

ЕКГ в кардіології. Частина 1.

Артеріальна гіпертензія, ішемічна хвороба серця: хронічні форми, гострий коронарний синдром.

Автори курсу: Голубкіна Є.О., асистент кафедри;
Тихонова Т.М., професор, зав. кафедри; Богун
Л.В., доцент кафедри; Поливана О.С., асистент
кафедри; Коркач А.Ю, асистент кафедри; Скокова
Н.І., асистент кафедри

Кафедра внутрішньої медицини
ХНУ імені В. Н. Каразіна, Харків, Україна



Вступ



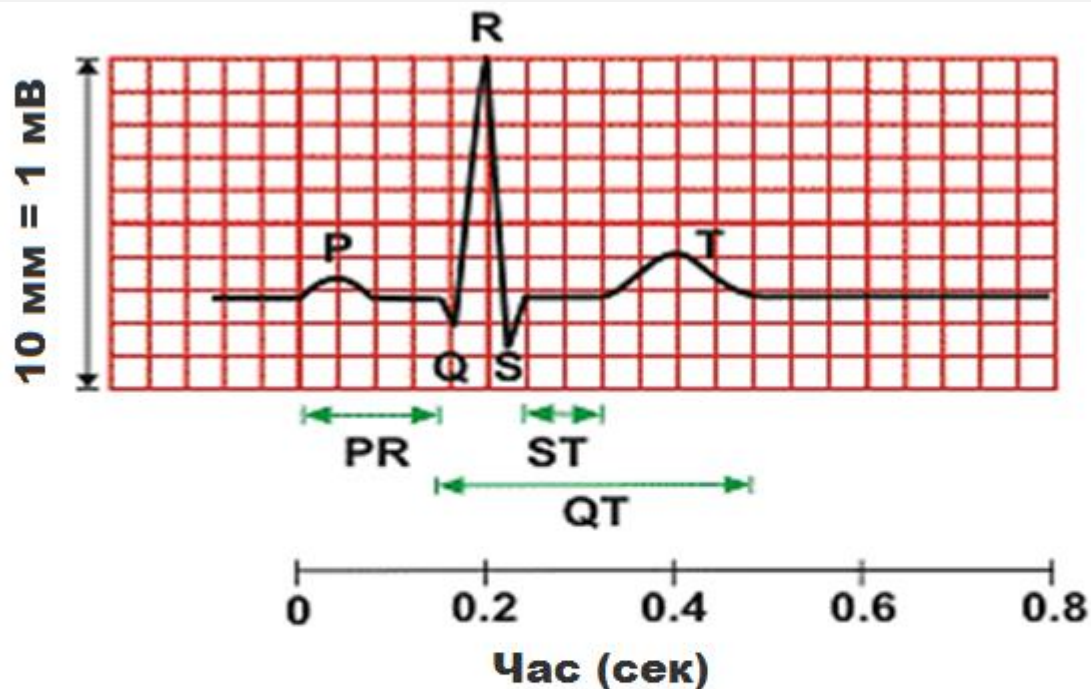
- ЕКГ є високодоступним, швидким, неінвазивним та недорогим інструментом для діагностики серцево-судинних захворювань.
- ЕКГ надає пряму інформацію лише про патологічні зміни електричної активності серця (порушення ритму та провідності).
- ЕКГ надає непряму інформацію про інші патологічні стани: серцеві (гіпертрофія камер серця, ішемія/інфаркт міокарда, перикардит тощо) та позасерцеві (дисбаланс калію, токсичність препаратів - наприклад, дигоксину, гіпотермія тощо). У цьому випадку зазвичай потрібні інші інструментальні та/або лабораторні дослідження.

Основи ЕКГ



- ЕКГ - це запис електричної активності серця.
- Кожне серцебиття складається з одного повного циклу серцевого скорочення та розслаблення, який починається, коли синоатриальний вузол (СА вузол) спонтанно деполяризується.
- Скорочення забезпечується механізмом деполяризації серцевих клітин, розслаблення - механізмом реполяризації. Таким чином серцеві клітини можуть перебувати у двох станах - стані спокою або розслаблення.
- До основних компонентів ЕКГ належать: зубець Р, інтервал PR, комплекс QRS, зубець Т, сегмент ST та інтервал QT.

Основні компоненти ЕКГ



Зубець Р (0,08 - 0,10 сек)

Комплекс QRS (0,06 - 0,10 сек)

Інтервал PR (0,12 - 0,20 сек)

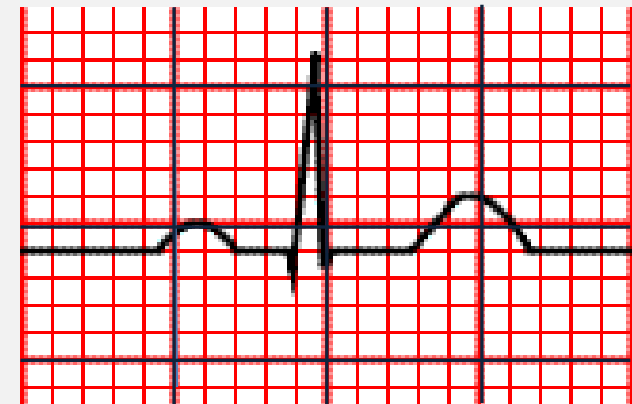
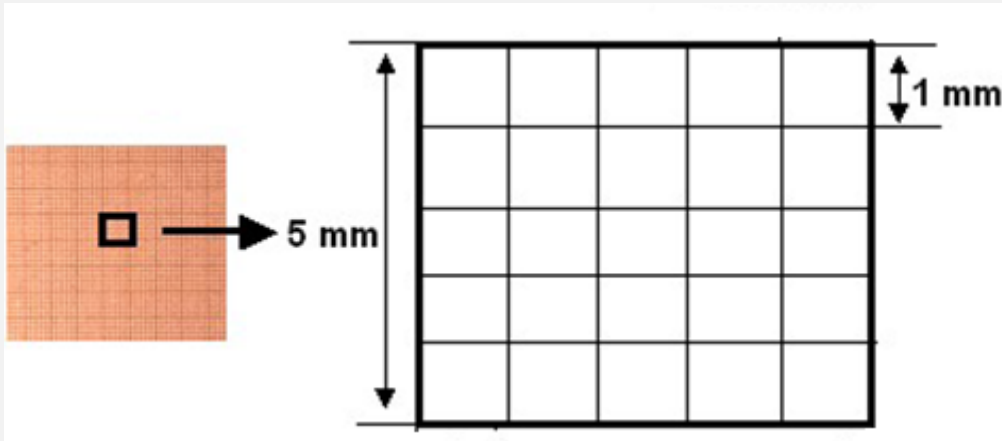
Інтервал QTc (≤ 440 сек)*

*QTc = QT / $\sqrt{RR}$

Розрахунок на ЕКГ папері - 1



- Амплітуду зубців можна обчислити в мм. Кожен маленький квадрат на ЕКГ-папері дорівнює 1 мм. Кожен великий квадрат дорівнює 5 мм (він містить 5 маленьких квадратів).



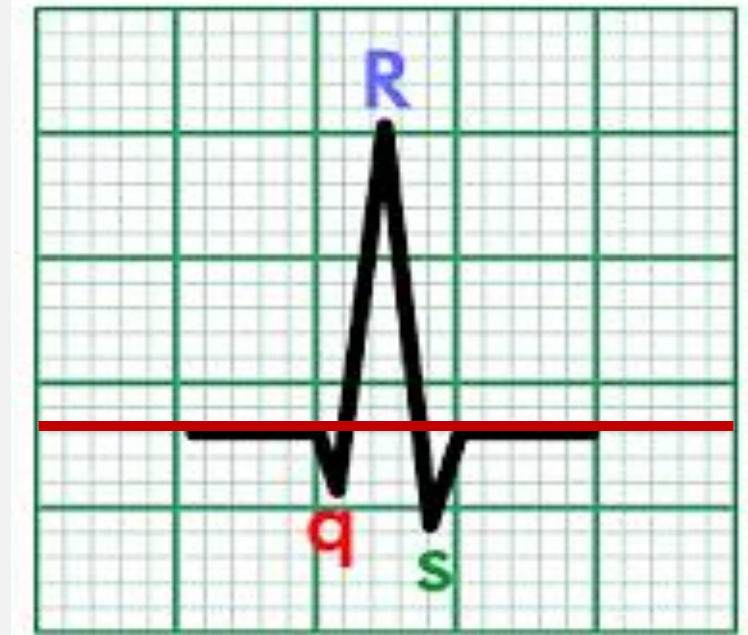
Розрахунок на ЕКГ папері - 2



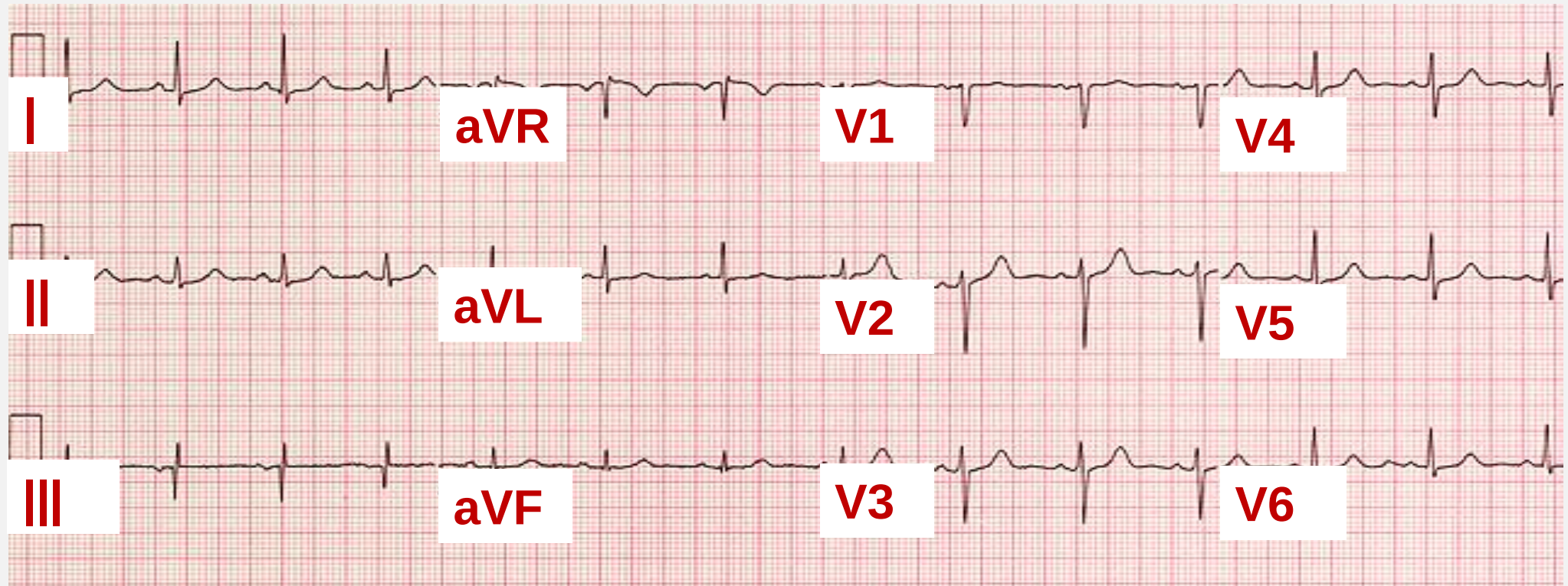
Амплітуду слід рахувати від ізоелектричної лінії (позначена червоною лінією).

На цьому малюнку:

- амплітуда зубця R:
13 маленьких квадратів = 13 мм
- амплітуда зубця S:
4 маленьких квадратів = 4 мм



Позначення компонентів ЕКГ у різних відведеннях



- Наразі при записі ЕКГ використовують 12 відведень. Для зручності компоненти ЕКГ вказуються із позначенням відведення, наприклад: зубець S у відведенні V1 позначається як S_{V1} .

Теми курсу



Основні серцево-судинні захворювання, включені до частини 1 цього курсу:

1. Артеріальна гіпертензія
2. Ішемічна хвороба серця, хронічні форми
3. Гострий коронарний синдром

Артеріальна гіпертензія



Вступ



Артеріальна гіпертензія (АГ), за визначенням Комітету експертів ВООЗ, - це постійно підвищений систолічний та/чи діастолічний артеріальний тиск.



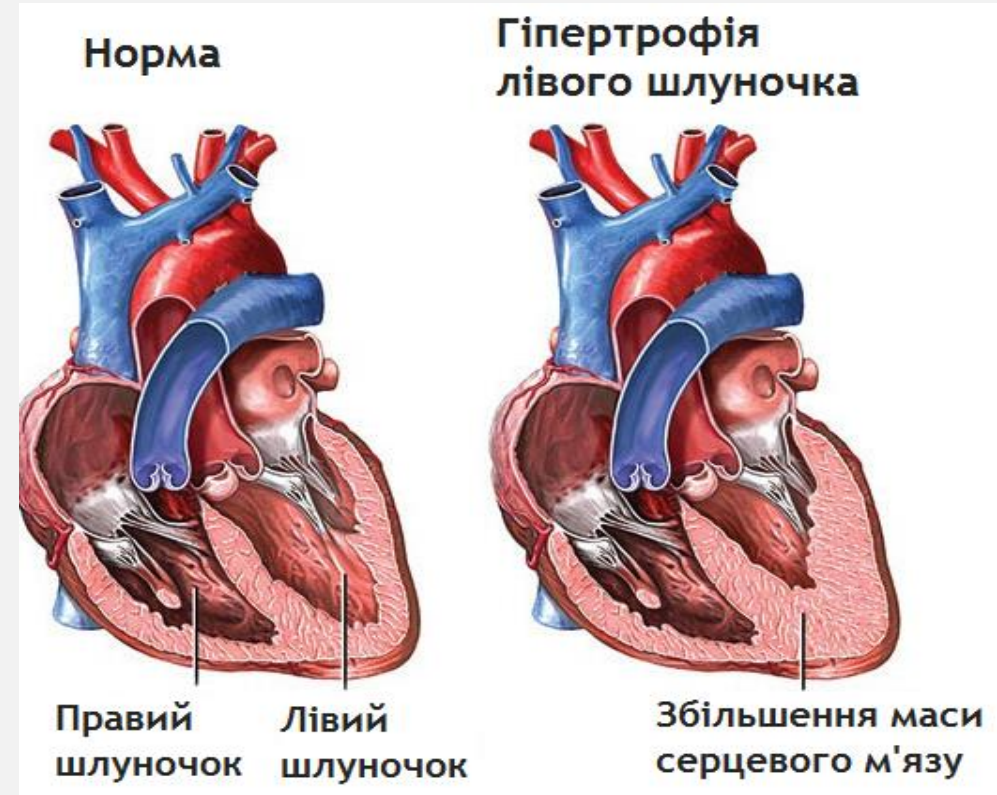
Відповідно до рекомендацій ESC/ESH **АГ визначається як:**

- офісні показники систолічного артеріального тиску (САТ) ≥ 140 мм рт. ст
та / або
- діастолічного артеріального тиску (ДАТ) ≥ 90 мм рт.ст.

Ремоделювання серця при АГ



- Високий АТ перевантажує серце і може призвести до гіпертрофії лівого шлуночка (ГЛШ);
- Гіпертрофія лівого шлуночка (ГЛШ) - це аномальне збільшення маси лівого шлуночка.
- ГЛШ є найпоширенішим ураженням органів-мішеней при АГ, а АГ є найпоширенішою причиною ГЛШ.



ЕКГ при АГ: ключові моменти



- Критерії ЕКГ для діагностики ГЛШ мають низьку чутливість - близько 50% (це означає, що ~ у 50% пацієнтів з ГЛШ ЕКГ критерії відсутні).
- Однак критерії ГЛШ також характеризуються високою специфічністю > 90% (це означає, що при наявності ЕКГ критеріїв є висока ймовірність ГЛШ).
- Наявність ГЛШ та її ступінь можуть бути підтверджені за допомогою ехокардіографії.

ЕКГ ознаки ГЛШ

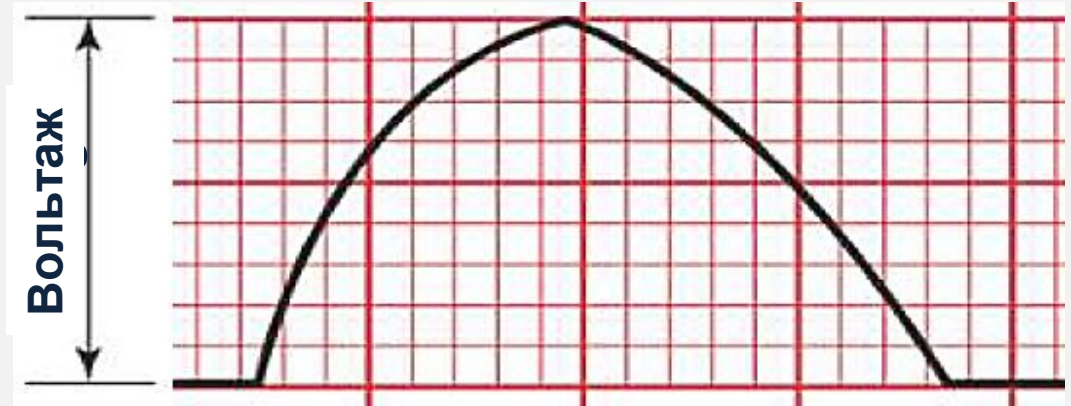


- Відхилення електричної осі серця вліво (неспецифічна ознака, може спостерігатися при інших патологічних станах, інша поширена причина - блокада передньої гілки лівої ніжки пучка Гіса);
- Вольтажні критерії (критерій Соколова-Лайона, вольтажний критерій Корнелла та інші), основані на наявності високого вольтажу, що є характерним для ГЛШ;
- Збільшення часу внутрішнього відхилення комплексу QRS (подовження початкової деполяризації шлуночків) у бічних відведеннях (V5 та V6);
- Розширений кут QRS/T (ST-T орієнтований у протилежному напрямку до QRS).

Високий вольтаж



- Вольтаж - це амплітуда зубців ЕКГ;
- Високий вольтаж є характерною ознакою ГЛШ.



Низький вольтаж QRS



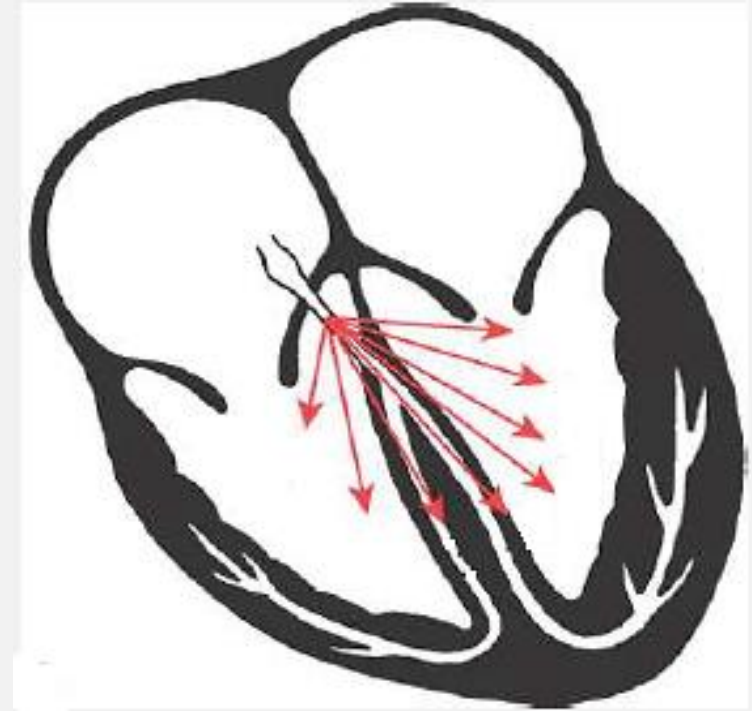
Високий вольтаж QRS



Інтегральний електричний вектор серця



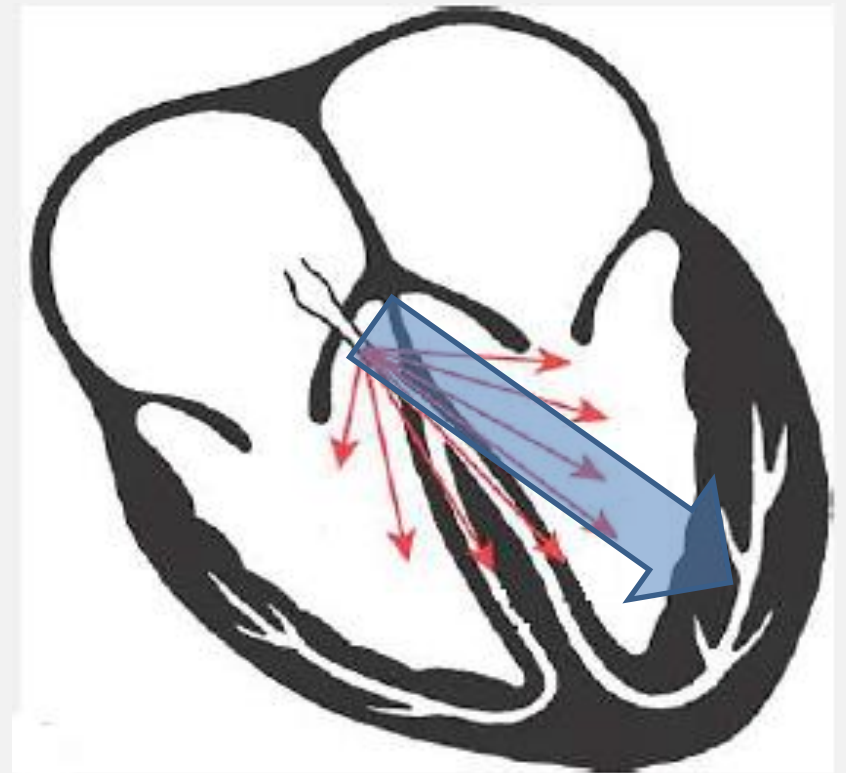
- Під час деполяризації шлуночків, хвиля деполяризації, яка поширюється по масі міокарду, виникає одночасно у багатьох різних напрямках (**червоні стрілки** вказують вектори напрямку хвилі деполяризації).
- Ці вектори поступово зміщуються вліво, оскільки електрична активність набагато більшого лівого шлуночка є домінуючою.



Інтегральний електричний вектор серця



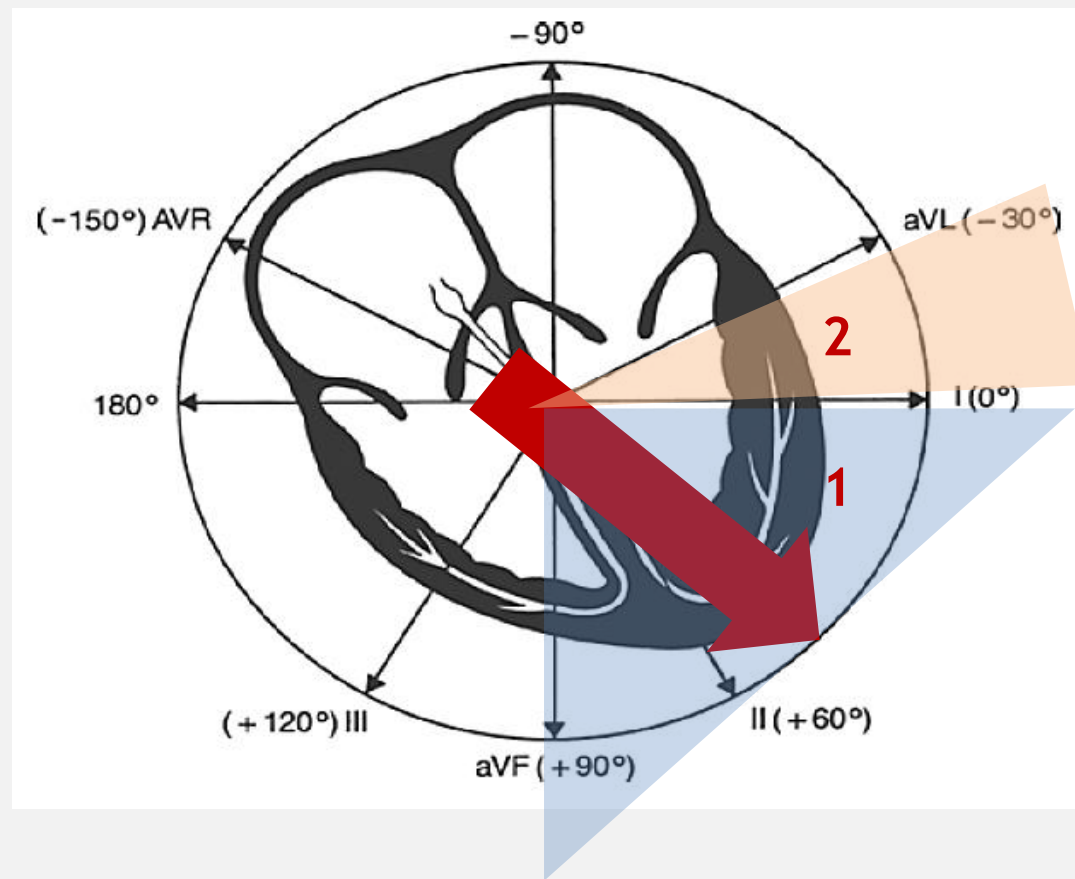
- Середній вектор усіх цих напрямків хвилі деполяризації називається інтегральним електричним вектором (блакитна стрілка) і зазвичай спрямований вліво та вниз.
- Напрямок інтегрального вектора називається електричною віссю серця (EBC), або віссю QRS.
- Також можна визначити вісь зубця Р та зубця Т.



Електрична вісь серця



- Зазвичай положення електричної осі серця знаходиться в діапазоні: $0^\circ - 90^\circ$ (1).
- В деяких дослідженнях цей діапазон визначається на рівні: $-30^\circ - 90^\circ$ (2).

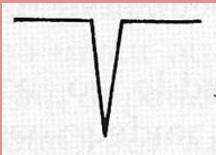
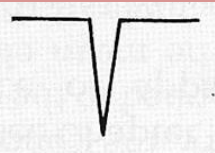
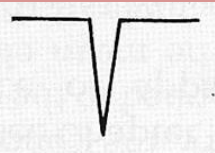
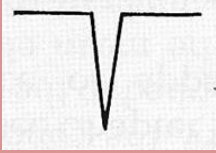


Положення електричної осі серця (ЕВС)



Визначення електричної осі серця (швидкий метод)

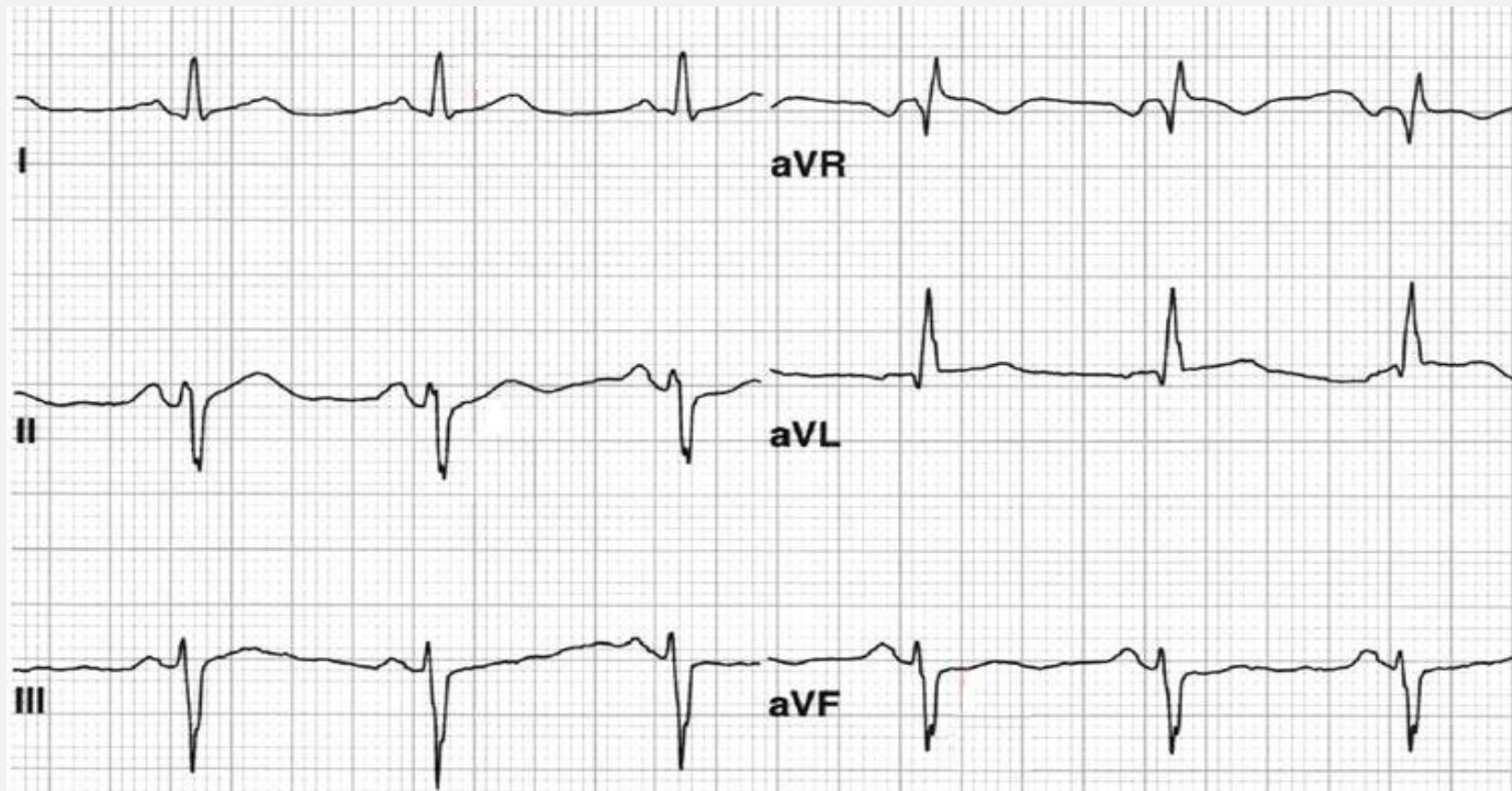


Відведення I	Відведення aVF	Ознаки	Вісь
+ 	+ 	Домінантний зубець R у відведеннях I, aVF	<u>Нормальна</u> 0° - 90°
+ 	- 	Домінантний зубець R у відведенні I, домінантний зубець S в aVF	<u>Відхилення електричної осі вліво</u> 0° - (-90°)
- 	+ 	Домінантний зубець S у відведенні I, домінантний зубець R в aVF	<u>Відхилення електричної осі вправо</u> 90° - 180°
- 	- 	Домінантний зубець S у відведеннях I, aVF	<u>Різке відхилення електричної осі вправо</u> -90° - 180°

Практична частина



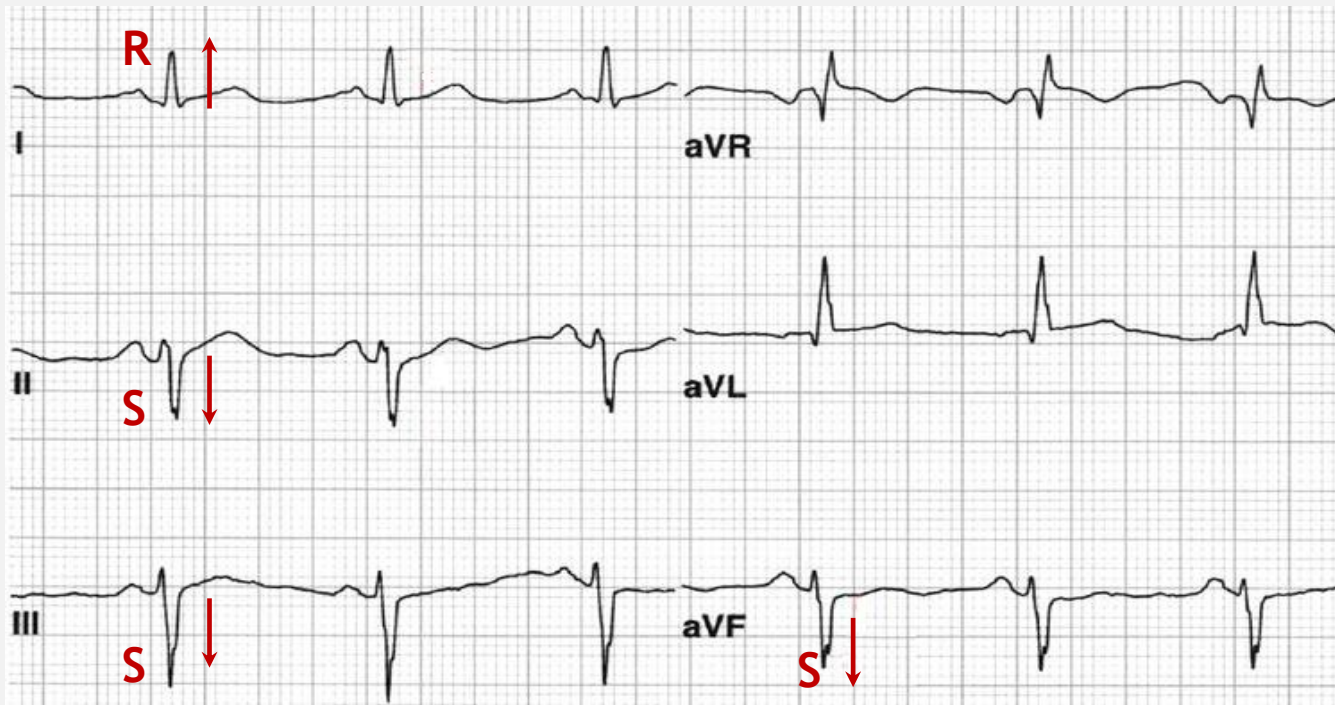
- Яке положення електричної осі серця на цій ЕКГ?



Практична частина



- Відведення I: зубець R домінантний (так званий позитивний QRS)
- Відведення III: зубець S домінантний (негативний QRS);
- А також негативний QRS у відведеннях II, aVF;
- Це відхилення електричної осі вліво.



https://www.researchgate.net/profile/Sanjay_Sharma32/publication/234099418/figure/fig5/AS:300132902948868@1448568668528/ECG-demonstrates-abnormal-left-axis-deviation-de-fi-ned-as-frontal-plane-QRS-axis-of-less_W640.jpg

Вольтажні критерії ГЛШ -1



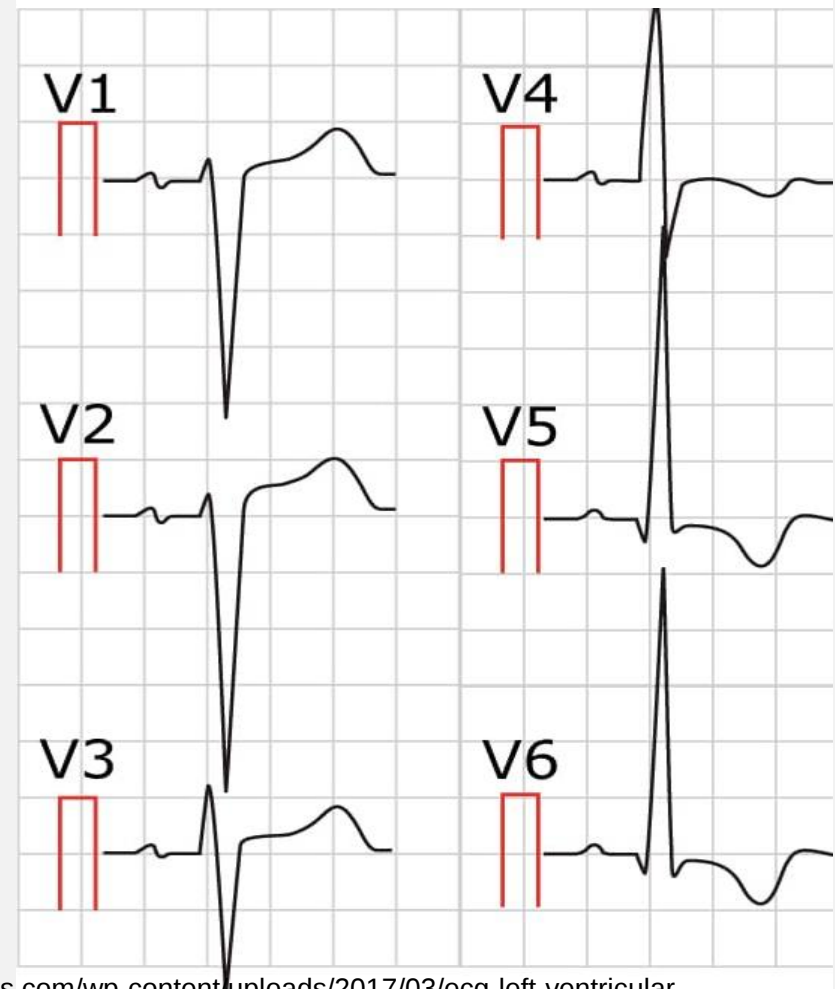
Критерій Соколова - Лайона є найбільш часто використовуваним критерієм для ГЛШ:

- $R_{(V5 \text{ або } V6)} + S_{(V1 \text{ або } V2)} > 35 \text{ мм};$

NB! Слід обрати найглибший зубець S у відведенні V1 або V2 та найвищий зубець R у V5 або V6;

- $R_{aVL} > 11 \text{ мм};$
- $R_{(V5 \text{ або } V6)} > 26 \text{ мм}.$

Гіпертрофія лівого шлуночка



Вольтажні критерії ГЛШ -2



Вольтажний критерій Корнелла:

- $S_{V3} + R_{aVL} > 24$ мм (для чоловіків);
- $S_{V3} + R_{aVL} > 20$ мм (для жінок).

Інші вольтажні критерії ГЛШ:

Вольтажні критерії (відведення від кінцівок):

- $R_{aVL} - 11$ мм або при наявності відхилення ЕВС вліво
- $R_{aVL} - 13$ мм + $S_{III} - 15$ мм;
- $R_I + S_{III} > 25$ мм.

Вольтажні критерії (грудні відведення):

- $S_{V1} + R_{(V5 \text{ або } V6)} > 35$ мм

Новий критерій Пегуеро-Ло Престі:

- Найглибший зубець S в будь-якому відведенні (SD) + $S_{V4} > 22$ мм (для жінок) або > 27 мм (у чоловіків).

Практична частина

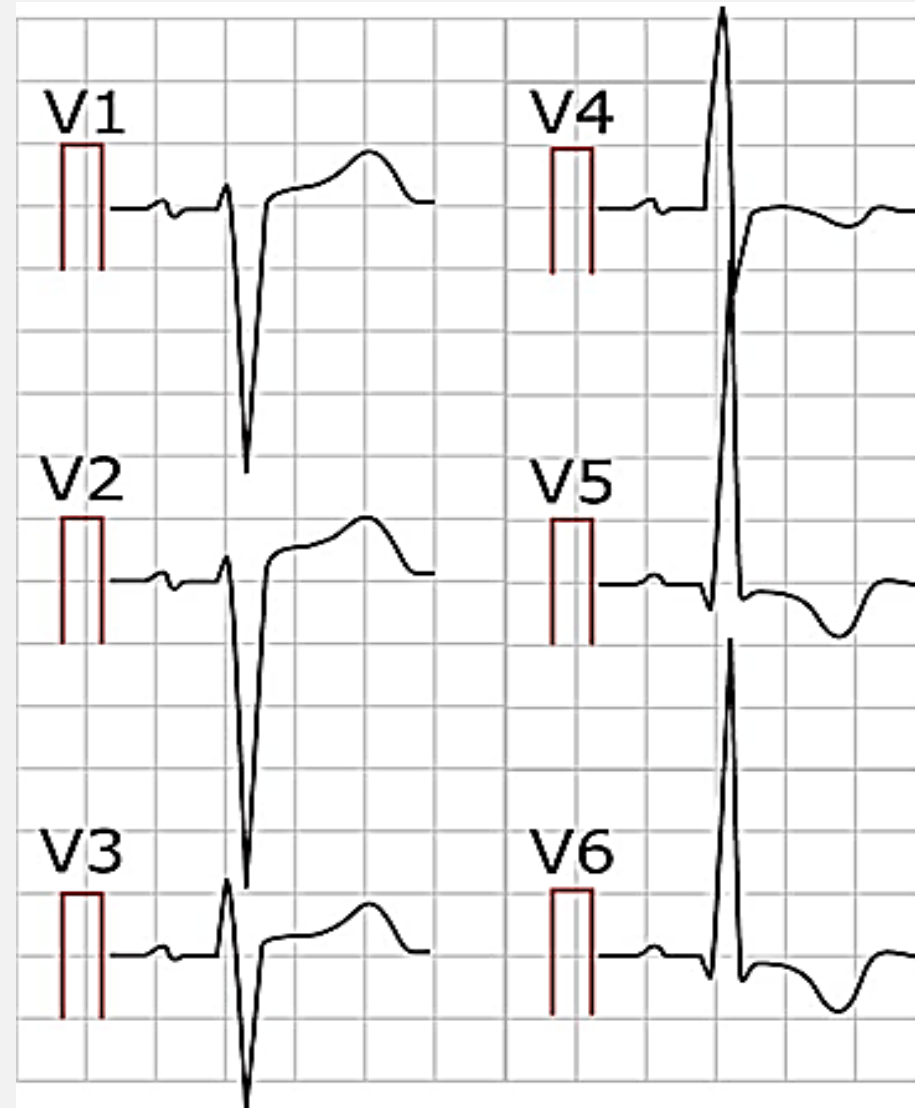


Спробуйте розшифрувати цю ЕКГ, використовуючи критерій Соколова-Лайона:

- $S_{(V1 \text{ або } V2)} + R_{(V5 \text{ або } V6)}$

Якщо результат ваших розрахунків буде рівним або більше 35 мм - це слід розглядати як ознаку ГЛШ.

NB! Зверніть увагу, що на цій ЕКГ видно лише великі квадрати.



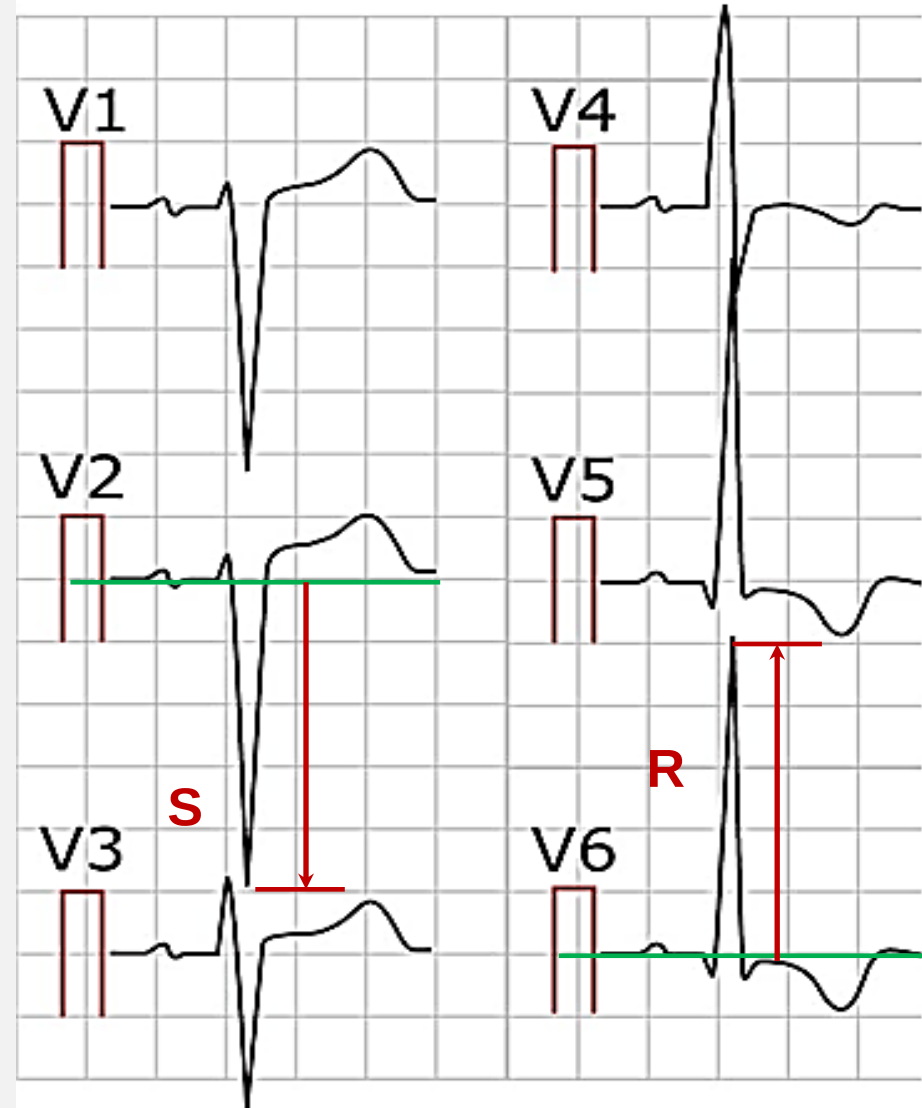
Практична частина: пояснення



Критерій Соколова-Лайона:

- $S_{(V1 \text{ або } V2)} + R_{(V5 \text{ або } V6)} > 35 \text{ мм};$

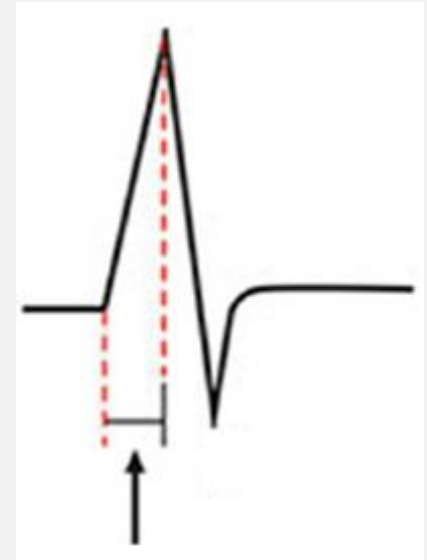
1. Ізоелектрична лінія визначається у відведеннях V2 та V6 (це відведення з найбільшими зубцями на цій ЕКГ);
2. Амплітуда зубця $S_{V2} = 5$ великих квадратів = 25 маленьких квадратів = 25 мм.
3. Амплітуда зубця $R_{V6} = 5$ великих квадратів = 25 маленьких квадратів = 25 мм.
4. $S_{V2} + R_{V6} = 50 \text{ мм}$. Це ЕКГ ознака гіпертрофії лівого шлуночка.



Подовження часу внутрішнього відхилення QRS



Зубець R



Піковий час
зубця R

<https://d45jl3w9libvn.cloudfront.net/jaypee/static/books/9789350904893/Chapters/images/21-1.jpg>

- Внутрішнє відхилення QRS, або піковий час зубця R, являє собою ранню фазу деполяризації шлуночків і визначається як проміжок часу від початку виникнення комплексу QRS до піку (найвищої точки) зубця R.
- Подовження часу внутрішнього відхилення $\geq 0,05$ сек (тобто час від початку QRS до піку R становить 0,05 сек) у бічних прекардіальних відведеннях V5 і V6 є ознакою ГЛШ.
- Це явище також виявляється на ЕКГ у випадку блокади ніжок пучка Гіса.

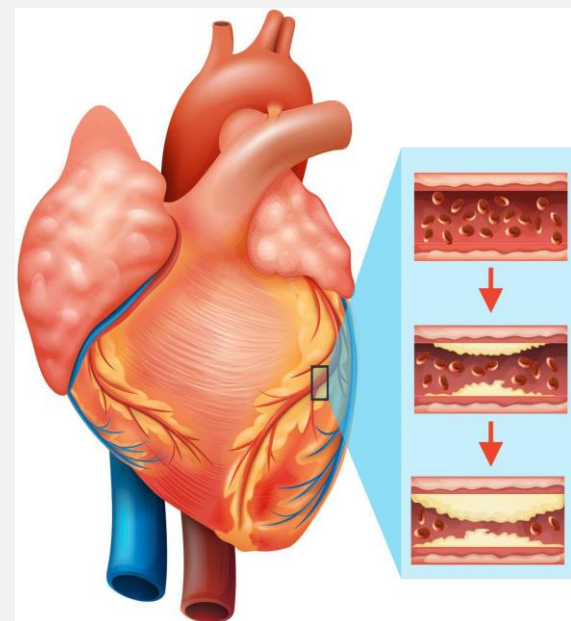
Ішемічна хвороба серця (хронічні форми)



Визначення



- **Ішемічна хвороба серця (ІХС)** - патологічний стан, що характеризується абсолютним або відносним порушенням кровопостачання міокарда внаслідок ураження коронарних артерій серця.
- Найчастішою клінічною формою хронічної ІХС є стабільна стенокардія напруги, яка характеризується епізодами зворотньої ішемії міокарда, і стабільною стенокардією (тобто стабільним передбачуваним перебігом нападів ішемічного болю).
- Ішемія міокарду виникає внаслідок дисбалансу між постачанням (перфузією) та потребою серця у насиченій киснем крові.



https://www.health.harvard.edu/media/content/images/CAC_Heart_N1803_gi473342614.jpg

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507703/>

Причини ІХС



- Найбільш поширеною причиною ІХС є відкладення атеросклеротичних бляшок в коронарних артеріях, що призводить до коронарного стенозу та ішемії міокарду.
- Інші механізми ішемії міокарду: зменшення надходження кисню (спазм коронарних артерій, мікроциркуляторна дисфункція, вроджені аномалії коронарних артерій тощо), підвищена потреба в кисні (ГЛШ, підвищена скоротливість ЛШ, підвищений АТ) або їх поєднання (найпоширеніша).

Нормальна коронарна артерія



Атеросклероз



Спазм коронарної артерії



https://www.dicardiology.com/sites/default/files/styles/content_feed_large_new/public/ans7_cardiacischemia.jpg?itok=eSTNhrZA

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507703/>

Хронічні форми ІХС



- Стабільна стенокардія напруги
- Стенокардія Принцметала. або вазоспастична
- Мікрovasкулярна стенокардія, або коронарний синдром X
- Безбольова ішемія міокарда
- Кардіосклероз: великовогнищевий (постінфарктний) та дрібнофокальний (дифузний) кардіосклероз
- Постінфарктна аневризма серця

ЕКГ при ІХС



Ішемія впливає на процес реполяризації і характеризується неспецифічними змінами сегмента ST та зубця Т (зміни ST-T):

- Депресія сегмента ST (при транзиторній субендокардіальній ішемії)
- Інверсія зубця Т
- Згладженість зубця Т
- Елевація сегмента ST (при транзиторній трансмуральній ішемії)

ЕКГ при ІХС: ключові моменти

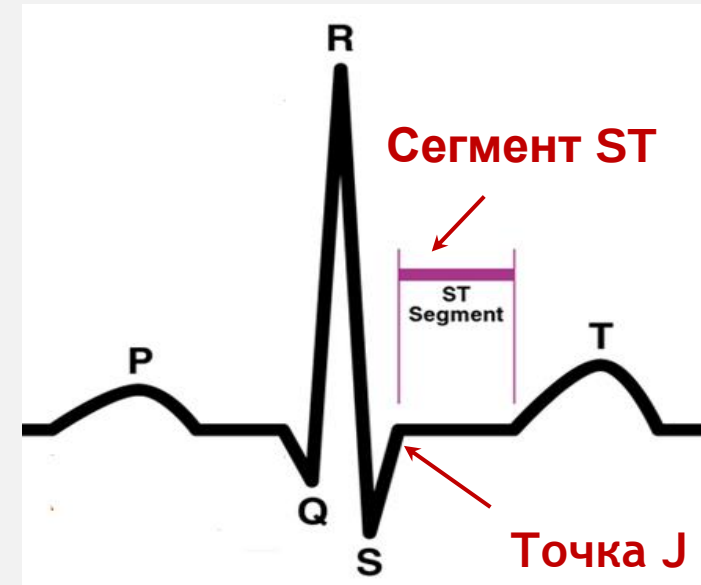


- Зміни ST-T є неспецифічними, але при наявності за грудинного ішемічного болю ці зміни вказують на ішемію міокарда.
- ЕКГ у стані спокою між нападами болю в грудях може бути без патологічних змін. У цьому випадку для провокування ішемії та виявлення змін ST-T використовується ЕКГ-тест з навантаженням.
- Стенокардія Принцметала характеризується тимчасовою елевацією ST.
- Наявність патологічного зубця Q (який є глибоким і широким) свідчить про попередній інфаркт міокарда (постінфарктний кардіосклероз).

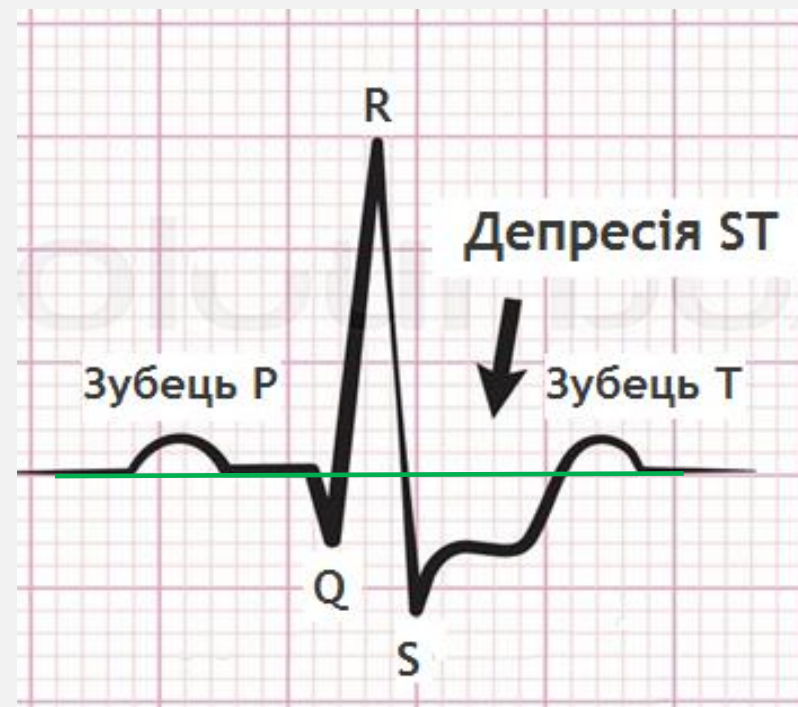
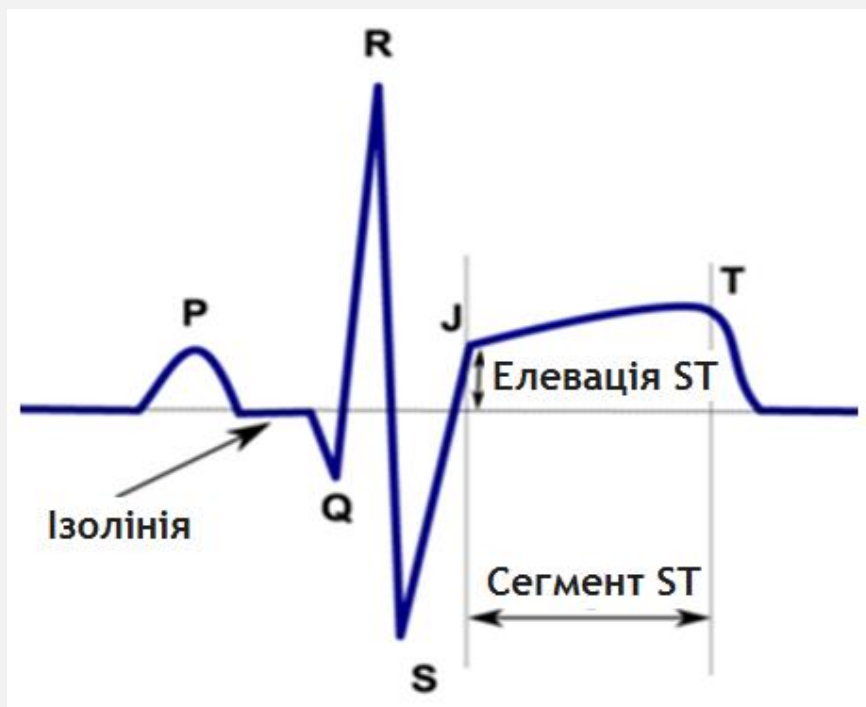
Особливості ST сегменту та зубця Т



- Сегмент ST - це відрізок між кінцем зубця S (**точка J**) та початком зубця Т, що в нормі знаходиться на ізолінії;
- Зубець Т та комплекс QRS зазвичай конкордантні, що означає, що за позитивним комплексом QRS повинен слідувати позитивний зубець Т і навпаки;
- Зубець Т завжди спрямований угору в I, II, V4-V6 і інвертований (спрямований донизу) в aVR; він також може бути інвертований у V1;
- Відхилення точки J від ізоелектричної лінії визначає зміни сегмента ST (елевація або депресія).



Елевація ST та депресія ST



<https://iheartecg.files.wordpress.com/2013/02/st.png?w=270&h=271>

- Елевація ST: точка J point зміщена вище ізоелектричної лінії.
- Депресія ST: точка J зміщена нижче ізоелектричної лінії.

NB! Відхилення сегмента ST вимірюються в мм.

Причини патології сегмента ST



- Елевація сегмента ST: гострий інфаркт міокарда (ІМпST), стенокардія Принцметала, перикардит, рання доброякісна реполяризація, блокада лівої ніжки пучка Гіса (БЛНПГ), неспецифічна блокада ніжок пучка Гіса, гіпертрофія лівого шлуночка, шлуночкові екстрасистולי, синдром Вольфа-Паркінсона-Уайта тощо.
- Депресія сегмента ST: ішемія міокарда, інфаркт міокарда (ІМбST), надшлуночкова тахікардія, серцева недостатність, гіпертрофія шлуночків, БЛНПГ, побічна дія дигоксину, легенева емболія тощо.

Елевація сегмента ST при ішемії міокарда



Ознакою ішемії міокарда є елевація сегмента ST щонайменше у 2 суміжних відведеннях (за відсутності гіпертрофії лівого шлуночка або блокади лівої ніжки пучка Гіса):

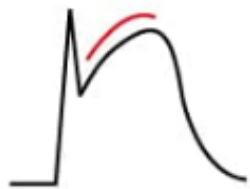
- Чоловіки віком ≥ 40 років: елевація ST ≥ 2 мм у V2-V3 та ≥ 1 мм у всіх інших відведеннях;
- Чоловіки віком < 40 років: елевація ST $\geq 2,5$ мм у V2-V3 та ≥ 1 мм у всіх інших відведеннях;
- Жінки (будь-якого віку): елевація ST $\geq 1,5$ мм у V2-V3 та ≥ 1 мм у всіх інших відведеннях;

Характеристики елевації сегмента ST

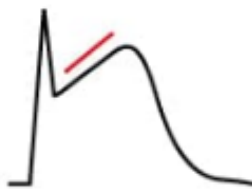


Ішемічні типи елевації ST

Випукла



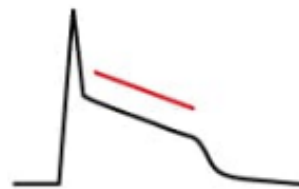
Косовисхідна



Горизонтальна



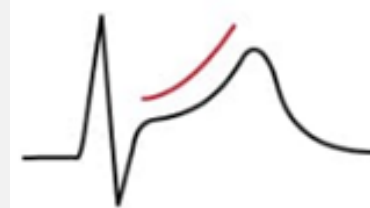
Косонизхідна



- Зазвичай присутня випукла або горизонтальна елевація сегмента ST, косонизхідна елевація ST зустрічається дуже рідко;
- Сегмент ST має тенденцію зливатися з зубцем T;
- Як правило, є реципрокна депресія ST в електрично протилежних відведеннях.

Неішемічний тип елевації ST

Увігнута

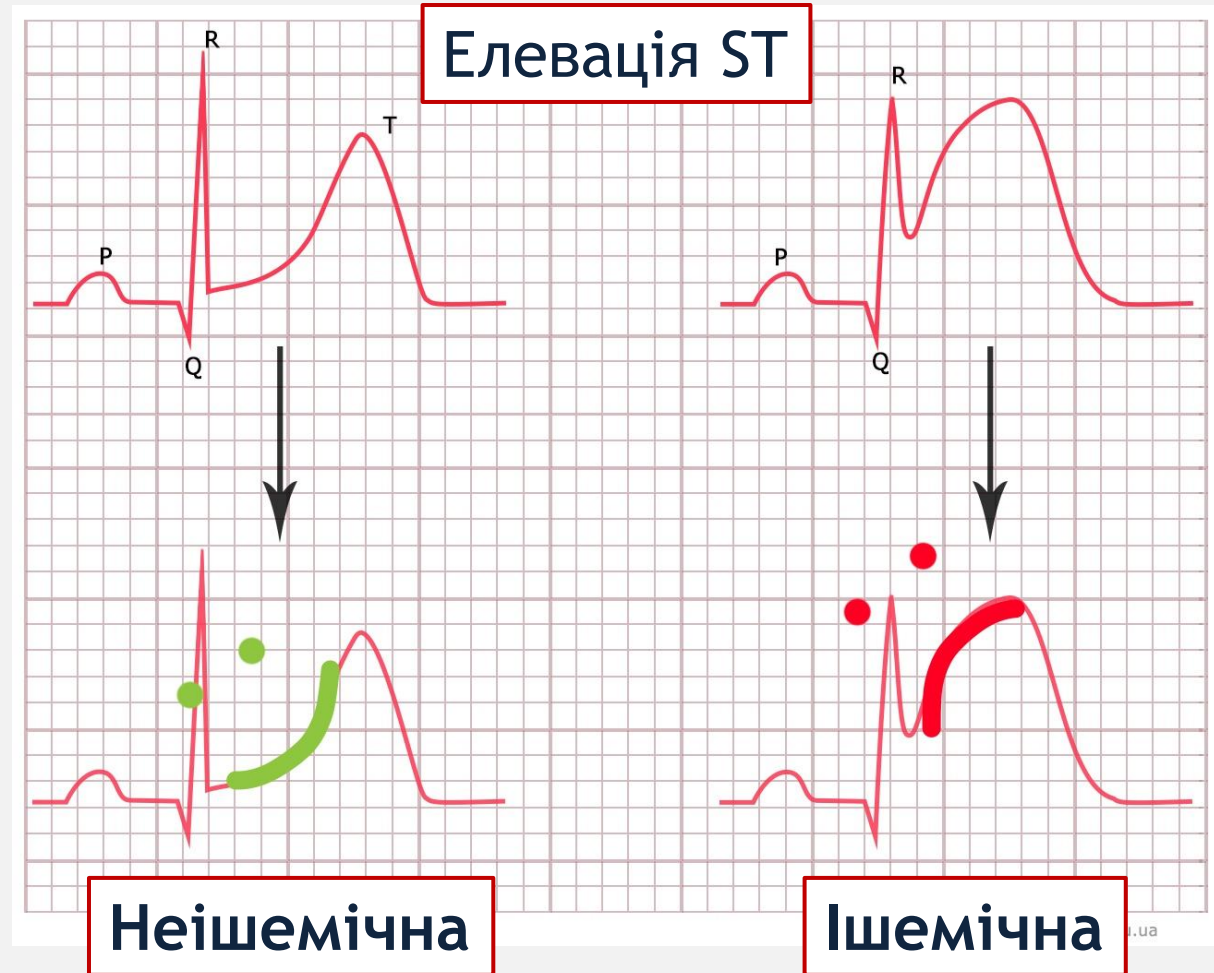


- Увігнутий тип елевації сегмента ST;
- Не злитий із зубцем T;
- Зубець T зберігає свою форму.

Елевація ST



- Ще один спосіб для запам'ятовування і вирізнення неішемичної увігнутої елевації ST та ішемичної опуклої елевації ST



Морфологія елевації ST при різних неішемічних станах



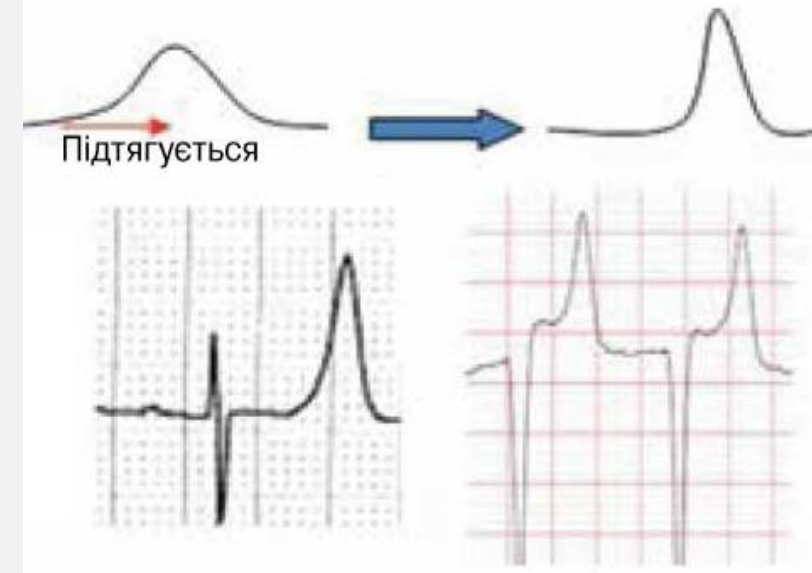
Перикардит

Елевація сегмента ST, який є увігнутим
Депресія сегмента PR
Співвідношення ST/T >25%



Гіперкаліємія

Сегмент ST підтягується
зубцем Т
Зубець Т високий і вузький
(а не широкий, як при ІМЕпST)



Феномен ранньої реполяризації

Елевація сегмента ST, який є увігнутим
Зазубрина, нечіткість контуру в точці J або є чітка демаркація в точці J



<https://d3i71xaburhd42.cloudfront.net/ade90ca0f10075540040242cae6a325e67ae9140/2-Figure1-1.png>

<http://msvitu.com/archive/2015/september/article-2.php>

Стенокардія Принцметала

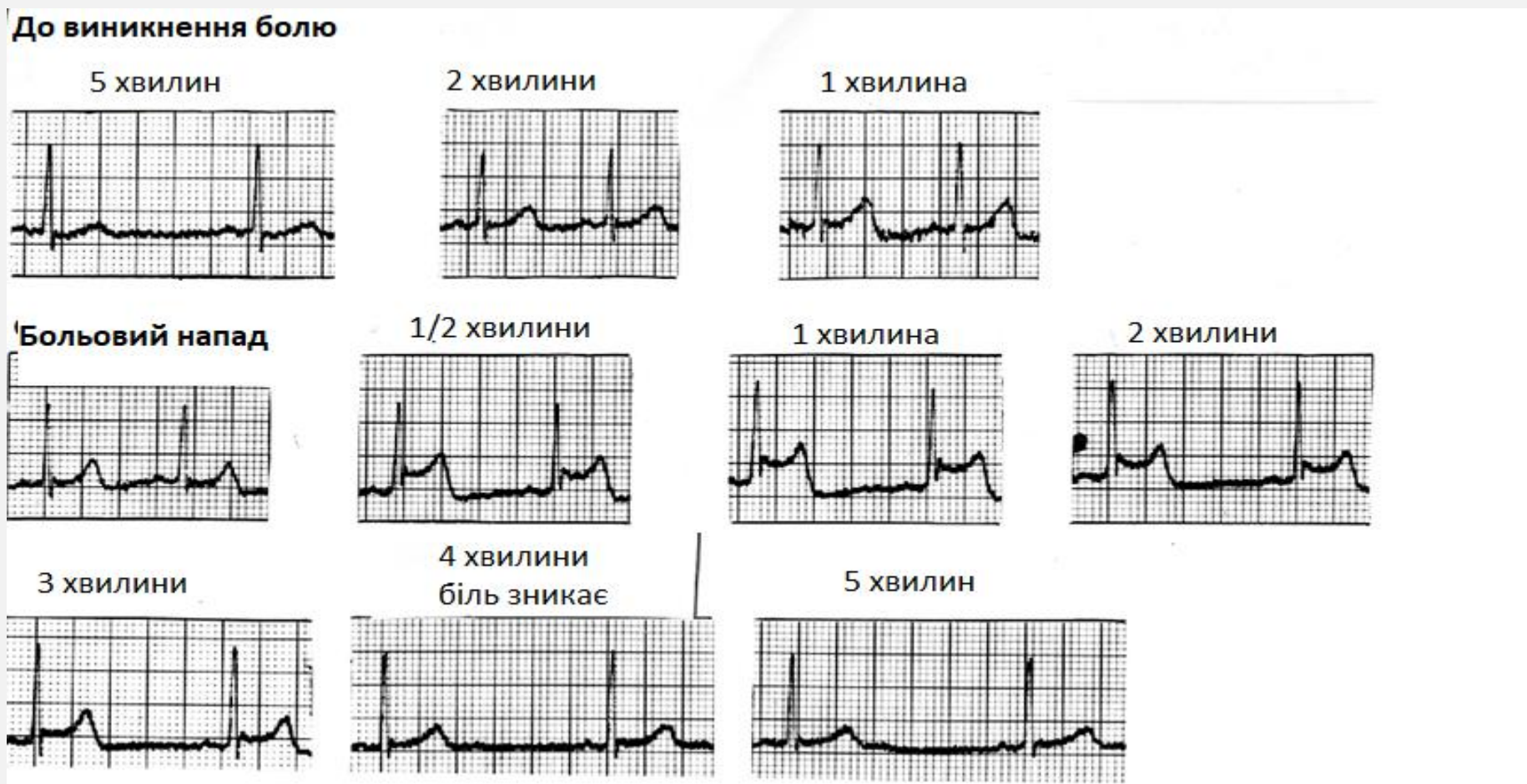


- Коли в результаті спазму виникає оклюзія епікардіальної артерії, то спостерігається елевація сегмента ST у відведеннях, що відповідають ділянці ураження, що відображає трансмуральну ішемію.
- У цьому стані, який називається стенокардією Принцметала, спазм, як правило, короткочасний, а сегмент ST повертається до норми без пошкодження міокарда.
- Підвищення сегмента ST при стенокардії Принцметала та при гострому інфаркті міокарда (ІМ) неможливо відрізнити, оскільки воно відображає той самий патофізіологічний процес: трансмуральну ішемію унаслідок оклюзії епікардіальної артерії тимчасовим спазмом при стенокардії Принцметала або стійким тромбом при гострому інфаркті. Якщо спазм триває досить довго, виникає ІМ.

Практична частина



- Знайдіть патологічні зміни на ЕКГ та дайте своє заключення

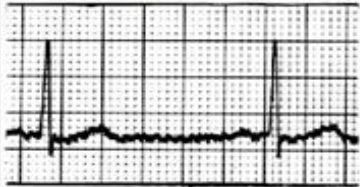


Практична частина: пояснення



До виникнення болю

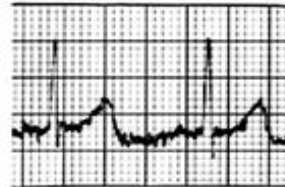
5 хвилин



2 хвилини



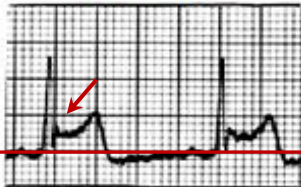
1 хвилина



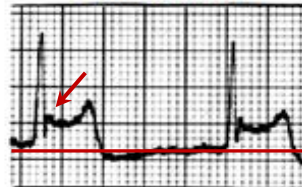
Больовий напад



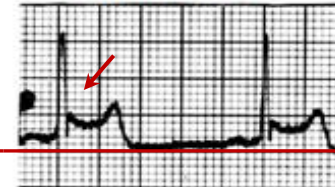
1/2 хвилини



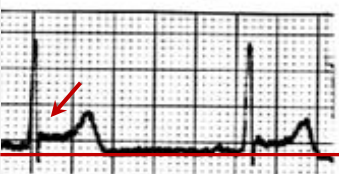
1 хвилина



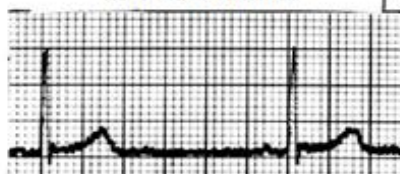
2 хвилини



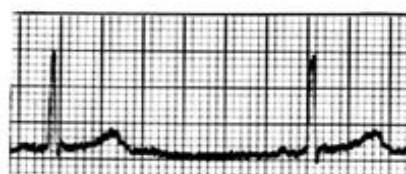
3 хвилини



4 хвилини
біль зникає



5 хвилин



<https://d3i71xaburhd42.cloudfront.net/3f8ce36c1547bb32776c961aee543e3b48911926/4-Figure2-1.png>

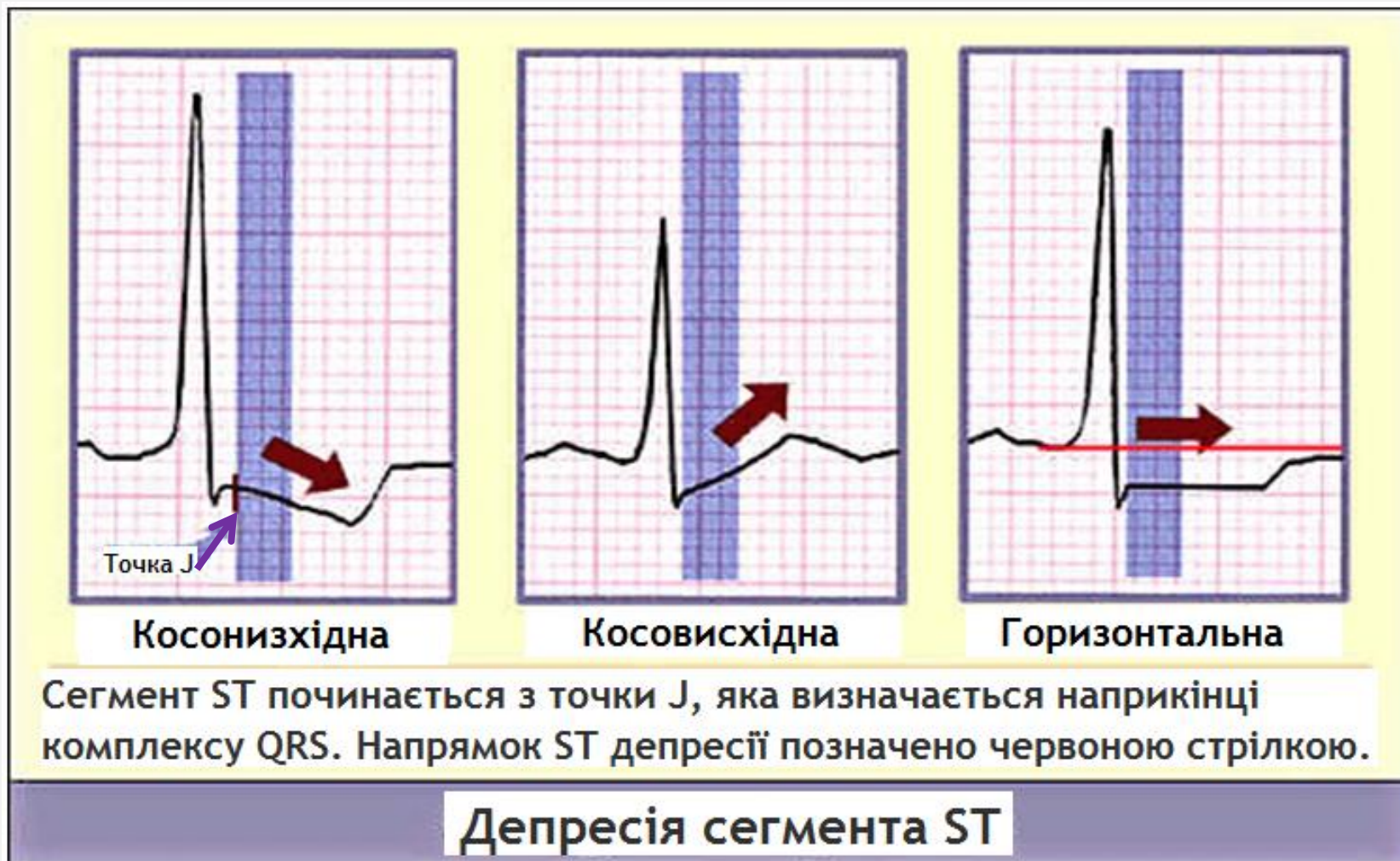
- Під час нападу за грудинного болю спостерігається елевація сегмента ST (точка J вище ізолінії). Після зникнення болювого нападу сегмент ST повертається до норми. Це епізод стенокардії Принцметала.

Морфологія депресії ST



- Депресія ST менше 0,5 мм вважається нормальною для всіх відведень;
- Горизонтальна або косонизхідна депресія ST $\geq 0,5$ мм у точці J у ≥ 2 суміжних відведеннях свідчить про ішемію міокарда;
- Депресія ST ≥ 1 мм є більш специфічною і є ознакою гіршого прогнозу;
- Косовисхідна депресія ST є неспецифічною для ішемії міокарда.

Морфологія депресії сегмента ST



Поширення депресії сегмента ST



- Депресія ST пов'язана із субендокардіальною ішемією і, як правило, розповсюджена - вона зазвичай присутня у відведеннях I, II, V4-6 та інших додаткових відведеннях.
- Наявність розповсюдженої депресії ST у поєднанні із елевацією ST в aVR > 1 мм свідчить про оклюзію лівої головної коронарної артерії.
- Локалізована, нерозповсюджена депресія ST (особливо якщо вона обмежена лише нижніми або верхніми латеральними відведеннями), швидше за все, відображає реципрокні зміни внаслідок ІмпST. У цьому випадку спостерігається також і елевація сегменту ST; вона може бути незначна і ледве помітна, тому важливо ретельно оцінювати ЕКГ щоб не пропустити її.

Інверсія зубця Т



Інверсію зубця Т можна вважати свідченням ішемії міокарда, якщо:

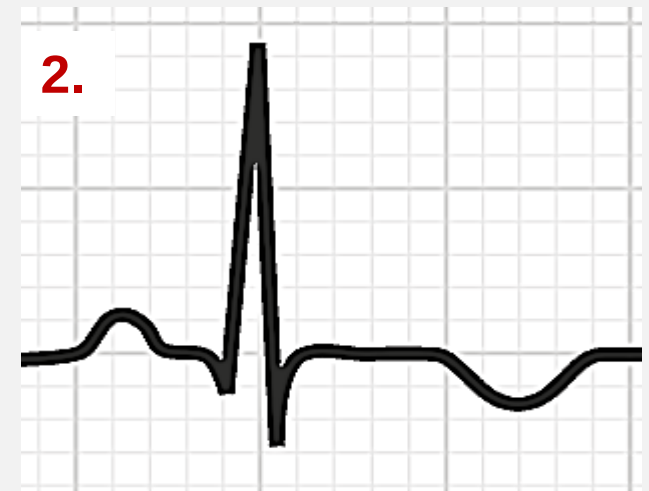
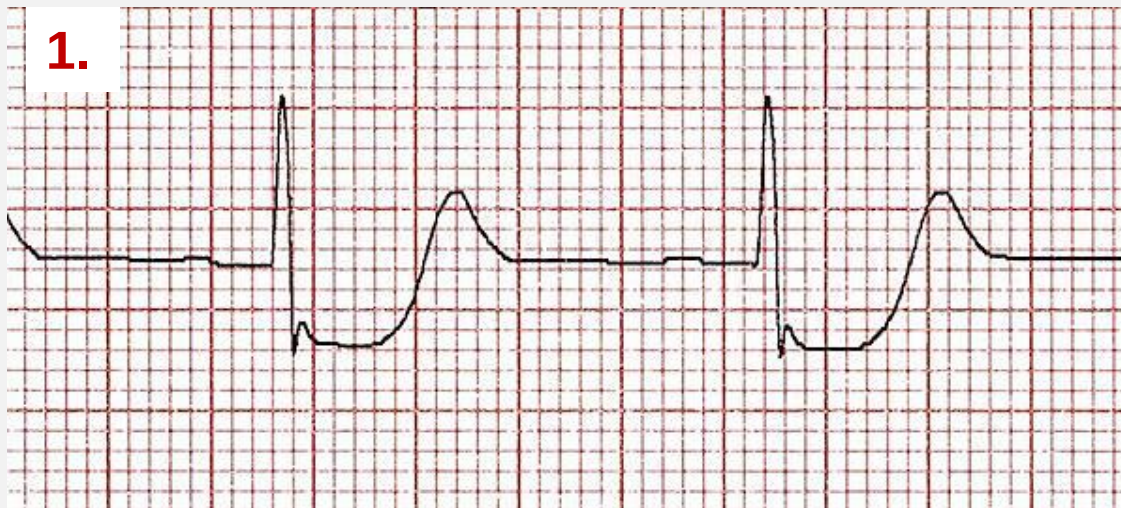
- Глибина інверсії зубця Т становить не менше 1 мм;
- Він присутній у ≥ 2 суміжних відведеннях, які мають домінуючі хвилі R (відношення $R/S > 1$);
- Наявна динамічна картина ЕКГ (поява «нової» інверсії зубця Т відсутня у попередніх «старих» ЕКГ пацієнта; інверсія зубця Т змінюється з часом).

NB! Інверсія зубця Т має значення лише в тому випадку, якщо спостерігається у відведеннях з позитивними комплексами QRS (домінуючі зубці R)

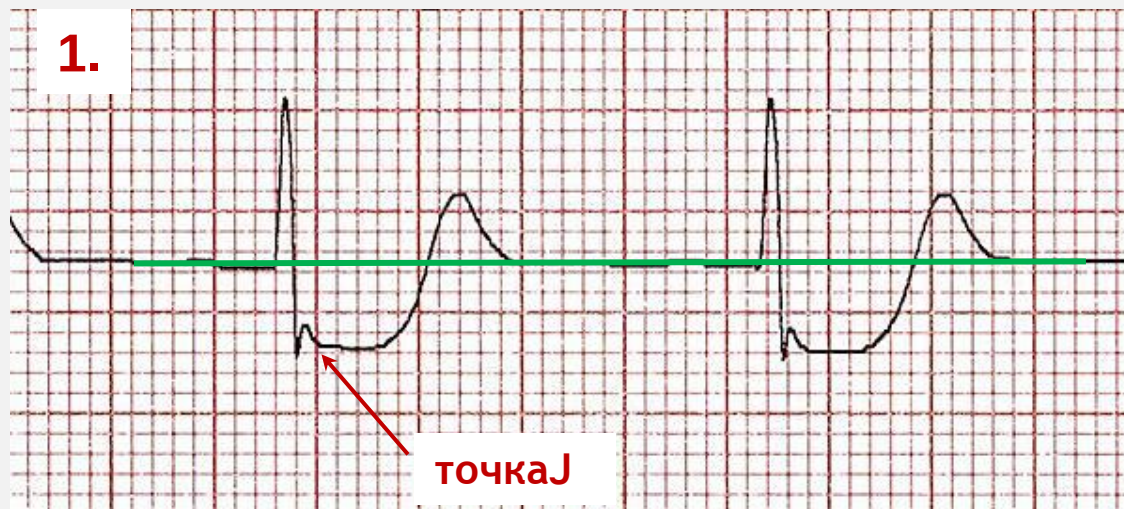
Практична частина



- Спробуйте розшифрувати ЕКГ. Виявити ознаки, характерні для порушення реполяризації на ЕКГ.



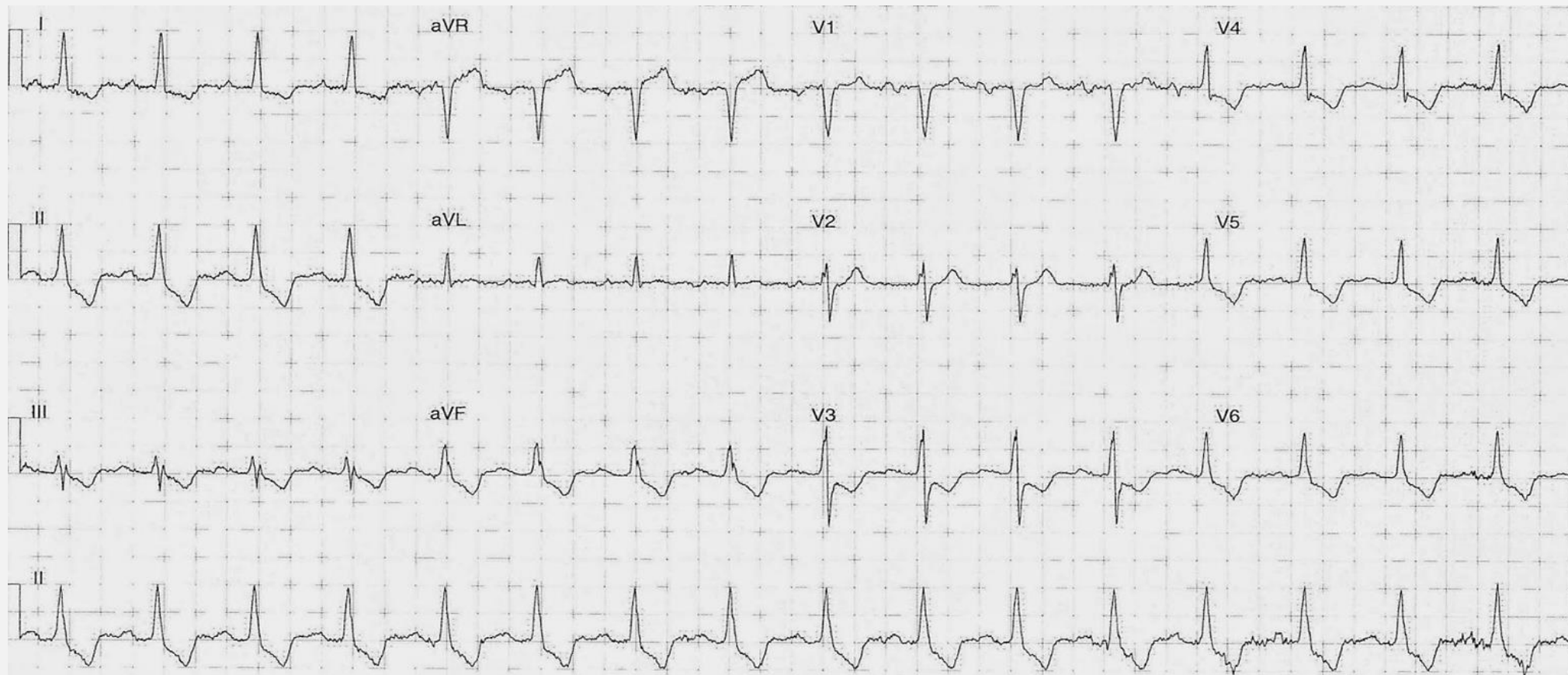
Практична частина: пояснення



- **Зображення 1.** Наявна горизонтальна депресія сегмента ST величиною у 3,5 мм (точка J нижче ізолінії). Зверніть увагу, що 1 маленький квадрат на ЕКГ папері дорівнює 1 мм.
- **Зображення 2.** Відхилення сегмента ST відсутнє (точка J знаходиться на ізолінії). Спостерігається інверсія зубця Т.

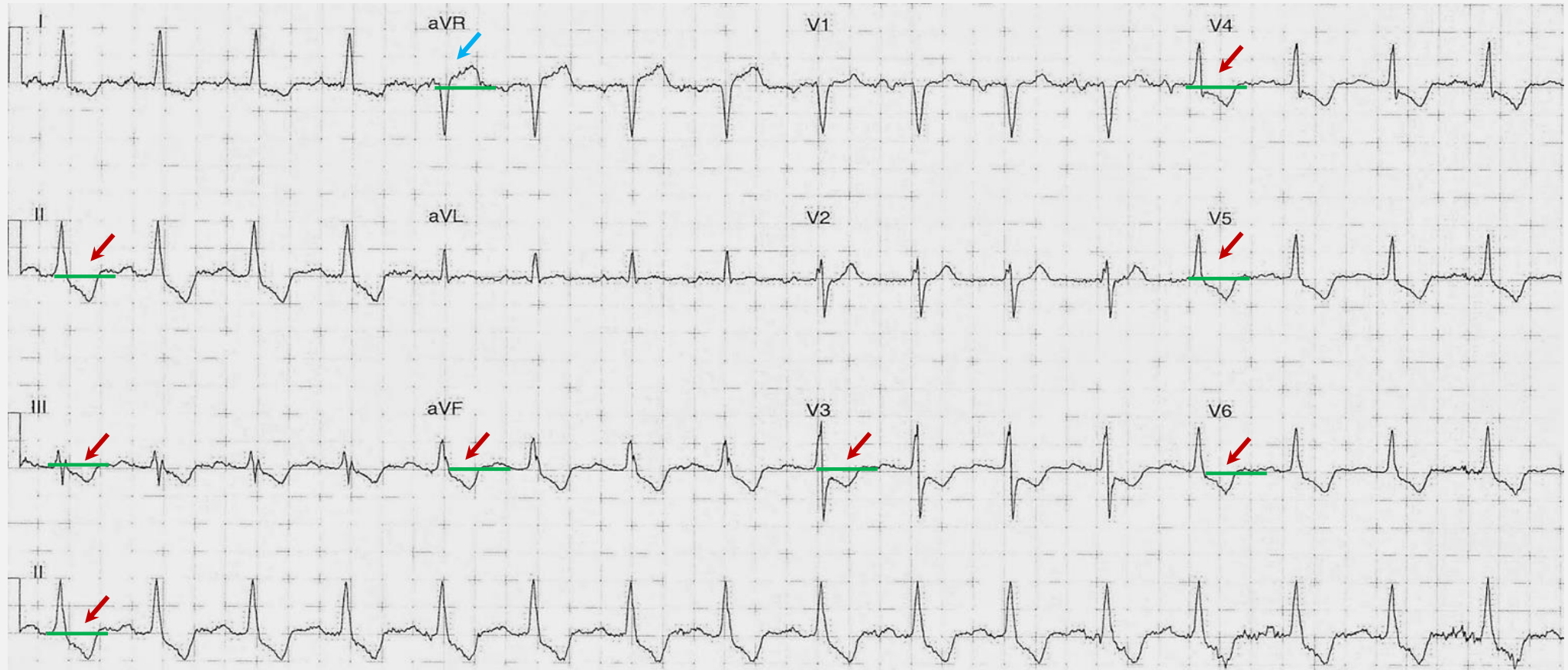
NB! Такі зміни можна спостерігати при стенокардії напруги під час болювого нападу.

Практична частина



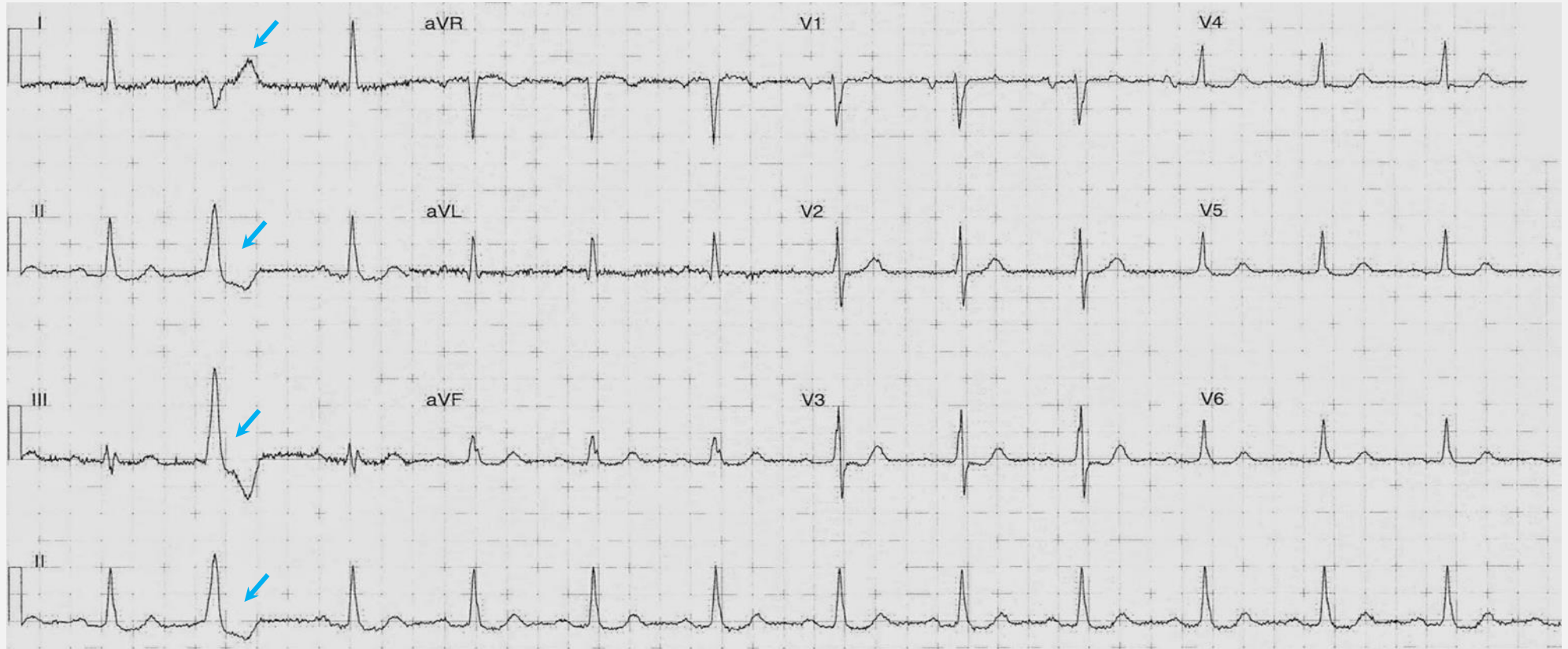
Спробуйте розшифрувати ЕКГ пацієнта з епізодом болю в грудях.

ЕКГ при стабільній стенокардії напруги



На ЕКГ показана депресія ST у відведеннях I, II, aVF, V3-V6 (червоні стрілки), а також реципрокна елевація ST в aVR (синя стрілка). Таким чином, у пацієнта спостерігається напад стенокардії

ЕКГ при стабільній стенокардії напруги



ЕКГ того ж пацієнта після припинення за грудинного болю. Елевація ST у відведенні aVR та депресія ST у відведеннях I, II, aVF, V3-6 - незначна і значно менше, ніж на попередній ЕКГ. Зверніть увагу на наявність шлуночкової екстрасистоли (блакитна стрілка).

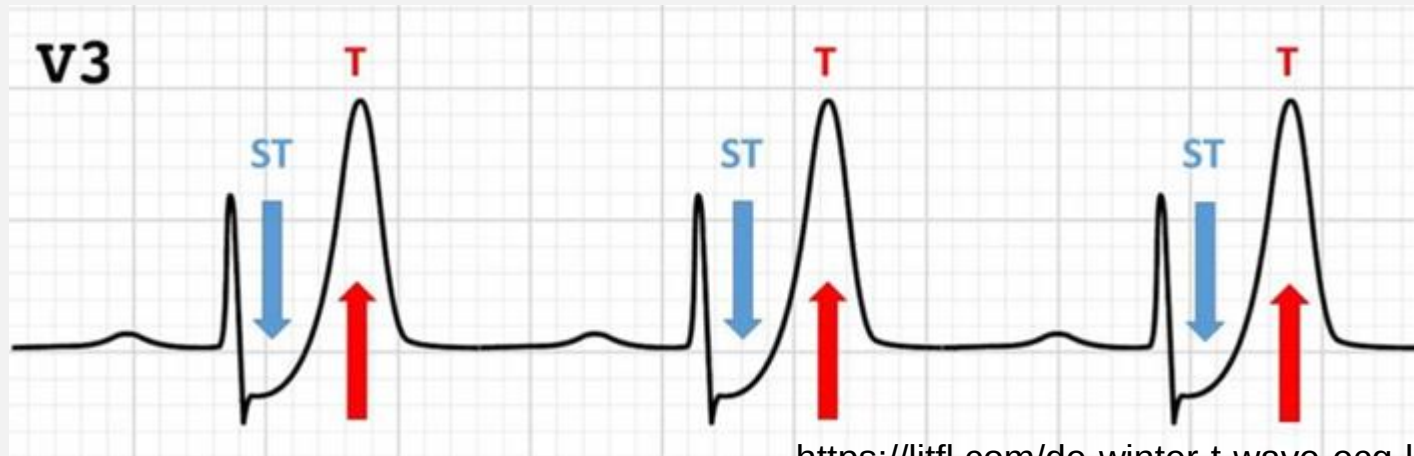
Неспецифічні зміни сегмента ST та зубця T.



При ішемії міокарда також можуть спостерігатися наступні відносно неспецифічні зміни:

- Депресія ST $< 0,5$ мм
- Інверсія зубця T < 1 мм
- Згладження зубця T
- Депресія ST (за винятком ЕКГ де Вінтера)

ЕКГ де Вінтера



<https://litfl.com/de-winter-t-wave-ecg-library/>

- У пацієнтів з ішемічним загрудинним болем косовисхідна депресія сегмента ST >1 мм від точки J в прекардіальних відведеннях (V1-V6) у поєднанні із високими симетричними зубцями T означає проксимальну оклюзію передньої низхідної гілки лівої коронарної артерії.
- У цьому випадку також часто може спостерігатись незначна елевація ST в aVR.

ЕКГ проби з фізичним навантаженням: показання-1



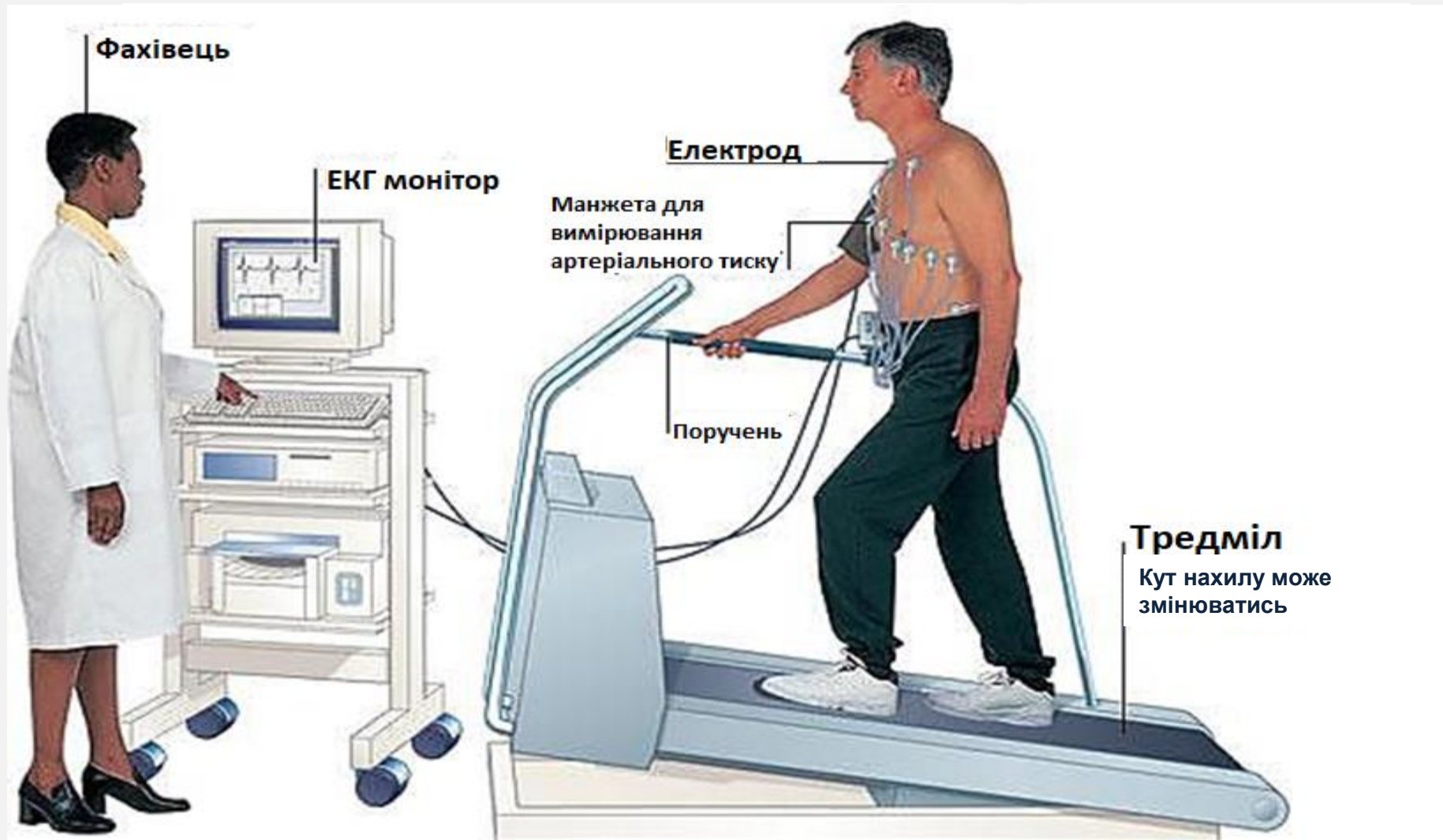
- Підтвердження діагнозу стабільної стенокардії та безболісної «німої» ішемії міокарда (оскільки аномалії ЕКГ з'являються у пацієнта зі стабільною стенокардією під час фізичних навантажень, ішемія міокарда провокується фізичними вправами та підтверджується виявленням ішемічних змін ЕКГ під час стрес-тесту). У такому випадку ЕКГ стрес-тест зазвичай проводиться на тлі тимчасової відміни антиішемічних препаратів.
- Оцінка функціонального стану серцево-судинної системи та толерантності до фізичних навантажень.
- Оцінка прогнозу після інфаркту міокарда.

ЕКГ проби з фізичним навантаженням: показання-2

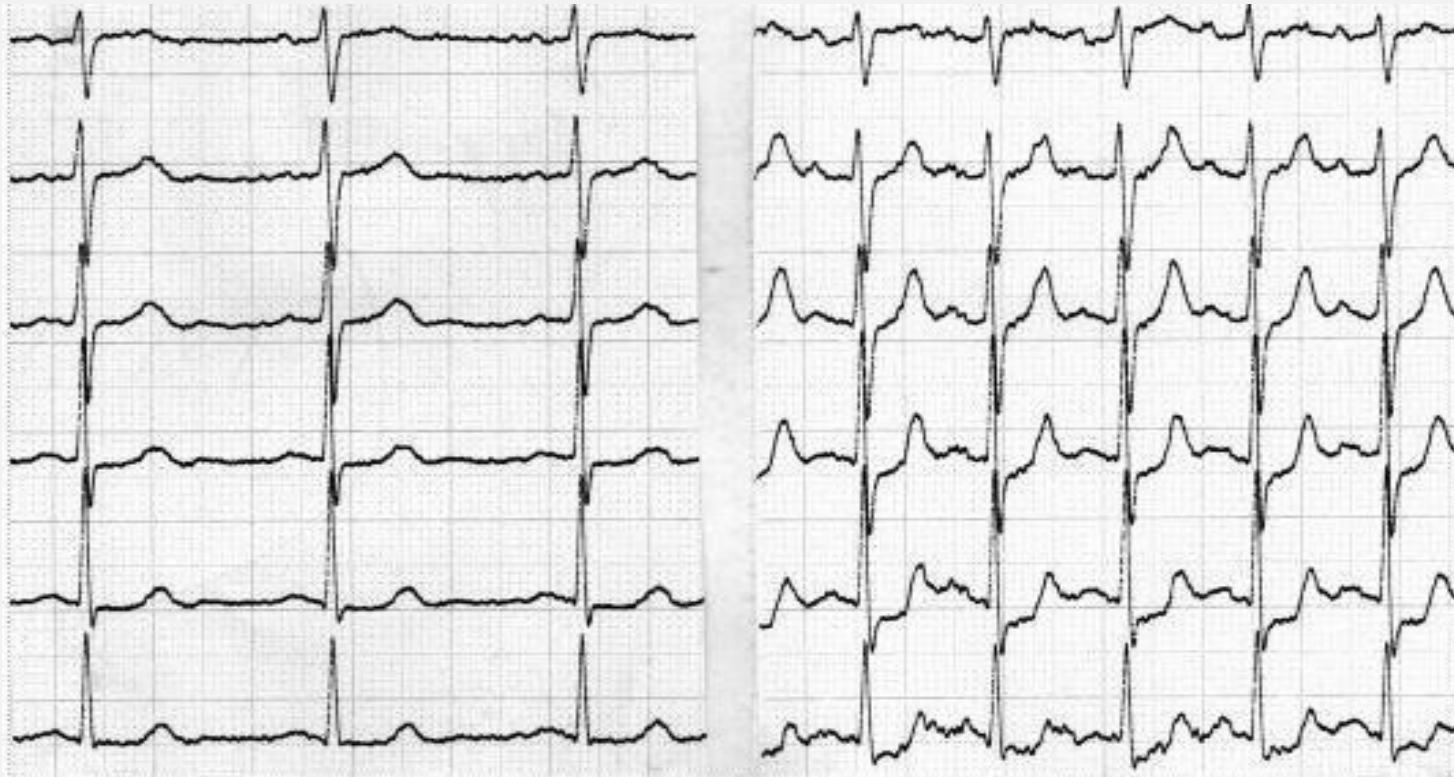


- Оцінка ефективності лікування (фармакотерапія, ангіопластика, аортокоронарне шунтування). У такому випадку застосовуються парні тести (до і на тлі антиішемічних препаратів або після операції). Підвищена толерантність до фізичних навантажень свідчить про ефективність лікування.
- Оцінка аритмій, асоційованих з фізичним навантаженням.

Тредміл-тест



ЕКГ- проба з фізичним навантаженням при стабільній стенокардії напруги



ЕКГ у грудних відведеннях у спокої (ліворуч) та при пороговому навантаженні (праворуч) у пацієнта з ІХС.

ЕКГ- проба з фізичним навантаженням при стабільній стенокардії напруги



ЕКГ пацієнта з ІХС:
прекордіальні
відведення



ЕКГ у спокої: сегмент
ST на ізолінії

ЕКГ при пороговому
навантаженні: депресія ST

Спрощений підхід до деяких стабільних форм ІХС-1



Тип стенокардії	Провідний патофізіологічний механізм	Основні клінічні особливості
Стабільна стенокардія напруги	Фіксований стеноз коронарної артерії з атеросклеротичною бляшкою	- Біль провокується фізичними навантаженнями. - У пацієнта зазвичай є фактори ризику ІХС (чоловіки похилого віку)
Мікросудинна стенокардія	Ураження найменших коронарних артерій	
Стенокардія Принцметала	Спазм епікардіальної коронарної артерії	- Біль виникає в стані спокою (зазвичай - рано вранці). - Найчастіше зустрічається у пацієнтів молодого віку, жінок. - Пацієнт добре переносить фізичні навантаження через відсутність фіксованого стенозу коронарної артерії.

Спрощений підхід до деяких стабільних форм ІХС-2



Тип стенокардії	ЕКГ під час нападу стенокардії	Тест на підтвердження	Коронароангіографія
Стабільна стенокардія напруги	Депресія ST	ЕКГ тест із фізичним навантаженням <u>ПОЗИТИВНИЙ</u>	Виявлення звуження коронарної артерії атеросклеротичною бляшкою
Мікросудинна стенокардія			Нормальна
Стенокардія Принцметала	Елевація ST	ЕКГ тест із фізичним навантаженням <u>НЕГАТИВНИЙ</u> ; Тест із фармакологічними засобами (з ергоновіном) <u>ПОЗИТИВНИЙ</u> .	Зазвичай в нормі, під час епізоду стенокардії можна виявити спазм коронарної артерії

Безсимптомна ішемія міокарда



- Безсимптомна ішемія міокарда визначаються як наявність об'єктивних ознак ішемії міокарда при відсутності дискомфорту в грудях або інших еквівалентів стенокардії (наприклад, задишка, нудота, потовиділення і т.д.).
- Об'єктивні докази безсимптомної ішемії міокарда можна отримати так само, як при больових епізодах (стенокардія).
- Це найпоширеніший прояв ІХС, що становить понад 75% ішемічних епізодів протягом життя

Кардіосклероз



- Крупнофокальний кардіосклероз розвивається внаслідок перенесеного інфаркту міокарда. Патологічний зубець Q є найбільш специфічною знахідкою на ЕКГ.
- Дифузний дрібнофокальний кардіосклероз розвивається внаслідок відносної коронарної недостатності з розвитком дрібних вогнищ ішемії. Клінічні прояви включають напади стенокардії, аритмії та серцеву недостатність.
- Кардіосклероз буде розглянуто в наступних слайдах (тема ГКС).

Гострый коронарный синдром



Визначення



Гострий коронарний синдром (ГКС)

відноситься до спектру клінічних проявів, що характеризують наступні патологічні стани:

- інфаркт міокарда з підйомом сегмента ST (ІМпST),
- інфаркт міокарда без підйому сегмента ST (ІМбST),
- нестабільну стенокардію (НС).

ГКС належить до гострих форм ІХС і майже завжди асоціюється з розривом атеросклеротичної бляшки та частковим або повним тромбозом артерії (атеротромбоз), пов'язаної з зоною інфаркту.



Значення ЕКГ при гострому інфаркті міокарда



- ЕКГ широко використовується для діагностики та диференціальної діагностики гострого інфаркту міокарда (ГІМ).
- ЕКГ дає наступну інформацію про ГІМ :
 - локалізація ГІМ та оцінка пов'язаної з інфарктом коронарної артерії (які ЕКГ відведення мають патологічні зміни);
 - Розмір / площа ГМІ (скільки ЕКГ відведень мають патологічні зміни);
 - Глибина ГІМ (судендокардіальна, трансмуральна тощо) - наявність зубця Q, співвідношення Q / R;
 - «Вік» (давність) ГМІ та еволюція ГІМ.

ЕКГ при ГКС: ключові моменти -1



ЕКГ при ГКС необхідна при :

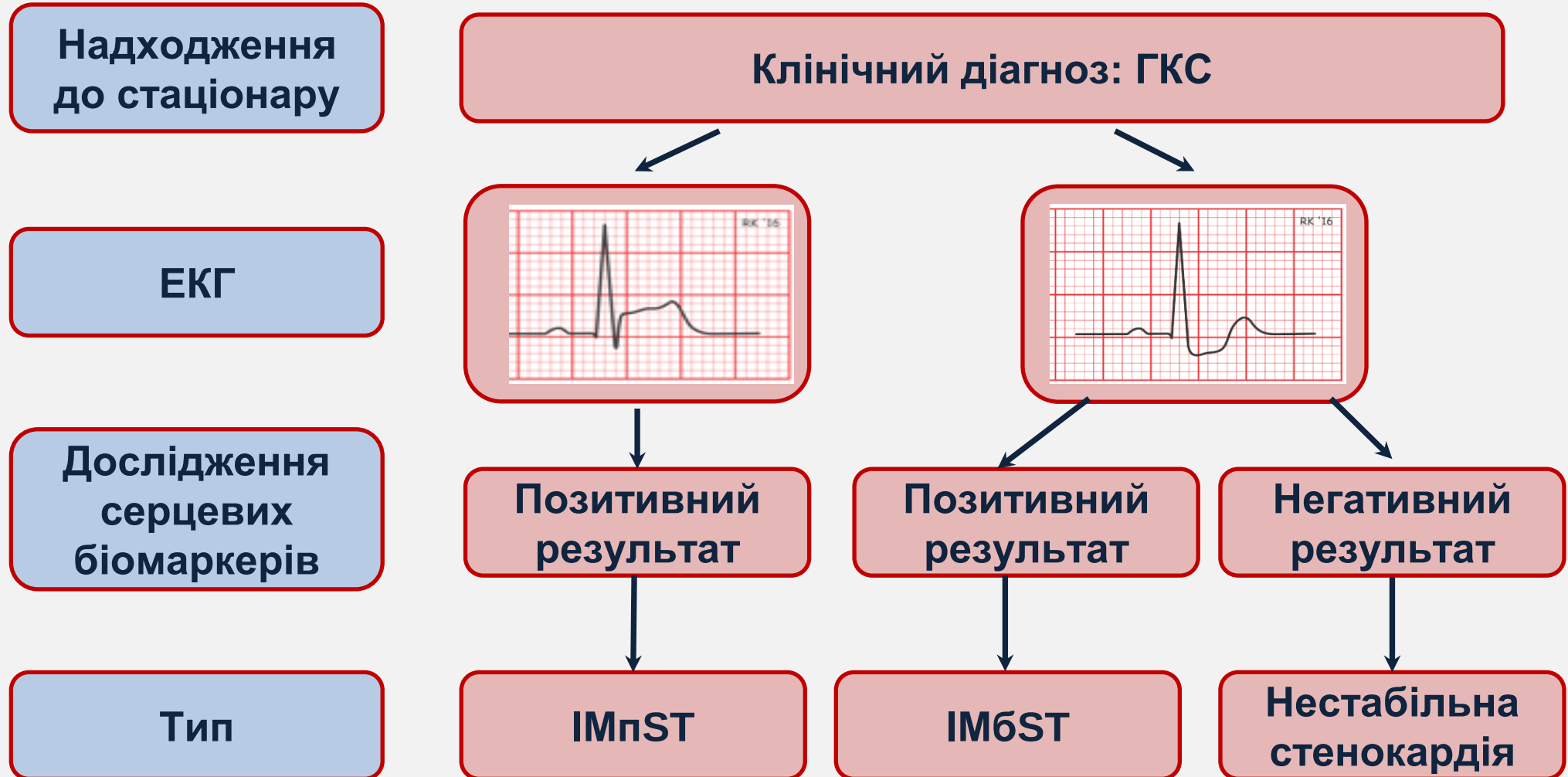
- Виявленні ускладнень ГІМ (гострий перикардит, синдром Дресслера, аритмії та порушення провідності, аневризма тощо)
- Визначення тактики лікування (ГКС з підвищенням ST можна лікувати тромболітиками, тоді як у випадку ГКС без підвищення ST вони протипоказані)
- Динамічний моніторинг пацієнта під час лікування та визначення ефективності реперфузійної терапії (резолюція сегмента ST - повернення його до ізолінії)

ЕКГ при ГКС: ключові моменти -2



- ЕКГ слід отримувати протягом 10 хвилин після першого звернення до лікаря.
- По можливості ЕКГ у пацієнта з підозрою на ГКС слід порівнювати з попередніми ЕКГ.
- Зміни ЕКГ при ГКС мають динамічний характер - слід мати декілька послідовних ЕКГ для постійного моніторингу.
- Іноді ЕКГ пацієнтів з ГКС може бути нормальною - це не виключає ішемії міокарда; у пацієнтів з характерним за грудинним болем важливим є постійний моніторинг за допомогою ЕКГ та контролю серцевих біомаркерів.

Діагностичний підхід при ГКС



Характеристики ІМпST та ІМбST



- ІМпST пов'язаний з повною оклюзією коронарної артерії (це призводить до трансмуральної ішемії та пошкодження міокарду). Залежно від часу початку серцевого нападу ЕКГ допомагає виявити такі ознаки, як високий піковий зубець Т, елевація сегмента ST, зниження вольтажу зубця R, інверсія зубця Т, поява патологічного зубця Q.
- ІМбST викликаний частковою (неповною) оклюзією коронарної артерії. Це призводить до зменшення коронарного кровотоку і викликає субендокардіальну ішемію/пошкодження міокарда. На ЕКГ можуть бути ознаки субендокардіальної ішемії - депресія сегмента ST та/або інверсія зубця Т.

Ознаки гострої ішемії міокарда



Елевація сегмента ST:

Нове підвищення сегмента ST щонайменше у 2 суміжних відведеннях:

- Чоловіки віком ≥ 40 років: ≥ 2 мм у V2-V3 та ≥ 1 мм у всіх інших відведеннях;
- Чоловіки віком < 40 років: $\geq 2,5$ мм у V2-V3 та ≥ 1 мм у всіх інших відведеннях;
- Жінки (будь-якого віку): $\geq 1,5$ мм у V2-V3 та ≥ 1 мм у всіх інших відведеннях.

Депресія ST та зміни зубців T:

- Нова горизонтальна або низхідна депресія ST $\geq 0,5$ мм у двох суміжних відведеннях та/або інверсія T > 1 мм у двох сусідніх відведеннях з вираженим зубцем R або співвідношенням R/S > 1 .

Зубець Q:

КЛЮЧОВІ МОМЕНТИ



- Зубець Q - це будь-яке негативне відхилення, яке передує зубцю R.
- Зубець Q може бути фізіологічним (спостерігається в нормальних умовах) і патологічним.
- Наявність патологічного зубця Q свідчить про некроз тканини міокарда.
- Патологічний зубець Q може спостерігатися при триваючому ІМ або може бути свідченням кардіосклерозу в результаті попереднього ІМ.
- Оцінка клінічних проявів та динамічних змін на ЕКГ, візуалізація / лабораторні дослідження необхідні для висновку про давність некрозу.

Особливості фізіологічного зубця Q



- Фізіологічний зубець Q відображає нормальну деполяризацію міжшлуночкової перегородки зліва направо.
- У лівосторонніх відведеннях, як правило, видно невеликі «перегородкові» зубці Q (I, aVL, V5 та V6).



Фізіологічний зубець Q

Особливості патологічного зубця Q



- Глибина патологічного зубця Q повинна становити щонайменше 25% від глибини пов'язаного з ним зубця R, а його тривалість повинна бути $> 0,04$ сек.
- Зубець Q повинен бути наявним щонайменше у 2 суміжних відведеннях
- Будь-який зубець Q у відведеннях V1-V3 тривалістю $> 0,02$ секунди з високою ймовірністю є патологічним.



Патологічний зубець Q

Динамічні зміни ЕКГ при ІМ



При ГІМ можуть спостерігатись такі ЕКГ зміни:

1. Піковий надгострий зубець Т;
2. Елевація ST
3. Депресія ST;
4. Інверсія зубця Т;
5. Патологічний зубець Q.

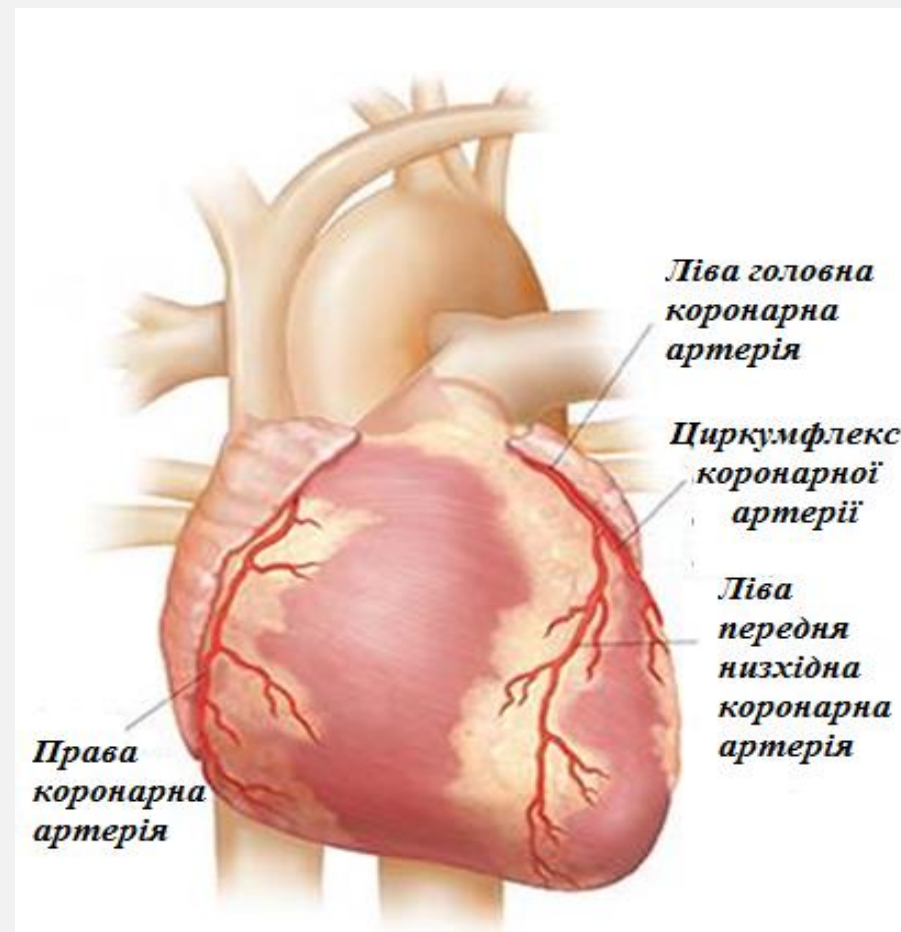
Еволюція змін ЕКГ при ІМпST (ІМ з елевацією ST)



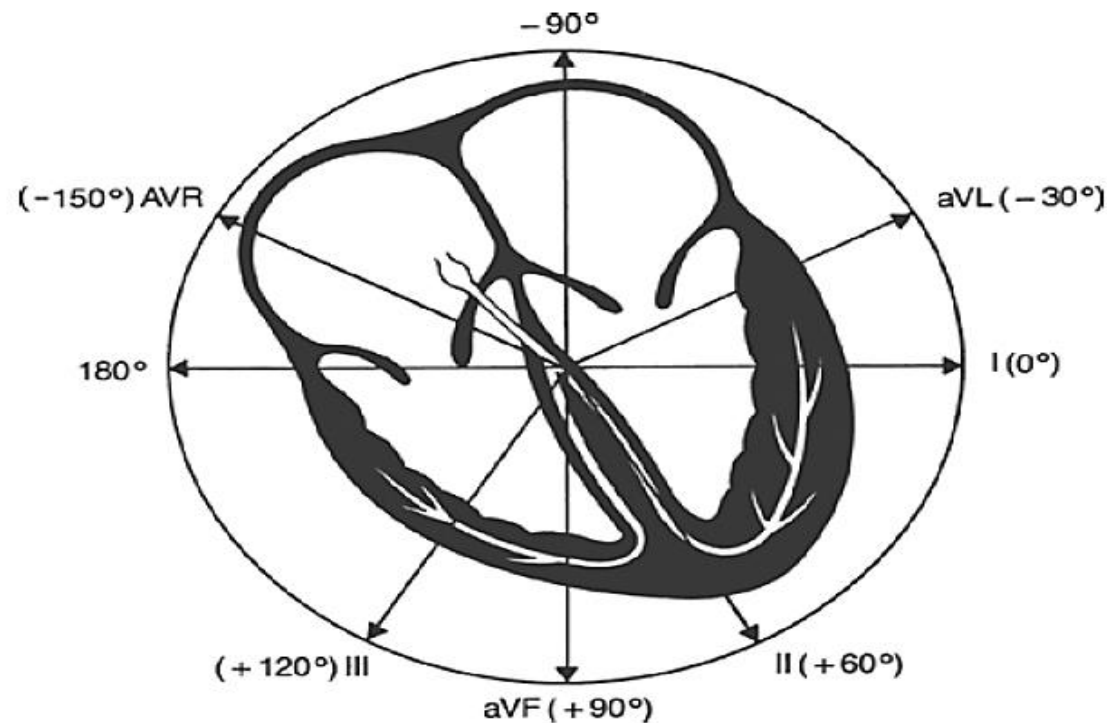
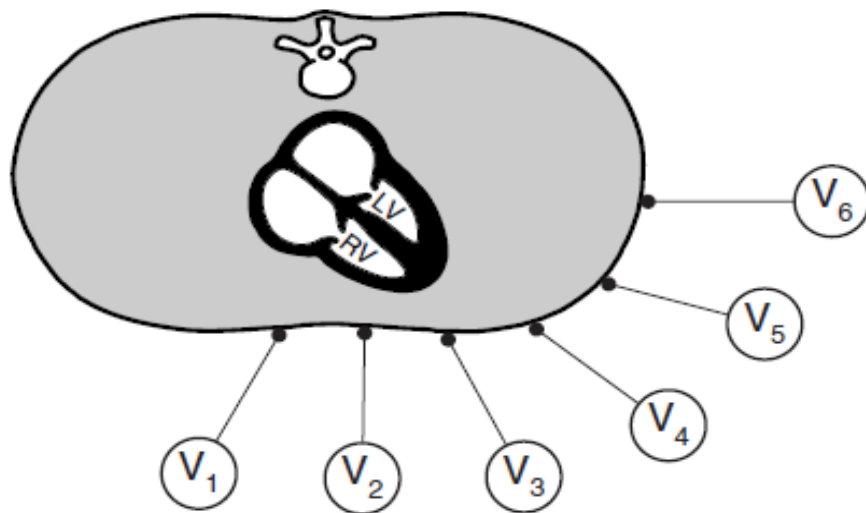
Топічна діагностика інфаркту



- оклюзія циркумфлексної гілки лівої коронарної артерії - інфаркт бічної стінки;
- оклюзія передньої низхідної гілки лівої коронарної артерії - інфаркт передньої стінки;
- оклюзія правої коронарної артерії або однієї з її гілок - інфаркти задньої або нижньої стінки.
Інфаркти правого шлуночка також можуть бути наслідком оклюзії правої коронарної артерії, а також супроводжувати нижні інфаркти.

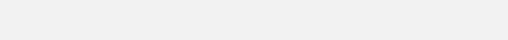
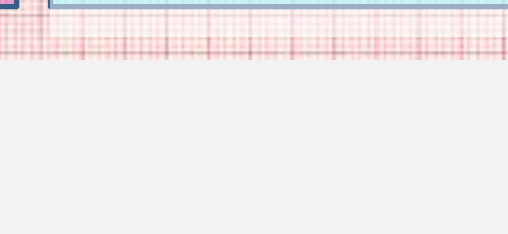
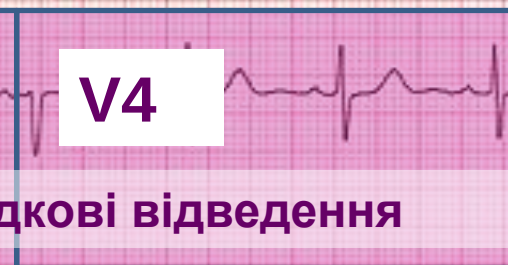
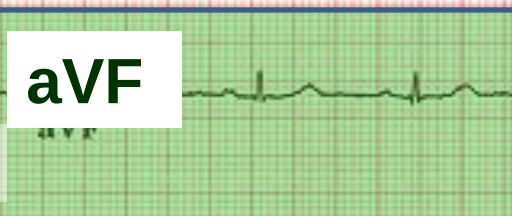


Відведення та його кути



- Відведення V1, V2 - перегородкові (септальні) відведення;
- Відведення V3, V4 - передні відведення
- Відведення II, III, and aVF - нижні відведення;
- Відведення I, aVL, V5, V6 - бічні, або латеральні відведення;
- **AVR.**

ЕКГ відведення



Реципрокні зміни



Ішемічні підвищення ST часто характеризуються наявністю реципрокних змін (депресій ST) у протилежних відведеннях.

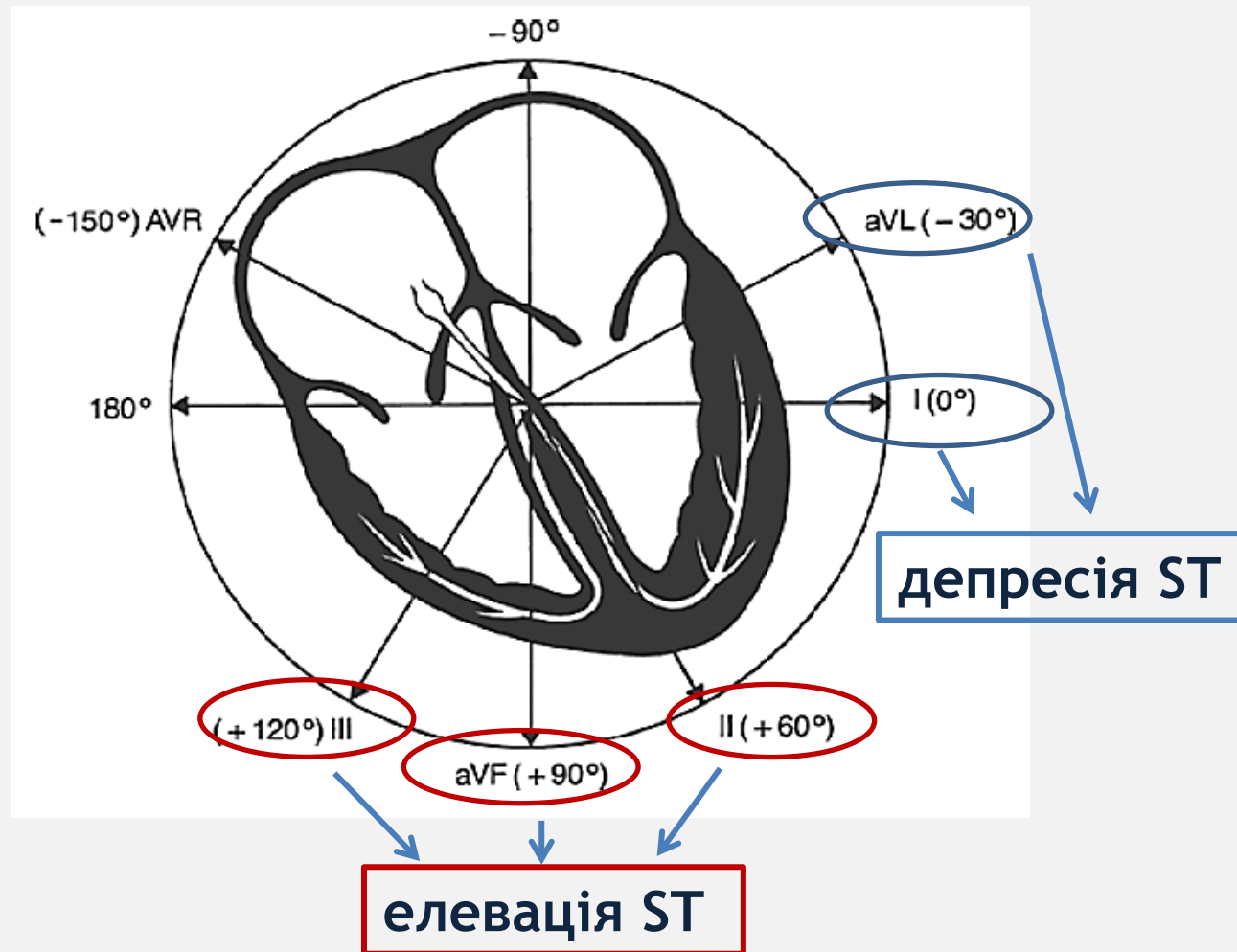
Реципрокні депресії ST - це так звані "дзеркальні відбиття" елевацій ST. Їх особливості:

- Пов'язані з трансмуральною ішемією
- Стійко пов'язані з елевацією ST і спостерігаються лише одночасно з елевацією ST; коли елевація ST знижується, наближаючись до ізолінії (через динамічну еволюцію змін ЕКГ у ІмпST), реципрокна депресія ST більше не спостерігається.
- Спостерігаються у відведеннях протилежних елеваціям ST. Наприклад, у випадку нижього ІмпST елевації ST спостерігатимуться у нижніх відведеннях, що супроводжуються реципрокними депресіями ST у передніх та/або бічних відведеннях, і навпаки.

Реципрокні зміни-2



- Якщо **елевація ST** спостерігається в **нижніх відведеннях**
- Реципрокна депресія ST буде спостерігатись в бічних відведеннях (протилежний кут спостереження).
- І навпаки

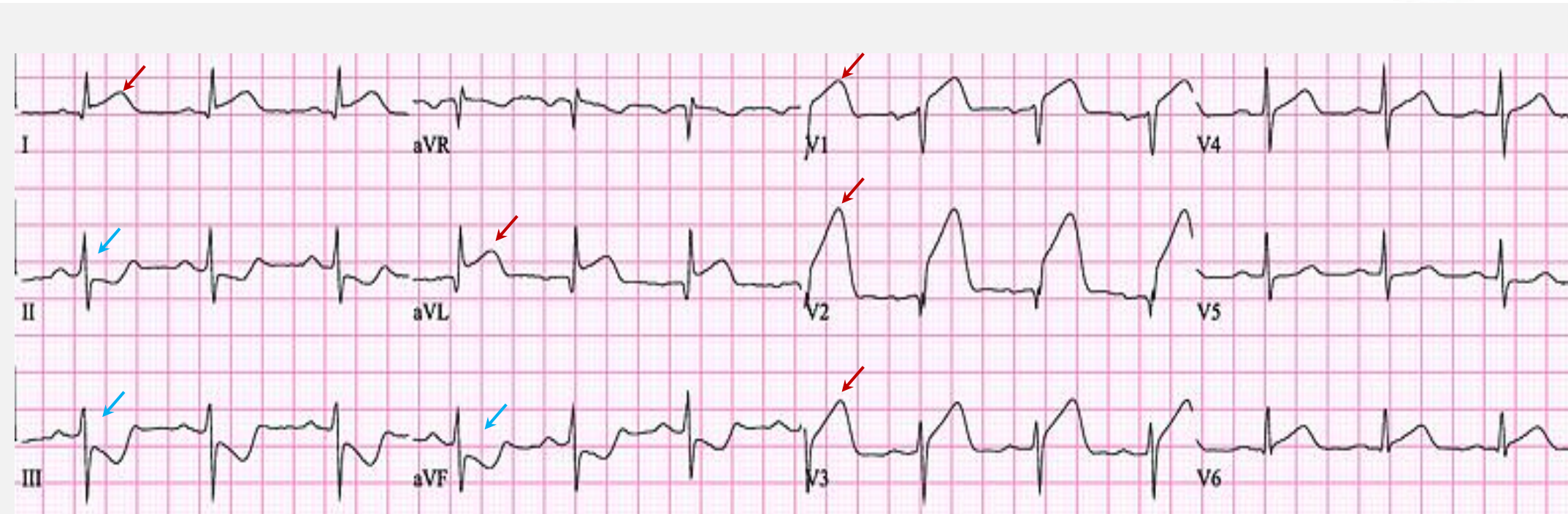


Реципрокні зміни -3



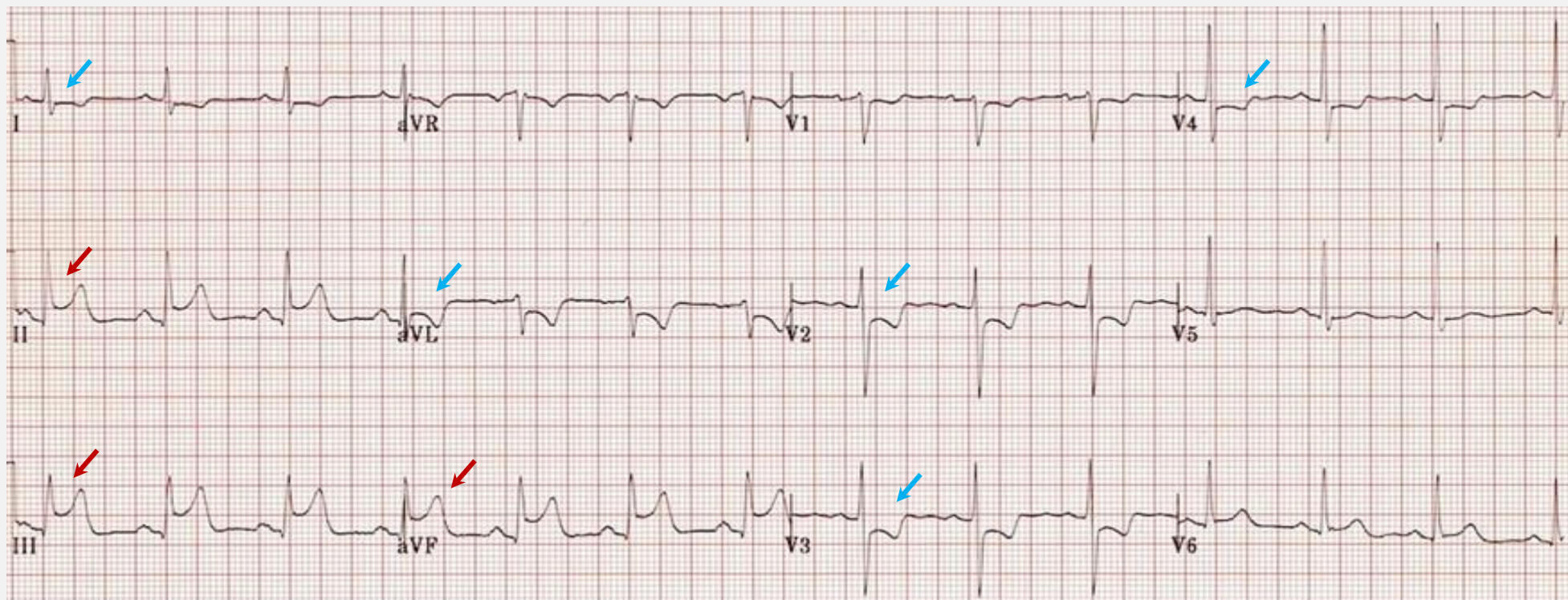
- Іноді реципрокні зміни ІМпST можуть бути відсутніми через відсутність відведення ЕКГ з протилежним кутом спостереження або, якщо дане ураження недостатньо сильне, щоб виявити його на протилежному місці спостереження.

ІМпСТ



- Це гостра стадія передньобічного ІМпСТ (елевація сегмента ST у передньосептальних (V1-V3) і верхніх бічних (I, aVL) відведеннях (червоні стрілки), з реципрокною депресією ST в нижніх відведеннях II, III, aVF (сині стрілки).

ІМпСТ



Це нижній ІМпСТ (елевація ST у відведеннях II, III, аvF - червоні стрілки, з реципрокною депресією ST в передніх відведеннях V2, V3, V4 і латеральних I, аvL - сині стрілки).

Інфаркт міокарда без підйому ST (ІМбпST)



У разі ІМбпST на ЕКГ буде спостерігатися:

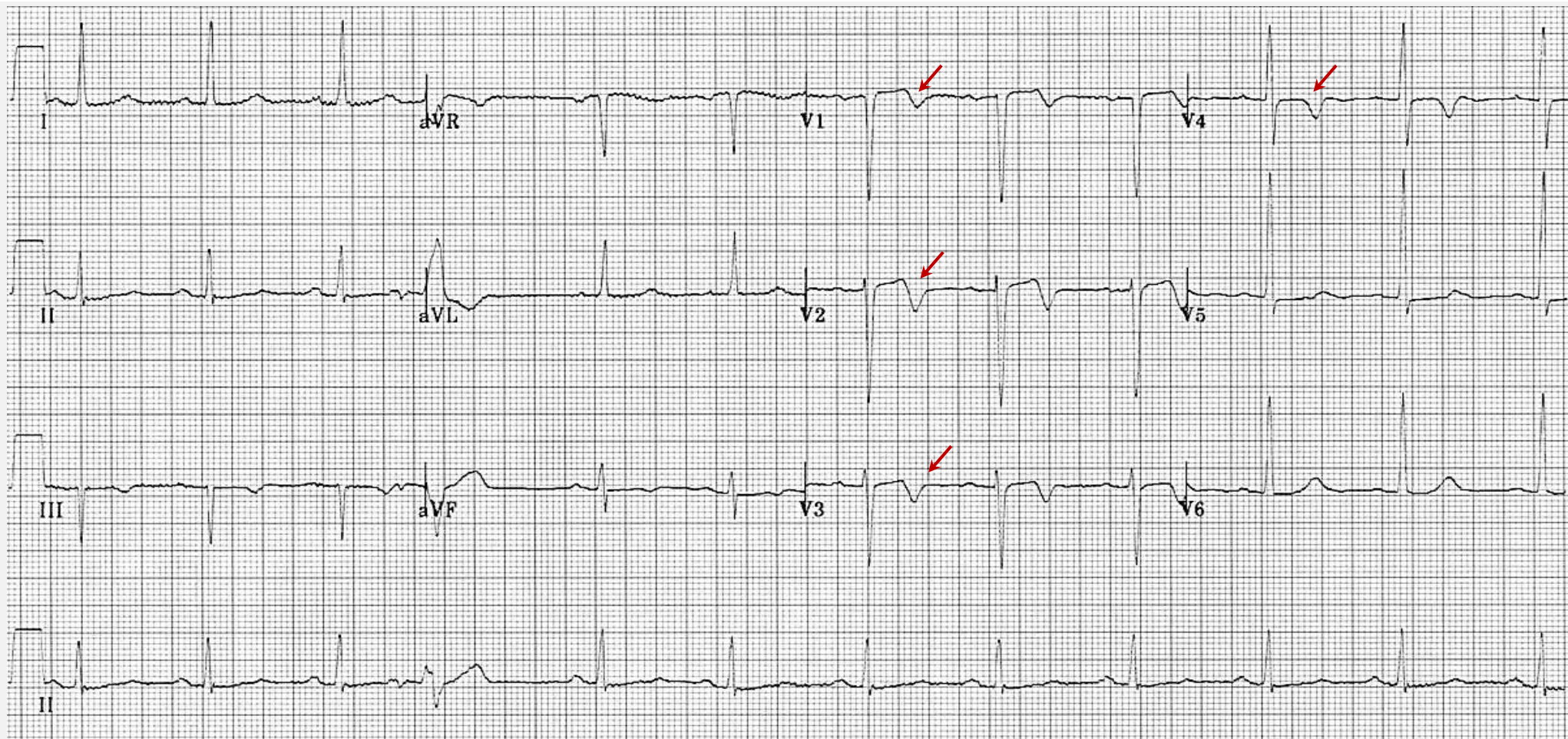
- депресія сегмента ST (горизонтальна або низхідна депресія ST $\geq 0,5$ мм в точці J у ≥ 2 суміжних відведеннях вказує на ішемію міокарда);
- сплющення або інверсія зубця T (глибиною не менше 1 мм);
- звичайно не спостерігається утворення зубця Q.

Нестабільна стенокардія



- На ЕКГ може спостерігатись девіація ST-T або відсутність патологічних змін (присутній тільки типовий біль в грудях); лабораторні маркери некрозу міокарда негативні.

ІМбпST

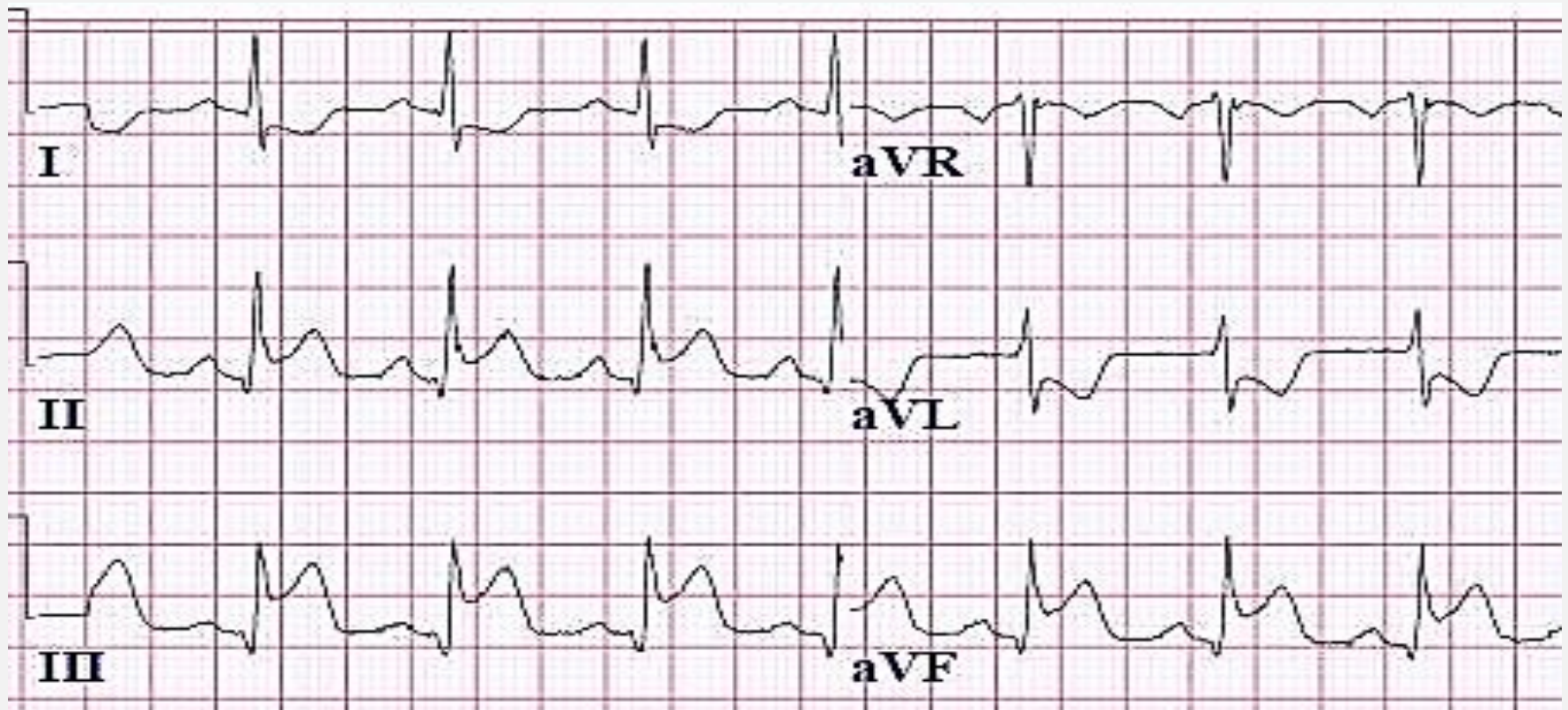


Присутні аномальні зубці Т в V1-4 - двофазні в V1-3, інвертовані в V4 (червоні стрілки). Зверніть увагу на відхилення електричної осі вліво та ознаки гіпертрофії лівого шлуночка.

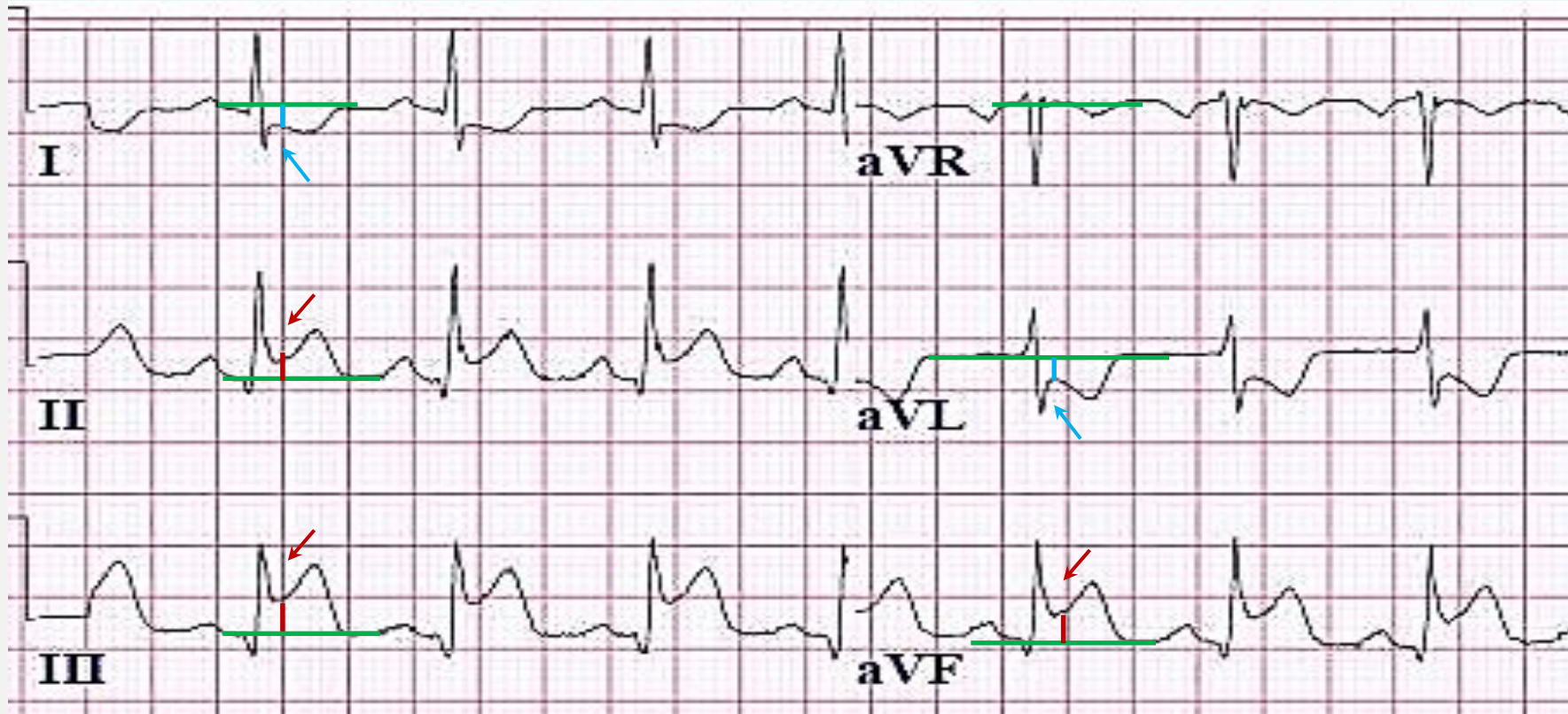
Практична частина



Розшифруйте ЕКГ. Спробуйте знайти всі порушення реполяризації.



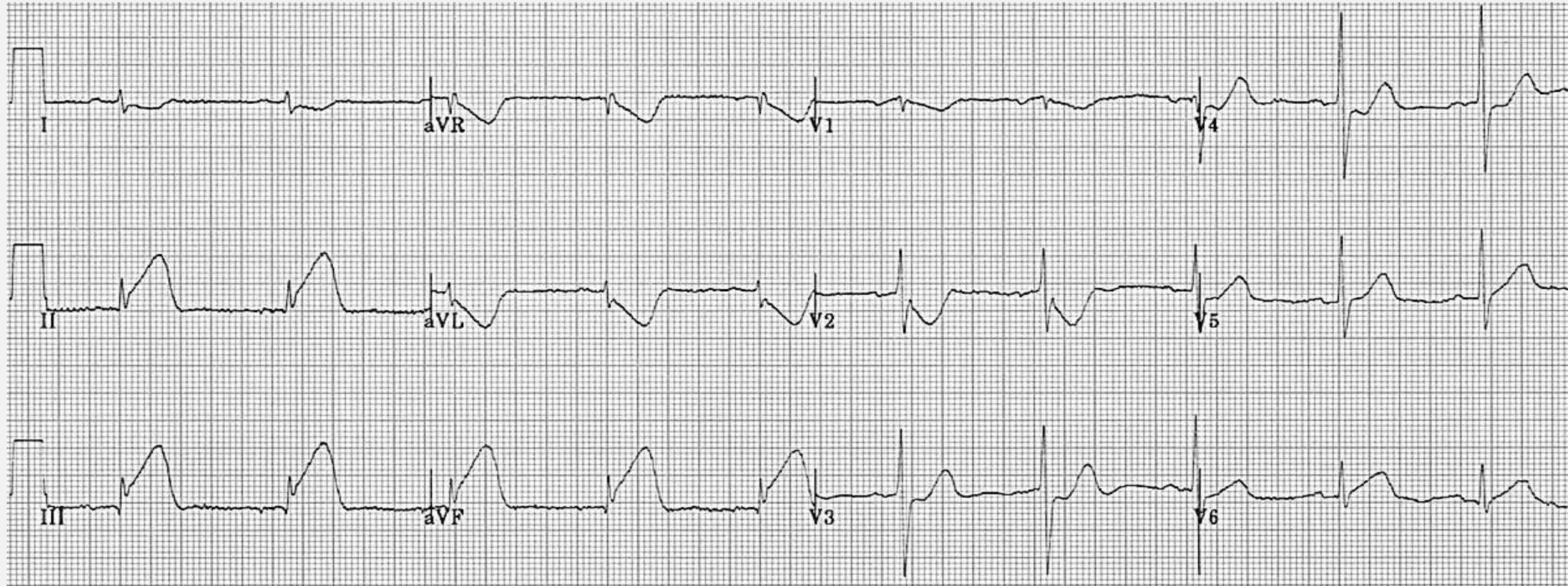
Практична частина



Відповідь: наявні ознаки трансмуральної ішемії - підйом сегмента ST в нижніх відведеннях, реципрокна депресія сегмента ST в бічних відведеннях.

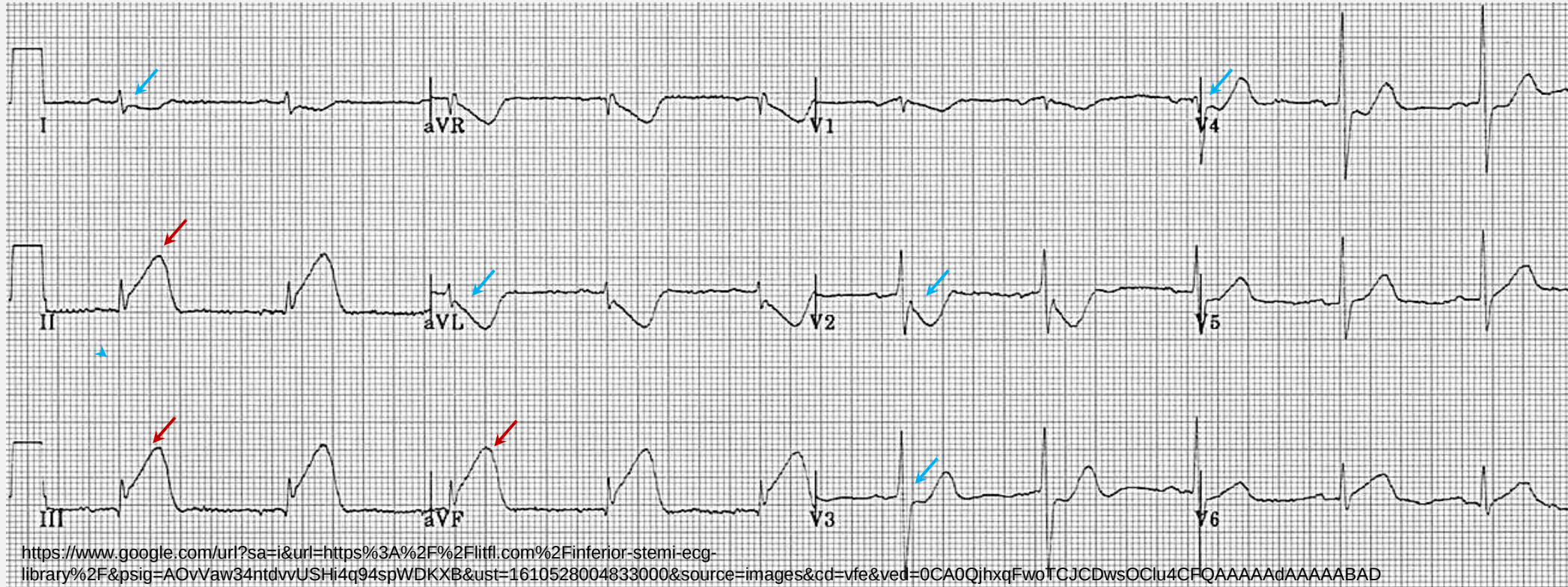
- Зверніть увагу, що інвертований зубець T в aVR - це нормальне явище!

Практична частина



- **Пацієнт поступив у відділення з ішемічним болем у грудях протягом останніх 3 годин, що не знімається нітрогліцерином. Розшифруйте ЕКГ і дайте висновок.**

Практична частина



- **Висновок.** Тривалий ішемічний біль у грудях, що не знімається нітратами, свідчить про ГКС. На ЕКГ: елевація ST в відведеннях II, III, aVF (червоні стрілки), реципрокна депресія ST в відведеннях I, aVL, V2-V4 (сині стрілки). Це нижній ІМпST.

Задній ІМ

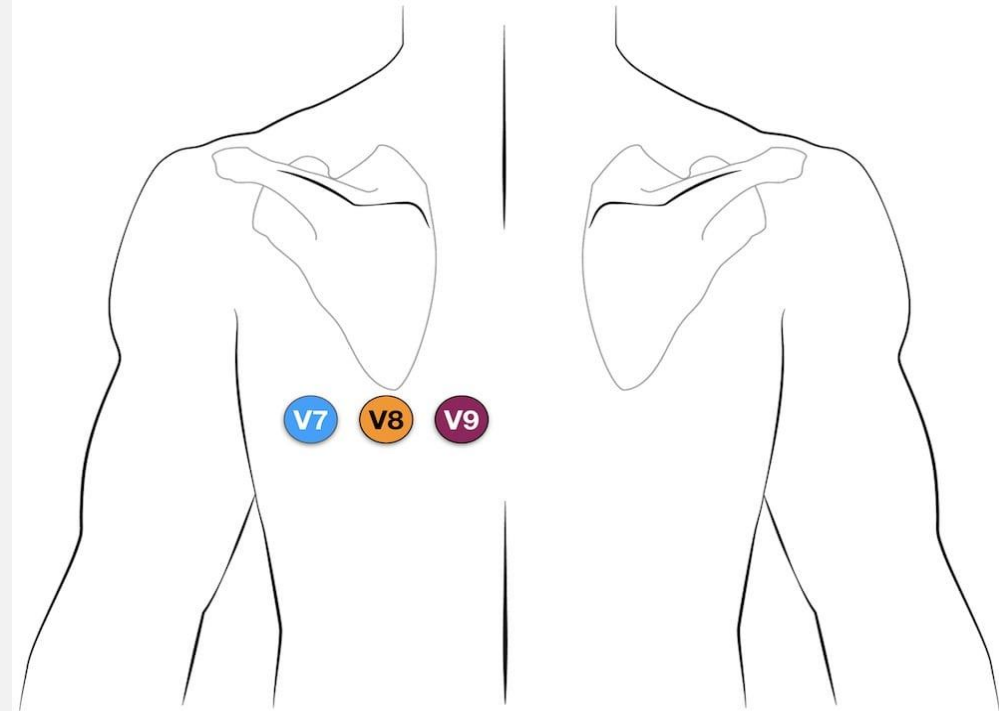


- Задній інфаркт, як правило, є результатом оклюзії правої коронарної артерії.
- Оскільки жодне зі стандартних відведень не перекриває задню стінку (тому ми не можемо спостерігати елевацію ST і зубець Q), для діагностики необхідно знайти реципрокні зміни в передніх відведеннях.
- Нормальний комплекс QRS у відведенні V1 складається з невисокого зубця R і глибокого зубця S. Отже, наявність високого зубця R, особливо з супутньою депресією сегмента ST, можна розглядати як реципрокні зміни заднього ІМпST.
- Інший метод виявлення заднього ІМпST - розміщення додаткових задніх відведень.

Задні відведення



- **V7 - Ліва задня аксилярна лінія в тій же горизонтальній площині, що і V6.**
- **V8 - Верхівка лівої лопатки в тій же горизонтальній площині, що і V6.**
- **V9 - Ліва паравертербральна область в тій же горизонтальній площині, що і V6.**



<https://litfl.com/wp-content/uploads/2018/08/Posterior-leads-V7-V8-V9-ECG-placement-768x614.jpg>

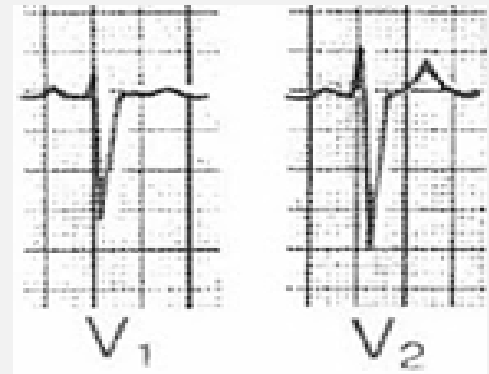
<https://litfl.com/posterior-myocardial-infarction-ecg-library/>

Задній ІМпСТ



- Нормальний комплекс QRS у відведенні V1 складається з невисокого зубця R і глибокого зубця S.
- Отже, наявність високого зубця R, особливо з супутньою депресією сегмента ST, можна розглядати як реципрокні зміни заднього ІМпСТ.

Нормальний QRS у відведеннях V1, V2



ЕКГ зміни при задньому ІМпСТ

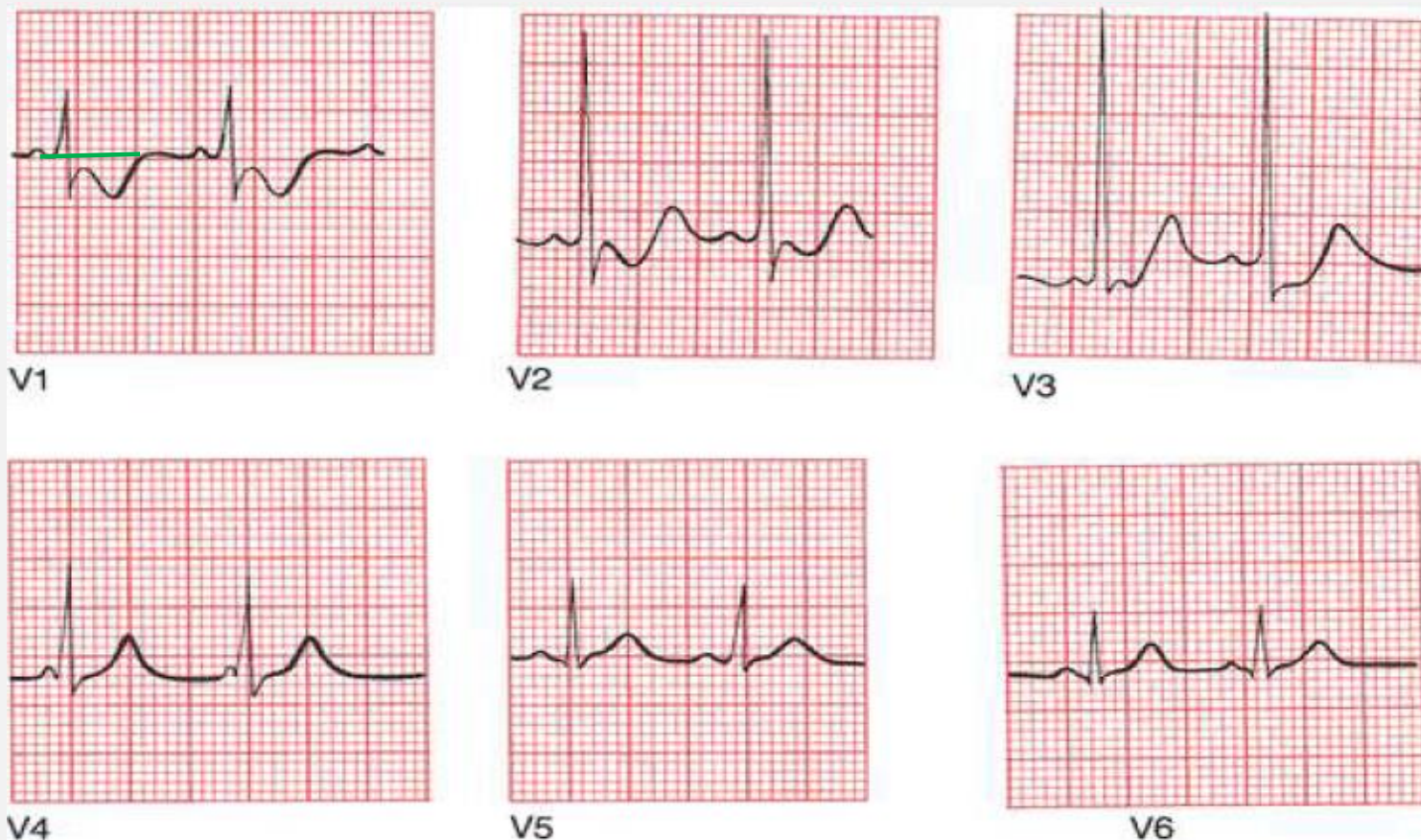
1. Зубець Q з підйомом ST в задніх відведеннях



2. Високий зубець R з депресією ST в V1, V2 - реципрокні зміни (дзеркальне відображення) задніх відведень



Задній ІМпСТ



- Високі зубці R у відведеннях V1, V2; депресія ST з інверсією зубця T у відведенні V1 і двофазний зубець T в V2 - реципрокні зміни, що вказують на задній ІМпСТ.

ІМ при БЛНПГ



Порушення шлункової провідності значно ускладнюють діагностику гострого ІМ при наявності блокади лівої ніжки пучка Гіса (БЛНПГ).

Нова БЛНПГ завжди є патологічною, може з'явитися в результаті гострого ІМ і вважається еквівалентом ГІМ. Для діагностики ІМ при БЛНПГ можна використовувати наступні критерії:

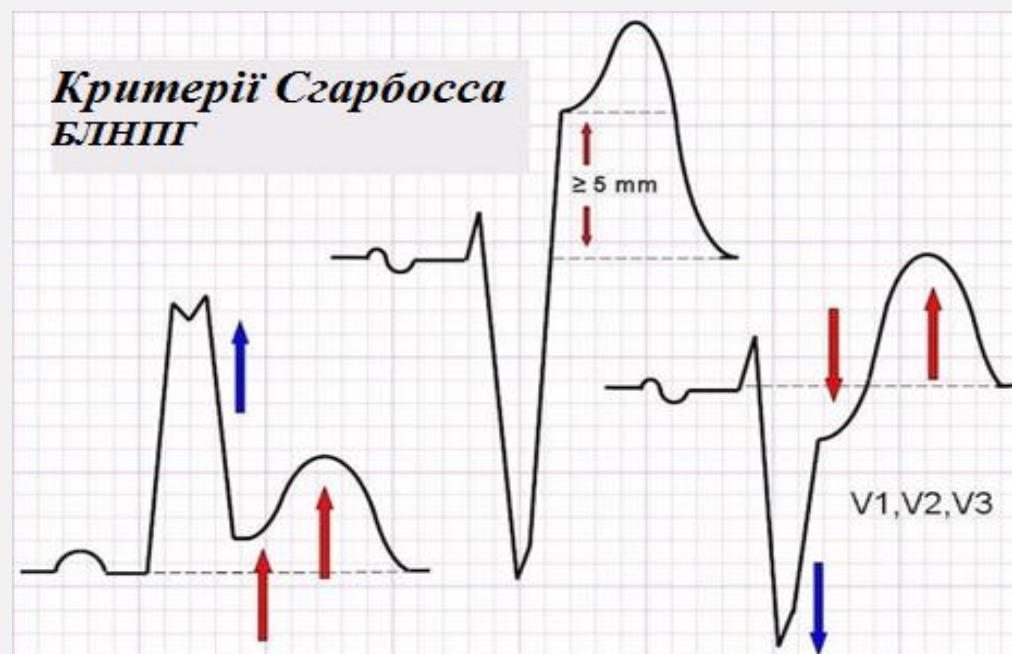
- Оригінальні критерії Сгарбосса;
- Модифіковані за Смітом критерії Сгарбосса.

ІМ при БЛНПГ



Оригінальні критерії Сгарбосса:

1. Конкордантна елевація ST > 1 мм у відведеннях з позитивним комплексом QRS - оцінка 5.
2. Конкордантна депресія ST > 1 мм у відведеннях V1-V3 - оцінка 3.
3. Виражена дискордантна елевація ST > 5 мм у відведеннях з негативним комплексом QRS - оцінка 2.

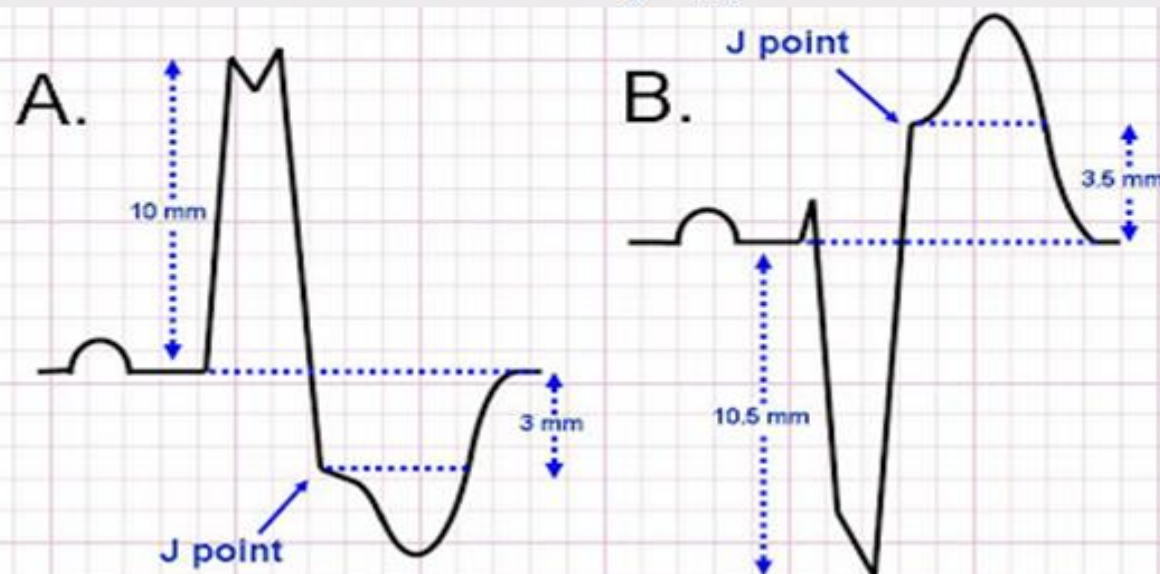


Критерії: оцінка > 3 має специфічність 90% для діагностики гострого ІМ.

ІМ при БЛНПГ



*Надмірний дискордант, депресія
або елевація сегменту ST > 0,2
комплексу QRS*



ems12lead.com

Відхилення від норми для БЛНПГ або ритму серця

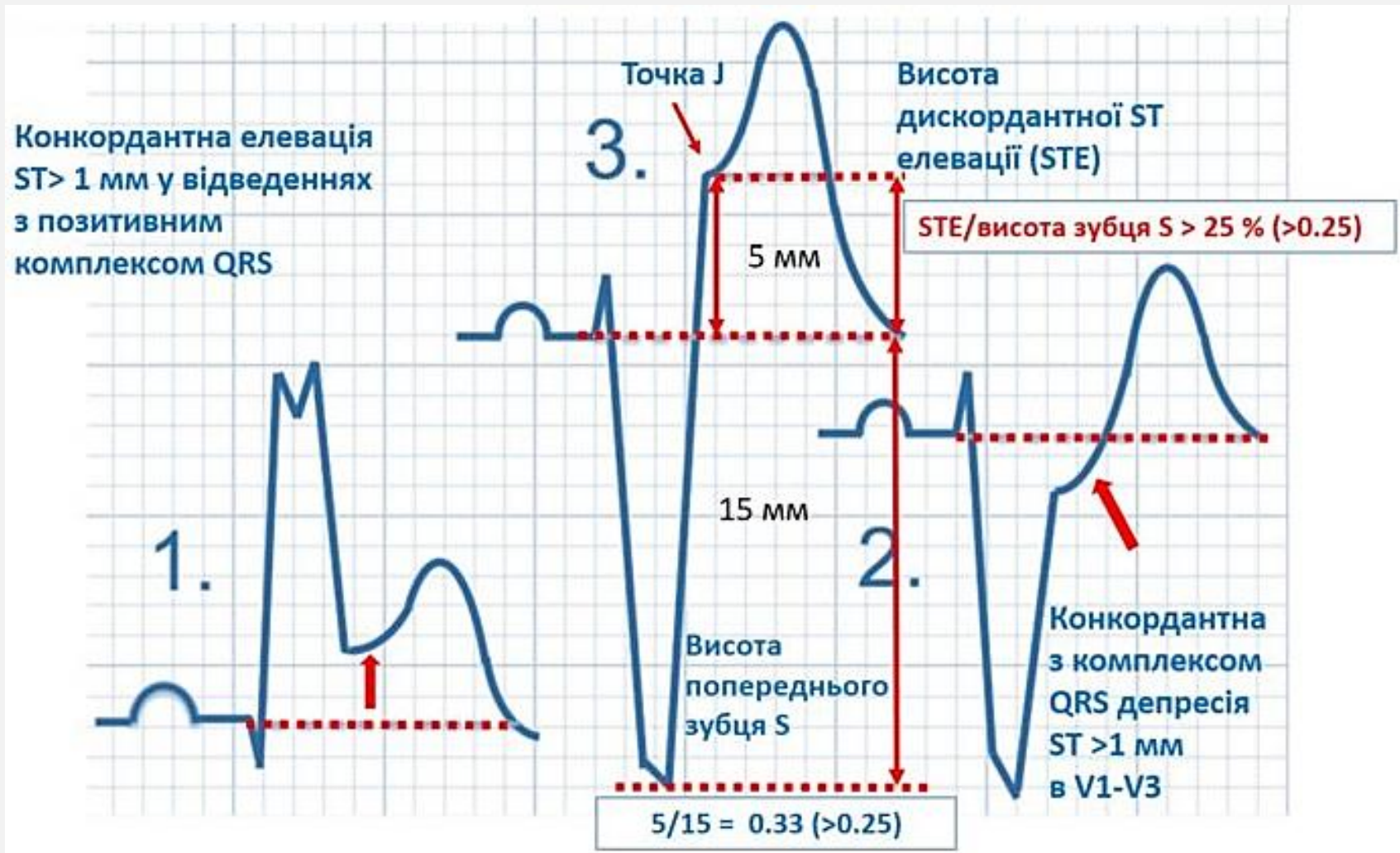
ІМ при БЛНПГ



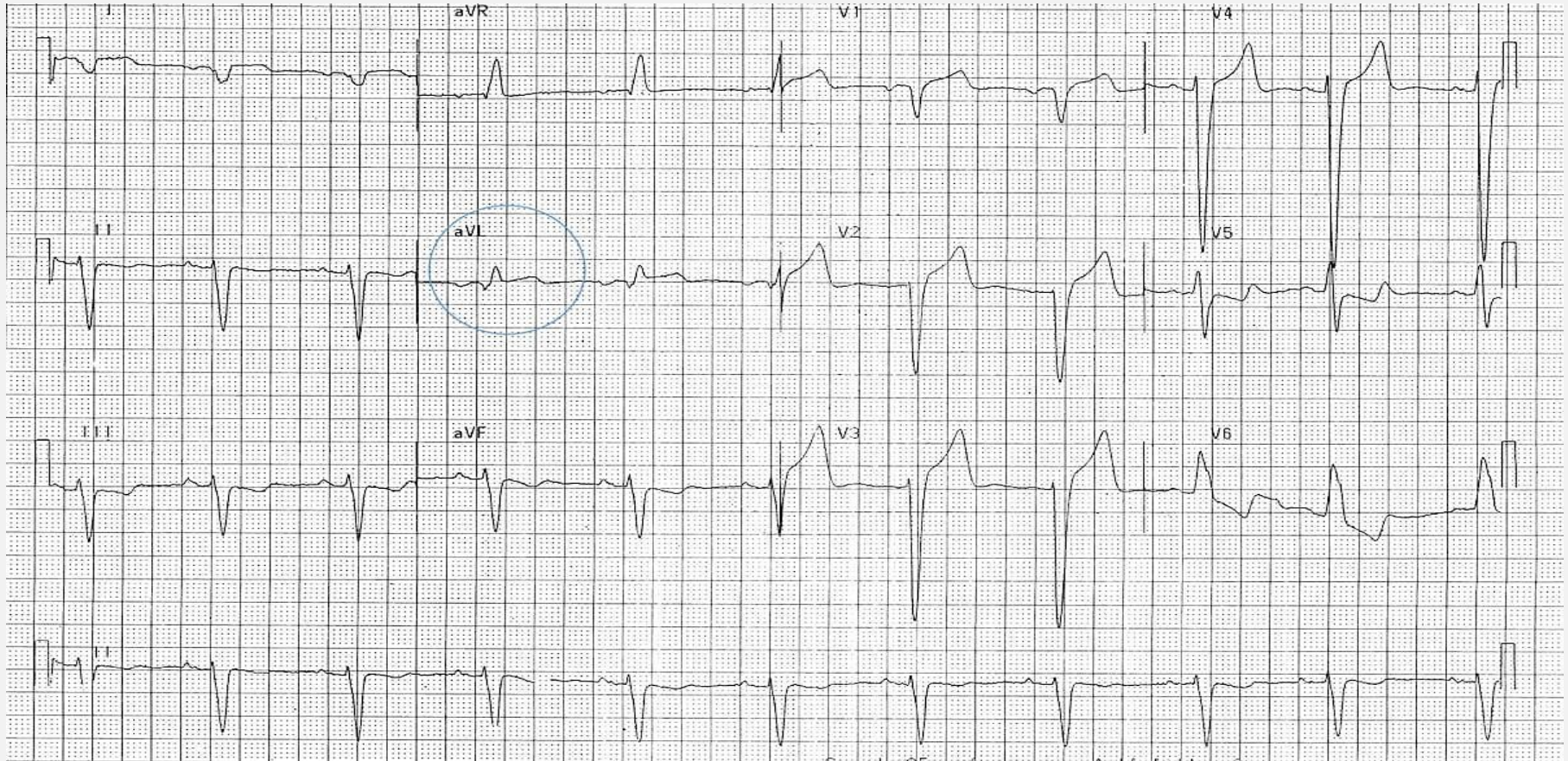
Модифіковані критерії Сгарбосси:

1. ≥ 1 відведення з ≥ 1 мм конкордантною елевацією ST.
2. ≥ 1 відведення V1-V3 з ≥ 1 мм конкордантність депресією ST.
3. ≥ 1 відведення в будь-якому місці з підйомом сегмента ST ≥ 1 мм і пропорційно надмірним дискордантним підйомом сегмента ST, що визначаються $\geq 25\%$ глибини попереднього зубця S.

Модифіковані критерії Сгарбосси

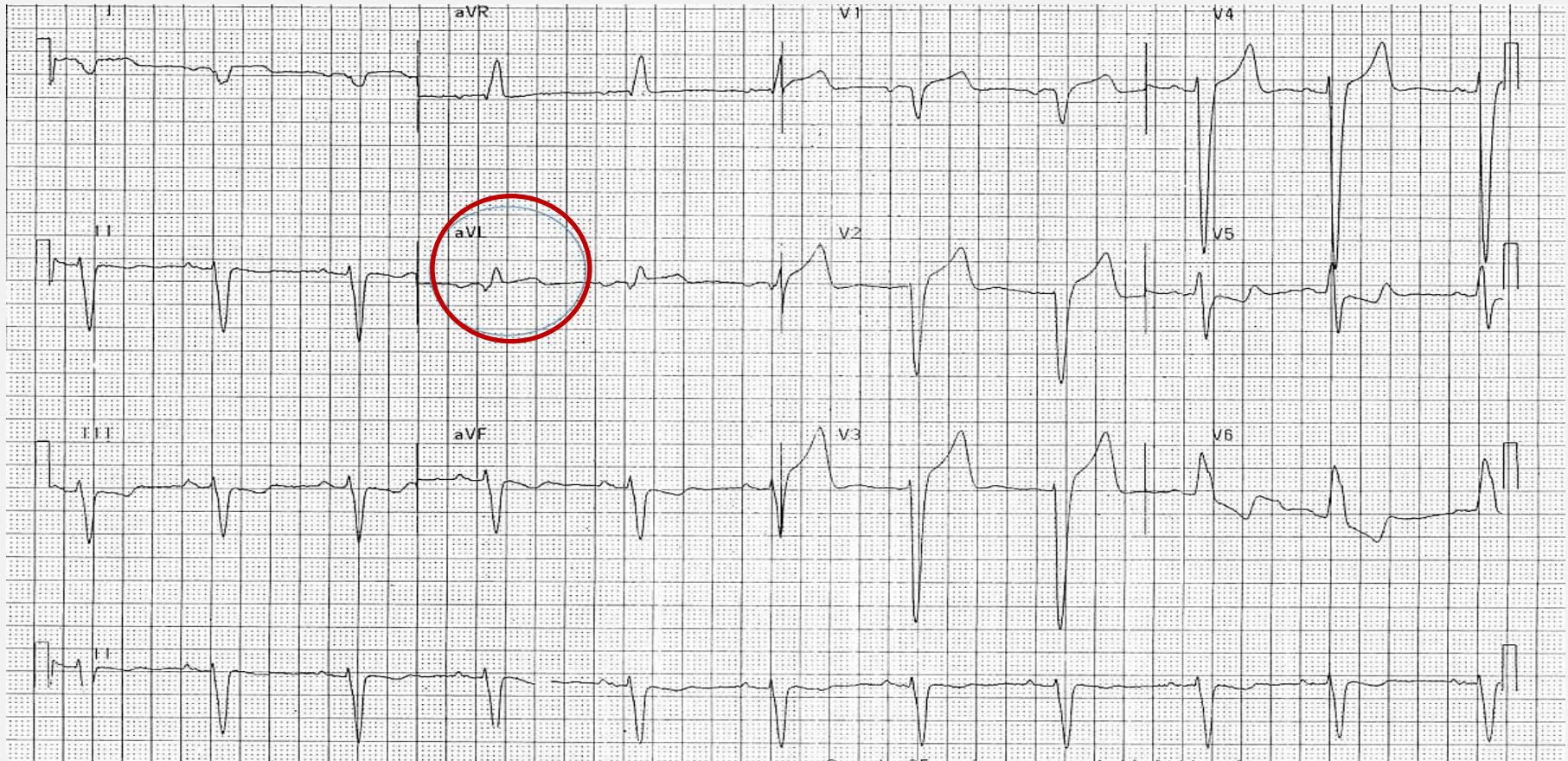


Практична частина



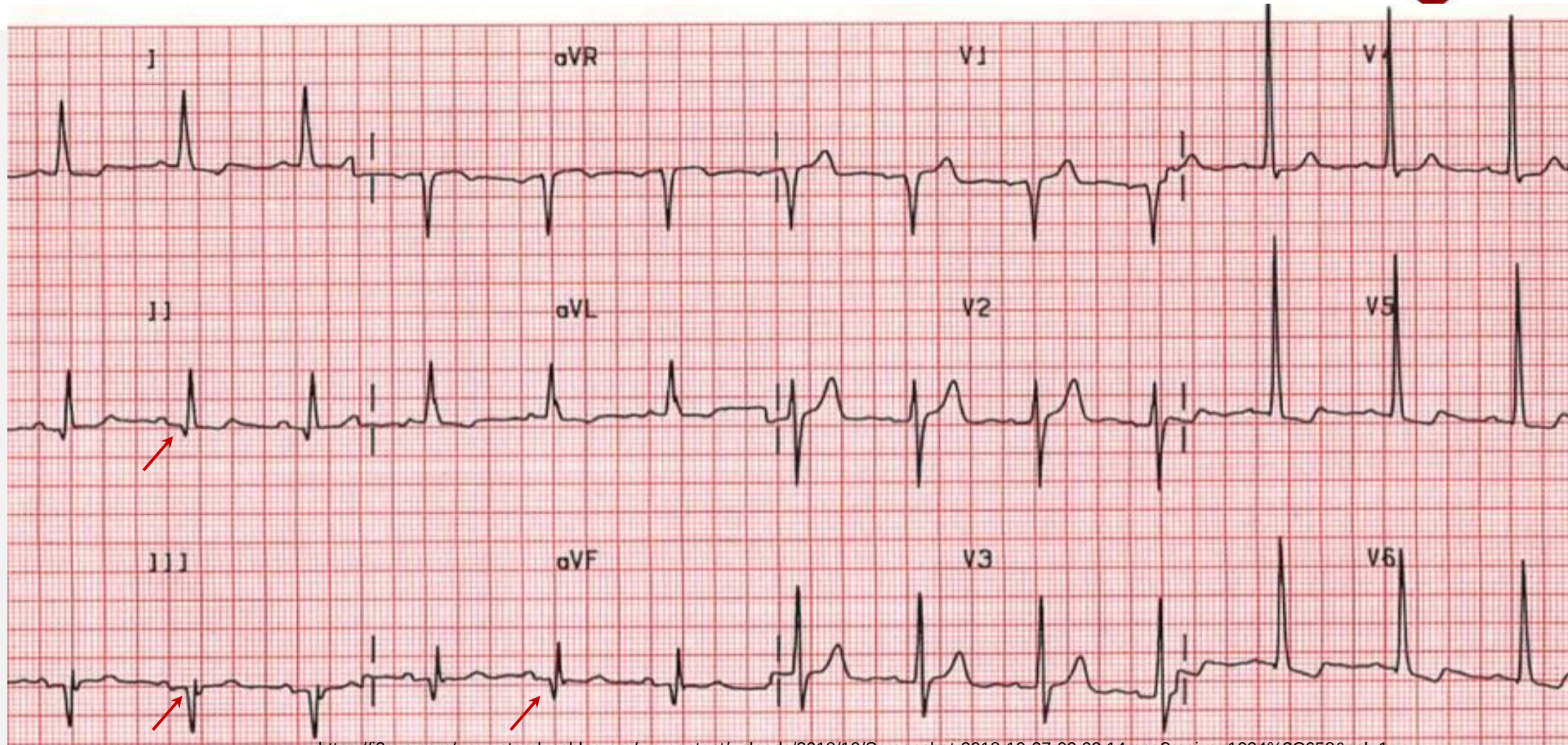
Пацієнт скаржиться на за грудинний біль, виявлено підвищення рівня серцевих біомаркерів. Розшифруйте ЕКГ і дайте висновок.

Практична частина



Відповідь: бічний (латеральний) ІМ (позитивний критерій Сгарбосса - конкордантна елевація ST на 1 мм в aVL (= 5 балів)).

Давній ІМ



<https://i2.wp.com/www.stemlynblog.org/wp-content/uploads/2018/10/Screenshot-2018-10-27-09.09.14.png?resize=1024%2C658&ssl=1>

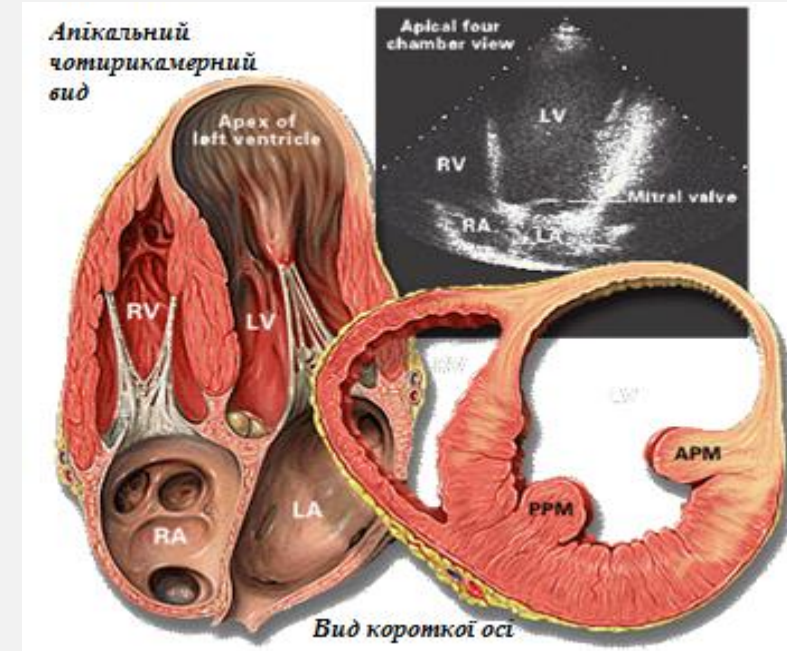
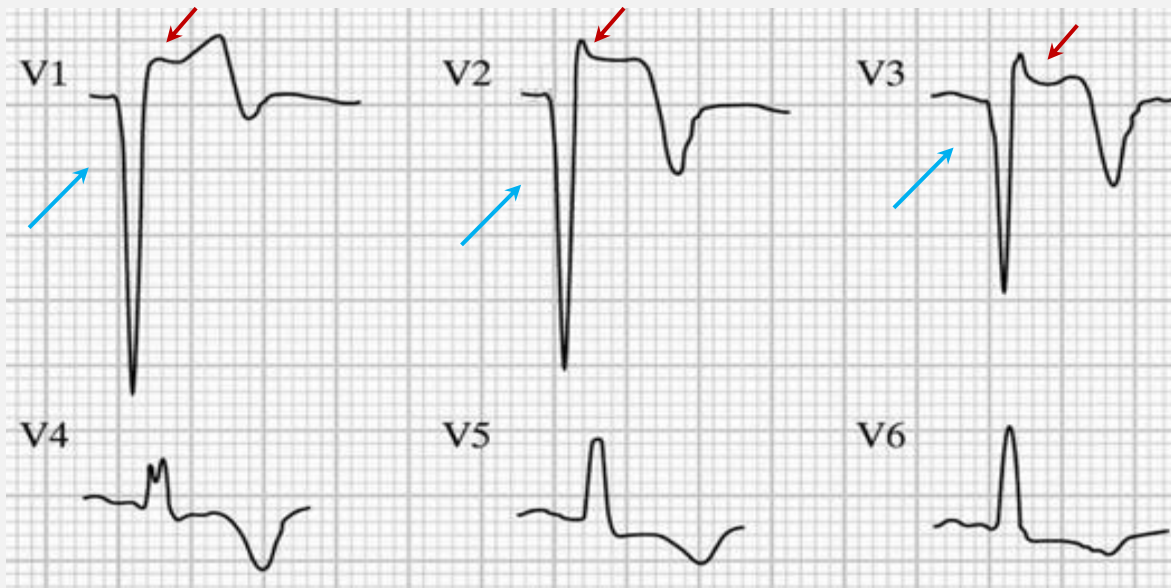
- Патологічні зубці Q у відведеннях II, III, aVF з позитивними зубцями T вказують на давній нижній ІМпСТ.

Аневризма лівого шлуночка



- Якщо інфаркт міокарда ускладнився аневризмою лівого шлуночка (АЛШ), буде спостерігатись так звана «заморожена» ЕКГ з постійним підйомом сегмента ST через 2 тижні після відомого трансмурального інфаркту міокарда (зазвичай переднього ІМ).
- АЛШ зазвичай спостерігається в прекардіальних відведеннях (V1-V4 в разі апікальної аневризми) і асоціюється з наявністю зубців Q, що вказують на попередній передній інфаркт міокарда.
- Без відомого анамнезу пацієнта (перенесеного в анамнезі інфаркту міокарда) ознаки аневризми серця на ЕКГ можна прийняти за гострий інфаркт міокарда.

Аневризма лівого шлуночка



- Зверніть увагу на наявність елевації ST у відведеннях V1-V3 (червоні стрілки) поряд з глибокими зубцями Q в тих же відведеннях (сині стрілки).

ІМпST та АЛШ



ІМпST	АЛШ
Нова елевація ST на ЕКГ у порівнянні з попередньою ЕКГ	Зазвичай розвивається після інфаркту міокарда і не змінюється згодом
Елевація ST з реципрокними змінами (депресія ST)	Елевація ST без реципрокних змін
Елевація ST буде динамічно змінюватися з плином часу	Елевація ST є стійкою, без динамічних змін
Пов'язаний з клінічною картиною ІМ - тривалим ішемічним болем у грудях, нестабільністю гемодинаміки і т. д.	Без клінічної картини ІМ

Дякуємо за увагу!

