

**ТЕМА ЛЕКЦІЇ:**

**“ФОРМУВАННЯ НОРМАЛЬНОЇ ЕКГ  
ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЧНИЙ МЕТОД  
ОБСТЕЖЕННЯ”**



# ПЛАН ЛЕКЦІЇ:



- 1. Формування електрокардіограми м'язового волокна серця:*
- 2. Формування електрокардіограми при поширенні збудження серцем.*
- 3. Електрокардіографічні відведення:*
  - а) стандартні;
  - б) підсилені;
  - в) грудні;
- 4. Характеристика нормальної електрокардіограми*
- 5. Аналіз електрокардіограми:*
  - а) визначення джерела збудження;
  - б) оцінка серцевого ритму;
  - в) визначення частоти серцевих скорочень;
  - г) оцінка вольтажу електрокардіограми;
  - д) визначення напрямку електричної осі;
  - е) аналіз окремих елементів електрокардіограми.

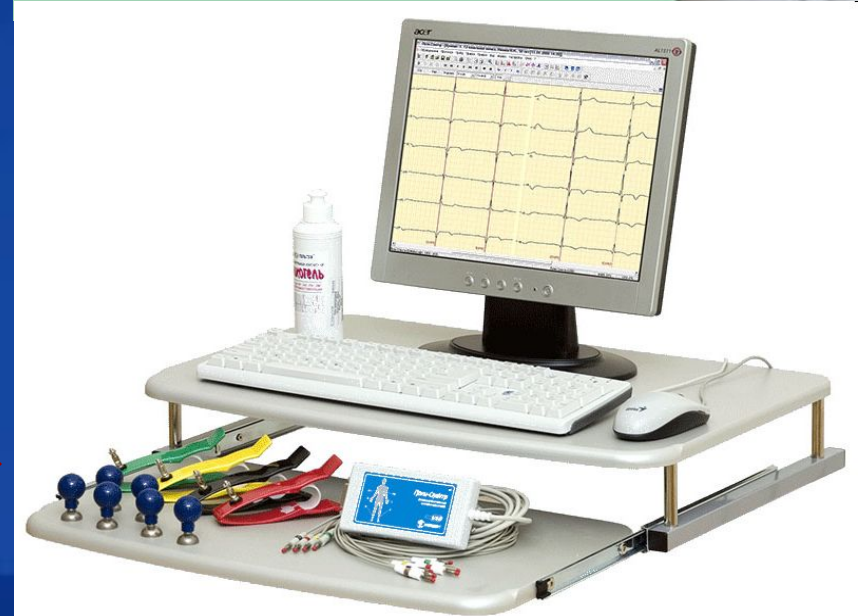
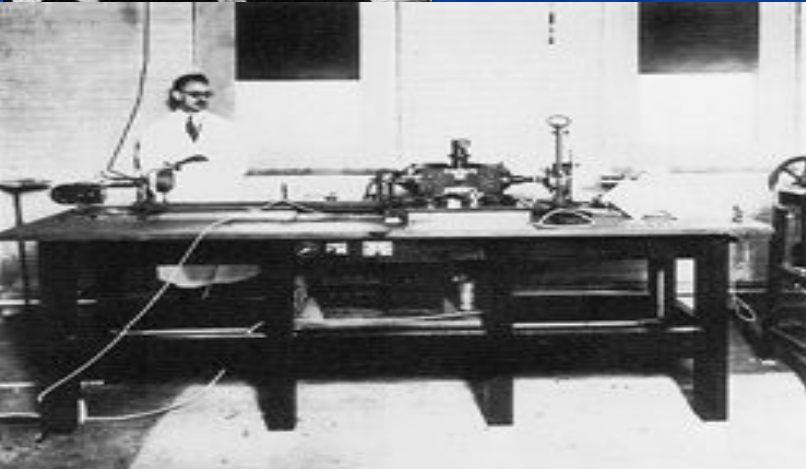
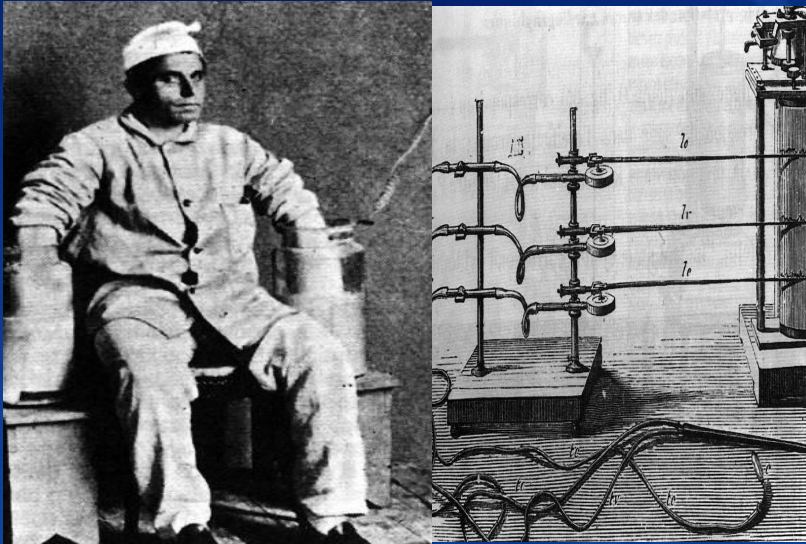


В.Ейнтховен

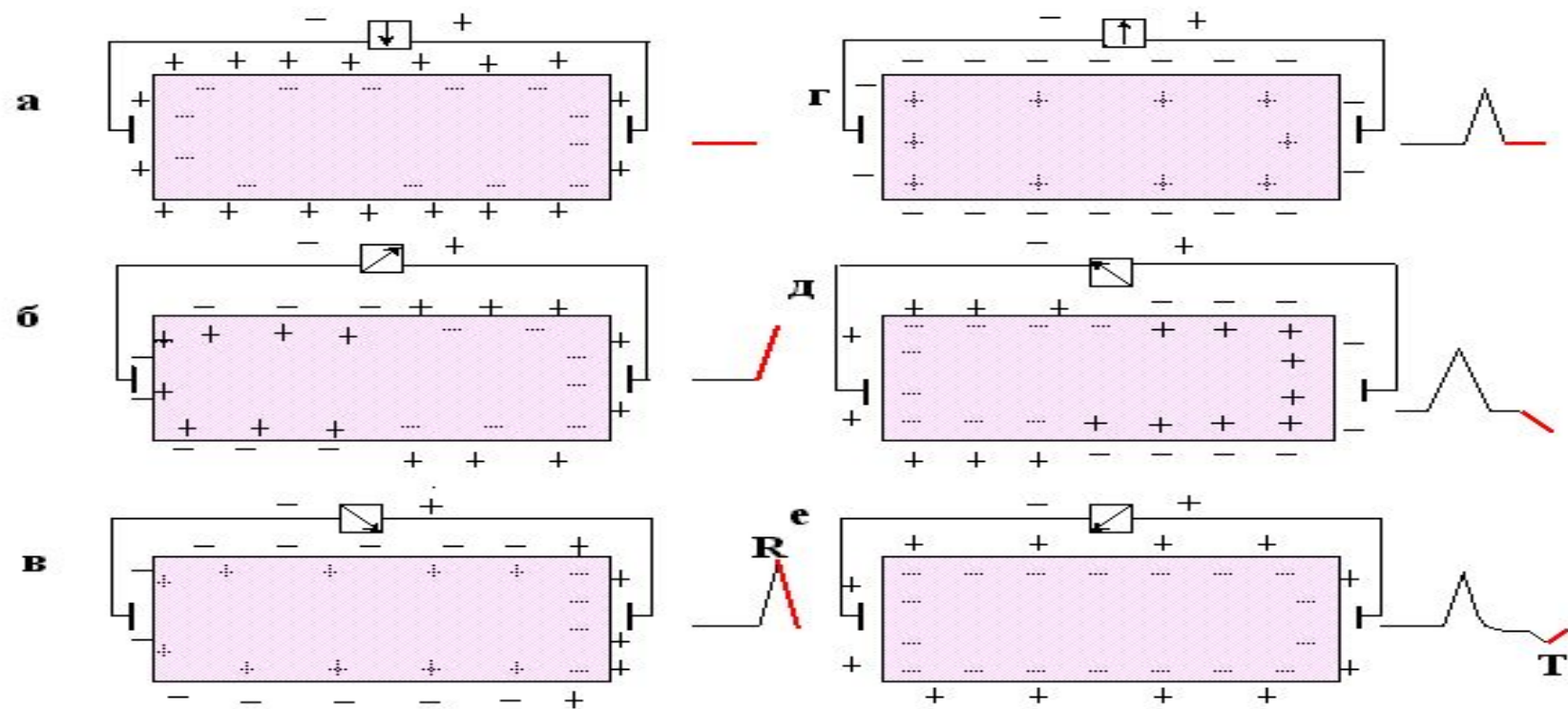
# ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЇ

- Наявність електричних явищ в серцевому м'язі вперше виявили два німецьких учених: Р. Келлікер та І. Мюллер в 1856 р. В 1873 р. англійський фізіолог А. Уоллер вперше отримав запис електричної активності міокарду людини. Він же вперше сформулював основні положення електрофізіологічних понять ЕКГ, припустивши, що серце є диполем. Першим, хто вивів ЕКГ із стін лабораторій в лікарську практику, був голландський фізіолог Віллем Ейнтховен. Після 7 років наполегливої праці, він створив перший електрокардіограф, який правда був дуже громіздкою спорудою і важив близько 270 кг. Його обслуговуванням було зайнято 5 співробітників. Проте, результати, отримані Ейтховеном, були революційними. Уперше в руках лікаря опинився прилад, який так багато говорить про стан серця. Ейтховеном було запропоновано розташовувати електроди на руках і ногах, що використовується і по сьогоднішній день. В 1924 р. йому була присвоєна Нобелівська премія.

# ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЇ



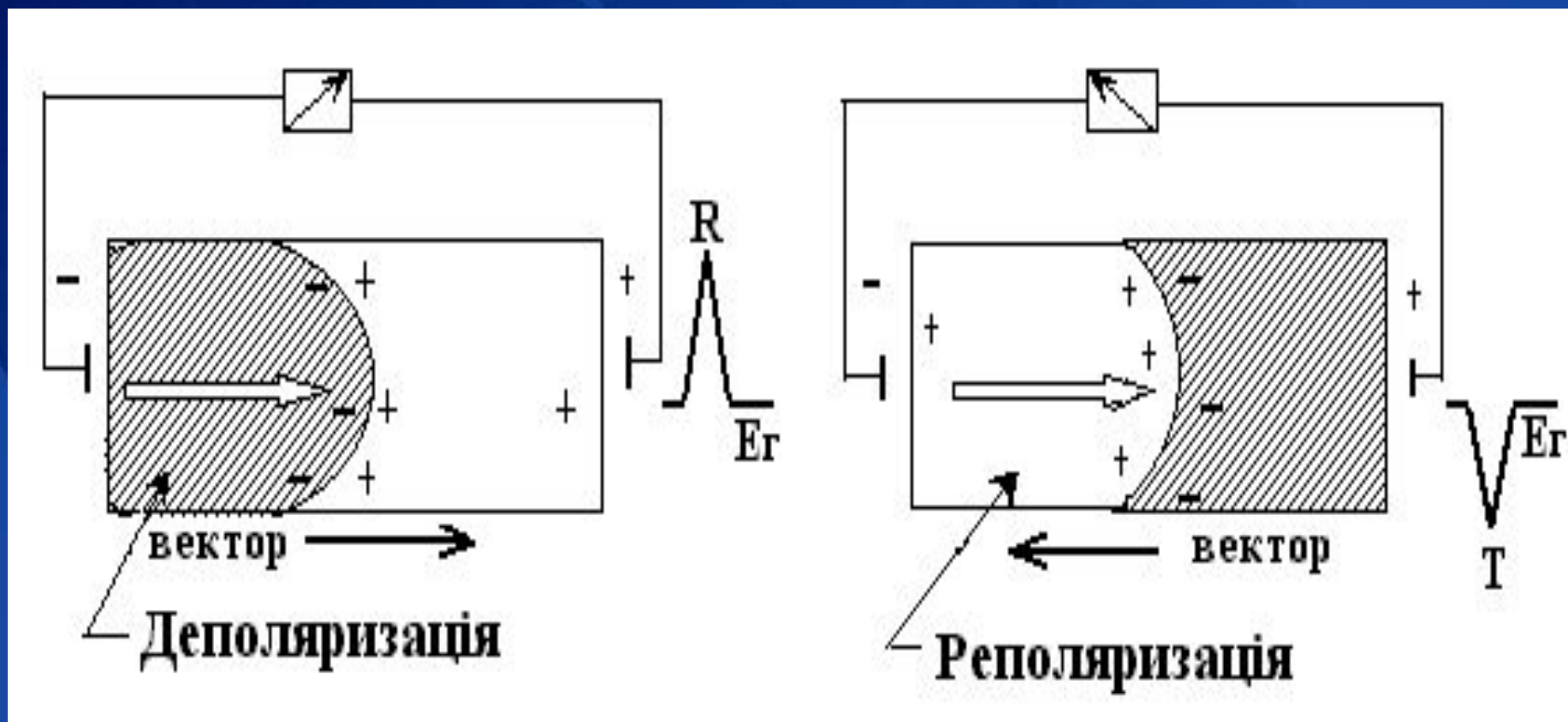
# Формування електрограми м'язового волокна



# Поширення хвиль деполяризації і реполяризації одиноким м'язовим ВОЛОКНОМ

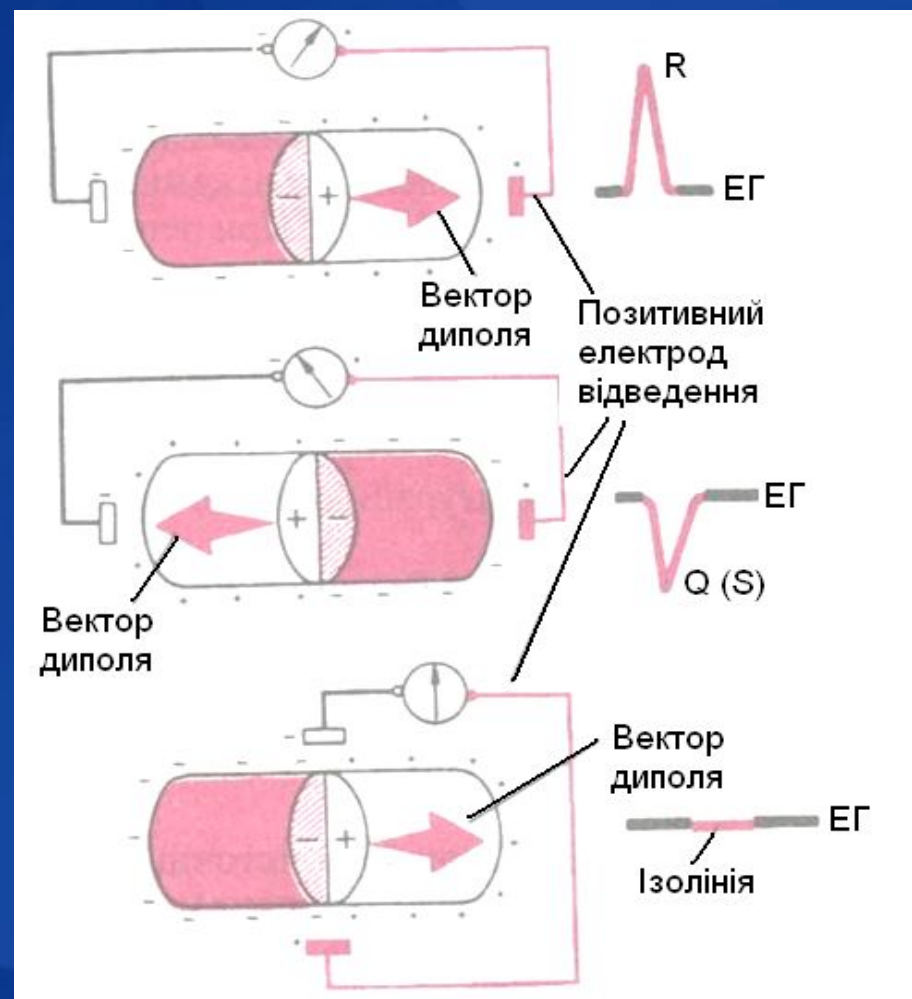
- Цей процес можна умовно уявити як переміщення двох зарядів розміщених на границі збудженої (-) і незбудженої (+) ділянки волокна. Ці заряди, рівні за величиною і протилежні за знаком, утворюють диполі. Одиноке збуджене волокно можна умовно вважати за диполь.
- Позитивний полюс диполя завжди знаходиться з боку незбудженої, а негативний полюс - з боку збудженої ділянки міокардіальної клітини. Диполь створює елементарну електрорушійну силу, що обумовлена різницею потенціалів, яка характеризується певною величиною і напрямком. Раз електрорушійна сила має напрямок, то вона вважається векторною величиною.

# Напрямок вектора диполя при деполяризації і реполяризації кардіоміоцита



# Щоб описати як буде виглядати електрограма за будь-яких напрямків руху хвилі де- і реполяризації треба пам'ятати три правила:

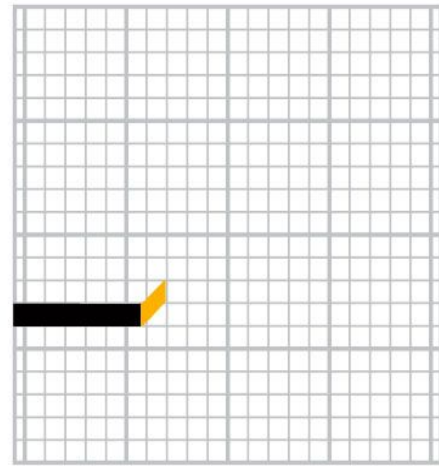
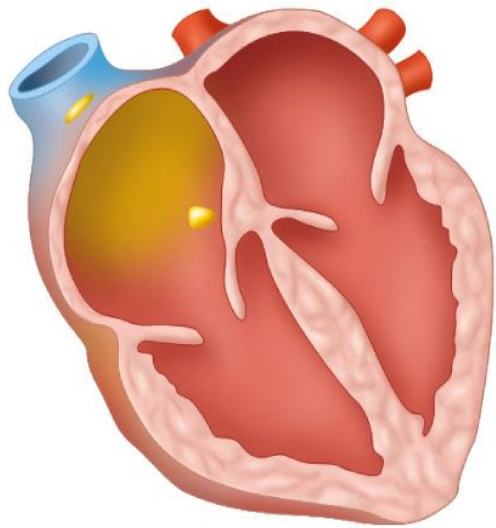
1. Якщо вектор диполя направлений в бік позитивного електрода відведення, то на електрограмі ми отримаємо позитивний зубець.
2. Якщо вектор диполя направлений в бік негативного електрода відведення, то на електрограмі отримаємо негативний зубець.
3. Якщо вектор диполя розміщений перпендикулярно до осі відведення, то на електрограмі записується ізолінія.





- Основні закономірності формування електрограми одинокого м'язового волокна, залишаються справедливими і для формування електрокардіограми.
- У серці одночасно відбувається збудження багатьох ділянок міокарда, причому напрямки векторів деполяризації і реполяризації в цих ділянках може бути різним.
- Електрокардіограф записує деяку сумарну, результуючу електрорушійну силу серця для даного моменту збудження.
- Теоретично можна уявити собі три випадки сумування векторів і отримання сумарного результуючого вектора:
  - 1) Якщо два вектори джерел струму направлені в один бік і паралельні один одному, то результуючий вектор буде складати суму векторів і матиме напрямки у той же бік.
  - 2) Якщо два вектори джерел струму направлені в протилежні боки, то результуючий вектор дорівнює їх різниці і орієнтований в бік більшого вектора.
  - 3) Якщо два вектори джерел струму направлені під кутом один до одного, то результуючий вектор дорівнює за величиною і напрямком діагоналі паралелограма, боками якого є два вектори.

# Формування ЕКГ

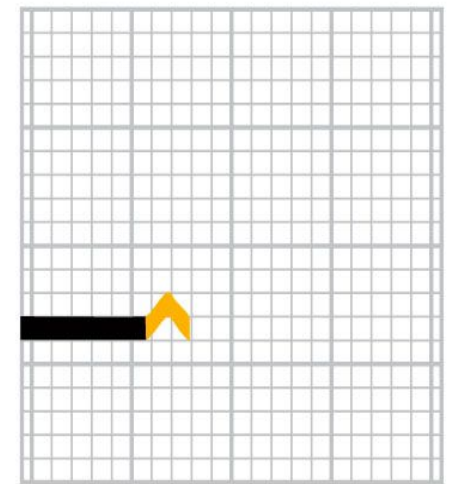
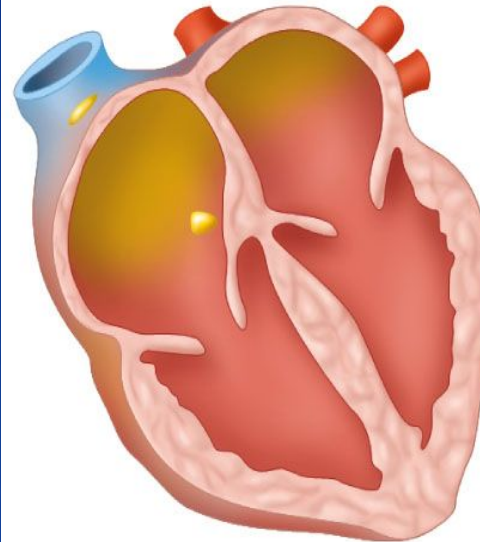


(a)

 Деполяризація


 Реполяризація

Деполяризація правого  
передсердя (висхідне коліно  
зубця P) (a)



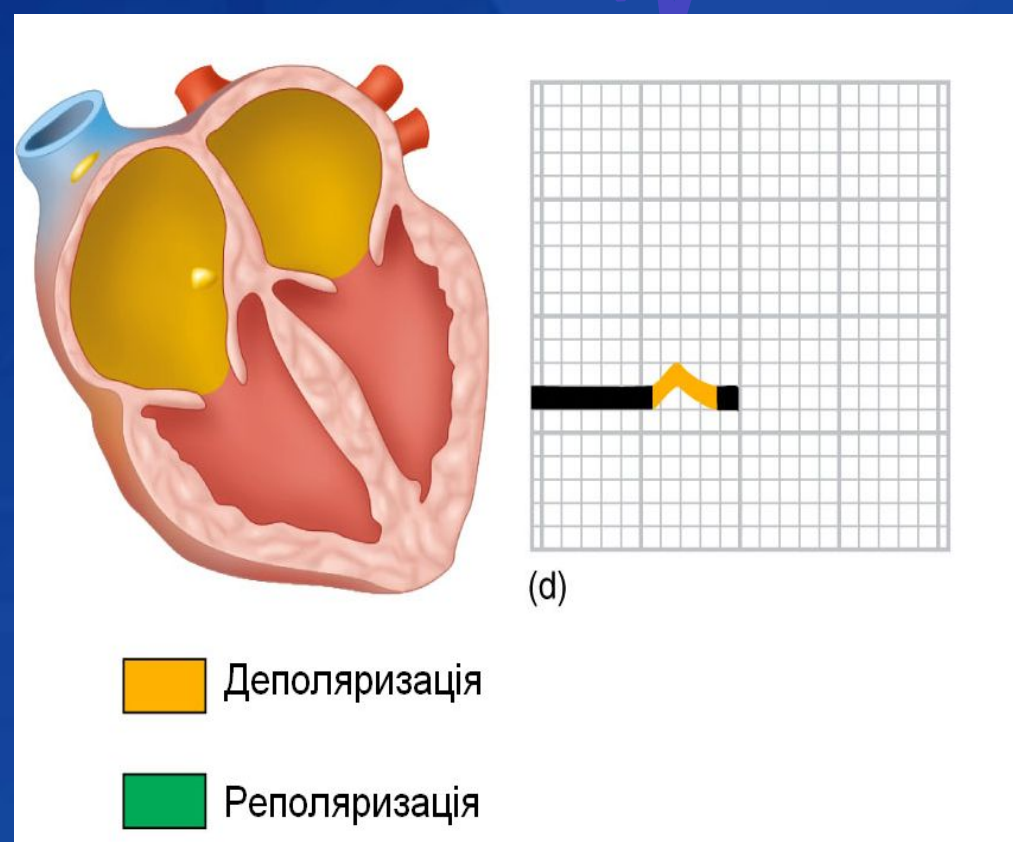
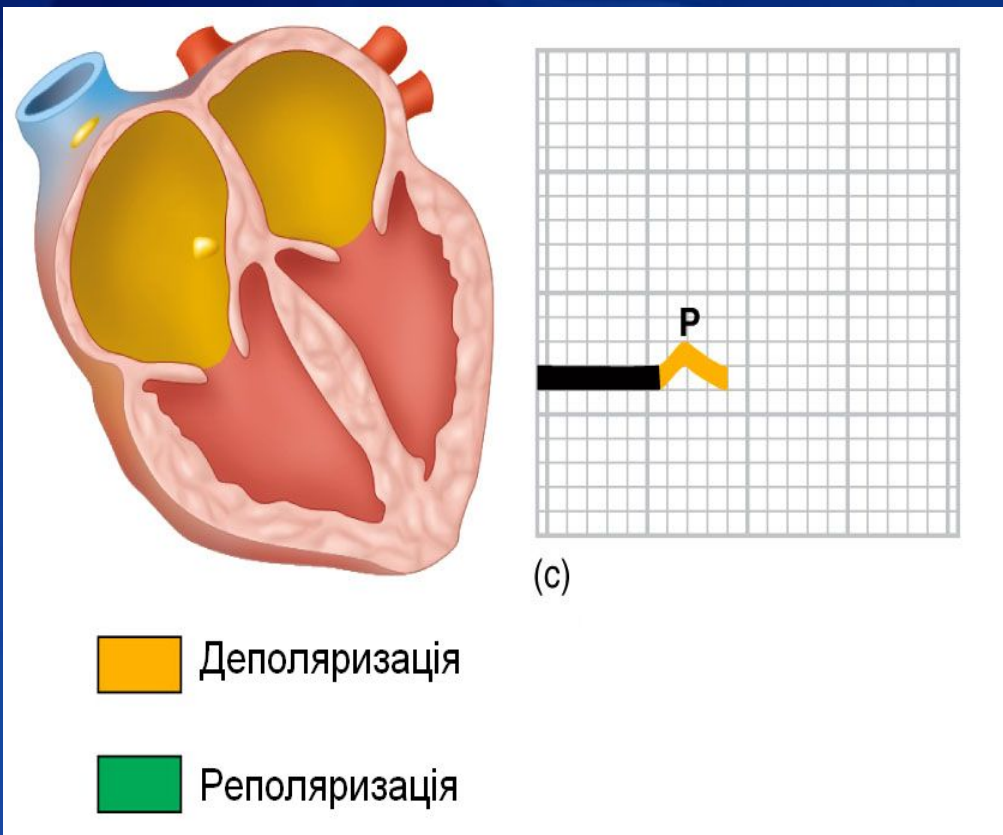
(b)

 Деполяризація

 Реполяризація

Деполяризація лівого  
передсердя (низхідне коліно  
зубця P) (b)

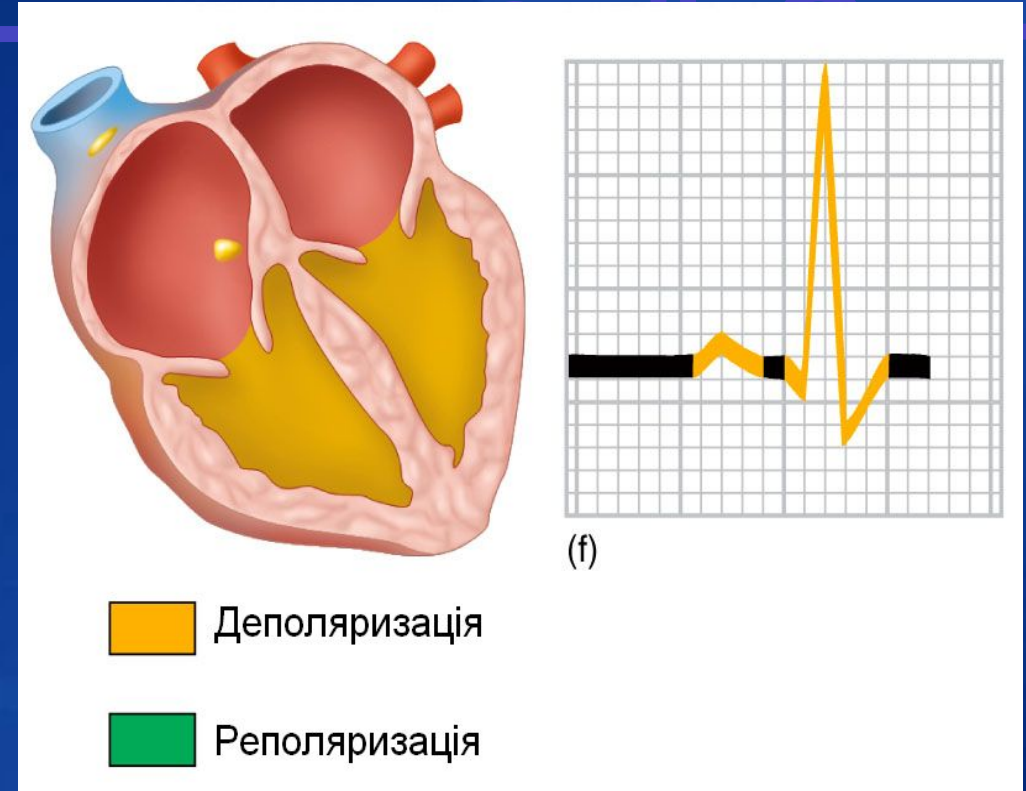
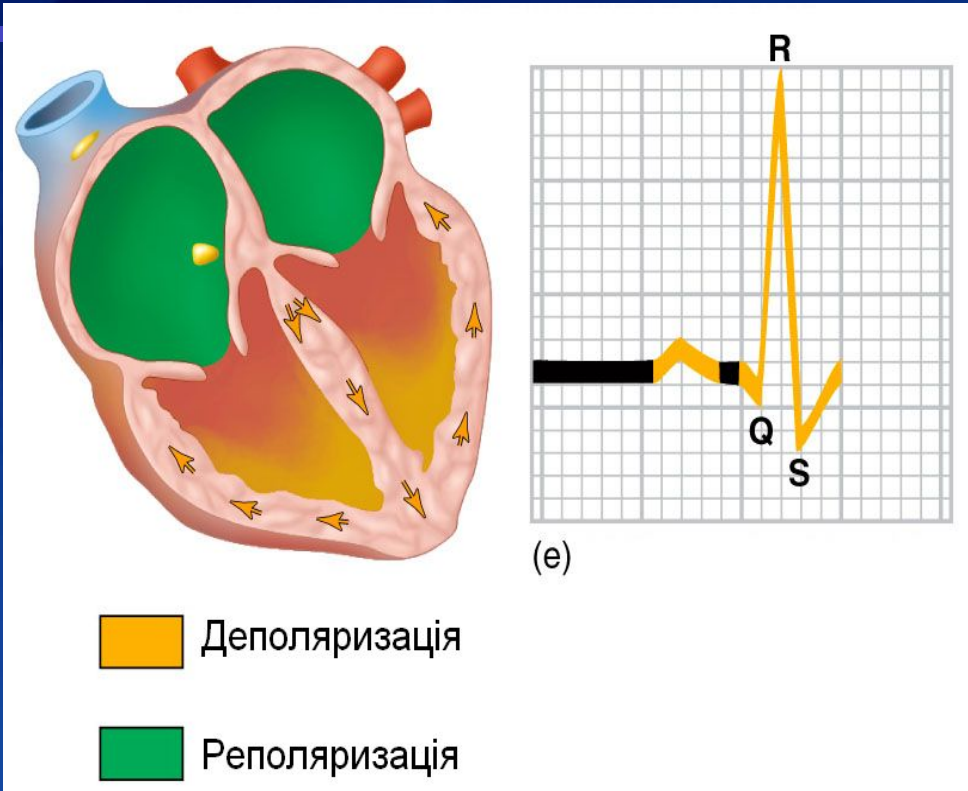
# Формування ЕКГ



Завершення деполяризації  
передсердь (c)

Затримка проведення  
збудження в А-В-вузлі (d)

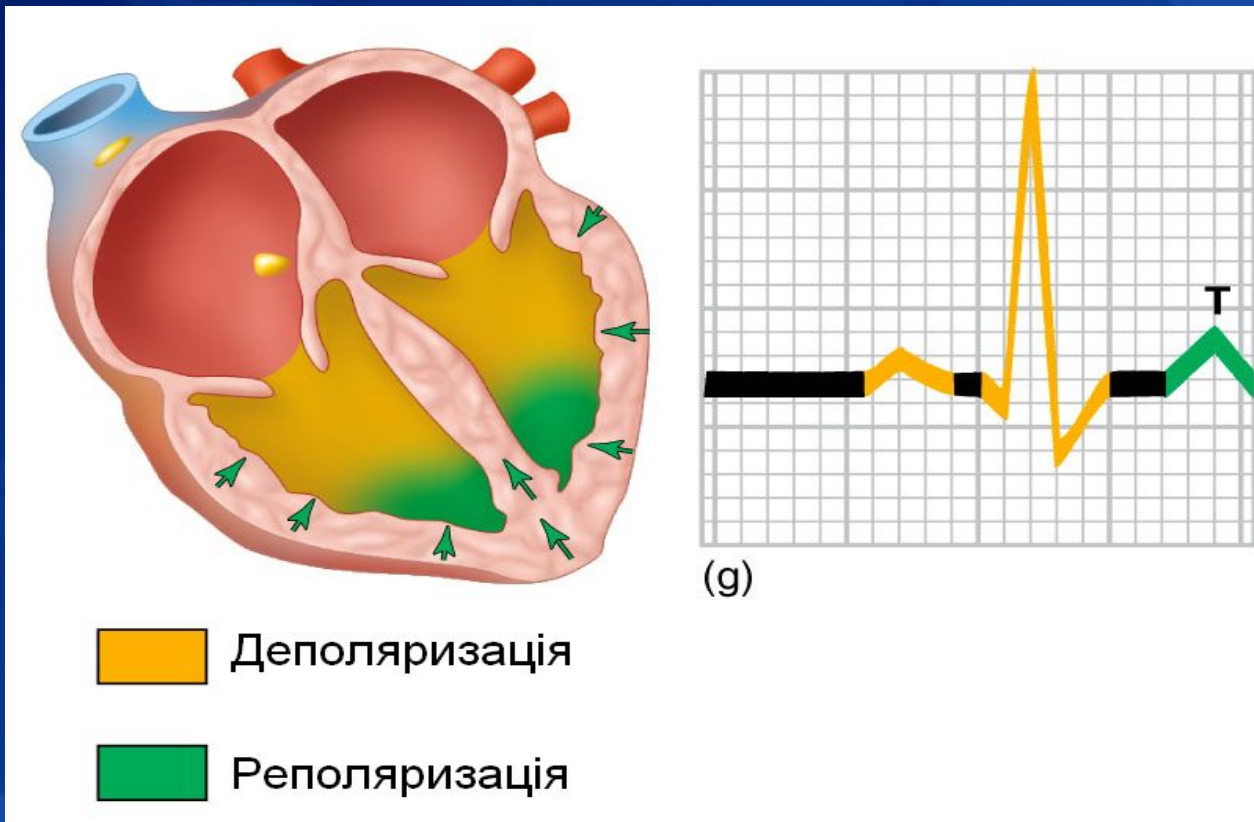
# Формування ЕКГ



Деполаризація міжшлуночкової перегородки (зубець Q), бокових стінок правого і лівого шлуночків (зубець R) і базальних відділів обох шлуночків та верхньої третини міжшлуночкової перегородки (зубець S) (e)

Повне охоплення збудженням міокарду шлуночків (сегмент S-T) (f)

# Формування ЕКГ



Реполаризація шлуночків (зубець Т)

# Формування ЕКГ



# Електрокардіографічні відведення



- **Вимірювання різниці потенціалів на поверхні тіла, виникаючої під час роботи серця, записується за допомогою різних відведень ЕКГ. Кожне відведення реєструє різницю потенціалів, існуючу між двома певними точками електричного поля серця, де встановлені електроди.**
- **Електроди, встановлені в кожній із вибраних точок на поверхні тіла, підключаються до гальванометра електрокардіографа. Один з електродів приєднується до позитивного полюса гальванометра (це позитивний або активний електрод), другий електрод - до його негативного полюса (негативний електрод).**
- **В даний час у клінічній практиці найбільш широко використовують 12 відведень ЕКГ: 3 стандартних, 3 підсилені і 6 грудних.**

# СТАНДАРТНІ ЕКГ-ВІДВЕДЕННЯ (ЗА ЕЙНДХОВЕНОМ)

## I відведення

(+) ліва рука –

(-) права рука;

## II відведення

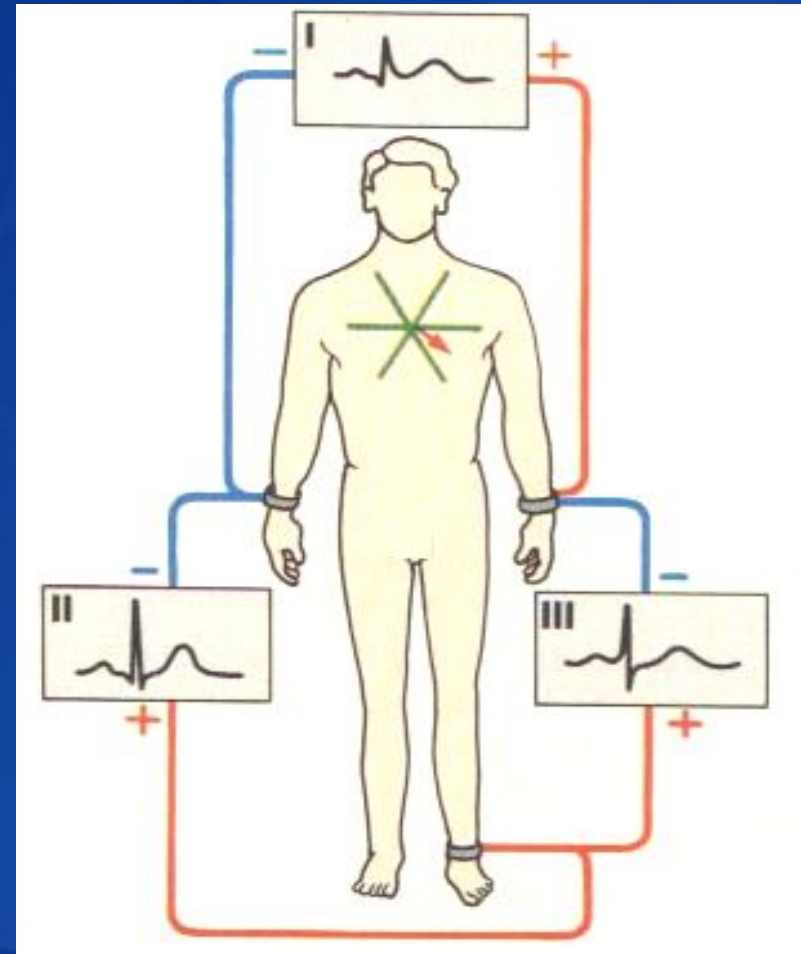
(+) ліва нога –

(-) права рука;

## III відведення

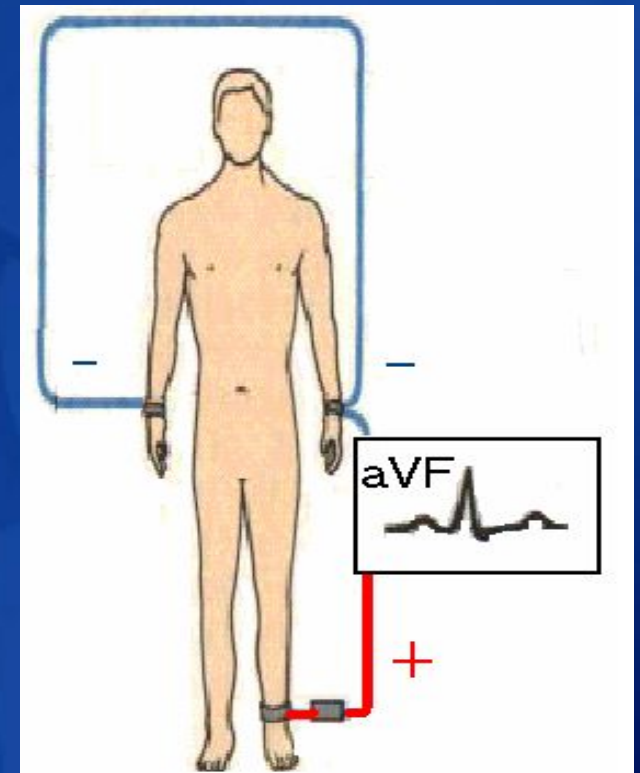
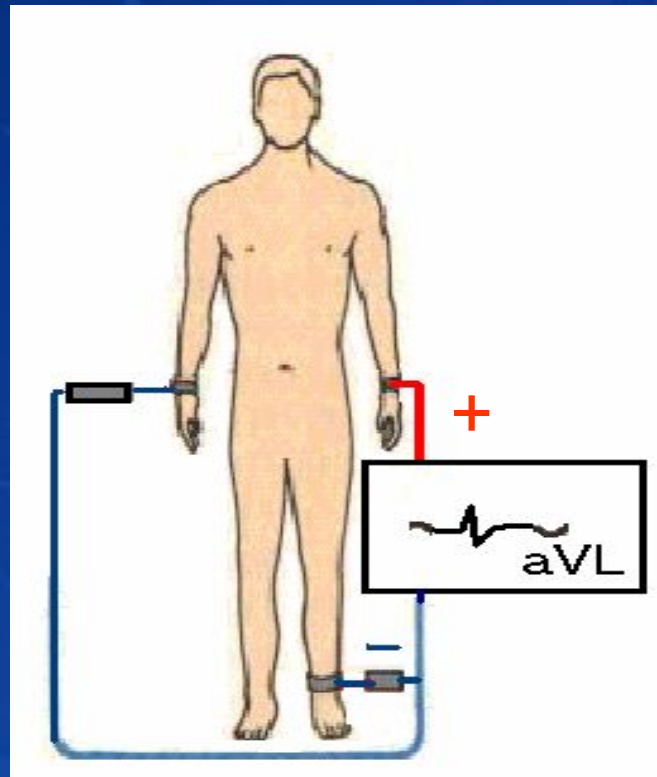
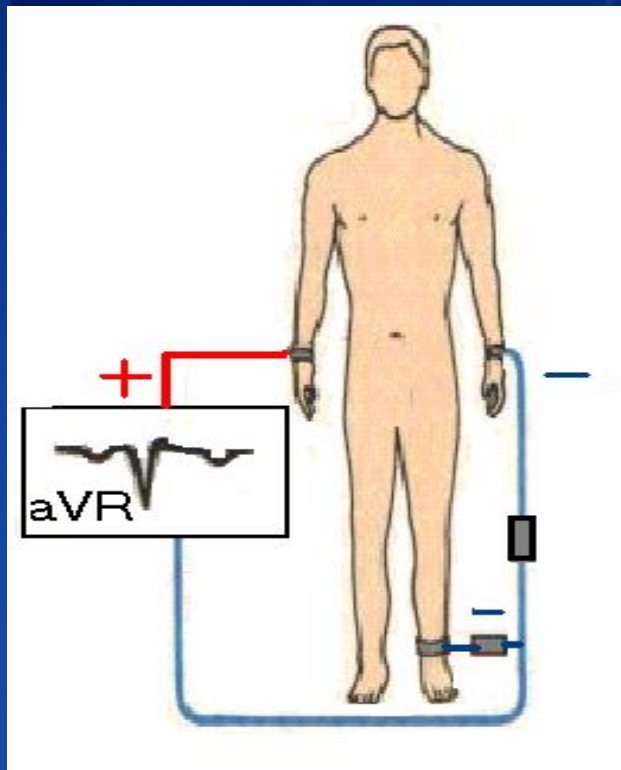
(+) ліва нога –

(-) ліва рука.





# ПІДСИЛЕНІ ЕКГ-ВІДВЕДЕННЯ (ЗА ГОЛЬДБЕРГЕРОМ)

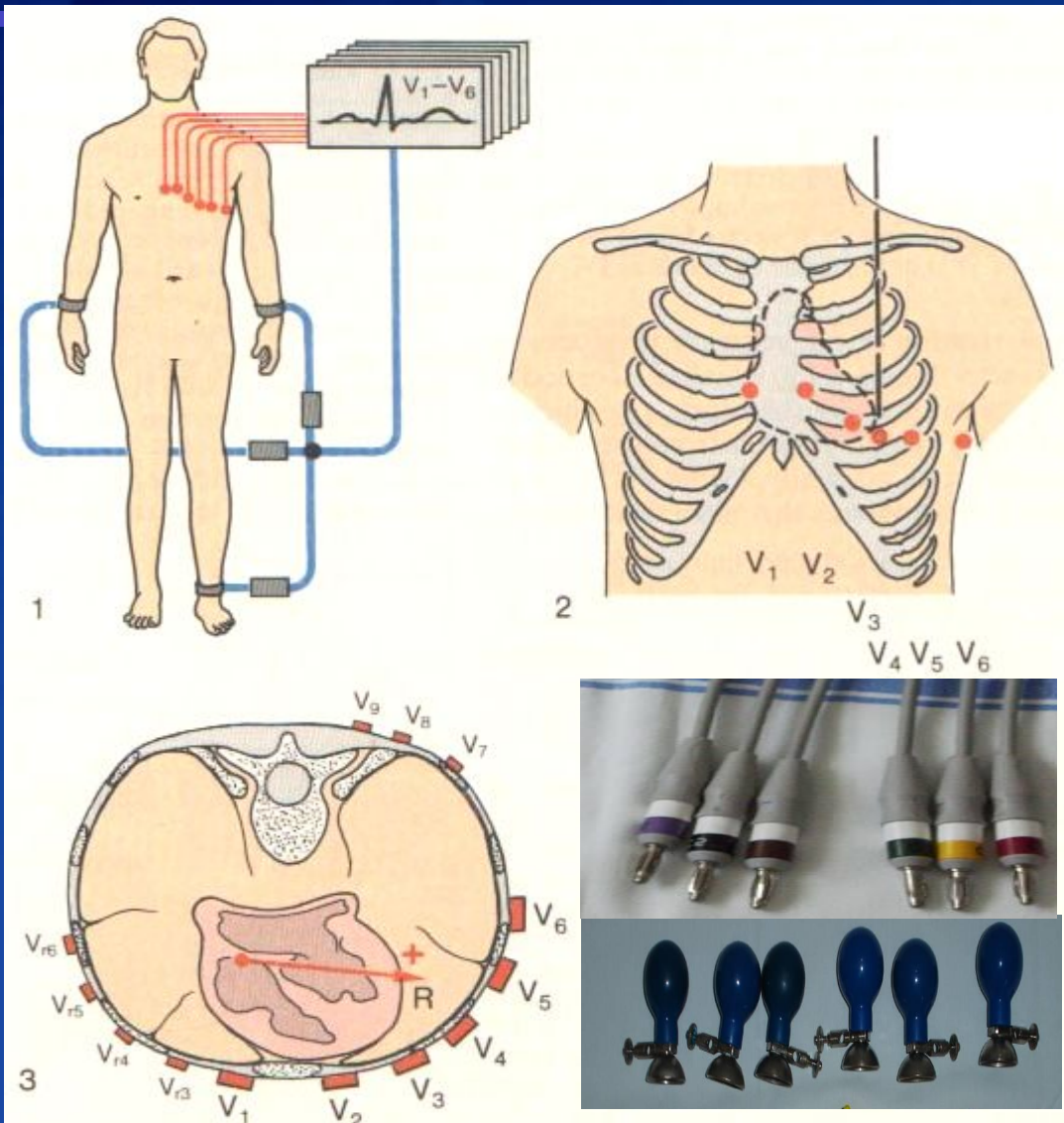


# Встановлення електродів на кінцівки

- Для запису стандартних і підсилених відведень, електроди накладають на праву руку (червоне маркування), на ліву руку (жовте маркування), на ліву ногу (зелене маркування). Четвертий електрод встановлюється на праву ногу (чорне маркування).
- Підсилені однополюсні відведення, так як і стандартні, дають можливість зареєструвати зміни електрорушійної сили серця у фронтальній площині.

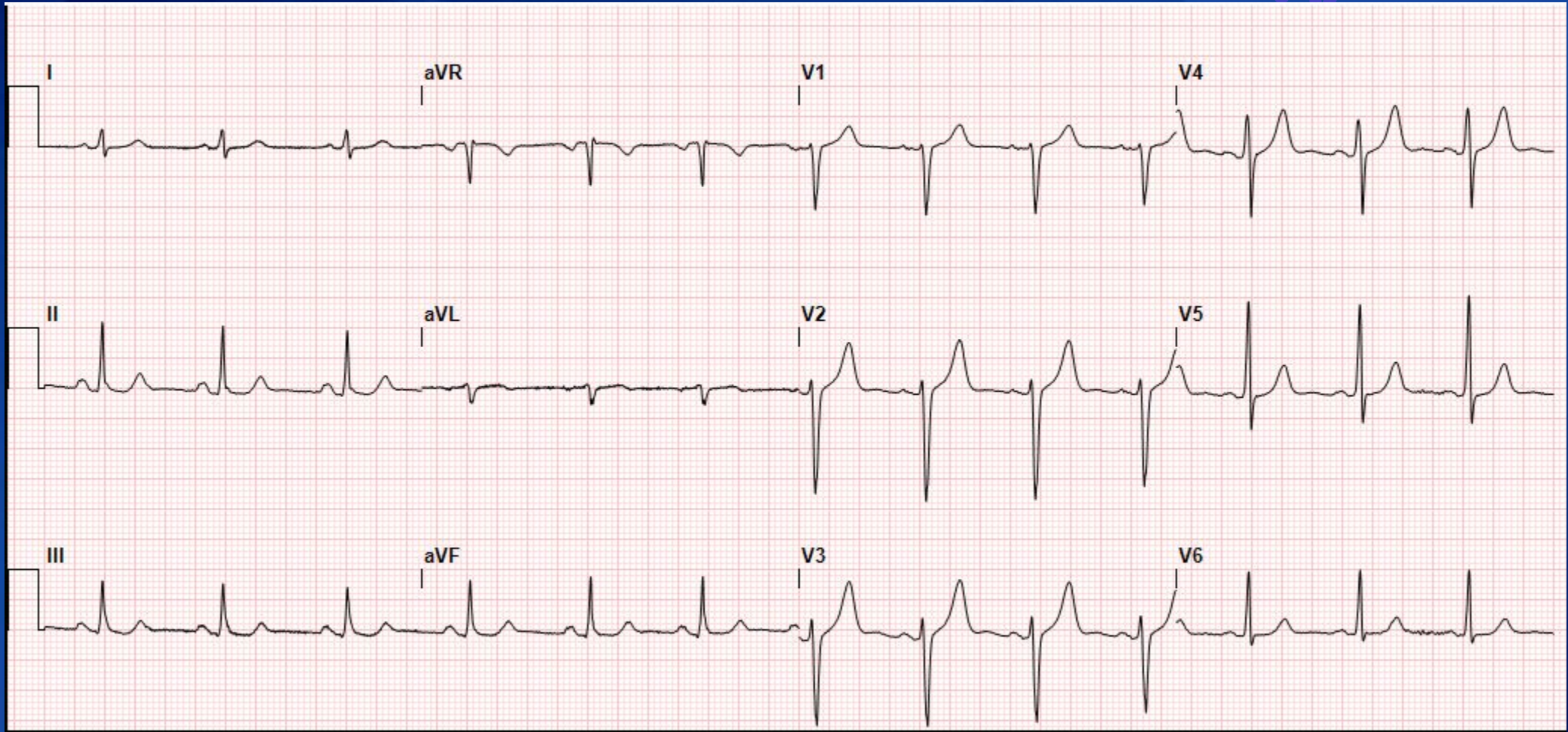


# ГРУДНІ ЕКГ-ВІДВЕДЕННЯ (ЗА ВІЛЬСОНОМ)



- V1 – активний електрод у четвертому міжребер'ї з правого краю груднини;
- V2 – активний електрод у четвертому міжребер'ї з лівого краю груднини;
- V3 – активний електрод на рівні четвертого ребра (середина відстані між V2 і V4);
- V4 – активний електрод у п'ятому міжребер'ї по лівій серединно-ключичній лінії;
- V5 – активний електрод у п'ятому міжребер'ї зліва по передній аксілярній лінії;
- V6 – активний електрод у п'ятому міжребер'ї по лівій середній аксілярній лінії.

# ЕКГ В СТАНДАРТНИХ, ПІДСИЛЕНИХ ТА ГРУДНИХ ВІДВЕДЕННЯХ

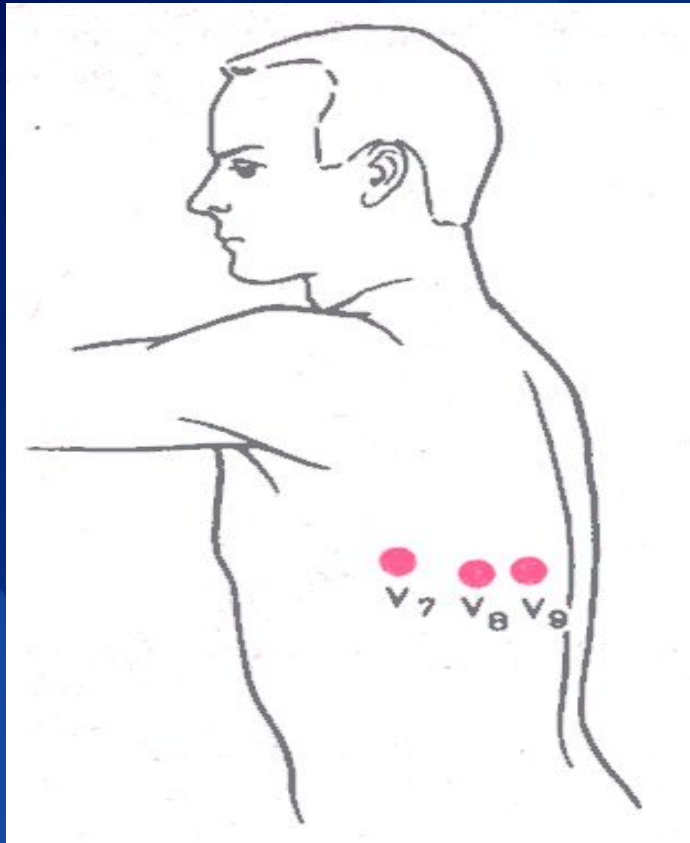


# ДОДАТКОВІ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЧНІ ВІДВЕДЕННЯ

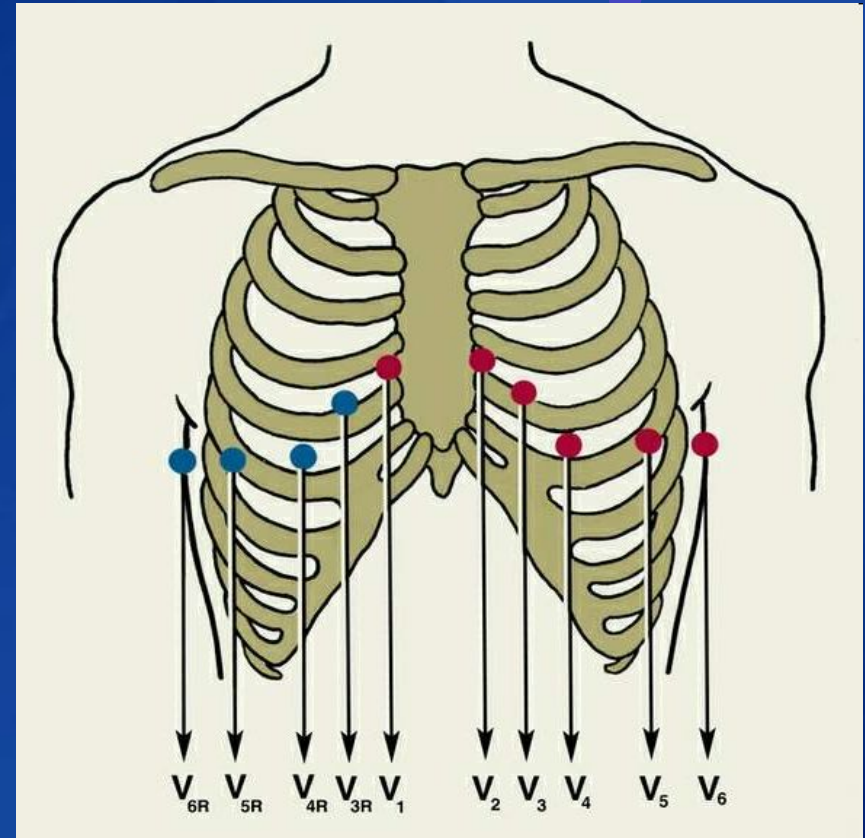


- Ліві грудні:  $V_7-V_9$
- Праві грудні ( $V_{3R}-V_{6R}$ )
- Двополюсні грудні відведення за Небом
- Грудні відведення за Слопаком
- Черезстравохідна ендокардіограма
- Внутрішньосерцева ендокардіограма

# ДОДАТКОВІ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЧНІ ВІДВЕДЕННЯ



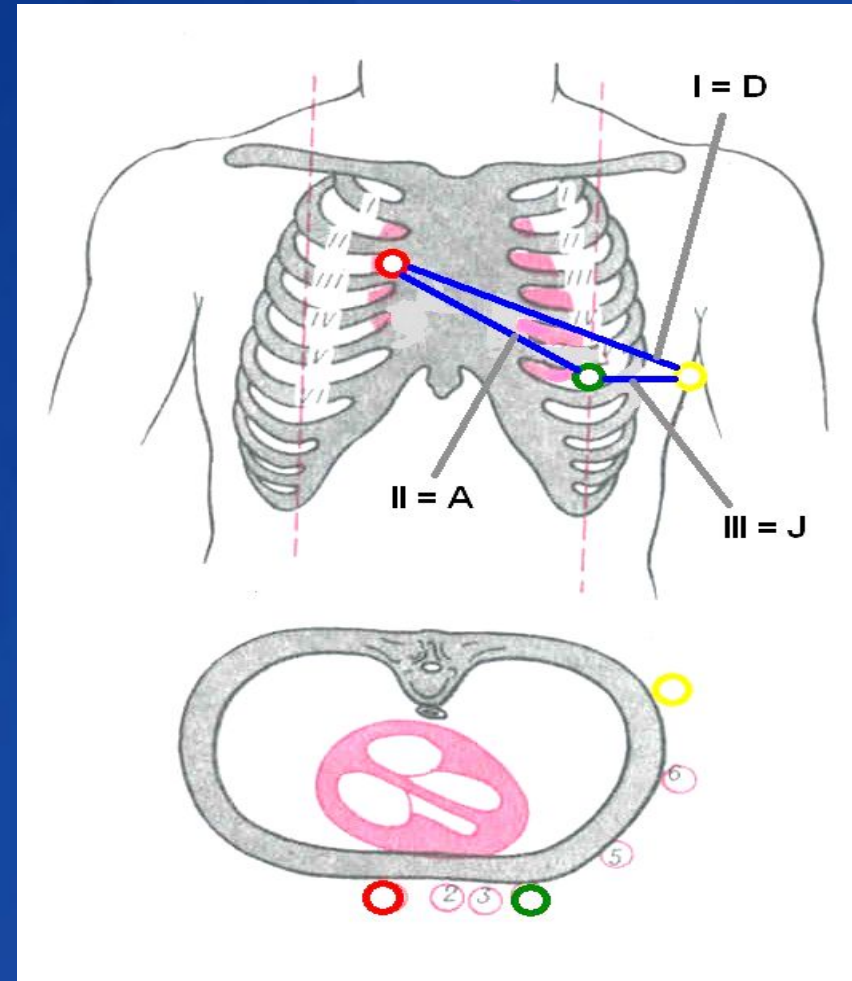
Встановлення лівих  
грудних відведень



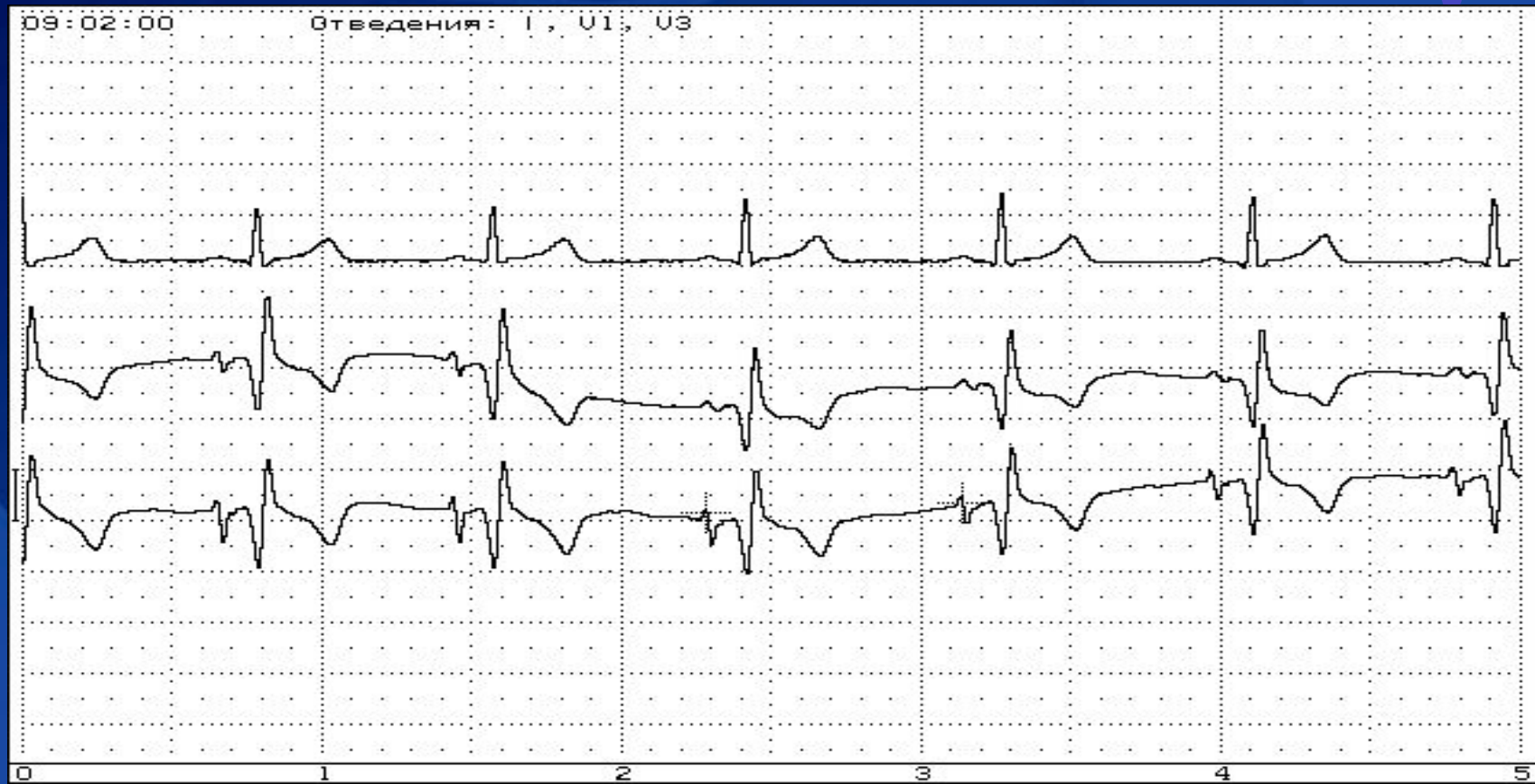
Встановлення правих  
грудних відведень

# Двополюсні грудні відведення за Небом

- Електрод з червоним маркуванням встановлюють в II міжребер'я з правого краю грудини; електрод з зеленим маркуванням встановлюють в позицію відведення V4 , а електрод із жовтим маркуванням встановлюють в V міжребер'ї по задній пахвовій лінії.
- Реєструють відведення «Dorsalis» (D), «Anterior» (A) і «Inferior» (I).
- Відведення по Небу застосовуються для діагностики вогнищевих змін міокарда задньої стінки «Dorsalis» , передньобоккової стінки «Anterior» і нижніх відділів передньої стінки «Inferior».



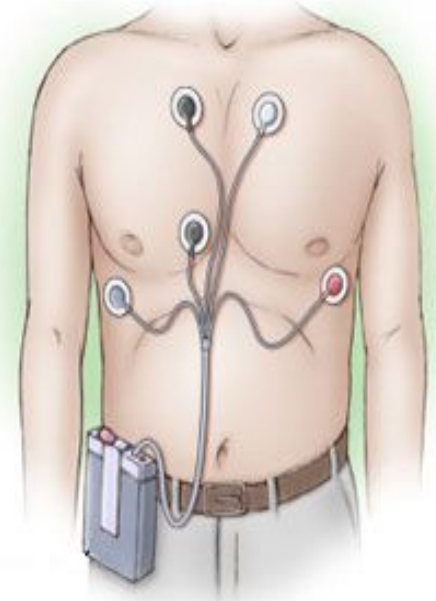
# Черезстравохідна ендокардіограма





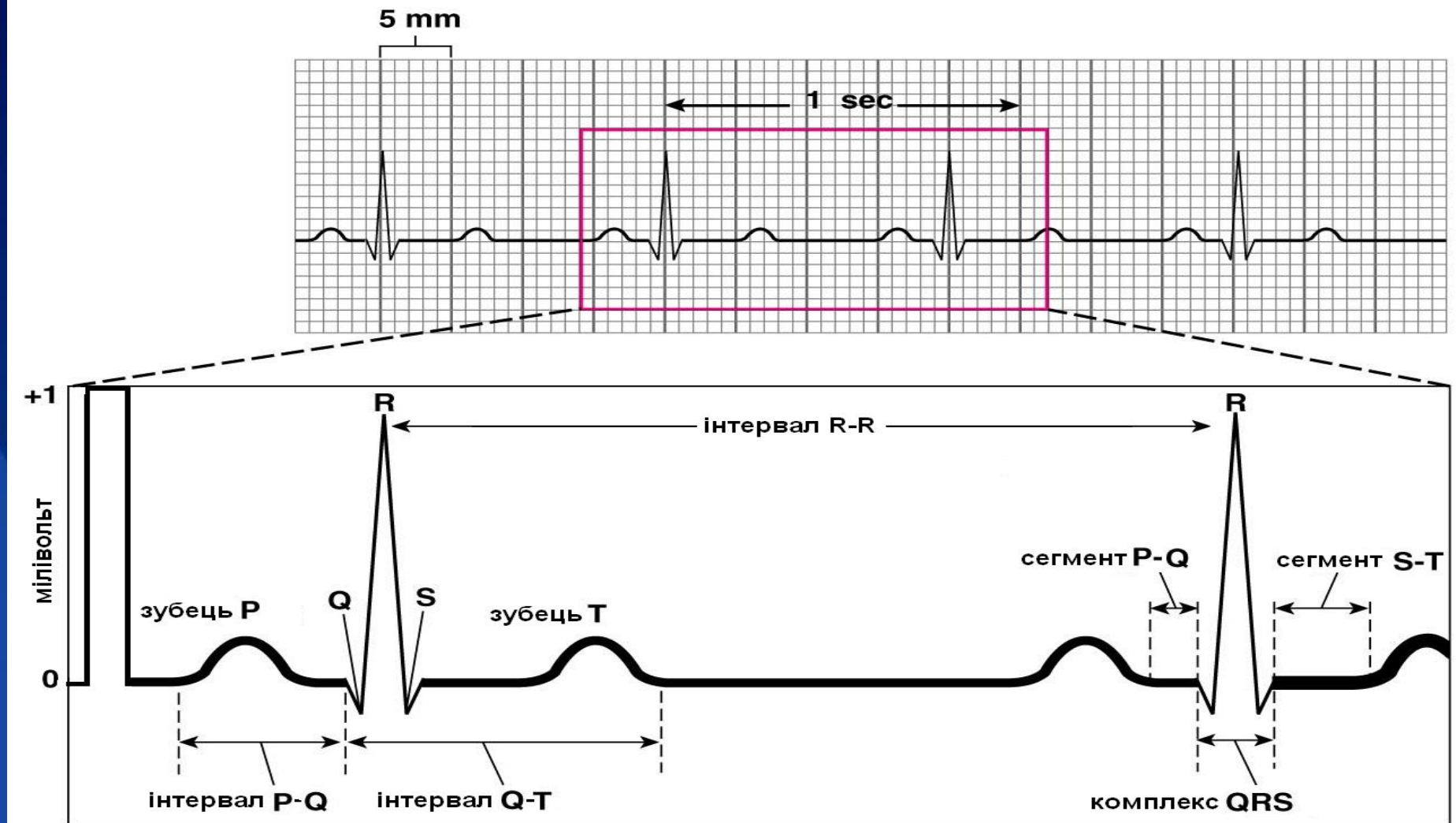
# Холтерівський моніторинг ЕКГ

- Холтеровський моніторинг ЕКГ - добове монітування ЕКГ, - метод електрофізіологічної інструментальної діагностики, запропонований американським біофізиком Норманом Холтером.
- Дослідження являє собою безперервну реєстрацію електрокардіограми протягом 12 годин і більше. Запис ЕКГ здійснюється за допомогою спеціального портативного апарата, який пацієнт носить із собою. Запис ведеться по 2-12 каналах. На сьогодні найбільш поширені саме 2 - і 3- канальні реєстратори.
- Для здійснення контакту з тілом пацієнта використовуються одноразові клейкі електроди. Важливою умовою для якісного запису є підготовка поверхні шкіри: її знежирюють і злегка



**Холтерівське моніторинг - один з популярних методів діагностики порушень серцевого ритму. Показано пацієнтам зі скаргами на серцебиття і перебої в роботі серця - для виявлення порушень ритму і провідності серця, з неприємністю, а також частково для реєстрації «німої» (безбольової) ішемії міокарда, для оцінки деяких параметрів роботи електрокардіостимулятора.**

# Схема ЕКГ



# Послідовність і порядок аналізу ЕКГ

- 1. Визначення джерела збудження.** Для визначення джерела збудження (водія ритму) необхідно оцінити хід збудження передсерддями і встановити відношення зубців Р до шлуночкових комплексів QRS. У нормі електричний імпульс виникає в синусовому вузлі і на ЕКГ в II стандартному відведенні реєструються позитивні зубці Р перед кожним комплексом QRS.
- 2. Оцінка правильності серцевого ритму** на основі порівнювання тривалості інтервалів R–R. У нормі відмічається незначне коливання їх тривалості в межах 0,1 с.
- 3. Визначення частоти серцевих скорочень.** При правильному ритмі серцевих скорочень треба 60 секунд розділити на тривалість інтервалу R–R в секундах.
- 4. Оцінка вольтажу ЕКГ.** Для цього необхідно оцінити амплітуду зубців R у стандартних відведеннях. Якщо амплітуда зубця R в II стандартному відведенні перевищує 5 мм, або сума амплітуд зубців R у I, II і III стандартних відведеннях більша 15 мм, то вольтаж ЕКГ збережений.
- 5. Визначення напрямку електричної осі.**
- 6. Аналіз окремих елементів ЕКГ**

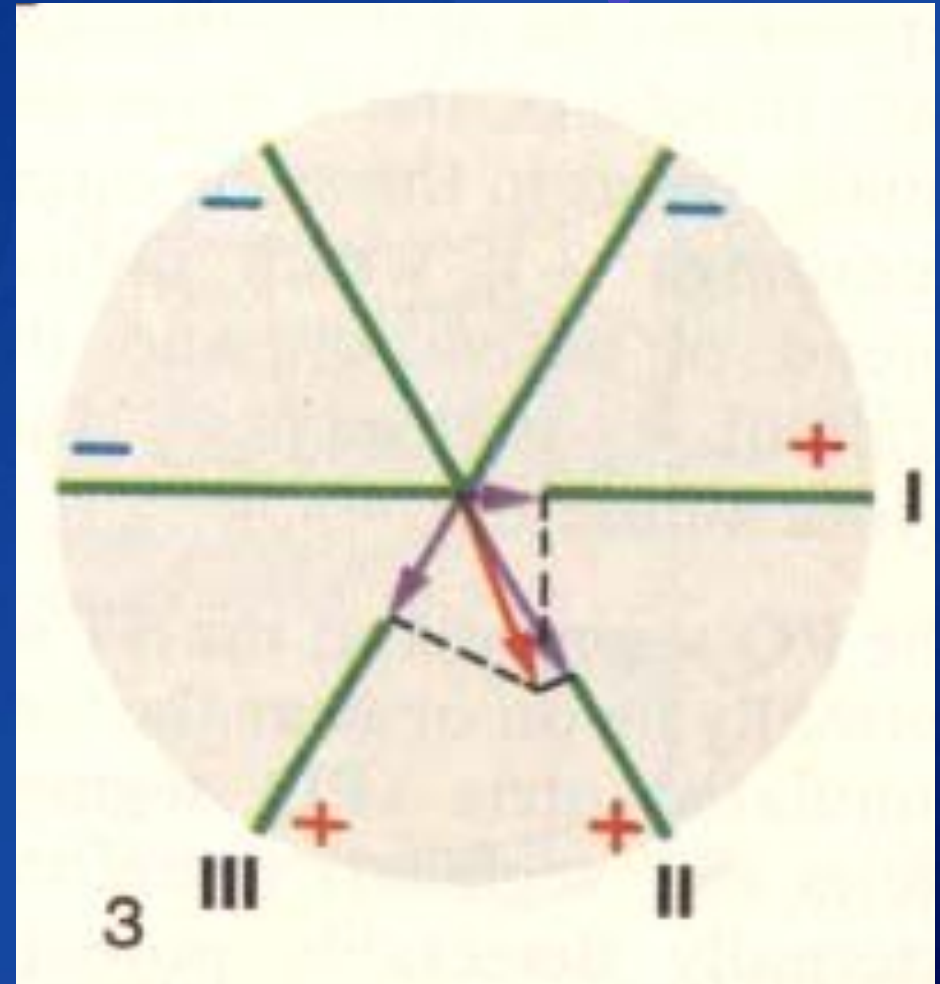
# ШЕСТИОСНА СИСТЕМА БЕЙЛІ

Графічний метод.

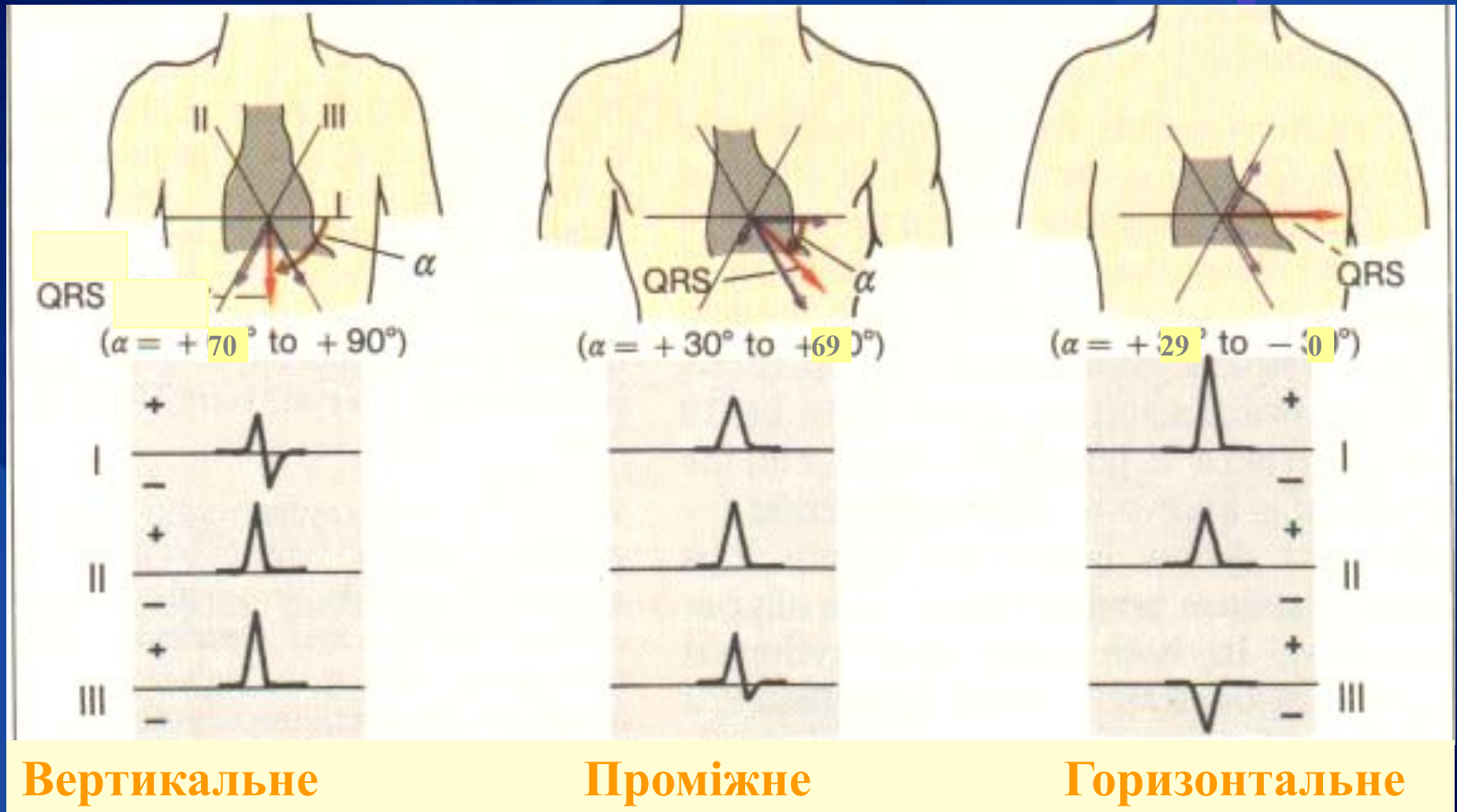
Вирахувати алгебраїчну суму амплітуд зубців комплексу QRS у I і III стандартних відведеннях.

Відкласти її у довільно взятих величинах, на осях відповідних відведень шестиосної системи координат Бейлі.

З кінців цих проєкцій провести перпендикуляри. Їх точку пересікання з'єднати з центром системи. Ця лінія є електричною віссю серця. Кут  $\alpha$  визначають між цією лінією і позитивною частиною осі I стандартного відведення



# ВАРІАНТИ ПОЛОЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ОСІ СЕРЦЯ В НОРМІ



# Аналіз окремих елементів ЕКГ

**Аналіз зубця Р** включає: а) оцінка форми зубця; б) вимірювання амплітуди; в) визначення тривалості.

**Аналіз сегменту та інтервалу Р-Q** Сегмент вимірюють від кінця Р до початку Q. Інтервал вимірюють від початку Р до початку Q.

**Аналіз комплексу QRS** включає:

- **1. Оцінку зубця Q:**
- а) вимірювання його амплітуди і порівняння її з амплітудою зубця R у цьому ж відведенні;
- б) вимірювання тривалості зубця Q.
- **2. Оцінку зубця R:** а) вимірювання амплітуди; б) співставлення її з амплітудою зубця Q в тому ж відведенні і зубцем R інших відведень.
- **3. Оцінку зубця S:** а) вимірювання амплітуди; б) співставлення її з амплітудою зубця R в тому ж відведенні.

**Аналіз сегменту S-T.** Аналізуючи сегмент, необхідно встановити його відхилення від ізолінії.

**Аналіз зубця Т.** При аналізі зубця Т слід: а) визначити напрямок; б) оцінити його форму; в) виміряти амплітуду.

**Аналіз інтервалу Q-T** зводиться до вимірювання його тривалості (від початку Q до кінця Т).

# Частотно-амплітудні характеристики зубця Р, інтервалу і сегменту Р-Q.

**Зубець Р** у здорової людини у відведеннях I, II, aVF, V2–V6 завжди позитивний, у відведеннях III, aVL, V1 – може бути позитивним, двофазним. у відведенні aVR - завжди негативний. Амплітуда зубця Р до 2,5 мм, а тривалість його не перевищує 0,1 с.

**Інтервал Р-Q** відображає час поширення збудження передсерддями, атріовентрикулярним вузлом, пучком Гіса і його розгалуженнями. Тривалість інтервалу Р-Q коливається від 0,12 до 0,20 с в залежності від частоти серцевих скорочень.

**Сегмент Р-Q** відображає час поширення збудження, атріовентрикулярним вузлом, пучком Гіса і його розгалуженнями. Тривалість сегменту Р-Q в нормі до 0,12 с.

# Частотно–амплітудні характеристики зубців Q, R, S

**Шлуночковий комплекс ORST** Якщо амплітуда зубців комплексу ORS перевищує 5 мм, їх позначають великими буквами алфавіту (Q, R, S), якщо менша 5 мм – прописними буквами (q, r, s). Тривалість шлуночкового комплексу у стандартних відведеннях 0,06-0,09 с.

**Зубець Q** у здорової людини не повинен перевищувати 1/4 амплітуди зубця R, а його тривалість – 0,03 с. Виняток складають відведення aVR, в якому реєструються глибокі і широкі зубці Q Відображає поширення збудження по середній та нижній третинах міжшлуночкової перегородки.

**Зубець R** у нормі реєструється у всіх стандартних і підсилених відведеннях. У відведенні aVR зубець R погано виражений або відсутній зовсім. У грудних відведеннях амплітуда зубця R поступово збільшується від V1 – V4, і зменшується в V5 - V6. Висота зубця R у стандартних і підсилених відведеннях не перевищує 20 мм, а в грудних – 25 мм. Відображає поширення збудження по бокових стінках правого і лівого шлуночків.

**Зубець S.** У здорової людини його амплітуда в різних відведеннях коливається в широкому діапазоні, не перевищуючи 20 мм, тривалість -0,03 с.. У грудних відведеннях зубець S зменшується від V1, до V6. Відображає поширення збудження по базальних відділах шлуночків.



# Частотно-амплітудні характеристики зубця Т, сегменту S-T та інтервалу Q-T

**Сегмент S-T** – відповідає повному охопленню збудженням обох шлуночків. Тому в нормі в стандартних і підсилених однополюсних відведеннях від кінцівок, сегмент знаходиться на ізолінії і його зміщення не перевищує 0,5 мм. У грудних V1 – V3 може спостерігатися невелике зміщення від ізолінії вгору до 2 мм, а у V4,5,6 –вниз не більше 0,5 мм.

**Зубець Т.** У нормі завжди позитивний у відведеннях I, II, aVF, V2 – V6, причому  $T_I > T_{III}$ , а  $T_{V6} > T_{V1}$ . Має полого висхідне і дещо більш круте низхідне коліно. У відведеннях III, aVL і V1, зубець Т може бути позитивним, двофазним або негативним. Негативним зубець Т, як правило, буває у відведенні aVR. Амплітуда зубця Т у відведеннях від кінцівок не перевищує 5–6 мм, а в грудних відведеннях 15–17 мм. Тривалість зубця Т – 0,16–0,24 с.

**Інтервал Q-T.** Це електрична систола шлуночків. Тривалість інтервалу Q-T залежить від ЧСС. Належна тривалість інтервалу Q-T визначається за формулою Базетта:

$$Q-T = K \cdot \sqrt{R-R},$$

де K – коефіцієнт рівний 0,37 для чоловіків і 0,40 для жінок;

R-R – тривалість одного серцевого циклу або міжциклового інтервалу.



**Дякую за увагу !**