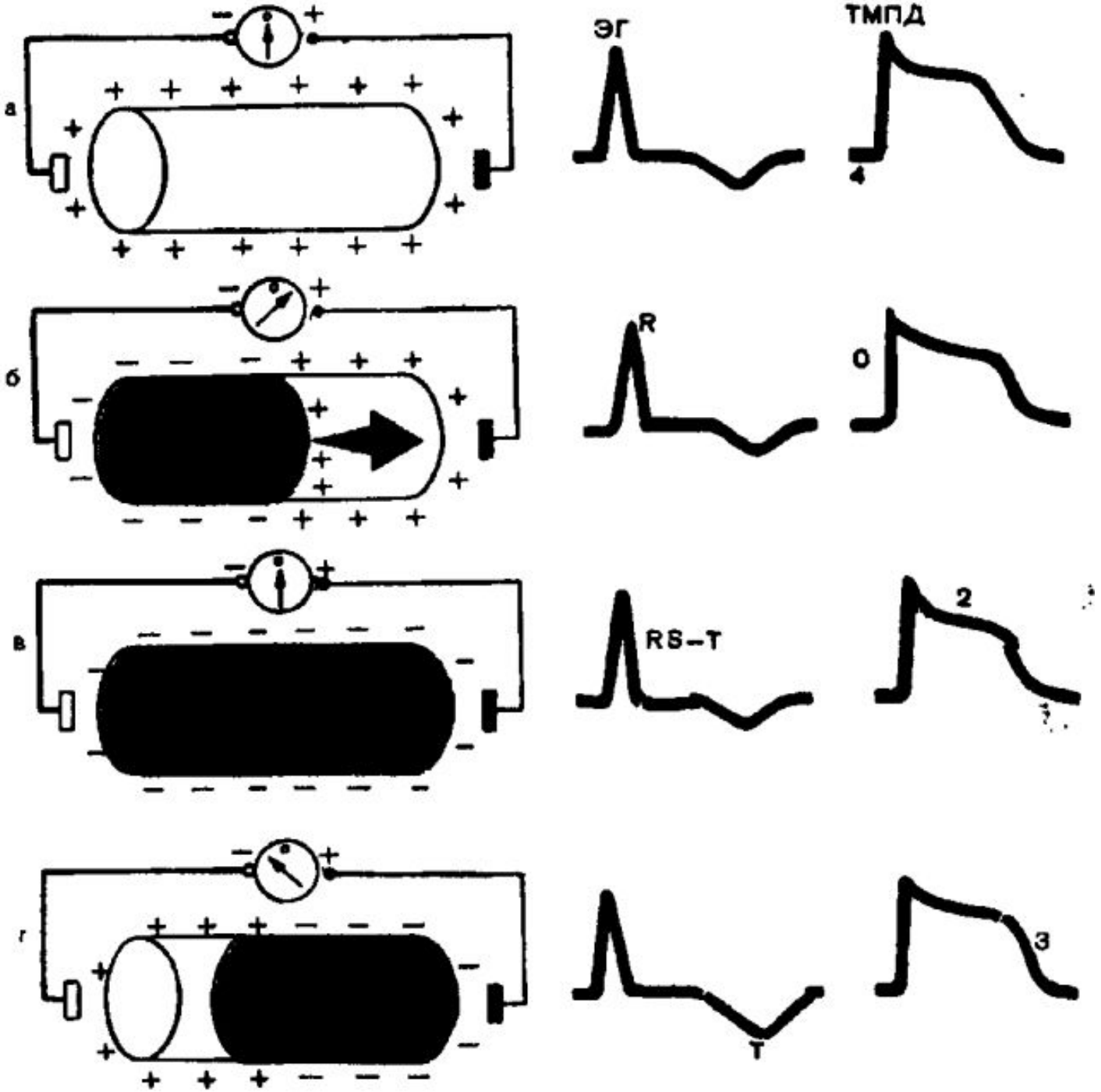
DEPOLARIZATION

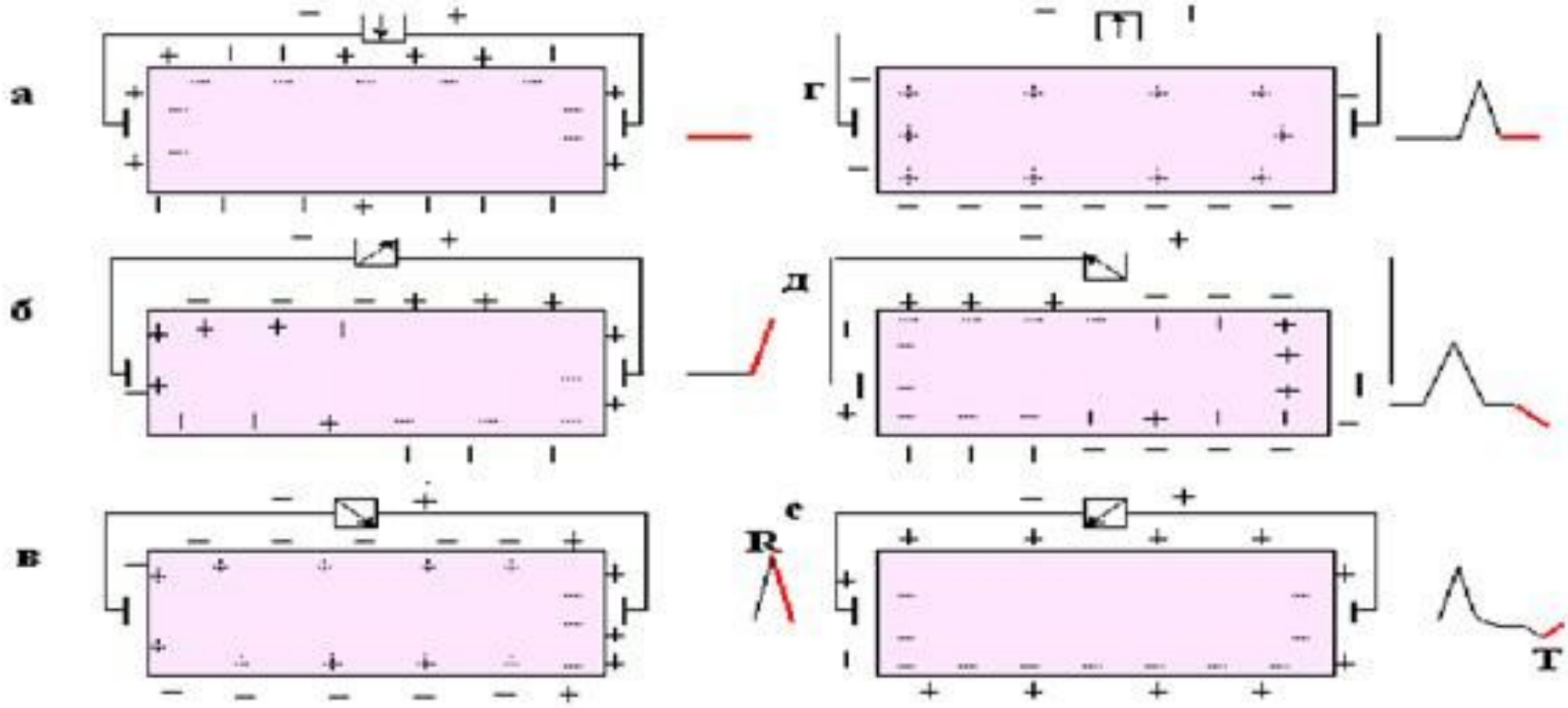
Positive ions (Na^+) flowing into the depolarizing cells make Φ_o (outside the cells) more negative.

REPOLARIZATION

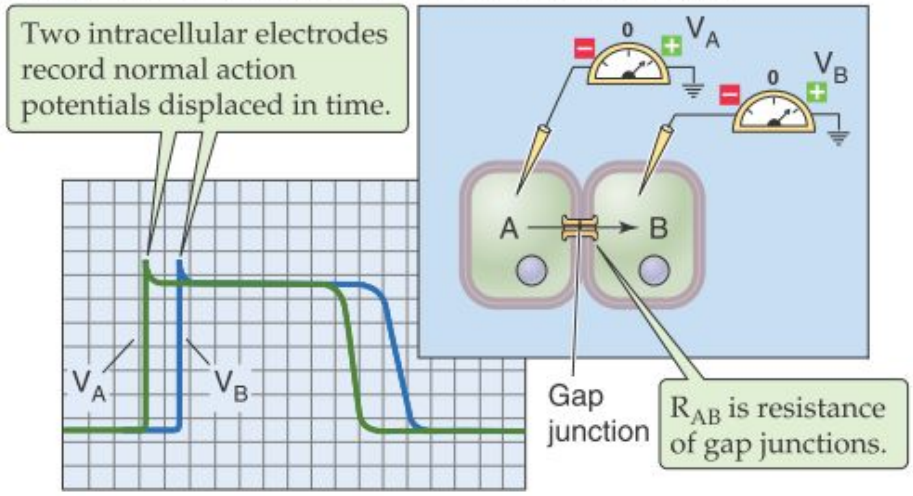
Positive ions (K^+) flowing out from the repolarizing cells make Φ_o (outside the cells) more positive.



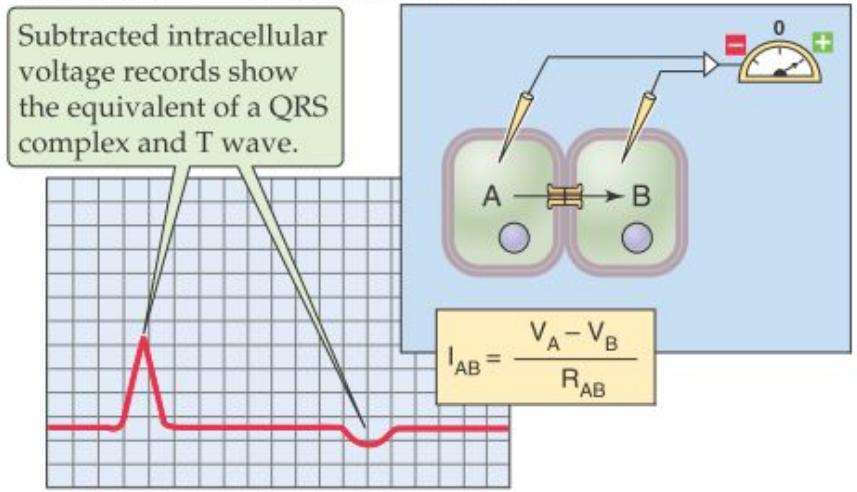

а
б
в
г
ЭГ
ТМПД
R
0
RS–T
2
Т
3


а
б
в
г
д
е
R
T

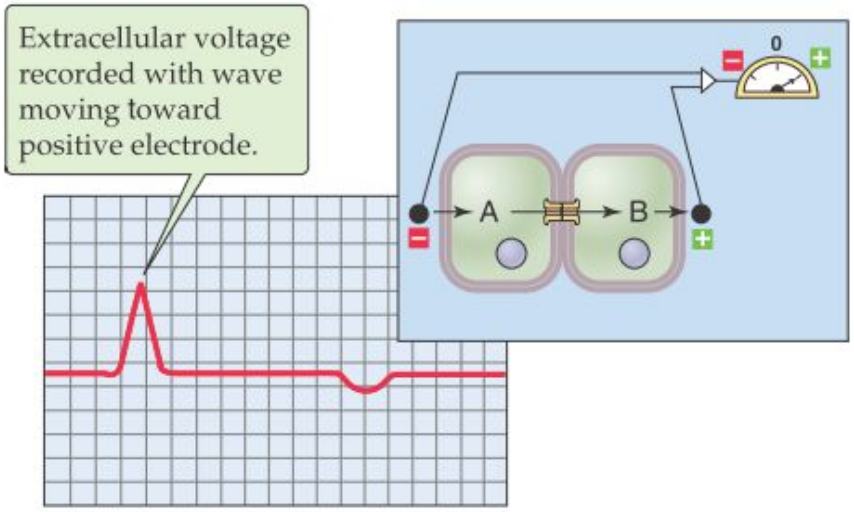
A ACTION POTENTIALS OF TWO SEPARATE CELLS



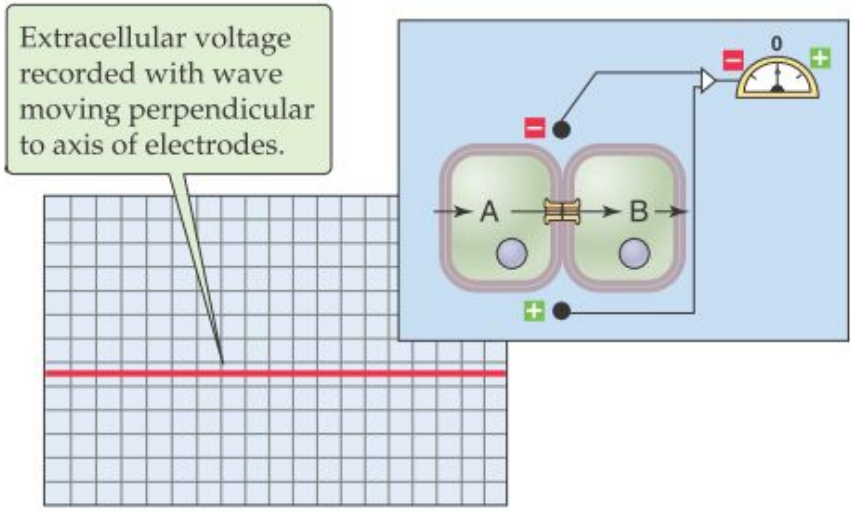
B SUBTRACTED ACTION POTENTIALS

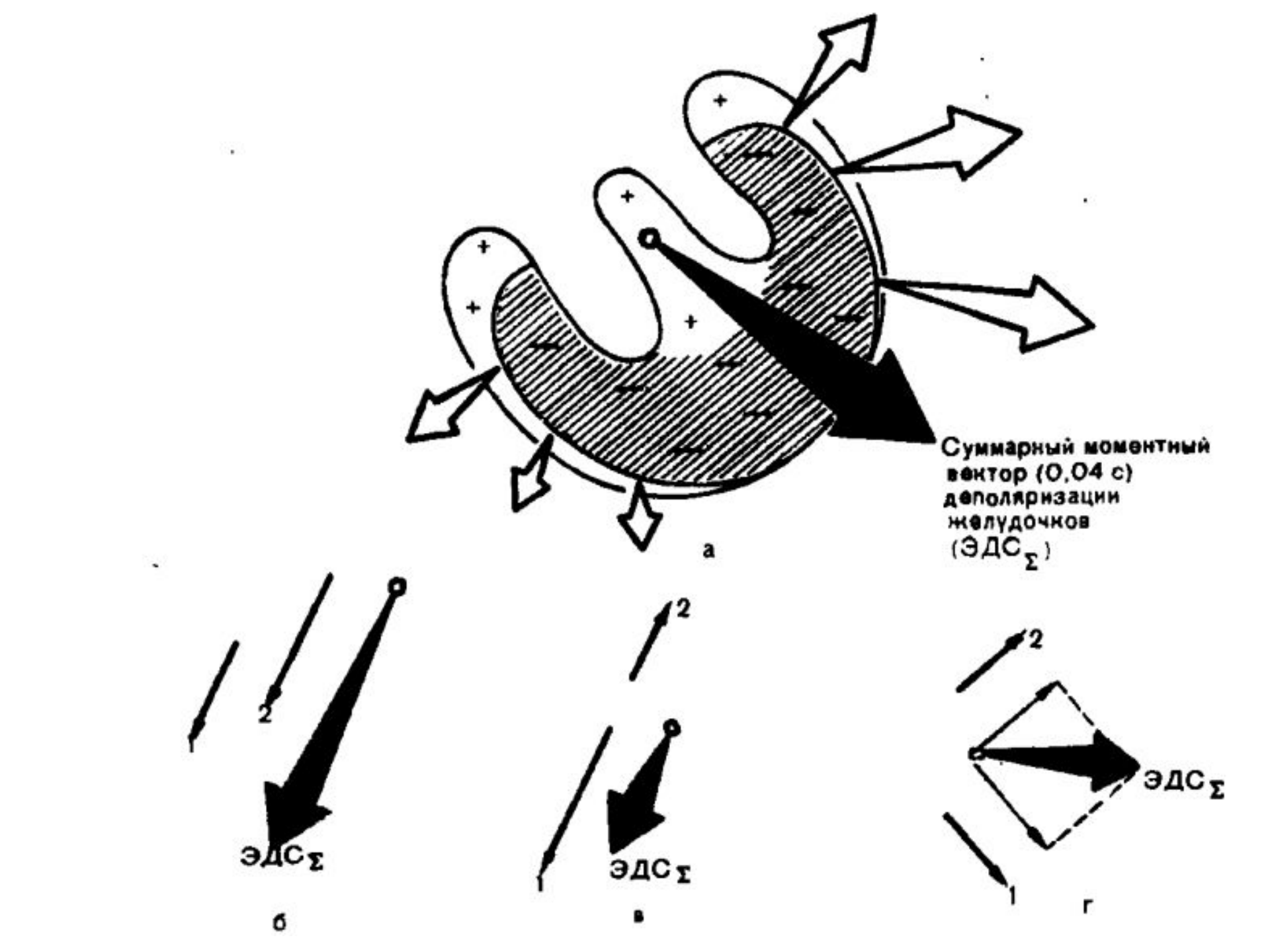


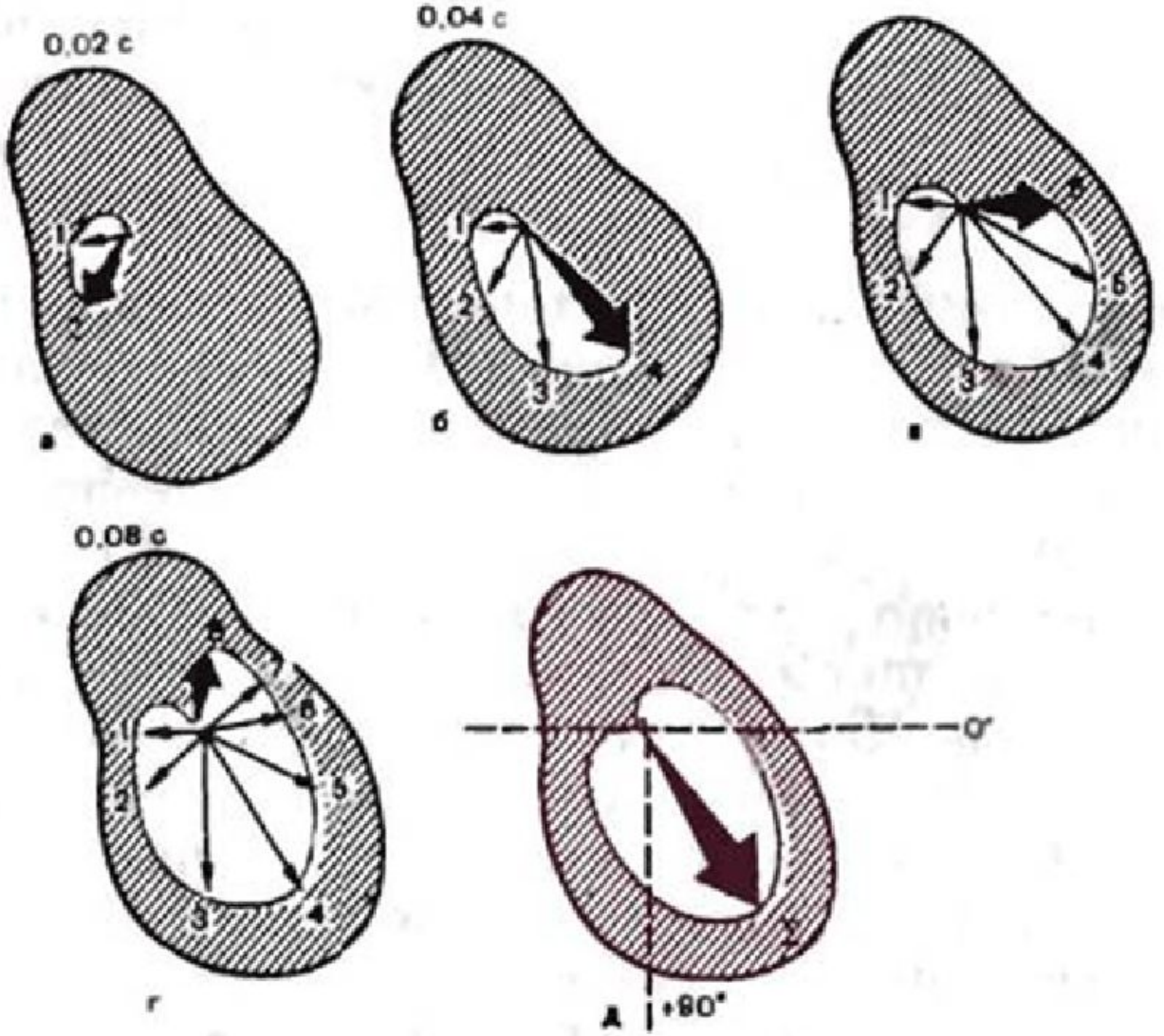
C DEPOLARIZATION MOVING TOWARD POSITIVE ELECTRODE



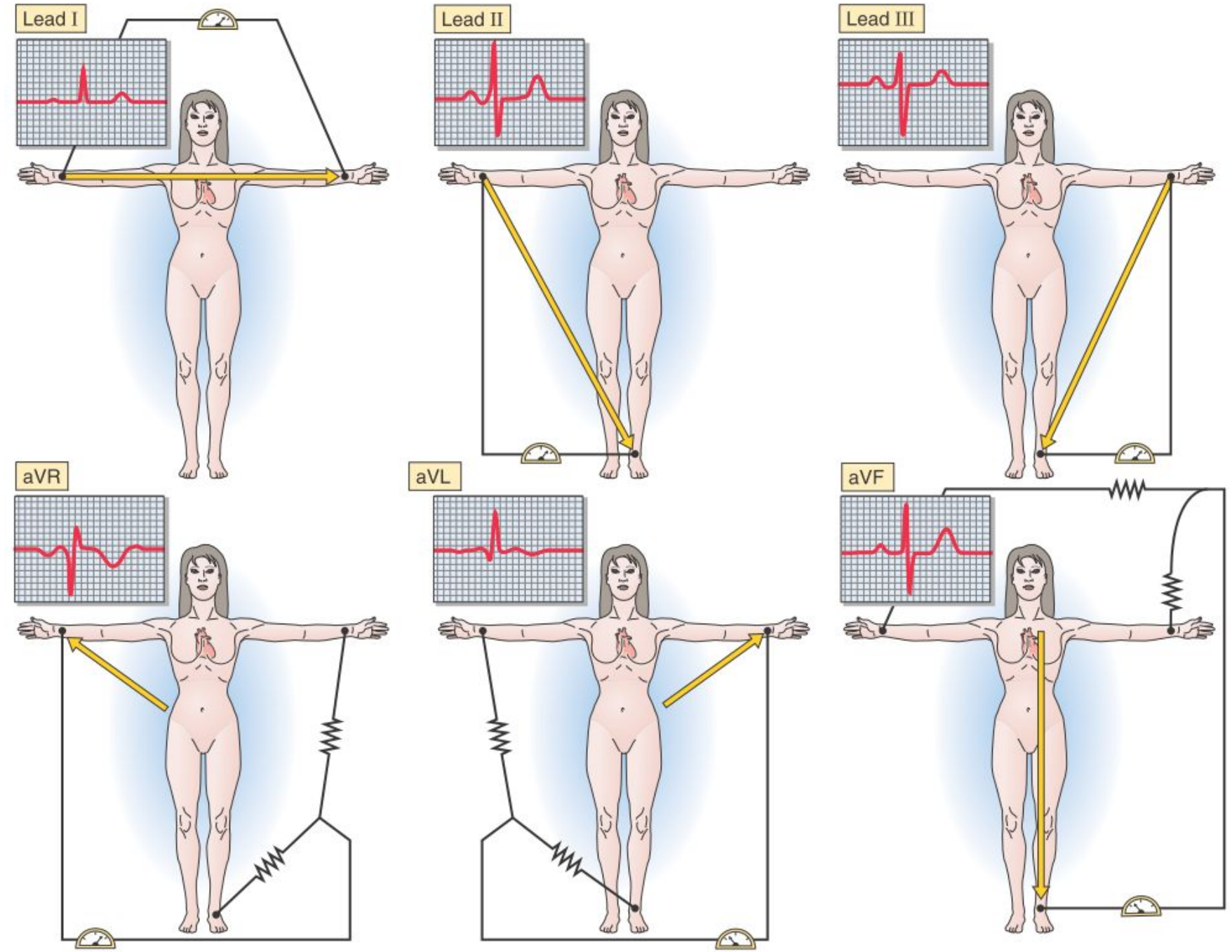
D DEPOLARIZATION MOVING PERPENDICULAR TO ELECTRODE AXIS

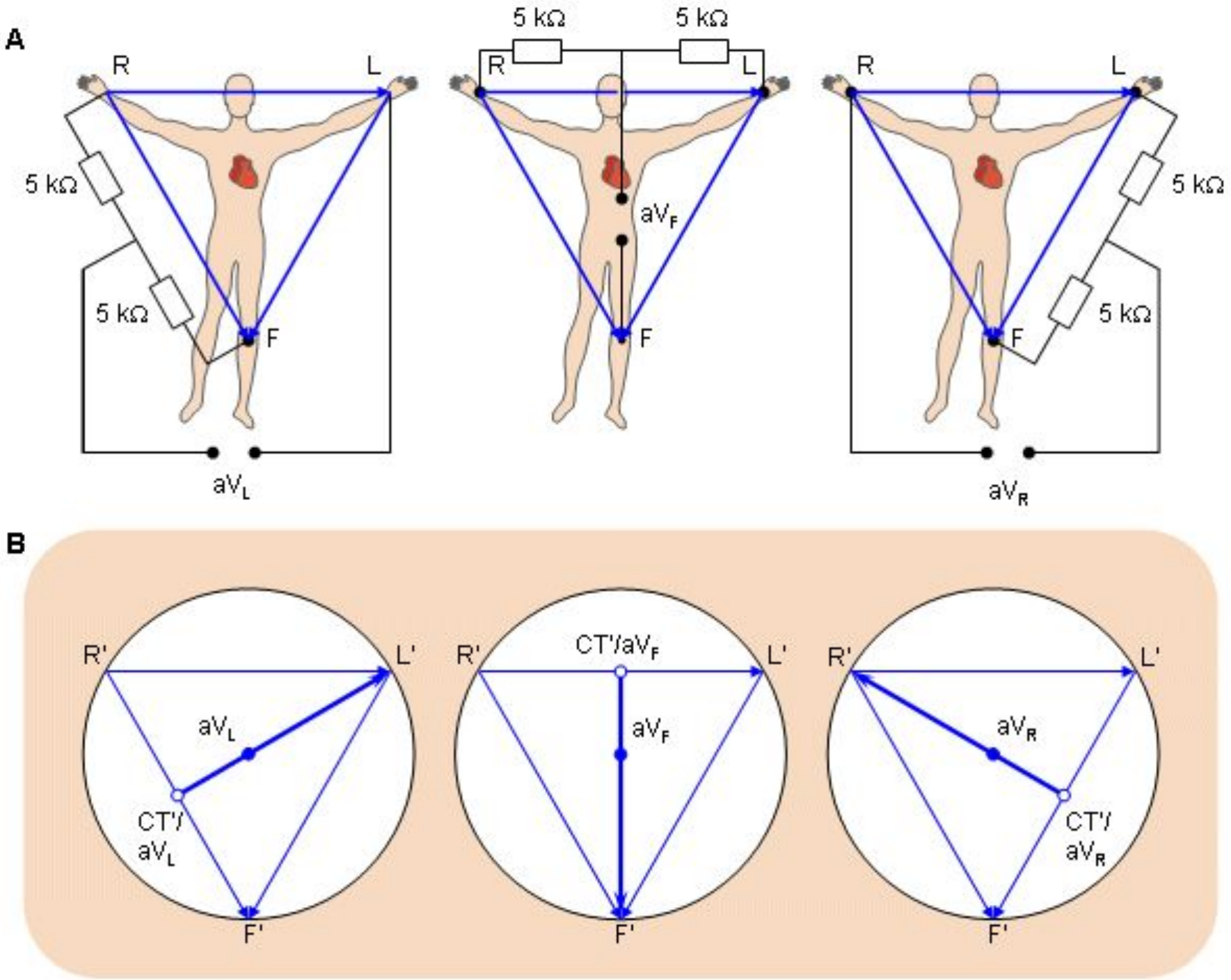


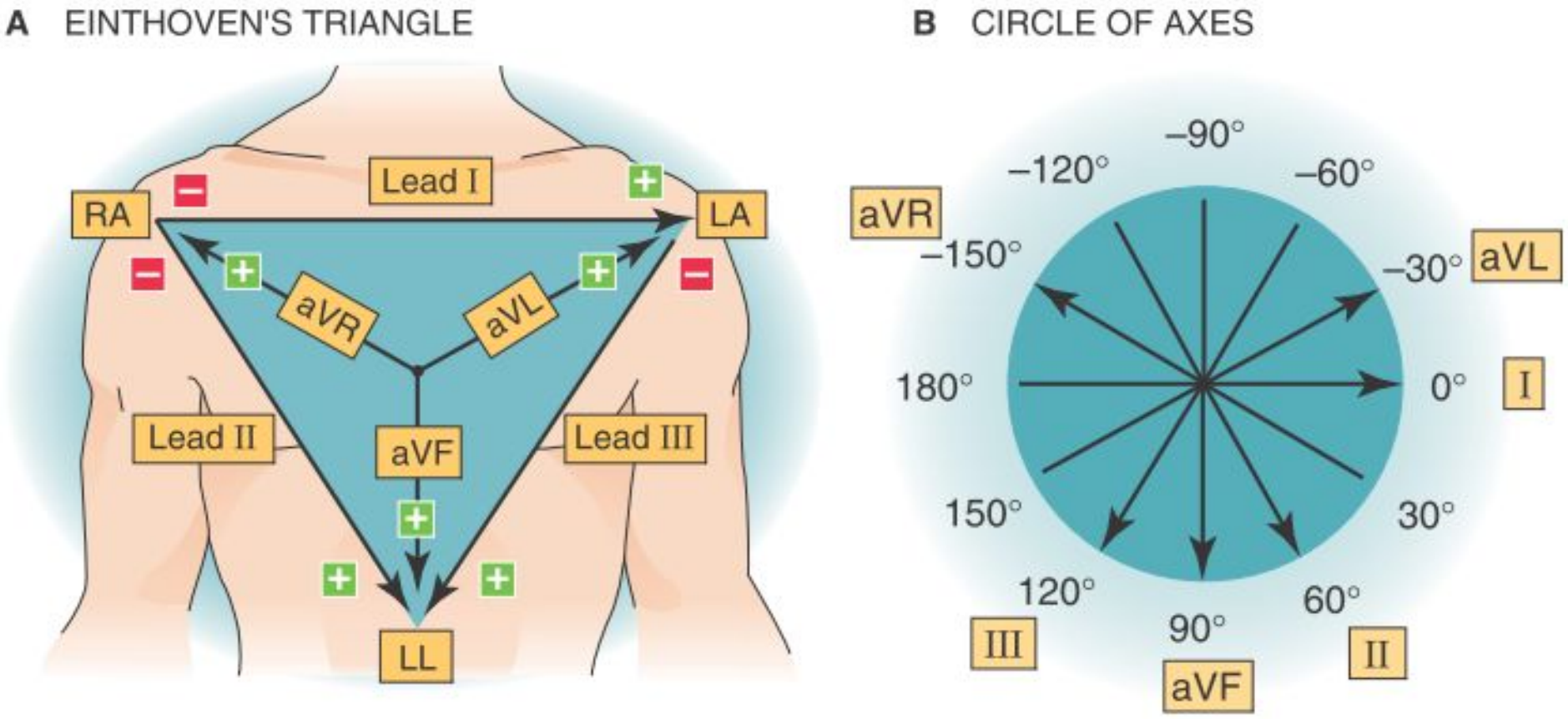

Суммарный моментный вектор (0,04 с) деполяризации желудочков (ЭДС$_\Sigma$)
а
2
ЭДС$_\Sigma$
б
2
1
ЭДС$_\Sigma$
в
2
ЭДС$_\Sigma$
1
г



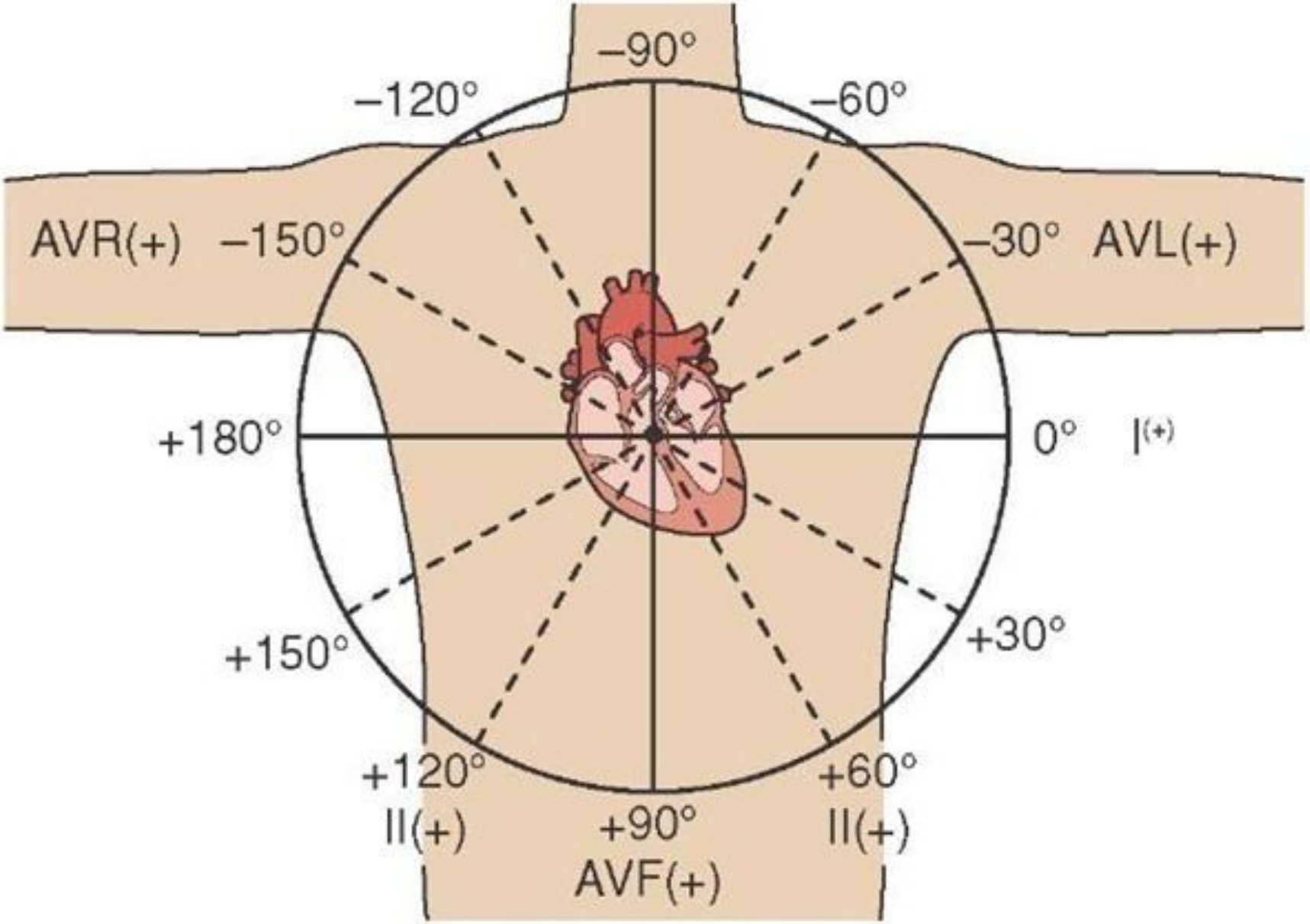
Моментные векторы ЭДС единого сердечного диполя во время деполяризации желудочков (а — г) и средний результирующий вектор возбуждения желудочков (д).


A FRONTAL PLANE LEADS
Lead I
Lead II
Lead III
aVR
aVL
aVF

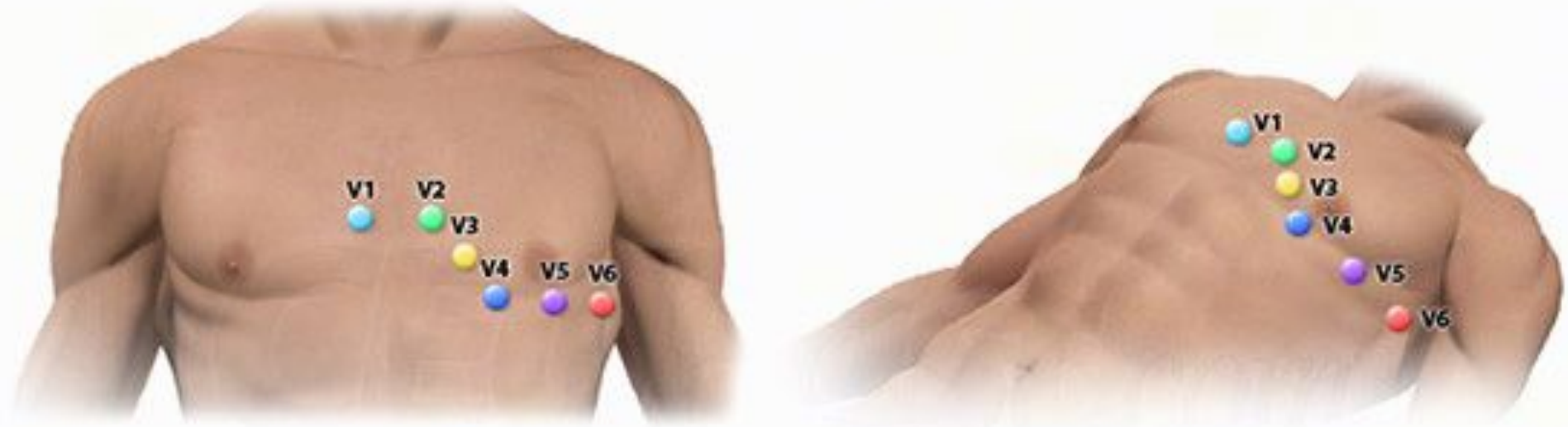

A
R
L
5 kΩ
5 kΩ
F
aV_L
5 kΩ
5 kΩ
R
L
aV_F
F
R
L
5 kΩ
5 kΩ
F
aV_R
B
R'
L'
aV_L
CT'/
aV_L
F'
R'
CT'/aV_F
L'
aV_F
F'
R'
L'
aV_R
CT'/
aV_R
F'


A EINTHOVEN'S TRIANGLE
Lead I
RA
LA
aVR
aVL
Lead II
aVF
Lead III
LL
B CIRCLE OF AXES
–90°
–120°
–60°
aVR
–150°
–30°
aVL
180°
0°
I
150°
30°
120°
60°
III
90°
II
aVF

Hexaxial Reference System

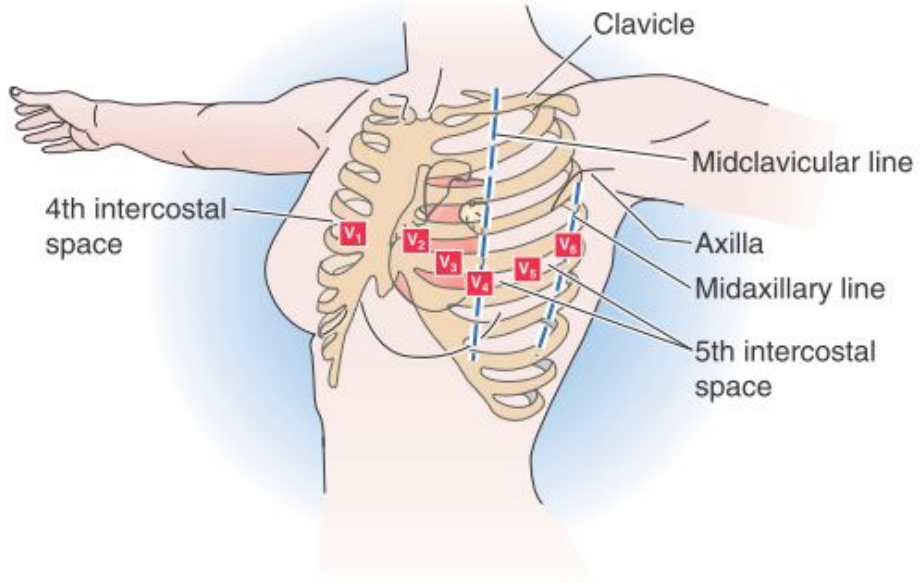


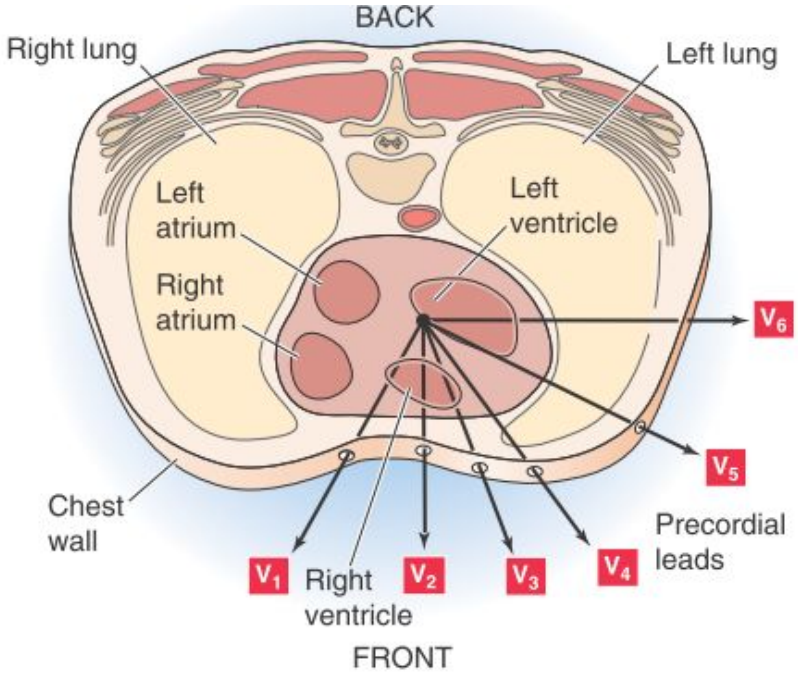
Precordial Leads (chest lead placement)

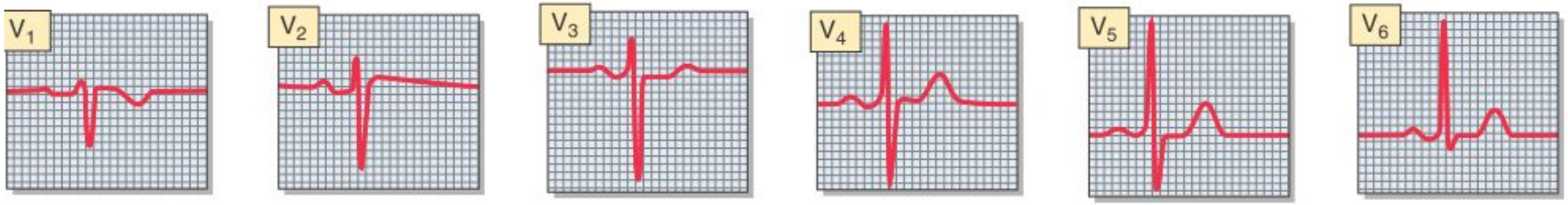


- V1 - 4th intercostal space to the right of the sternum
- V2 - 4th intercostal space to the left of the sternum
- V3 - Halfway between V2 and V4
- V4 - The left midclavicular line in the 5th intercostal space
- V5 - The left anterior axillary line at the same horizontal level as V4
- V6 - The left midaxillary line at the same horizontal level as V4 and V5

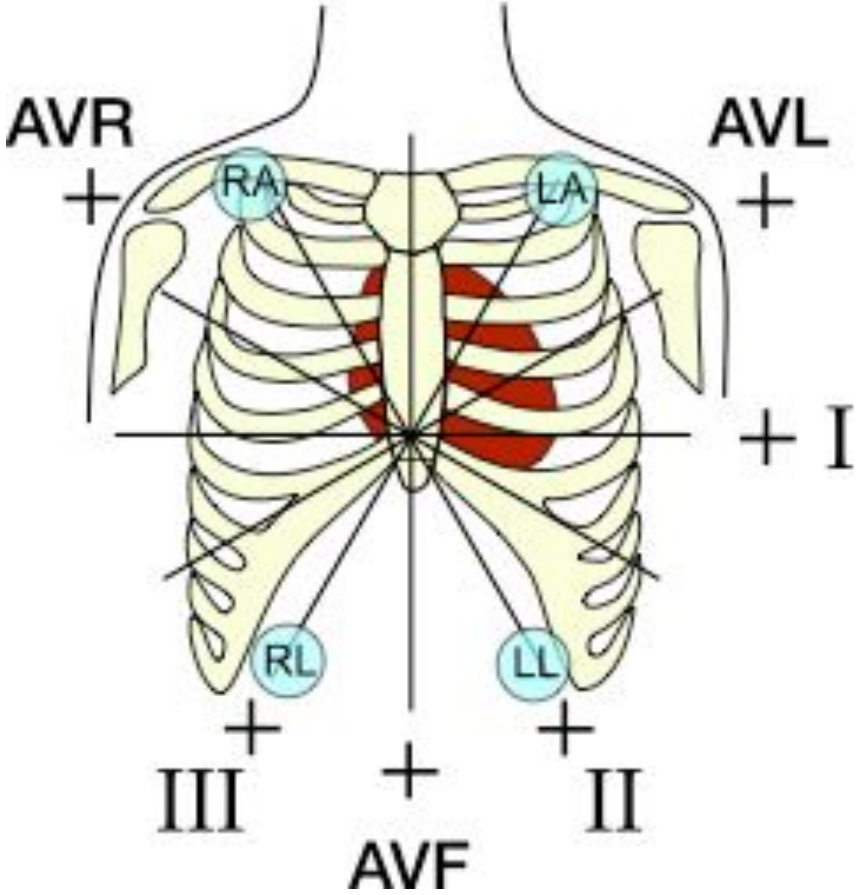
B TRANSVERSE PLANE–PRECORDIAL LEADS



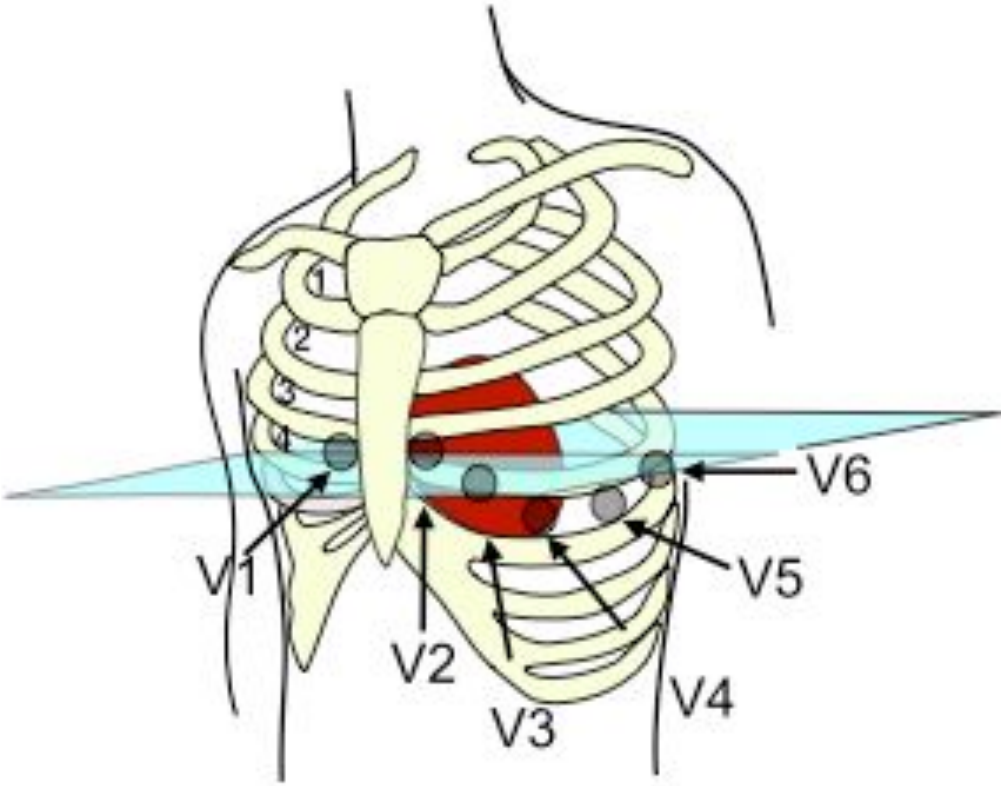




The 6 Limb Leads



The 6 Left Chest Leads



AMI ECG, ANATOMY AND PATHOLOGY

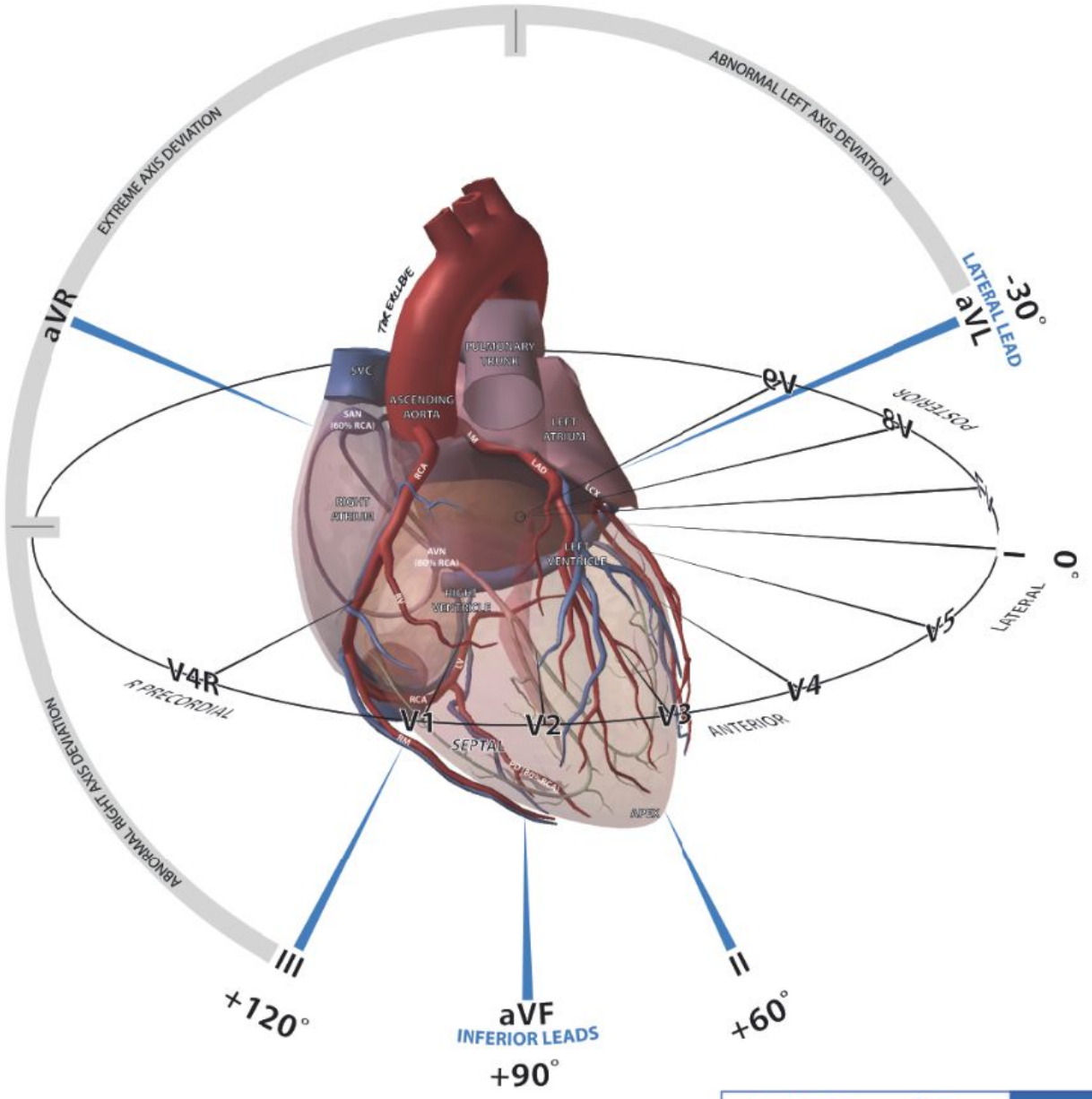
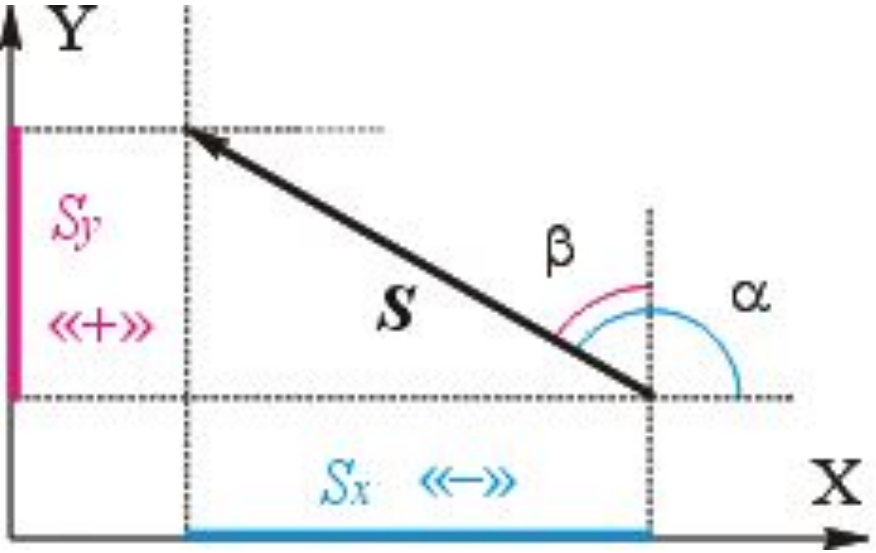
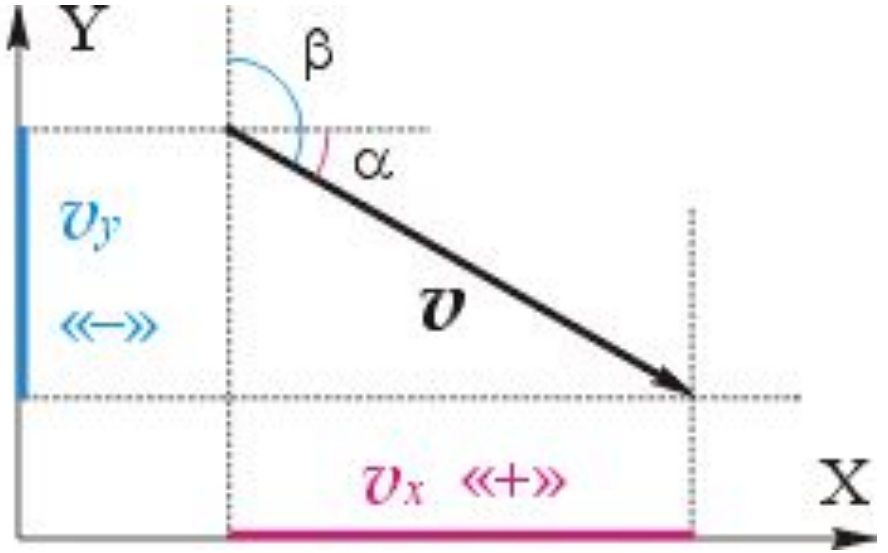
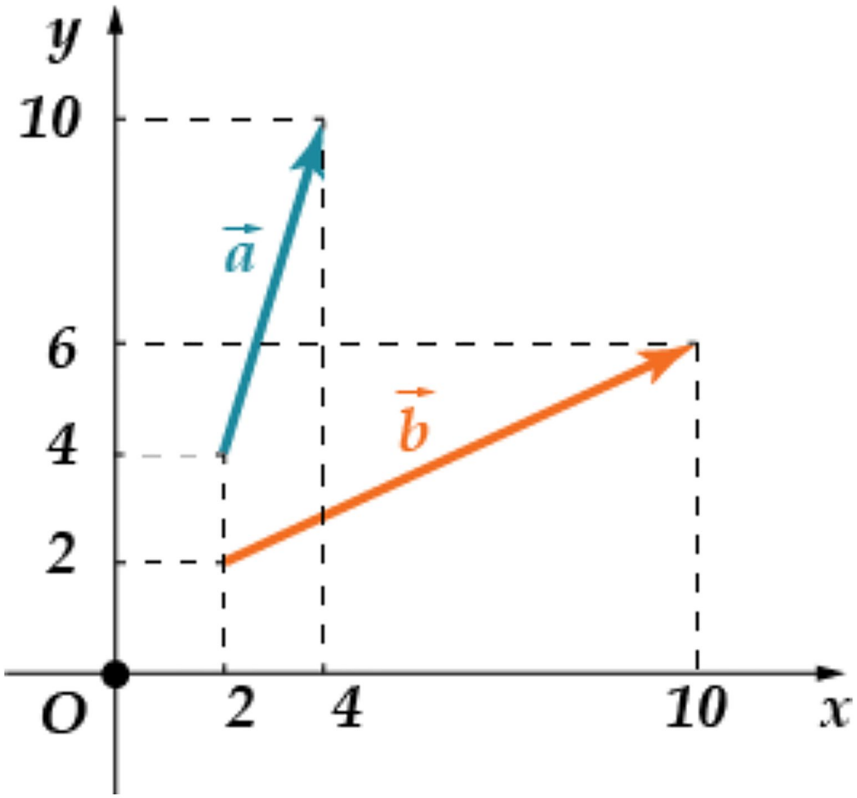
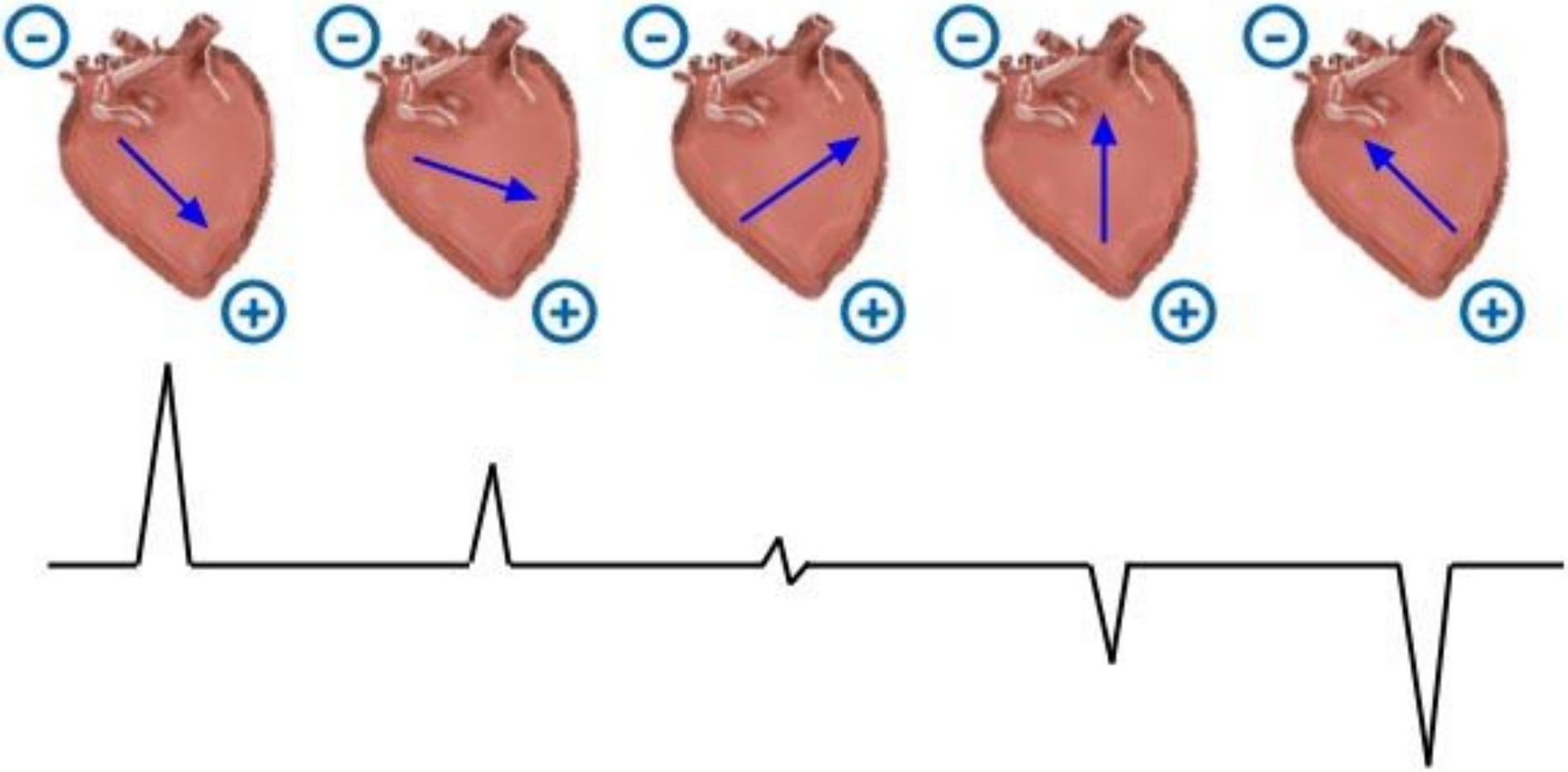


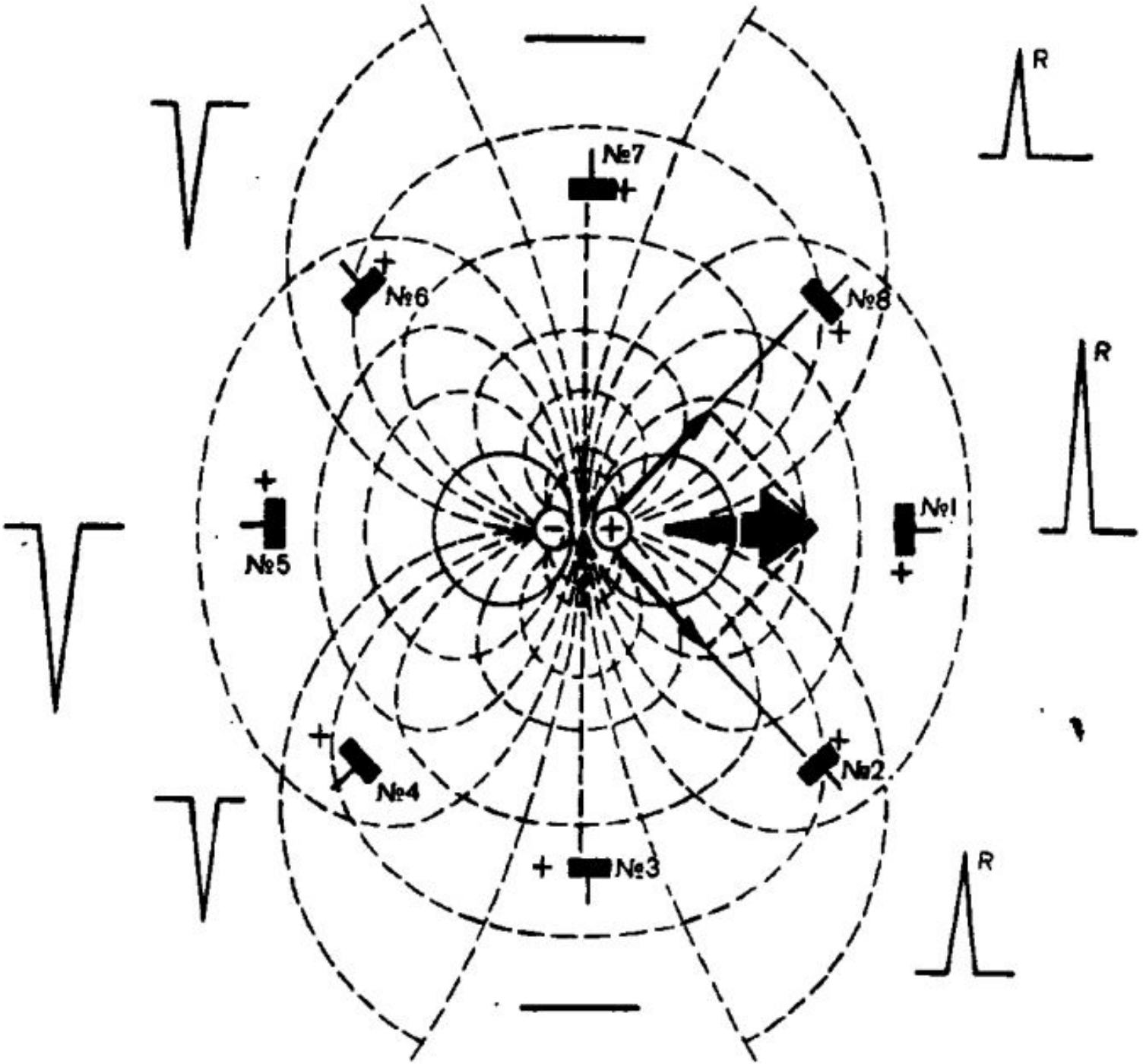
Image design by Tor Ercleve
Gates, Int Med J 2010;35:263-266
3D Graphics created by Visible Body 3D
Originally posted at Lifeinthefastlane.com

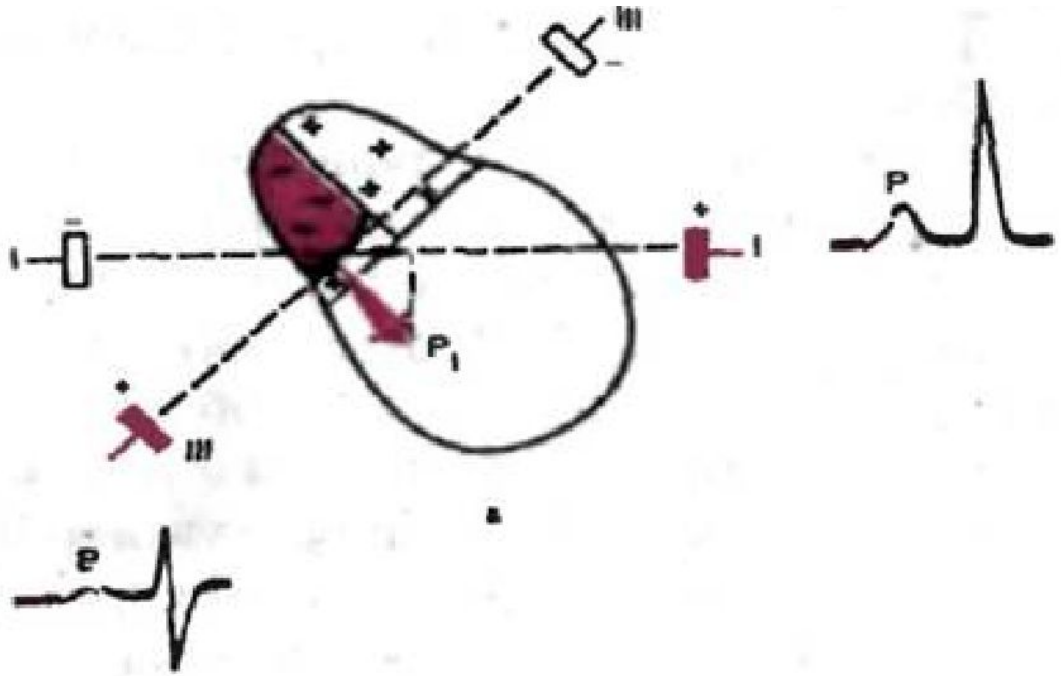

Y
S_y
«+»
s
β
α
S_x «–»
X

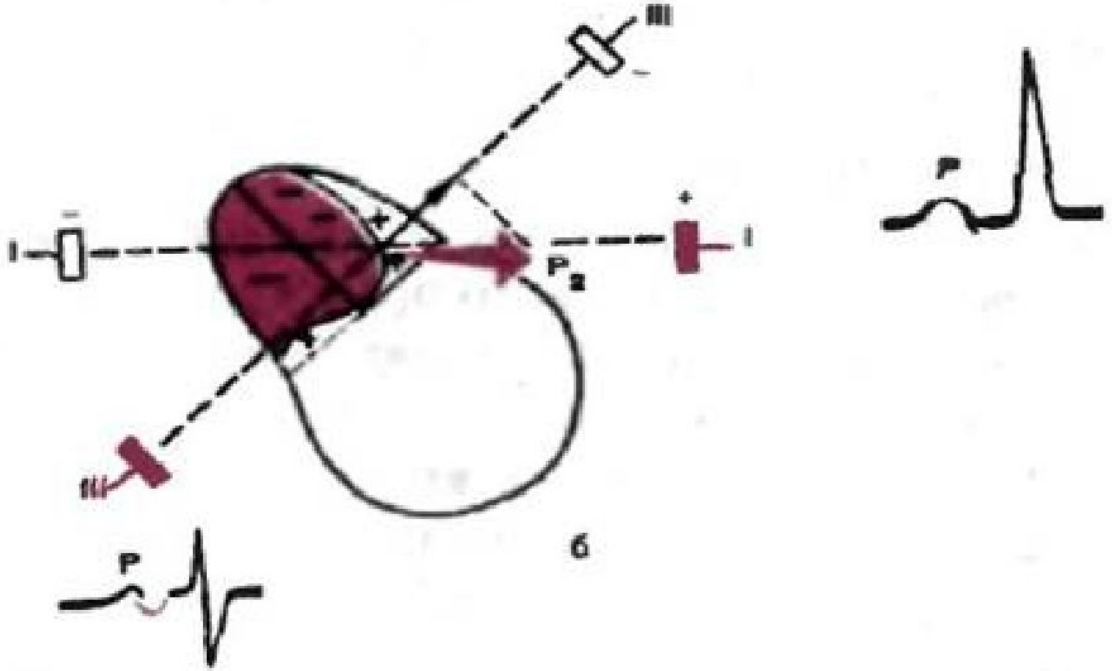

Y
β
α
v_y
«–»
v
v_x «+»
X

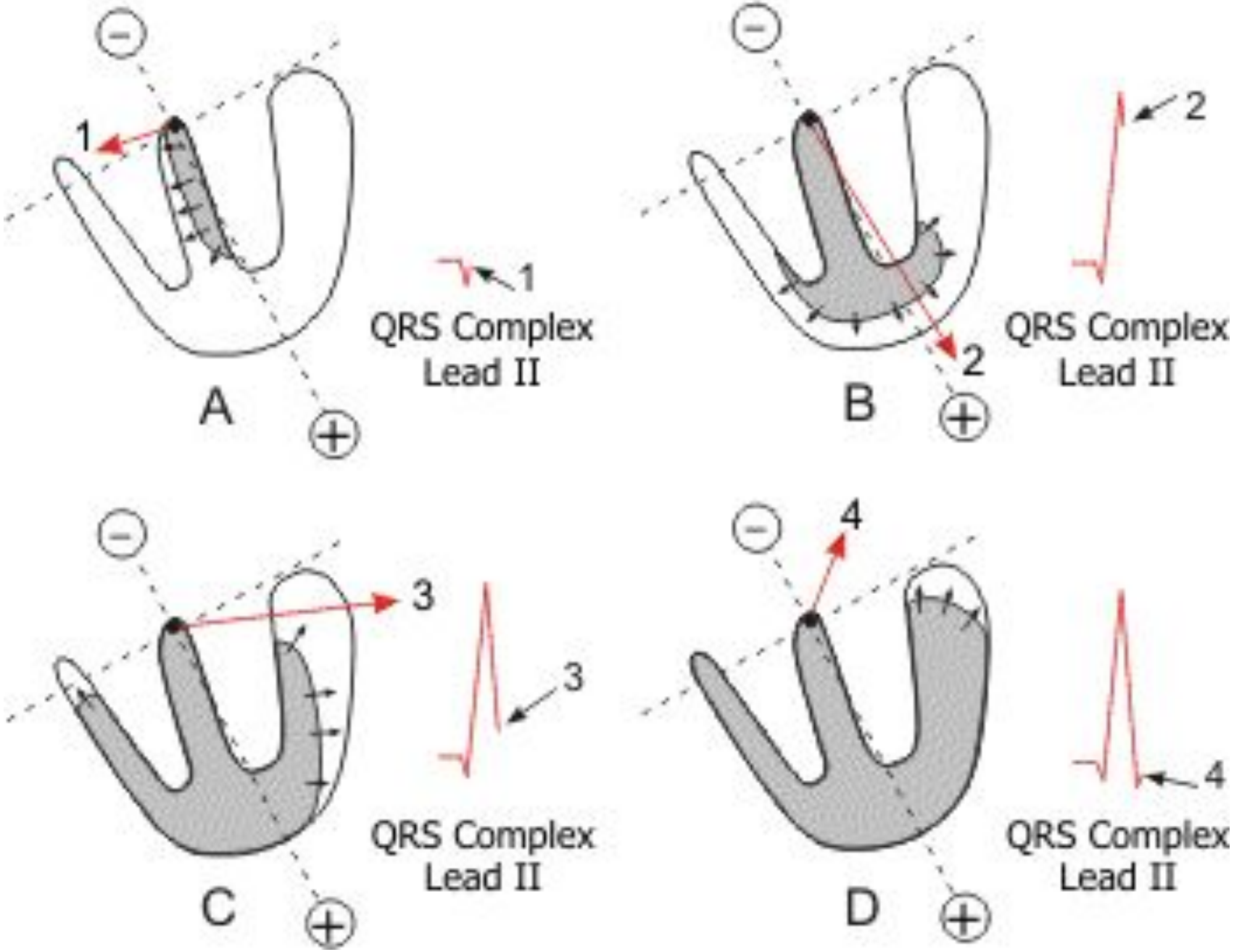

y
10
6
4
2
O
2
4
10
x
$\vec{a}$
$\vec{b}$

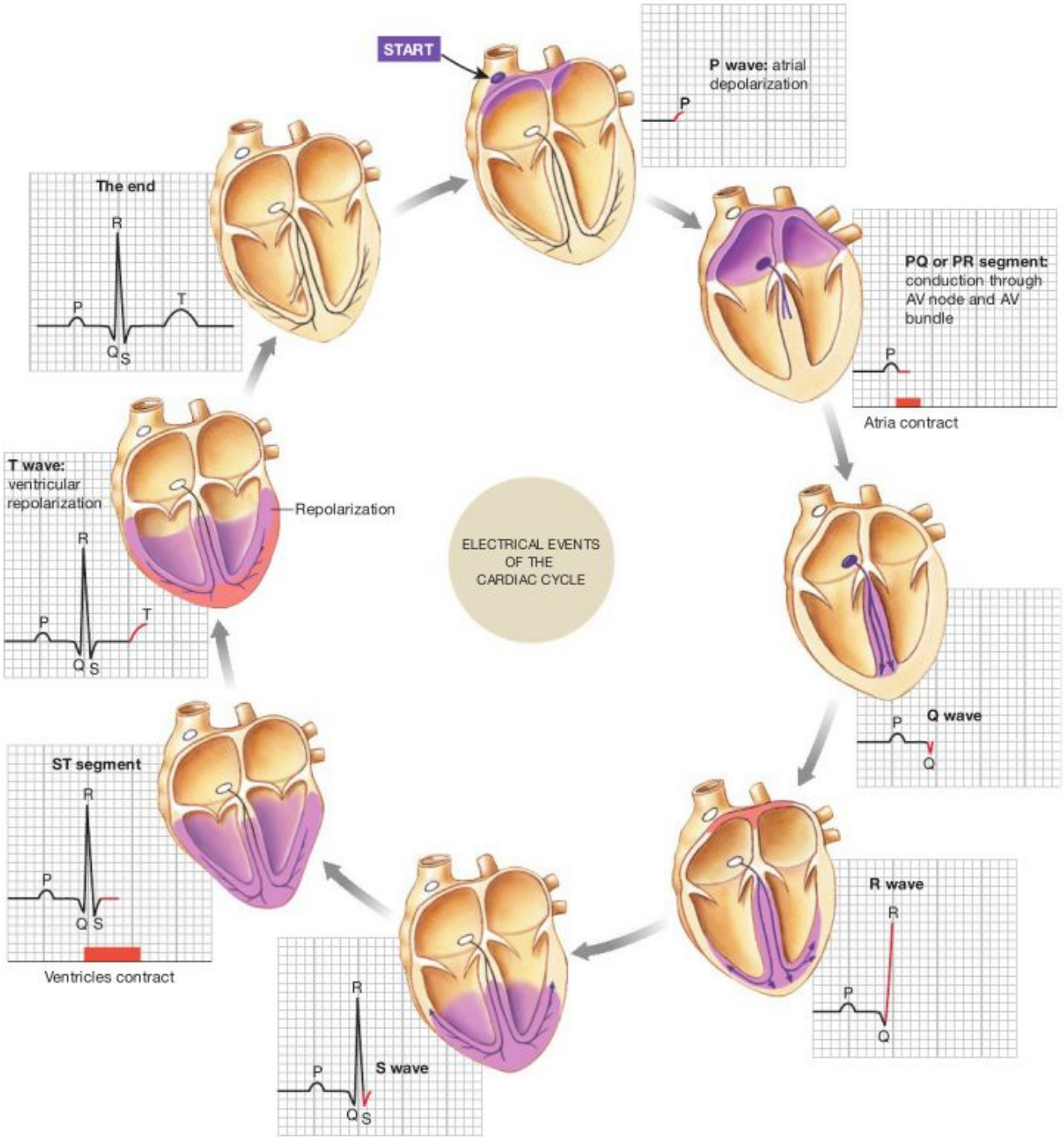


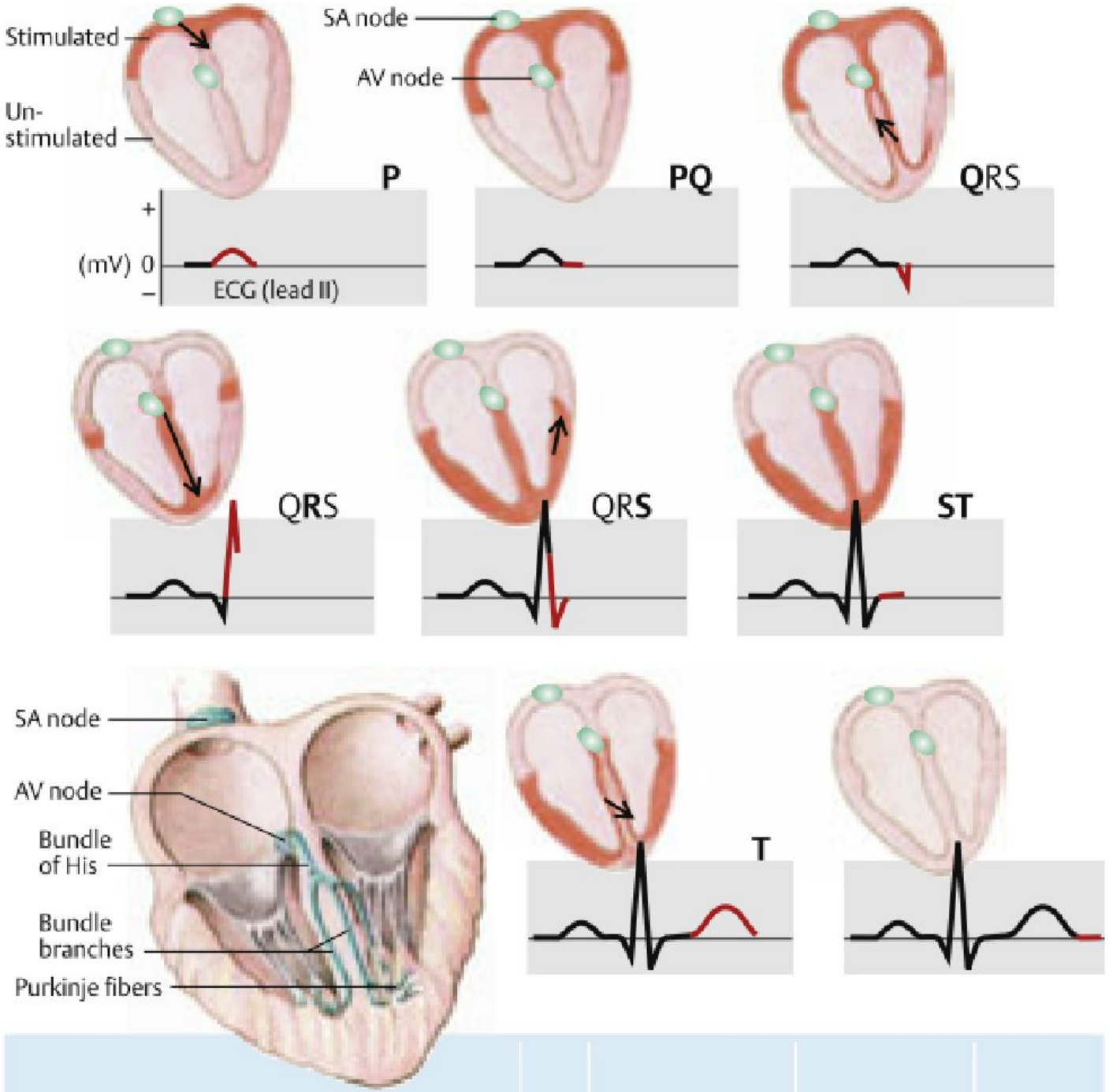

№7
№6
№8
№5
№1
№4
№2
№3
R
R
R

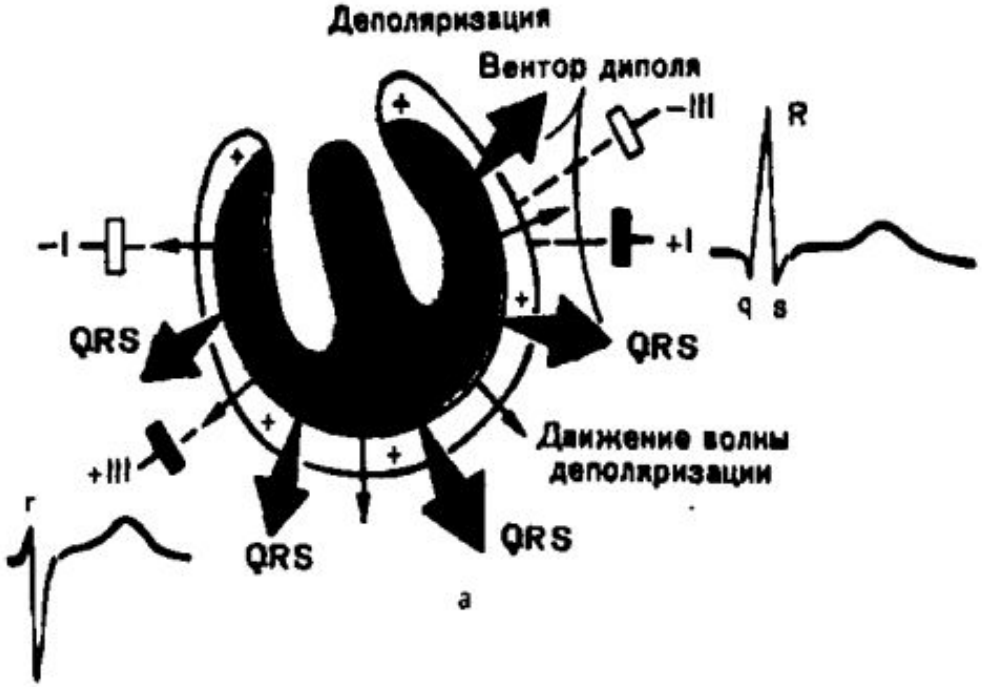

III
I
I
P
P1
III
а
P

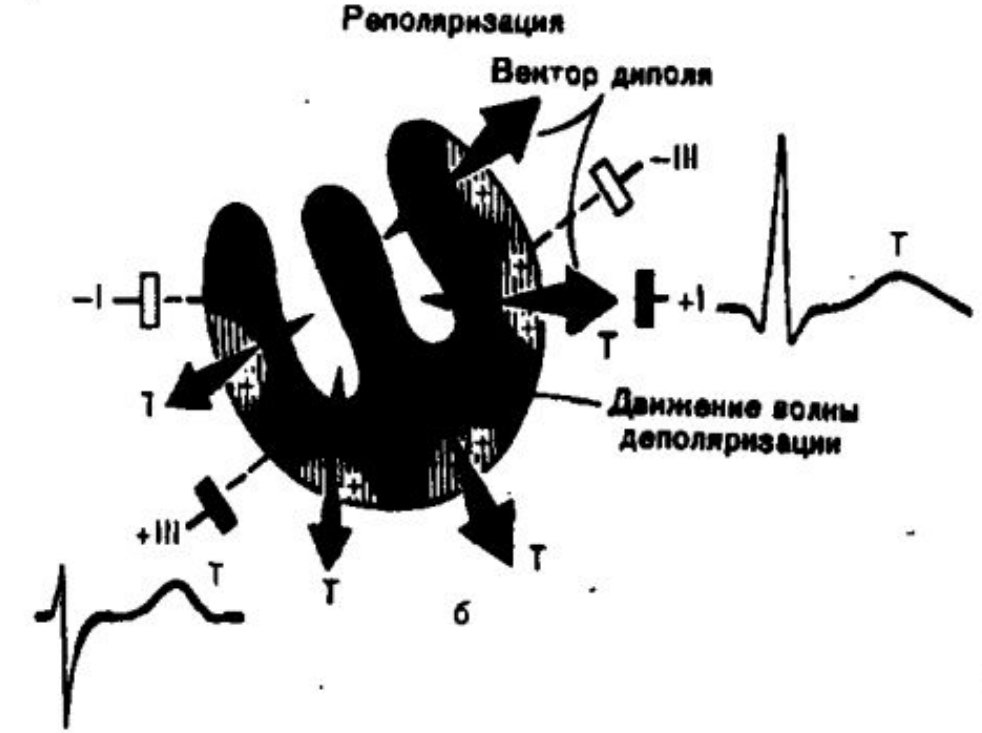

III
I
I
P2
III
б
P

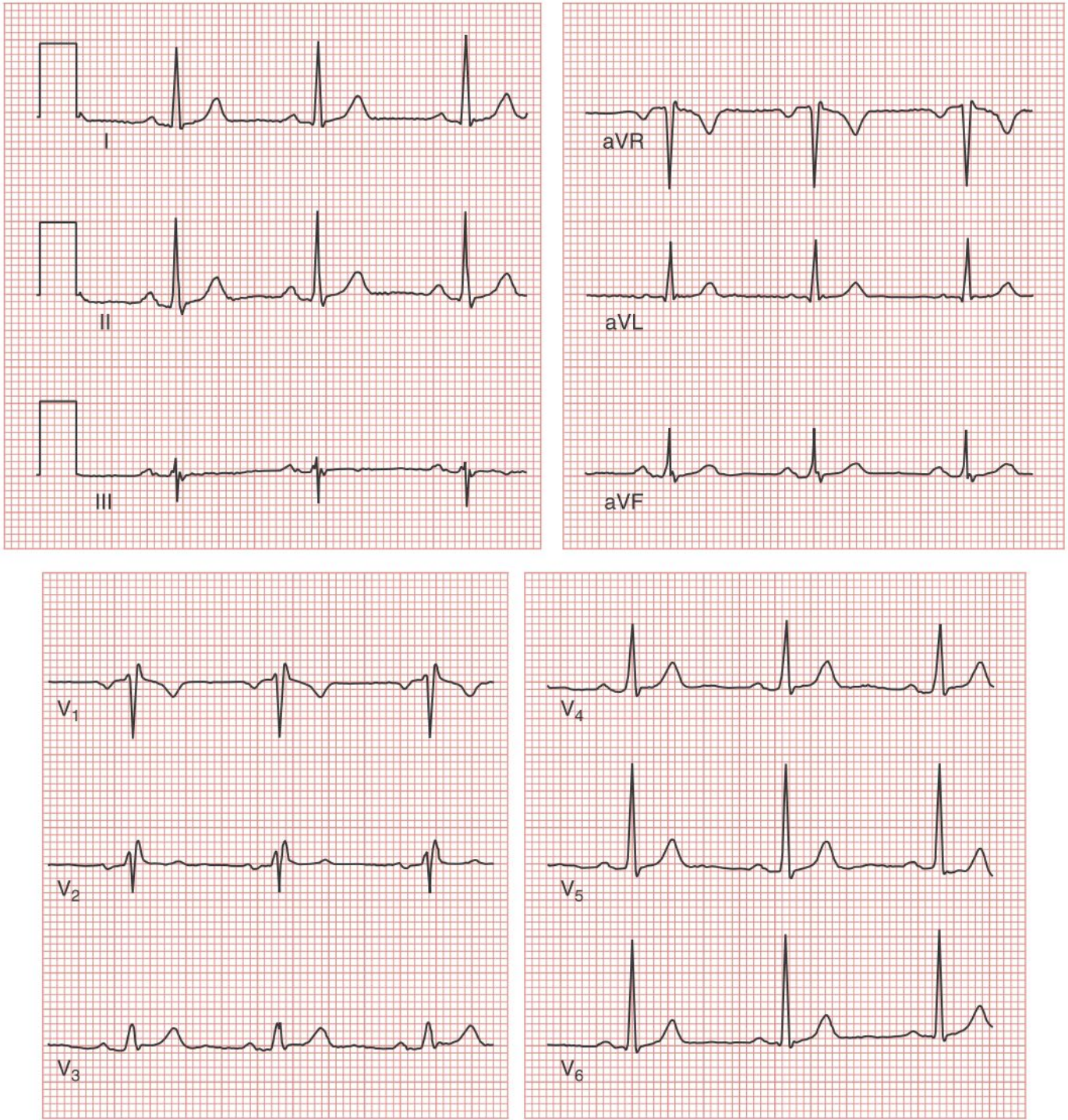

1
A
1
QRS Complex
Lead II
2
B
2
QRS Complex
Lead II
3
C
3
QRS Complex
Lead II
4
D
4
QRS Complex
Lead II


START
P wave: atrial depolarization
P
PQ or PR segment: conduction through AV node and AV bundle
P
Atria contract
Q wave
P
Q
R wave
R
P
Q
S wave
P
Q S
Ventricles contract
ST segment
R
P
Q S
T wave: ventricular repolarization
R
P
T
Q S
Repolarization
The end
R
P
T
Q S
ELECTRICAL EVENTS OF THE CARDIAC CYCLE


Stimulated
Un-
stimulated
SA node
AV node
P
PQ
QRS
+
(mV) 0
–
ECG (lead II)
QRS
QRS
ST
SA node
AV node
Bundle
of His
Bundle
branches
Purkinje fibers
T


Деполяризация
Вектор диполя
–III
R
–I
+I
q
s
QRS
QRS
Движение волны деполяризации
+III
г
QRS
QRS
а


Реполяризация
Вектор диполя
–III
T
–I
+I
T
T
Движение волны деполяризации
+III
T
T
T
б


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

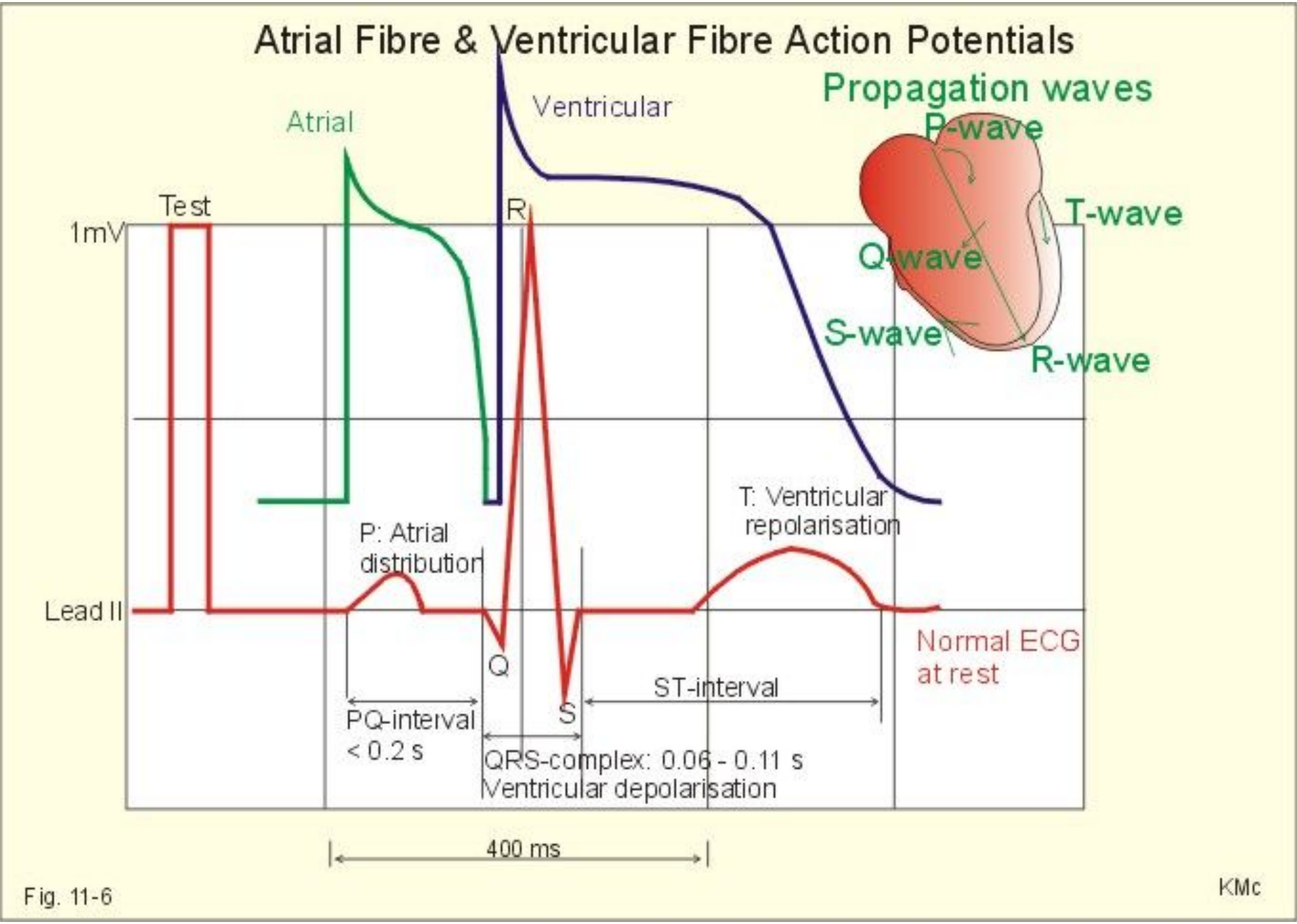
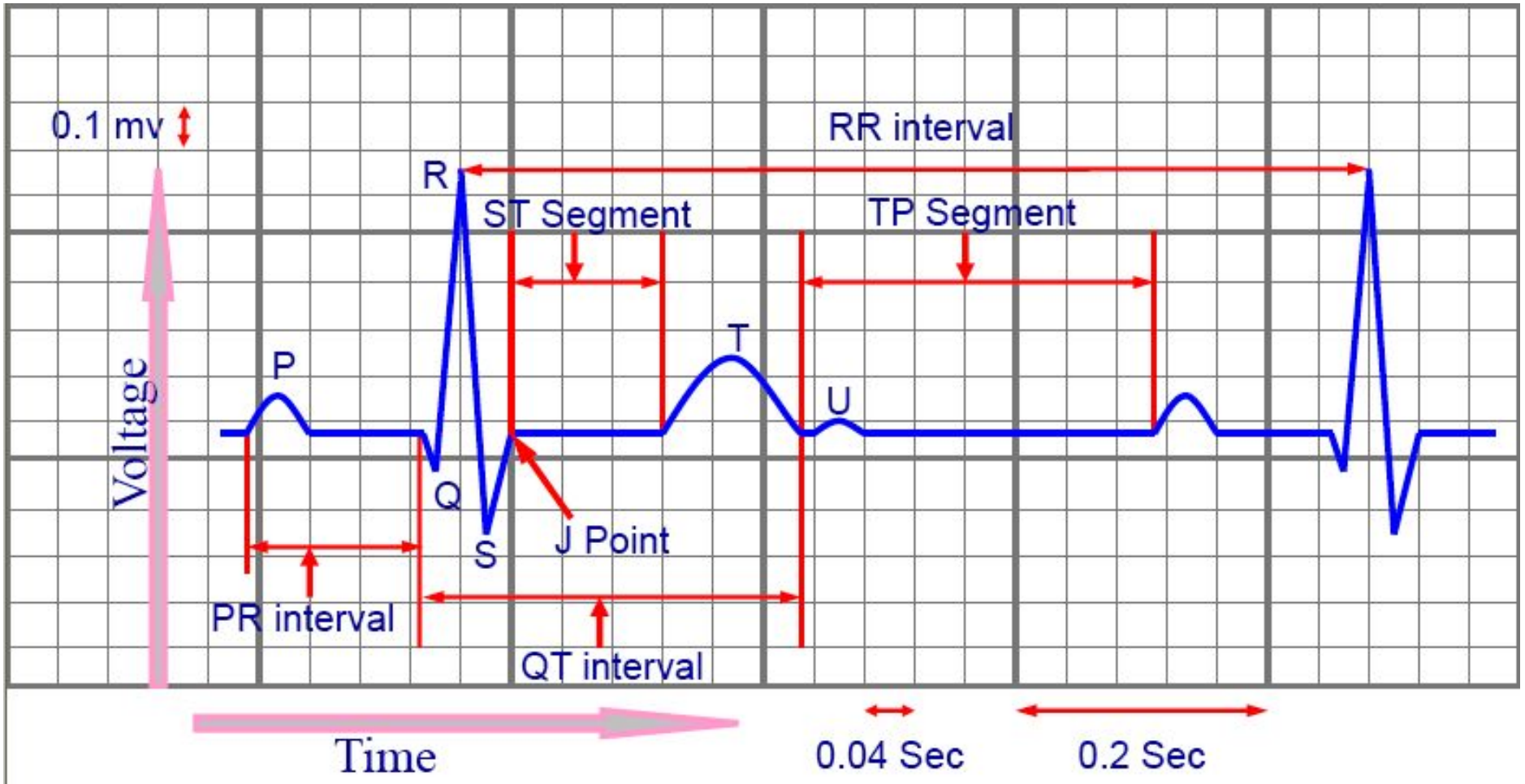

Atrial Fibre & Ventricular Fibre Action Potentials
Propagation waves
Atrial
Ventricular
P-wave
T-wave
Q-wave
S-wave
R-wave
Test
R
1mV
T: Ventricular repolarisation
P: Atrial distribution
Lead II
Normal ECG at rest
Q
S
ST-interval
PQ-interval < 0.2 s
QRS-complex: 0.06 - 0.11 s Ventricular depolarisation
400 ms

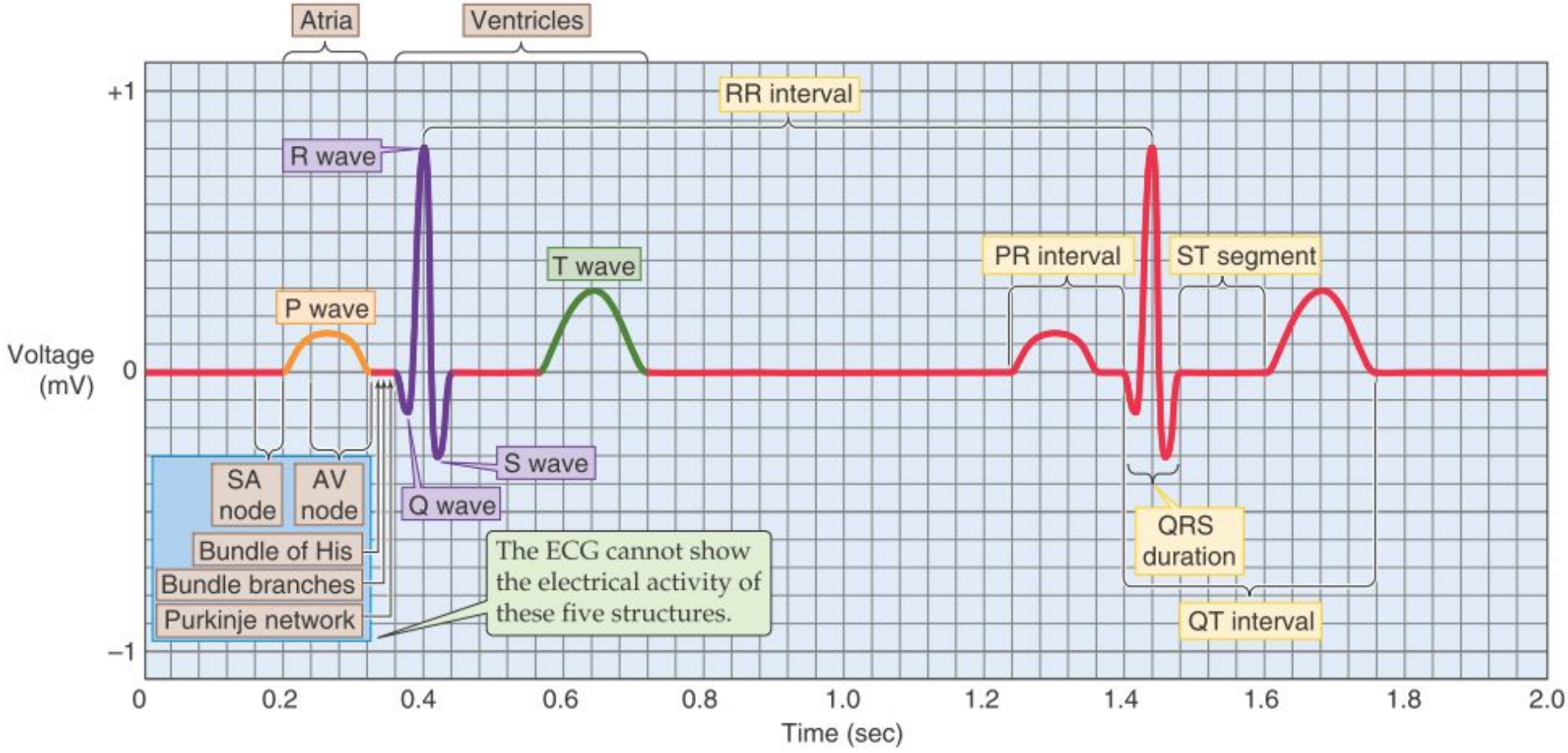
Fig. 11-6

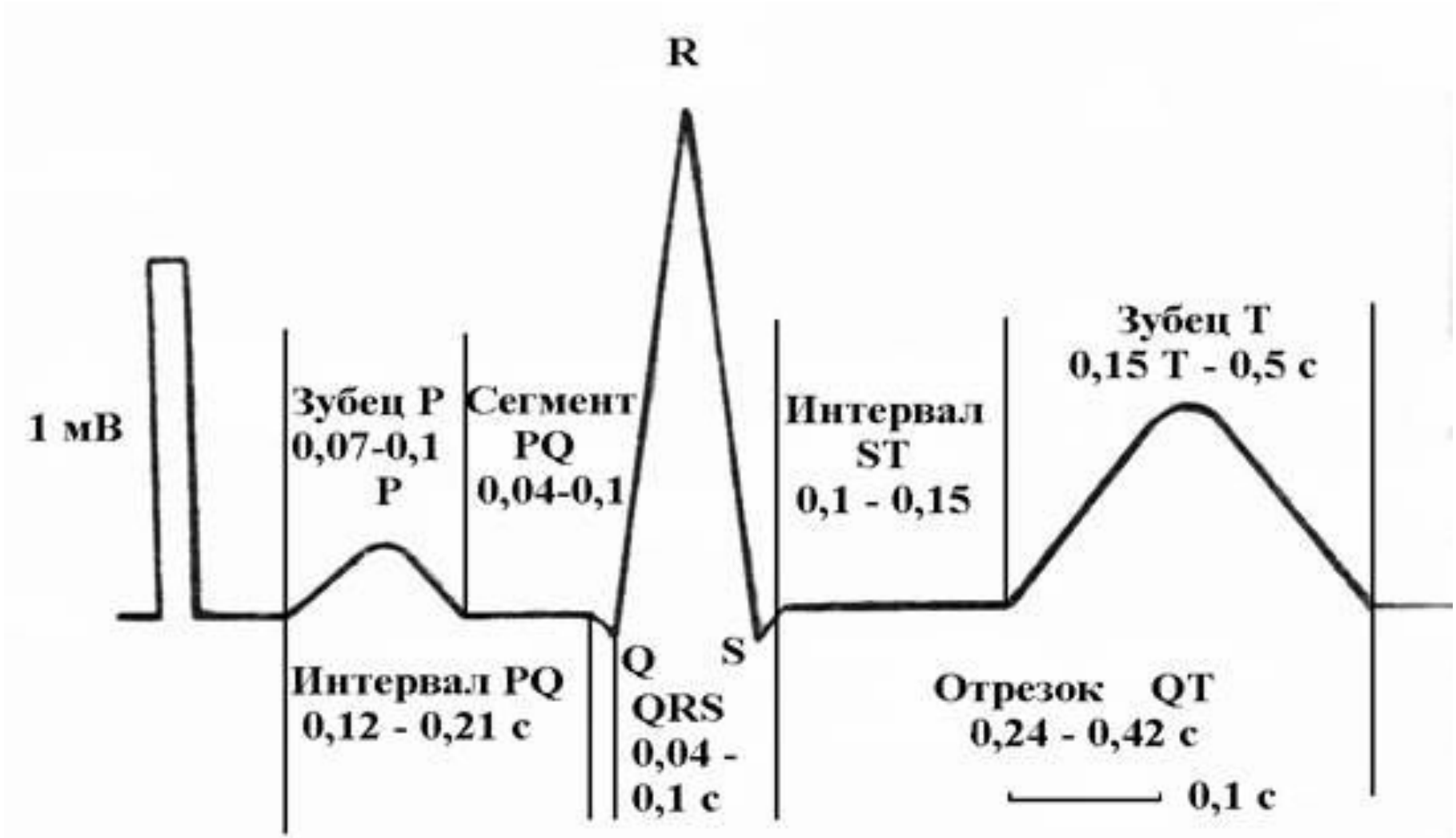
KMc



- PR interval 0.12 – 0.20 sec
- QRS duration 0.08 – 0.10 sec

- QT interval 0.4 – 0.43 sec
- RR interval 0.6 – 1.0 sec


Atria
Ventricles
RR interval
R wave
T wave
P wave
PR interval
ST segment
+1
0
−1
Voltage (mV)
SA node
AV node
Bundle of His
Bundle branches
Purkinje network
S wave
Q wave
The ECG cannot show the electrical activity of these five structures.
QRS duration
QT interval
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2.0
Time (sec)


R
1 мВ
Зубец P
0,07-0,1
P
Сегмент
PQ
0,04-0,1
Интервал
ST
0,1 - 0,15
Зубец T
0,15 T - 0,5 с
Q
S
Интервал PQ
0,12 - 0,21 с
QRS
0,04 -
0,1 с
Отрезок QT
0,24 - 0,42 с
0,1 с

Зубцы ЭКГ	Амплитуда в мм	Продолжительность	
		в секундах	в мм
зубец P	1,5—2,5	0,1	5
интервал P—Q (R)	—	0,12—0,20	6—10
зубец Q	не больше 1/4 R	0,03	1,5
зубец R	I-a VF до 20 мм V1—V6 до 25 мм	—	—
зубец S	не больше 20 мм	—	—
комплекс ORS	—	до 0,12	до 6
зубец T	I-a VF до 6 мм V1—V6 до 17 мм	0,16—0,24	8—12

Electrochemical Generator In A Volume Conductor

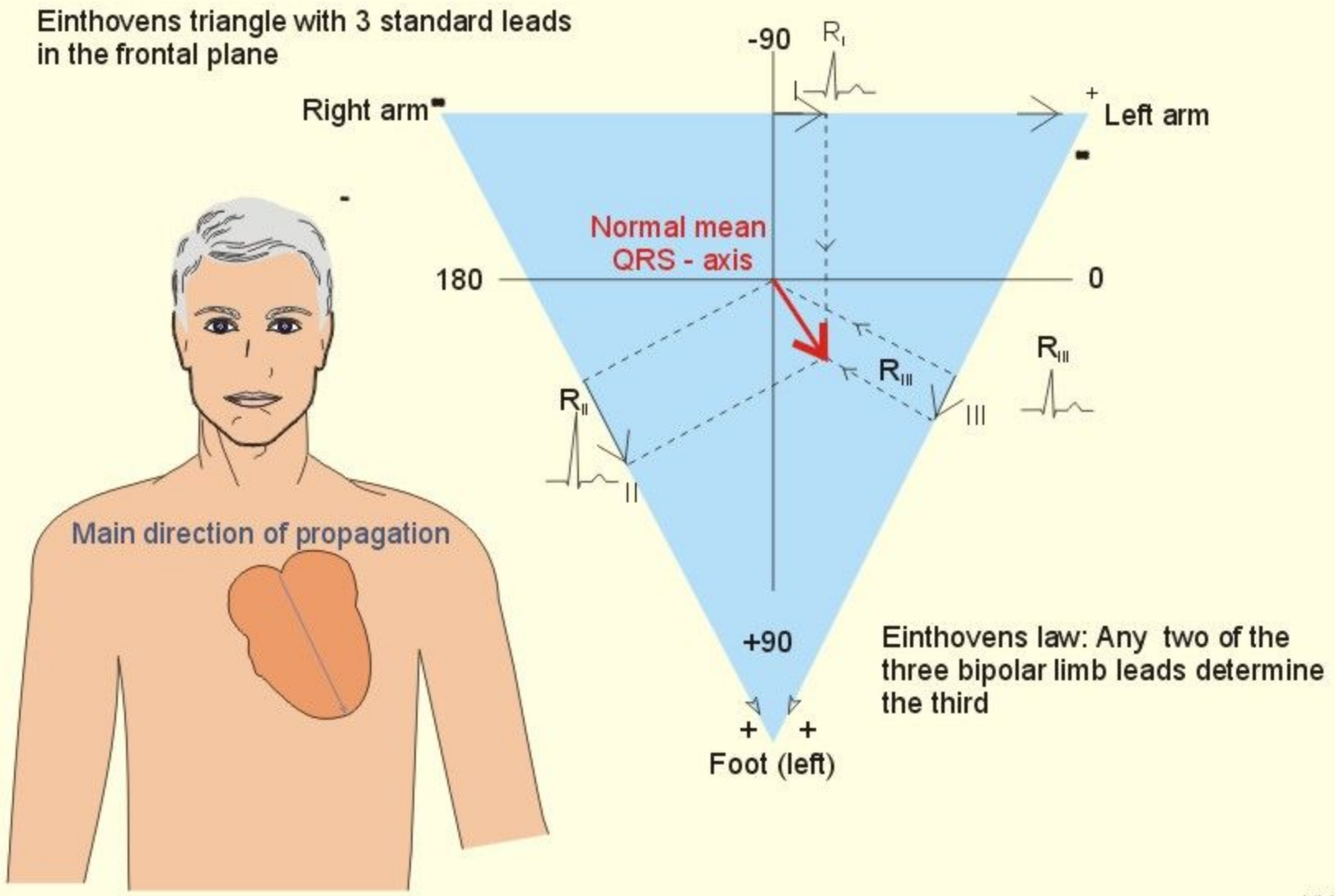
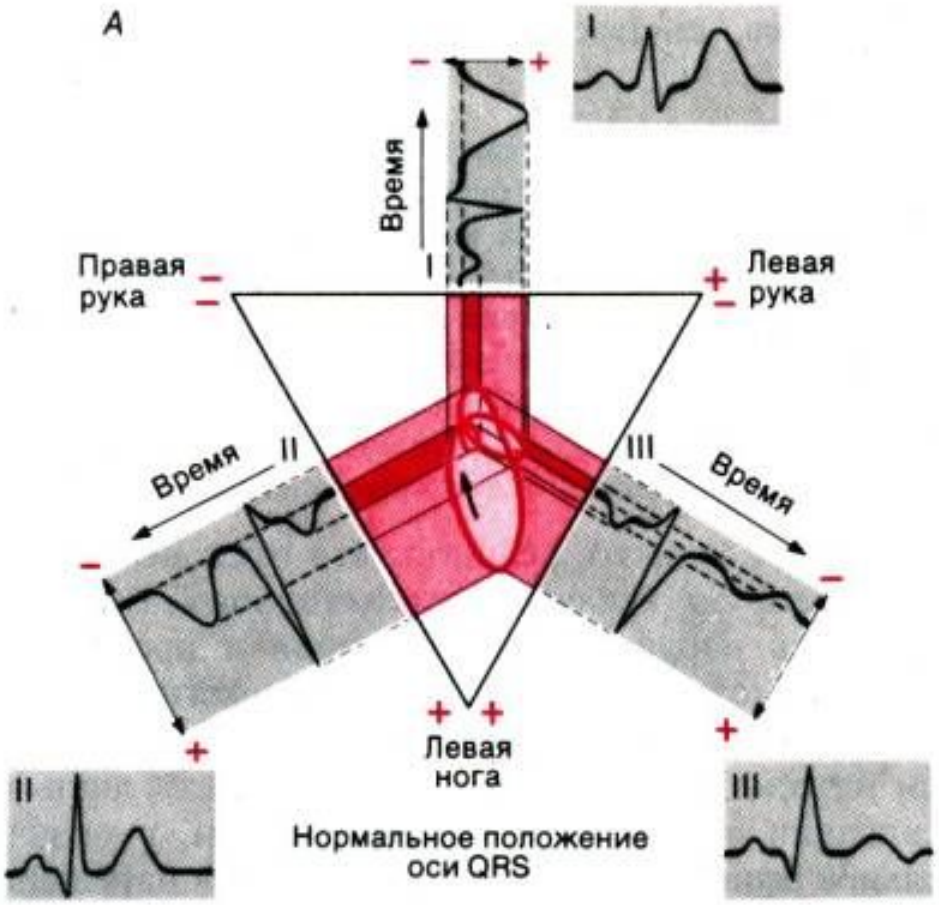
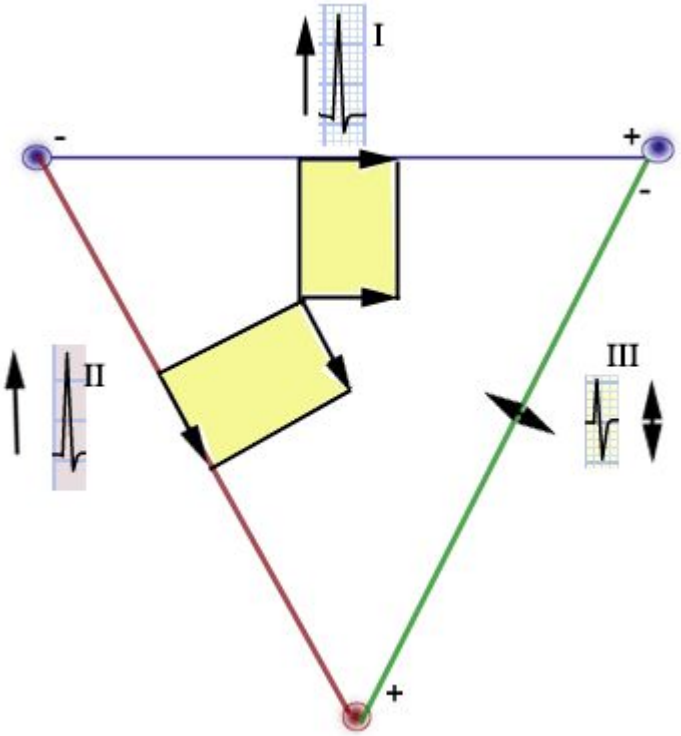
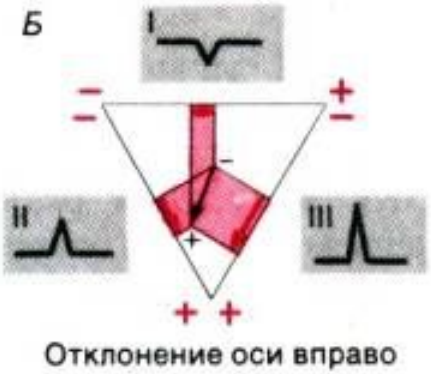


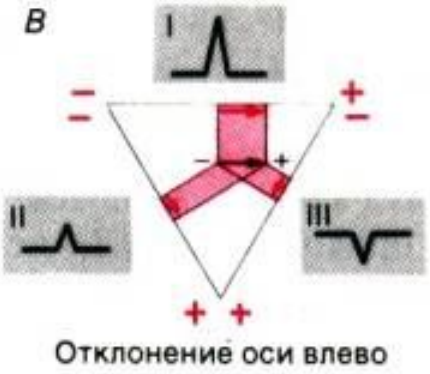
Fig. 11-5

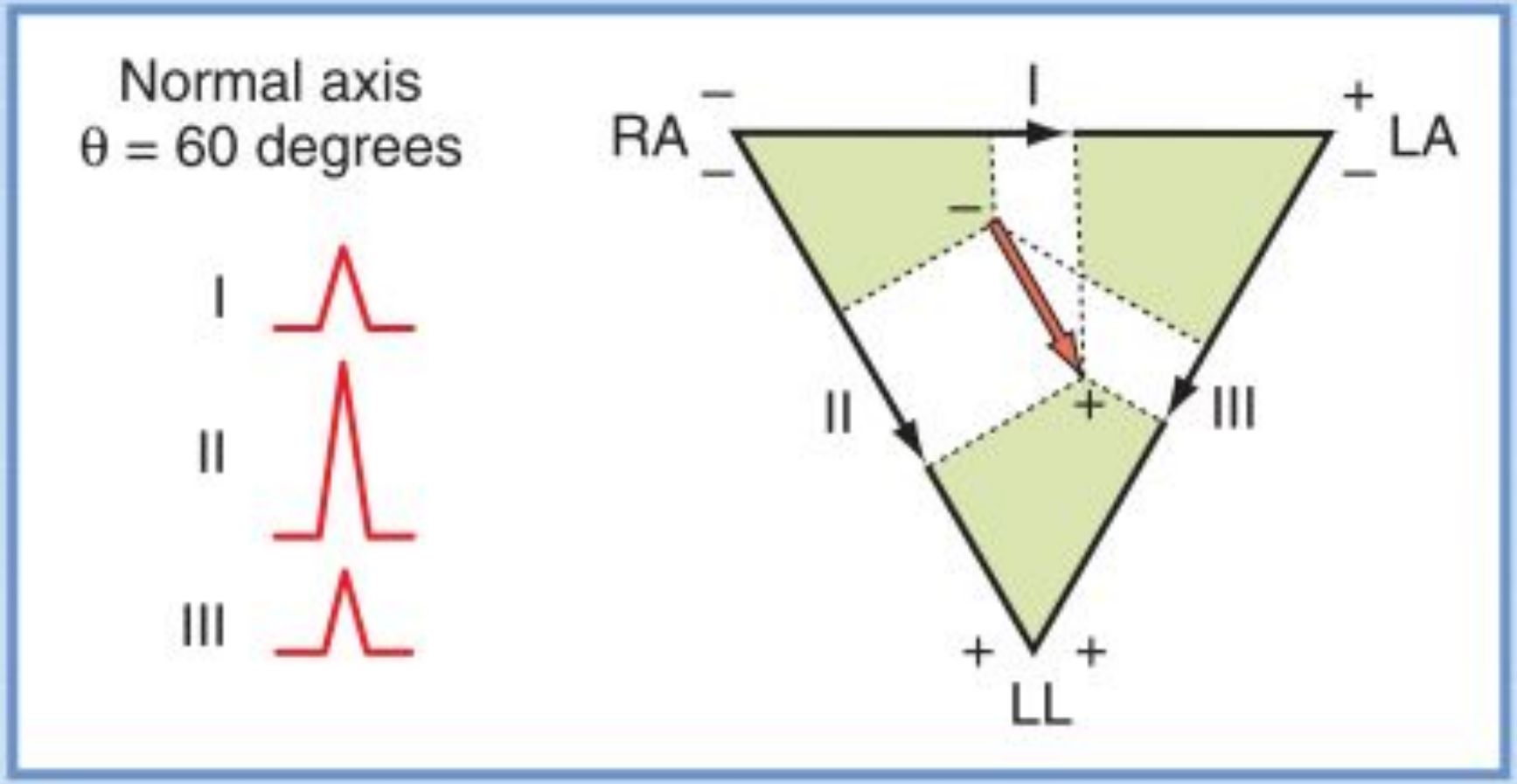
KMc


А
I
Время
I
Правая рука
Левая рука
II
Время
III
Время
Левая нога
II
III
Нормальное положение оси QRS


I
II
III

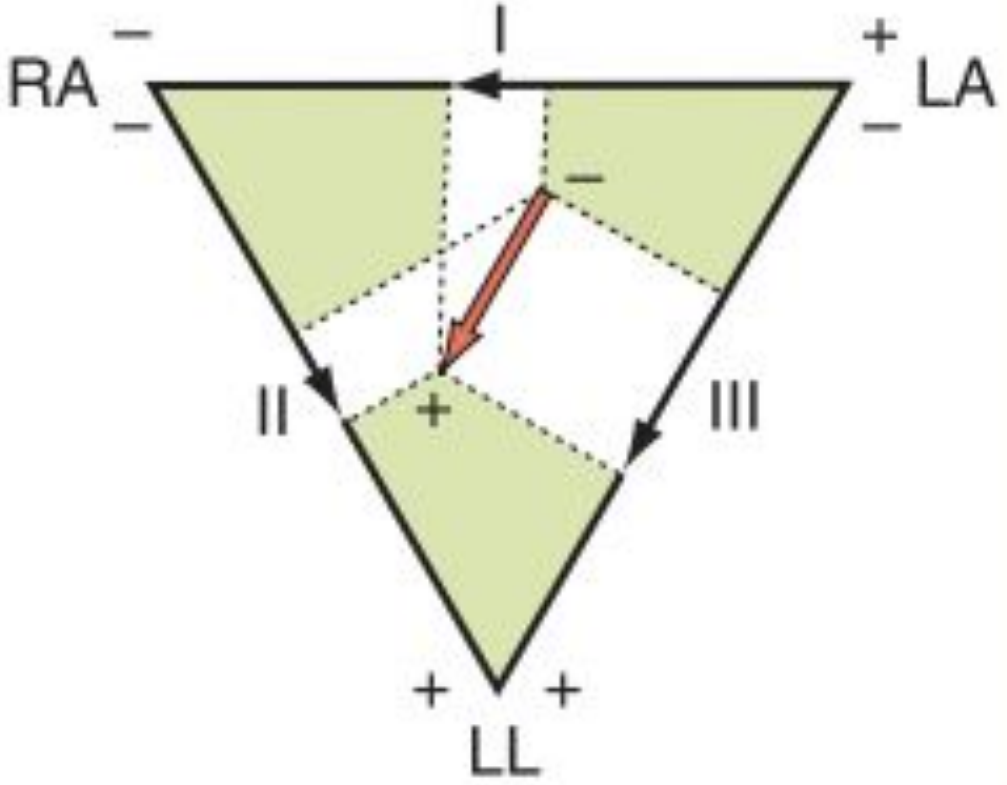

Б
I
II
III
Отклонение оси вправо


В
I
II
III
Отклонение оси влево

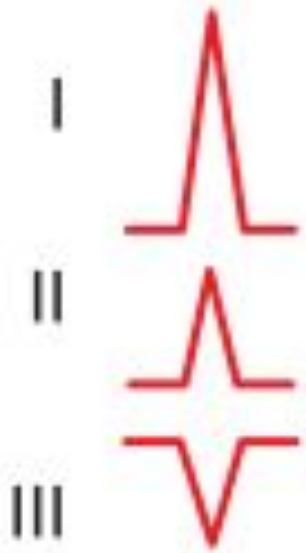


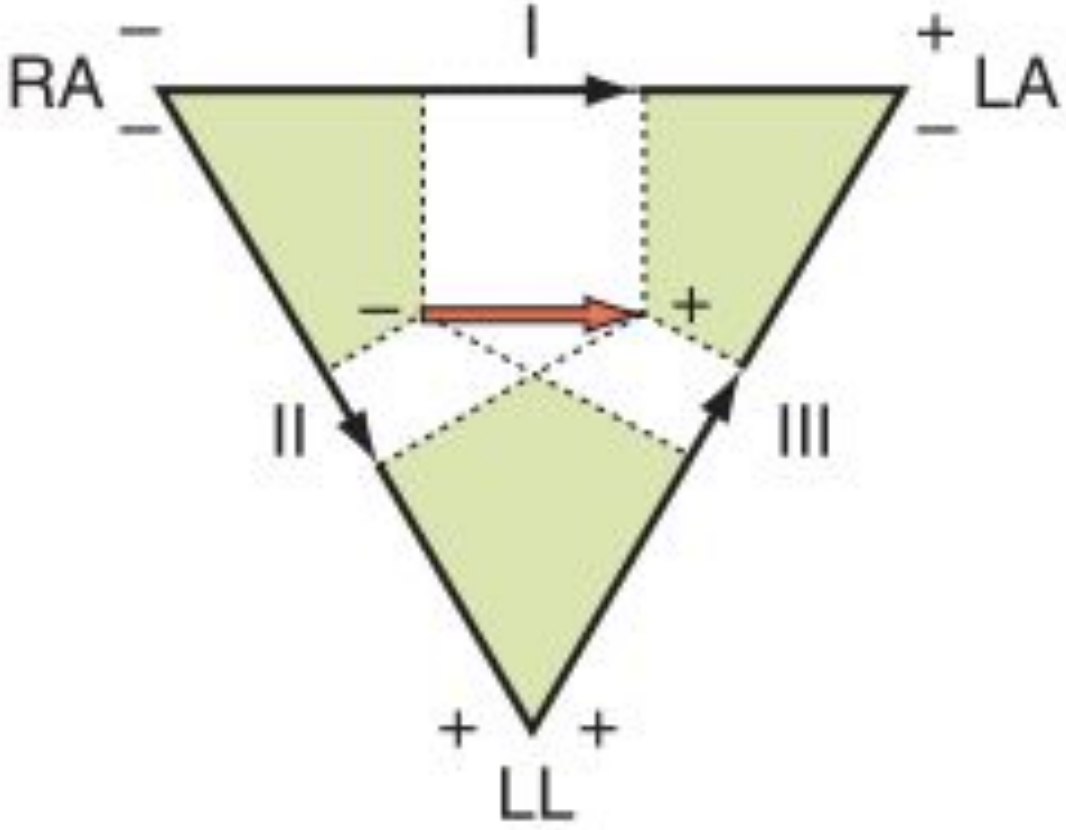
A

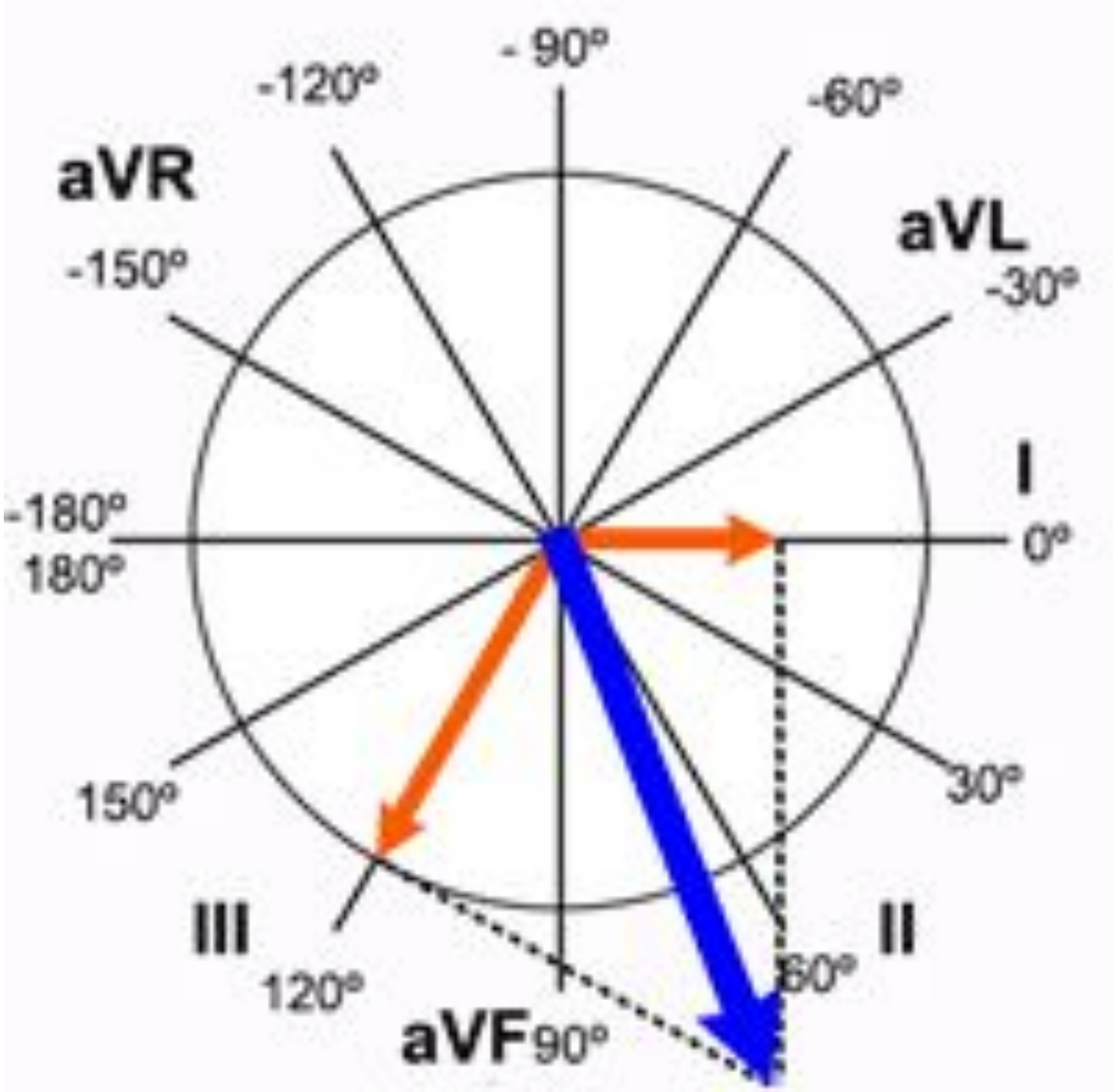
Right axis shift
θ = 120 degrees

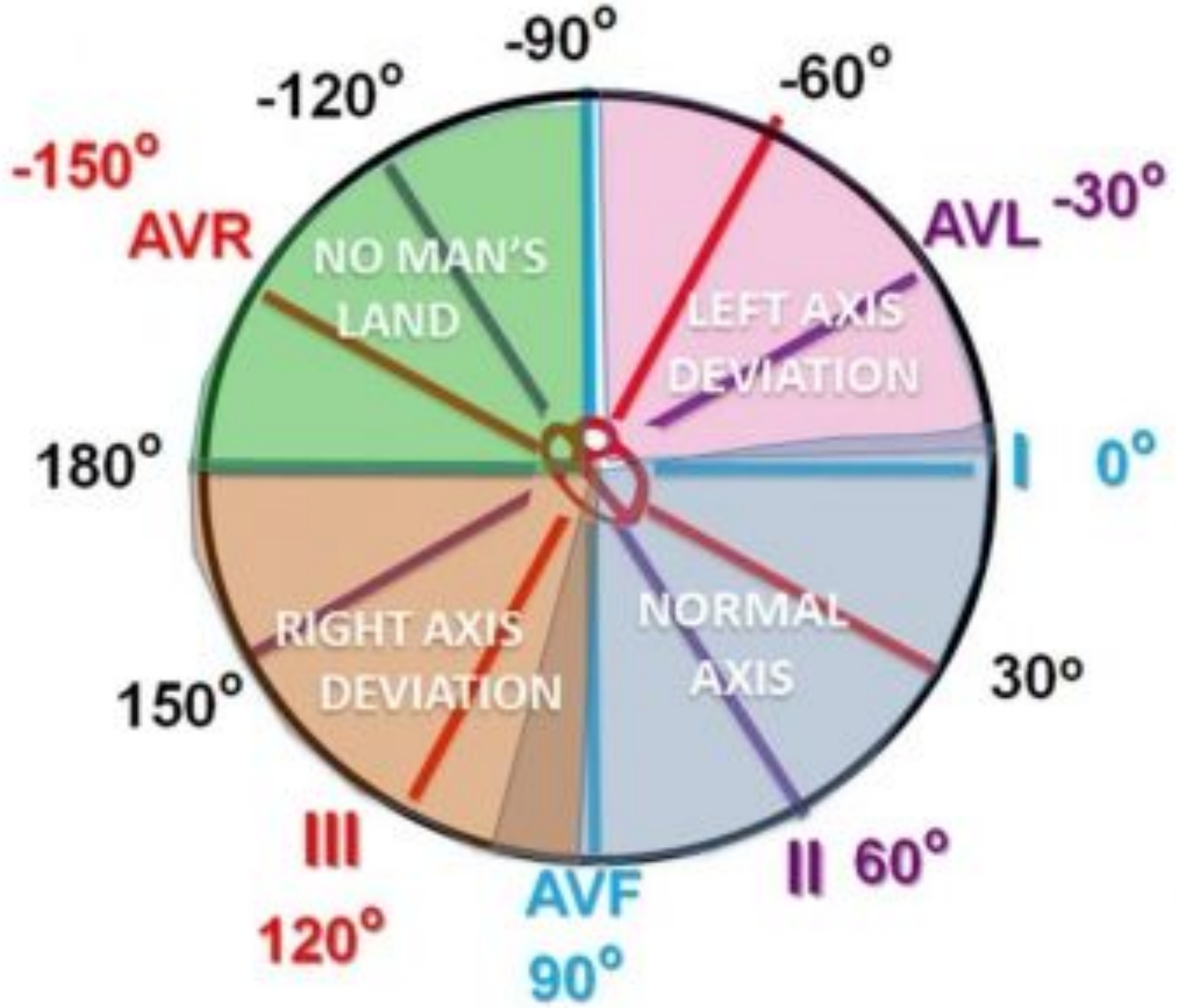


Left axis shift
θ = 0 degrees

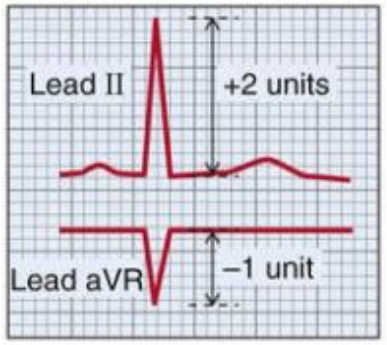





- 90°
-120°
-60°
aVR
aVL
-150°
-30°
I
-180°
180°
0°
150°
30°
III
II
120°
60°
aVF
90°

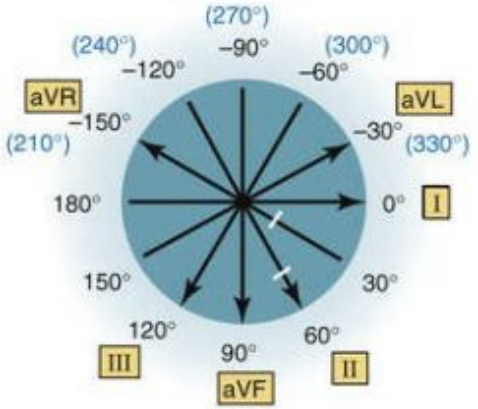

-90°
-120°
-60°
-150°
AVR
AVL
-30°
NO MAN'S LAND
LEFT AXIS DEVIATION
180°
I
0°
RIGHT AXIS DEVIATION
NORMAL AXIS
150°
30°
III
II
60°
AVF
120°
90°

A GEOMETRIC METHOD



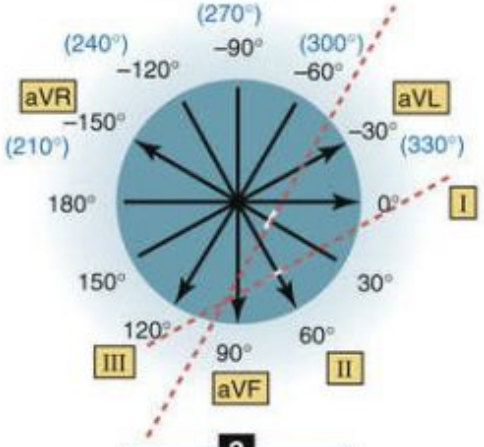
1 **Measure** magnitude of QRS.

Circle of axes



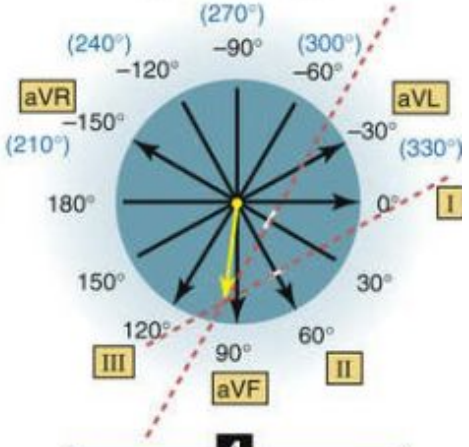
2 **Mark** on circle of axes, +2 units at 60° (lead II) and 1 unit at 30° (negative direction on aVR).

Circle of axes



3 **Draw** two perpendiculars.

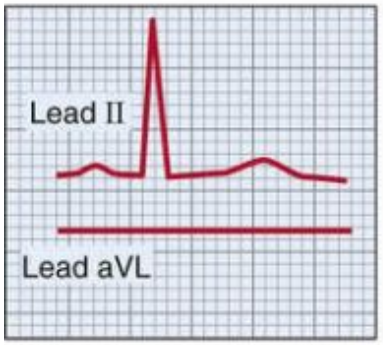
Circle of axes

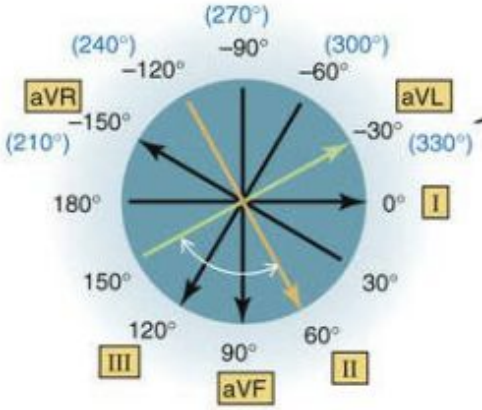


4 **Connect** center of circle with intersection of two perpendiculars.

5 **Estimate** axis of yellow arrow (about 95°).

B INSPECTION METHOD





aVL is the isoelectric lead.

1 **Identify** lead where QRS is isoelectric, in this example, aVL.

2 **Identify** axis perpendicular to isoelectric lead. In this example, lead II (+60° or −120°) is perpendicular to aVL. If QRS on lead II is positive, axis is +60°. If negative, axis is −120°. Because lead II shows a positive deflection, +60° must be correct.

Зубцы и интервалы	Возраст			
	Новорожденный	До 2 лет	Дошкольный	Школьный
Зубец P	1/3 зубца R	1/6 зубца R	1/10—1/8 зубца R	1/10—1/8 зубца R
Интервал PQ,с	0,09—0,12	0,11—0,15	0,11—0,16	0,12—0,17
Зубец Q	1/3—1/2 зубца R	1/3—1/2 зубца R	Непостоянный	Не больше 1/4 зубца R
Комплекс QRS,с	0,04—0,05	0,04—0,05	0,05—0,06	0,06—0,08
Зубец T	Менее 1/4 зубца R	Менее 1/4 зубца R	1/4 зубца R	1/4—1/3 зубца R