

Навчальний посібник

**Фатула Михайло Іванович,
Рішко Олександр Адальбертович,
Шютєв Михайло Михайлович,
Свистак Васирина Василівна.**

**ОСНОВИ ПРАКТИЧНОЇ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЇ
(навчальний посібник)**

Навчальний посібник призначається студентам медичних вузів, може бути корисним лікарям-інтернам.

Видання 5-е, перероблене та доповнене

Літературне редагування та коректура
Є.С. Павлик

Формат 60x84/16. Умовн. друк. арк. 4,65. Зам. № 30. Наклад 100 прим.
Видавництво УжНУ «Говерла».
88000, м. Ужгород, вул. Капітульна, 18. E-mail: hoverla@i.ua

*Свідоцтво про внесення до державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції –
Серія 3т № 32 від 31 травня 2006 року*

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Медичний факультет
Кафедра факультетської терапії

**Фатула М.І., Рішко О.А.,
Шютєв М.М., Свистак В.В.**

**ОСНОВИ ПРАКТИЧНОЇ
ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЇ
(навчальний посібник)**

УЖГОРОД, УЖНУ – 2019

Автори:

- Фатула М.І.** – доктор медичних наук, професор кафедри факультетської терапії медичного факультету Ужгородського національного університету
- Рішко О.А.** – кандидат медичних наук, доцент кафедри факультетської терапії медичного факультету Ужгородського національного університету
- Шютєв М.М.** – кандидат медичних наук, доцент кафедри факультетської терапії медичного факультету Ужгородського національного університету
- Свистак В.В.** – кандидат медичних наук, доцент кафедри факультетської терапії медичного факультету Ужгородського національного університету

У навчальному посібнику висвітлено основні елементи електрокардіографії, наведено принципи діагностики найбільш поширених порушень серцевого ритму та провідності, знання котрих є необхідними студенту-медику та лікарю-інтерну для самостійного аналізу ЕКГ. Навчальний посібник призначається студентам медичних вузів, може бути корисним лікарям-інтернам.

Рецензенти:

- Кишко М.М.** - доктор медичних наук, професор кафедри госпітальної терапії медичного факультету Ужгородського національного університету
- Товт-Коршинська М.І.** - доктор медичних наук, завідувач кафедри внутрішніх хвороб медичного факультету №2 Ужгородського національного університету

Фатула М.І., Рішко О.А., Шютєв М.М., Свистак В.В.
Основи практичної електрокардіографії: Навч. посібник. – Ужгород, УжНУ, 2019 – 80 с.

Відповідальний за випуск:

Ганич Т.М. – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри факультетської терапії медичного факультету Ужгородського національного університету

Друкується за рішенням Вченої ради ДВНЗ «Ужгородський національний університет» від 16 червня 2016 року, протокол № 6.

ISBN 966 – 7400 – 41 – 7

© Фатула М.І.,
Рішко О.А.,
Шютєв М.М.,
Свистак В.В.
2005, 2014, 2016, 2018, 2019

IV. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Доцицин В.А. – Практическая электрокардиография. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1987. – 336с. ил. (Б-ка практ. врача Сердеч.-сос. заболевания).
2. Кушаковский М.С. Аритмии сердца. – С.Пб.: Фолиант, 1998. – 623с.
3. Малая Л.Т., Латогуз И.К., Микляев И.Ю., Визир А.Д. Ритмы сердца. – Х.: «Основа», 1993. – 656 с.
4. Мурашко В.В., Струтынский А.В. Электрокардиография. – Москва “МЕДпресс-информ”, 2004г. – 256 с.
5. Орлов В.Н. Руководство по электрокардиографии. Медицинское информационное агентство (МИА). 2012. - 560 с.
6. Швед М.І., Гребеник М.В. Основи практичної електрокардіографії: Навч. посібник. – Т.: Укрмедкнига, 2000. – 128 с.

Табл.6. Локалізація інфаркту міокарда в стандартних, однополюсних та грудних відведеннях.

Тип інфаркту міокарда	Відведення											
	I	II	III	aVR	aVL	aVF	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆
передньо-перегородковий	+				+			+	+			
передньо-перегородково-верхівковий	+				+			+	+			
передньо-перегородково-верхівково-боковий	+				+			+	+			
задньо-діафрагмальний												+
задньо-діафрагмально-боковий												+
	Передній					Задній						

ЗМІСТ

Умовні скорочення.....	4
I. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	5
I.1. Основні властивості серця.....	5
I.2. Поняття “електрокардіограма”.....	9
I.2.1. Формування нормальної ЕКГ.....	9
I.2.2. Компоненти нормальної ЕКГ.....	10
I.3. Реєстрація ЕКГ та електрокардіографічні відведення.....	16
I.3.1. Методика зняття ЕКГ.....	16
I.3.2. Електрокардіографічні відведення.....	17
I.3.3. Техніка реєстрації ЕКГ.....	21
I.4. Порядок аналізу ЕКГ.....	23
I.4.1. Визначення ритму серцевої діяльності.....	23
I.4.2. Визначення положення електричної осі серця.....	25
I.4.3. Оцінка вольтажу.....	27
I.4.4. Визначення перехідної зони.....	27
I.4.5. Аналіз окремих зубців, інтервалів, сегментів, комплексів ЕКГ у різних відведеннях.....	28
I.4.6. Електрокардіографічне закінчення.....	31
II. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	33
II.1. Порушення ритму серцевої діяльності (аритмії).....	33
II.2. Порушення провідності (блокади) серця.....	49
II.3. Синдроми передчасного збудження шлуночків (CLC, WPW-синдроми).....	63
II.4. Гіпертрофії передсердь та шлуночків серця....	65
II.5. ЕКГ при порушеннях електролітного обміну....	66
II.6. ЕКГ-діагностика інфаркту міокарда.....	68
III. ДОДАТКИ	75
IV. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	79

Умовні скорочення та терміни:

Аберантність – аномальне (дифузне, а не через провідні шляхи) проведення імпульсу в структурах міокарда, що призводить до деформації і розширення зубців ЕКГ;

АВ-блокада – атріовентрикулярна блокада;

АВ-вузол – атріовентрикулярний вузол;

Депресія – опущення фрагмента ЕКГ нижче ізоелектричної лінії;

Дискордантність – протилежний напрямок основних зубців ЕКГ в окремому відведенні;

ІМ – інфаркт міокарда;

Інверсія – протилежне до нормального розміщення зубця відносно ізолінії;

ЕКГ – електрокардіограма;

Елевація – підйом фрагмента ЕКГ над ізолінією;

Конкордантність – однонаправлене розміщення основних зубців в окремому відведенні;

Реципрокність – «дзеркальне» розміщення елементів ЕКГ у протилежних відведеннях;

СССВ - синдром слабкості синусового вузла;

ФП – фібриляція передсердь;

ЧСС – частота серцевих скорочень.

Всі малюнки взято з монографії *Мурашко В.В., Струтынський А.В. Електрокардиография. – Москва “МЕДпресс-информ”, 2004г. – 256 с.*

Табл.5. Диференційно-діагностичний алгоритм при брадикардях [Швед М.І., Гребеник М.В. Основи практичної електрокардіографії: Навч. посібник. – Т.: Укрмедкнига, 2000. – 128с.]

ЧСС, уд/хв	QRS, с	R-R	Додаткові діагностичні ознаки	Діагноз
<60	<0,11	Регулярні	Співвідношення P-QRS 1:1	Синусна брадикардія
			Співвідношення P-QRS 2:1 або n:1	АВ-блокада II ступеня
			АВ-дисоціація	АВ-блокада III ступеня
		P інвертовані або не визначаються	АВ(вузловий)-ритм	
	Нерегулярні	Численні нерегулярні невеликі зубці (хвилі f)	Мерехтіння передсердь*	
		P нормальні, синусні, P-R стабільні	Синусова аритмія*	
		Зростаюче подовження P-R	АВ-блокада типу Мобітц I*	
	≥0,11	Регулярні	АВ-дисоціація, зубці P, F, f або відсутність активності передсердь	Ідіовентрикулярний ритм
P нормальні, синусні, співвідношення P-QRS 1:1			Блокада ніжок пучка Гіса*	
Нерегулярні		Численні невеликі передсерді зубці (хвилі f)	Мерехтіння передсердь з аберантним проведенням по шляночках	

Примітка! * Зазначені ЕКГ-діагнози можуть зустрічатися і при ЧСС 60-100 уд/хв.



Табл.4. Диференційно-діагностичний алгоритм при тахікардіях [Швед М.І., Гребеник М.В. Основи практичної електрокардіографії: Навч. посібник. – Т.: Укрмедкнига, 2000. – 128с.]

ЧСС, уд/хв	QRS, с	R-R	Додаткові діагностичні ознаки		Діагноз
			1-порядковий, синусового походження	Співвідношення P-QRS 1:1	
>100	<0,11	Нерегулярні	Р – спотворені	Р-QRS 2:1, 4:1 або АВ-дисоціація	Синусова тахікардія
			Р – не визначаються	Ізольовані у вигляді пілкоподібних зубців (F-хвилі)	Вузлова тахікардія
	Регулярні	Ізольовані у вигляді хвилі f	Мерехтіння передсердь		
	Регулярні	Спотворені або не визначені зубці P	Передсердна тахікардія з непостійною АВ-блокадою		
>100	>0,11	Регулярні	Ізольовані у вигляді пілкоподібних зубців (хвилі F)	АВ-дисоціація, захоплені й замигні скорочення шлуночків, відсутність реакції на стимуляцію п. vagus	Тріпотіння передсердь з непостійною АВ-блокадою (неправильна форма)
			Сповільнення або припинення під впливом стимуляції п. vagus	Сповільнення або припинення під впливом стимуляції п. vagus	Шлуночкова тахікардія
		Нерегулярні	АВ-дисоціація, захоплені й замигні скорочення шлуночків, відсутність реакції на стимуляцію п. vagus	Сповільнення або припинення під впливом стимуляції п. vagus	Шлуночкова тахікардія



I. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Призначення серцево-судинної системи – забезпечення кровообігу. Роль серця – насосна, а судин – транспортна. Насосна функція серця забезпечується ритмічними скороченнями серцевого м'язу, в основі чого лежать такі властивості міокарду як автоматизм, провідність, збудливість, рефрактерність та скоротливість.

I.1. Основні властивості серця.

Автоматизм

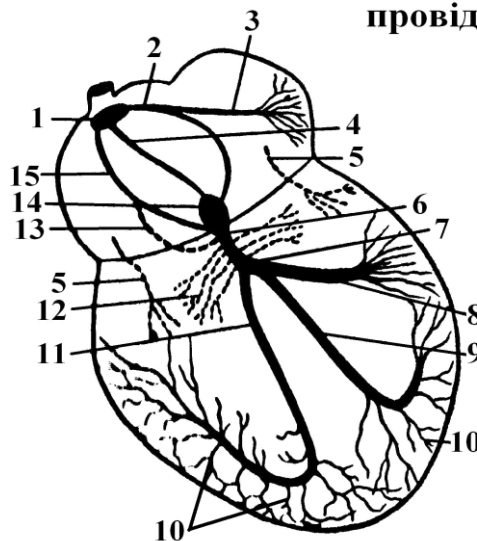
Автоматизм – це властивість серця самостійно виробляти електричні імпульси. Нею володіють клітини синусового вузла та провідникової системи серця (атріовентрикулярного з'єднання, провідникової системи передсердь та шлуночків). Вони отримали назву *клітини водії ритму – пейсмейкери*. В нормі *центром автоматизму першого порядку є синусовий вузол*, клітини якого виробляють електричні імпульси з частотою 60-90 за хвилину. *Центрами автоматизму другого порядку* являються деякі ділянки в передсердях та АВ-з'єднання, їх клітини можуть продукувати імпульси з частотою 40-60 за хвилину. *Центрами автоматизму третього порядку*, клітини яких виробляють імпульси з самою низькою частотою – 20-40 за хвилину, є нижня частина пучка Гіса, його гілки і волокна Пуркінє. В нормі **водієм ритму є синусовий вузол**, який пригнічує автоматичну активність інших водіїв ритму серця, так як генерує імпульси з найбільшою частотою.

Провідність

Провідність – це здатність проводити імпульси, що виникають в будь-якій ділянці серця, до інших відділів міокарда. Нею володіють волокна провідникової системи серця (мал.1.) та міокард, але в останньому швидкість проведення імпульсу значно менша. Нормальна послідовність розповсюдження хвилі



Мал.1. Схематичне зображення провідникової системи серця.



1 - синусовий вузол; 2 - передній передсердний шлях Бахмана; 3 - пучок Бахмана; 4 - середній передсердний шлях Венкебаха; 5 - пучки Кента; 6 - стовбур пучка Гіса; 7 - ліва ніжка пучка Гіса; 8 - задня гілка лівої ніжки; 9 - передня гілка лівої ніжки; 10 - волокна Пуркінє; 11 - права ніжка пучка Гіса; 12 - волокна Махейма; 13 - пучок Джеймса; 14 - АВ-вузол; 15 - задній передсердний шлях Тореля.

збудження – синусовий вузол → праве передсердя по трьох міжвузлових шляхах: Бахмана (передній провідний шлях, який забезпечує синхронне збудження обох передсердь) → на ліве передсердя, Венкебаха (середній) і Тореля (задній) → до АВ-вузла. Загальний напрямок руху хвилі по передсердях – зверху вниз і дещо вліво від ділянки СА-вузла до верхньої частини АВ-вузла. Послідовність збудження наступна: праве передсердя → додається ліве передсердя → в кінці тільки ліве передсердя. Швидкість розповсюдження збудження – $30-80\text{см}\cdot\text{с}^{-1}$. Час охоплення збудженням передсердь – $0,1\text{с}$. В АВ-вузлі проходить фізіологічна затримка хвилі збудження (швидкість проведення не $> 2-5\text{см}\cdot\text{с}^{-1}$), що визначає нормальну величину послідовного збудження передсердь та шлуночків. При збільшенні частоти серцевих імпульсів, що виходять з СА-вузла або передсердь, більше 180-220 за хвилину навіть у здорової людини може виникнути часткова (атріо-вентрикулярна) блокада проведення електричного



III. ДОДАТКИ

Табл.2. Відображення відділів міокарда відведеннями ЕКГ [Швед М.І., Гребеник М.В. Основи практичної електрокардіографії: Навч. посібник. – Т.: Укрмедкнига, 2000. – 128с.]

Стандартні	I	Передня стінка лівого шлуночка, боковий сегмент
	II	Проміжне, повторює I або III (в бік патології)
	III	Задньодіафрагмальні відділи, нижній сегмент або правий шлуночок
Однополюсні посилені	aVR	Дзеркальне відображення II
	aVL	Верхньобокові відділи лівого шлуночка
	aVF	Діафрагмальні відділи або правий шлуночок
Грудні	V ₁	Передня стінка
	V ₂	Передня стінка
	V ₃	Перегородка
	V ₄	Верхівка
	V ₅	Нижньобокові відділи лівого шлуночка
	V ₆	Нижньобокові відділи лівого шлуночка

Табл.3. Ознаки гіпертрофії шлуночків (Соколов-Лайона) [Рябыкіна Г.В., Лобова Н.М. и др. Электрокардиографический метод в диагностике очагово-рубцовых поражений миокарда при дилатационной кардиомиопатии // Терапевт. архив. – 1985. – №4 – с.42-48]

Лівого шлуночка	Правого шлуночка
$R_I + S_{III} \geq 25\text{mm}$	$R_{V_1} \geq 7\text{mm}$
$S_{V_1} + R_{V_5} \geq 35\text{mm}$	$S_{V_1} \leq 2\text{mm}$
$R_{aVL} \geq 11\text{mm}$	$S_{V_{5,6}} \geq 7\text{mm}$
$R_{V_{5,6}} \geq 26\text{mm}$	$R_{V_1} + S_{V_{5,6}} \geq 10\text{mm}$
	$R_{V_{5,6}} \geq 5\text{mm}; R_{V_1}/S_{V_1} \geq 1,0$



не великовогнищевий) чи “інфаркт міокарду без зубця Q” (неQ-інфаркт міокарду, а не дрібновогнищевий, субендокардіальний, інтрамуральний).

Локалізація інфаркту міокарда

В залежності від того, у яких та в скількох відведеннях ЕКГ зареєстровано патологічні зміни, характерні для інфаркту міокарда, визначають його локалізацію та розміри:

I, aVL – передня стінка міокарда лівого шлуночка;

III, aVF – задня стінка міокарда лівого шлуночка;

V₂-V₃ – перегородка;

V₄ – верхівка;

V₅-V₆ – бокова стінка лівого шлуночка.

В таблиці 6 (див. в III частині посібника, стор. 78) подана локалізація інфаркту міокарда в стандартних, однополюсних та грудних відведеннях.

імпульсу від передсердь до шлуночків. Від АВ-вузла хвиля збудження поширюється на внутрішлуночкову провідникову систему (передсердно-шлуночковий пучок Гіса, основні гілки пучка Гіса та волокна Пуркінє). Швидкість проведення по пучку Гіса і його гілках – $100-150\text{см}\cdot\text{с}^{-1}$, а по волокнах Пуркінє – $300-400\text{см}\cdot\text{с}^{-1}$. В нормі збудження поширюється по шлуночках за $0,08-0,10\text{с}$. Хвиля деполяризації в стінці шлуночка розповсюджується від ендокарда до епікарда. Нормальна послідовність охоплення збудженням шлуночків така: деполяризація міжшлуночкової перегородки → більша частина правого та лівого шлуночків (верхівка, задня та бокова стінки шлуночків) → базальні відділи лівого та правого шлуночків і міжшлуночкової перегородки.

Існують також *додаткові (обхідні) провідні шляхи*, які у нормі не функціонують:

- 1) *пучок Кента* – з'єднує міокард передсердь з міокардом правого або лівого шлуночка;
- 2) *пучок Джеймса* – з'єднує передсердя з нижньою частиною АВ-з'єднання та стовбуром пучка Гіса;
- 3) *волокна Махейма* – від стовбура пучка Гіса проникають в міокард шлуночків у місці розгалужень пучка.

Збудливість

Збудливість – це властивість серця збуджуватись під впливом імпульсів. Цією функцією володіють як клітини провідникової системи серця, так і міокарда.

Рефрактерність

Рефрактерність – властивість клітин не відповідати на імпульси у стані збудження. *Абсолютний рефрактерний період* міокардіального волокна – це коли клітина взагалі не здатна відповідати новою активацією на будь-який додатковий електричний стимул. *Відносний рефрактерний період* – при нанесенні дуже сильного додаткового стимулу може виникнути нове повторне збудження клітини. Під час



діастоли збудливість міокарда повністю відновлюється, а його рефрактерність відсутня.

Скоротливість

Скоротливість – це властивість міокарда в результаті збудження скорочуватись. Нею володіють кардіоміоцити скоротливого міокарда.

Саме в результаті послідовних скорочень різних відділів міокарда і здійснюється основна – **насосна** – функція серця.

При порушеннях окремих властивостей міокарду чи їх комбінації, можуть виникнути різні патологічні стани (аритмії та блокади, серцева недостатність та недостатність кровообігу):

а) автоматизму – синусова тахікардія, синусова брадикардія, синусова аритмія, синдром слабкості СА-вузла;

б) провідності – блокади: синусова, внутрішньопередсердна, АВ-блокада, внутрішньопуночкова (лівої, правої ніжок);

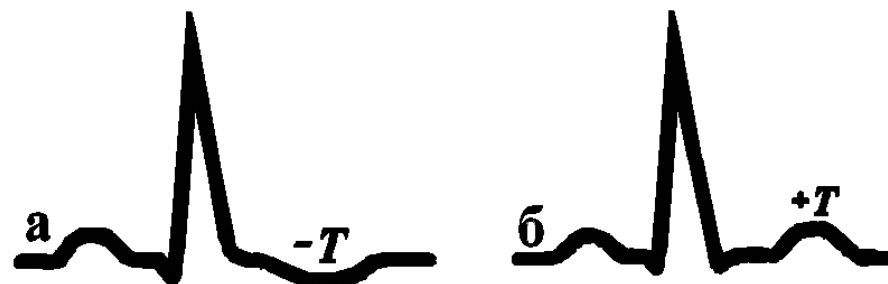
в) збудливості – екстрасистоли (суправентрикулярні та вентрикулярні), пароксизмальні тахікардії (суправентрикулярні і вентрикулярні);

г) збудливості і провідності – фібриляція передсердь (миготлива аритмія), тріпотіння (тремтіння) передсердь, синдроми WPW (*Wolff-Parkinson-White*), CLC (*Clerk-Levy-Cristesco*), складні аритмії;

д) скоротливості – серцева недостатність та недостатність кровообігу.

Оскільки в основі вищевказаних процесів є зміна біопотенціалу клітинних мембран, одним із основних методів їх діагностики і є **електрокардіографія**.

електричну лінію з формуванням негативного зубця T, а в стадію рубцювання можливе “повне відновлення” ЕКГ (мал.53.).



Мал.53. Варіанти ЕКГ у постінфарктному періоді при неQ-інфаркті.

а - наявний від'ємний зубець T; **б** - "повне відновлення" ЕКГ.

В таблиці 1 наведено зміни ЕКГ при Q-інфаркті міокарду і неQ-інфаркті міокарду.

Табл.1. Динаміка ЕКГ при різних стадіях розвитку Q та неQ-інфаркту міокарда

Інфаркт міокарда	ЕКГ-стадії інфаркту міокарда				
	іпемічна	найгостріша	гостра	підгостра	рубцювання
Q-інфаркт міокарда					
неQ-інфаркт міокарда					

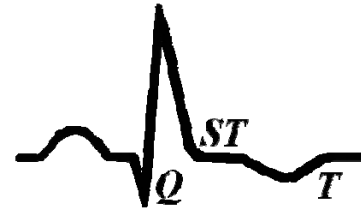
Співставлення ЕКГ та патоморфологічних змін при інфаркті міокарду показало, що вони не завжди співпадають: дані ЕКГ не завжди достовірно визначають глибину інфаркту міокарду. Тому сьогодні загальноприйнятим є характеристика інфаркту міокарда як “інфаркт міокарду із зубцем Q” (Q-інфаркт міокарду, а

5. Стадія рубцювання інфаркту міокарда

Починається через декілька тижнів чи навіть два місяці від початку інфаркту міокарда і триває протягом декількох місяців, а іноді до року. Морфологічно – некрозу вже немає, триває процес ущільнення рубця з формуванням післяінфарктного кардіосклерозу та ремоделювання лівого шлуночка.

ЕКГ-характеристика:

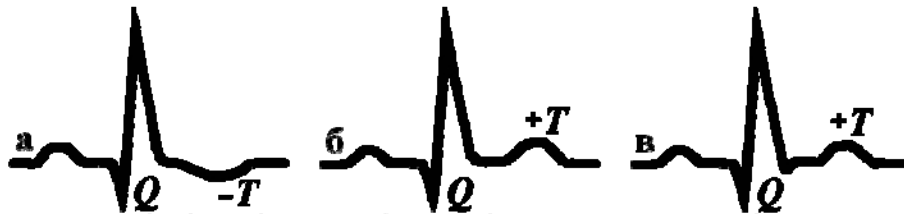
- 1) поступове зменшення глибини патологічного зубця Q;
- 2) поступове збільшення амплітуди зубця R(r);
- 3) поступове зменшення глибини негативного зубця T, або навіть відновлення позитивного T (мал.51.).



Мал.51. Стадія рубцювання інфаркту міокарда.

В залежності від величини інфаркту міокарда, ЕКГ-картина післяінфарктного кардіосклерозу може зупинитися на різній графіці, що часом залишається на все життя хворого (мал.52.):

- 1) наявність патологічного зубця Q та негативного зубця T;
- 2) патологічний зубець Q.



Мал.52. Різні варіанти ЕКГ постінфарктного кардіосклерозу. а - наявні патологічний Q та негативний T; б, в - патологічний Q та позитивні T.

Примітка!

Вище наведена в динаміці ЕКГ-картина Q-інфаркта міокарда.

При неQ-інфаркті міокарду в гостру та підгостру стадії не спостерігається формування патологічного зубця Q, зниження вольтажу зубця R чи, тим більше, формування QS, а сегмент ST повертається на ізо-

1.2. Електрокардіограма (ЕКГ) – це графічна реєстрація електричних явищ, що виникають у міокарді при діяльності серця.

1.2.1. Формування нормальної ЕКГ.

Серце можна умовно розглядати як одне точкове джерело струму – *єдиний серцевий диполь*, який створює в обмежуючому його об'ємному провіднику (тілі) електричне поле, яке і може бути зареєстроване за допомогою електродів, розміщених на поверхні тіла. *Моментний вектор єдиного серцевого диполя* – це алгебраїчна сума всіх векторів елементарних серцевих диполів, що існують в той чи інший момент розповсюдження збудження по серцю. *Середній результуючий вектор* інтегрально відображає середню величину і орієнтацію електрорушійної сили серця протягом всього періоду розповсюдження хвилі збудження або реполяризації по відповідних відділах серця. В нормі середній результуючий вектор деполяризації шлуночків орієнтований вліво донизу під кутом 30-70° до горизонталі, проведеної через електричний центр серцевого диполя. Це приблизно відповідає орієнтації анатомічної осі серця.

Розглянемо **процес формування ЕКГ**, який зареєстрований за допомогою поверхневих електродів, що застосовуються в клінічній електрокардіографії.

Деполяризація передсердь реєструється на ЕКГ у вигляді зубця **P**. Оскільки в стандартних відведеннях проєкції P на вісь цих відведень орієнтовані в бік позитивного полюсу відведень, то на ЕКГ отримано позитивне відхилення – *позитивний зубець P*.

Реполяризація передсердь зазвичай на ЕКГ не відображається, оскільки вона нашаровується по часу на процес деполяризації шлуночків.

В момент, коли в серці проходить збудження тільки атріовентрикулярної провідникової системи,

величина різниці потенціалів дуже мала, тому на ЕКГ записується *ізоелектричний сегмент PQ*.

Деполаризація шлуночків на ЕКГ реєструється у вигляді *комплексу QRS*. Для розуміння генезу зубців QRS має значення нормальна послідовність охоплення збудженням міокарда шлуночків. Тобто: збудження міжшлуночкової перегородки (зубці Q_I і R_{III} у I та III стандартних відведеннях) → деполаризація верхівок та стінок шлуночків, більше лівого (основний зубець комплексу QRS – R_I) → збудження базальних відділів шлуночків (зубець $S_{I,III}$).

Повільна реполяризація шлуночків (період повного охоплення збудженням шлуночків) за рахунок відсутності різниці потенціалів представлена на ЕКГ у вигляді *ізоелектричного сегмента ST*.

Процес **швидкої кінцевої реполяризації шлуночків** відповідає на ЕКГ *зубцю T*.

1.2.2. Компоненти нормальної ЕКГ.

Будь-яка ЕКГ складається з кількох зубців, сегментів та інтервалів, які відображають складний процес розповсюдження хвилі збудження по серцю. Виділяють *зубець P*, *зубці Q, R і S* (останні утворюють комплекс QRS), *зубці T і U*, *інтервали P-Q(P-R), Q-T, R-R, T-P* та *сегменти PQ, ST* (мал.2.).

Амплітуду зубців вимірюють в міліметрах (мм) або в мілівольтах (мВ): 1мВ відповідає відхиленню від ізолінії на 10мм. Ширину зубців та тривалість інтервалів вимірюють в секундах. При швидкості руху стрічки **50мм/с** 1мм відповідає **0,02с** (5мм – 0,1с), а при швидкості **25мм/с** 1мм дорівнює **0,04с** (5мм – 0,2с). Ширину зубців і тривалість інтервалів оцінюють по тому відведенню, де ці параметри мають найбільшу величину.

Зубець P – відображає збудження *передсердь* (висхідне коліно – правого, низхідне – лівого). В нормі



Мал.47. Стадія некрозу інфаркту міокарда.



Мал.48. Трансмуральний інфаркт міокарда.

Примітка!

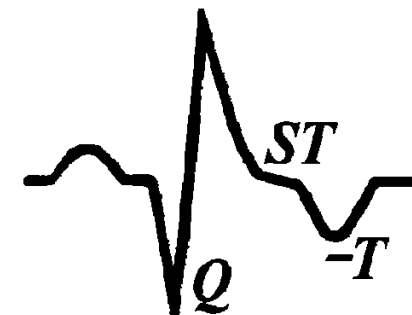
Іноді зубець Q “поглинає” зубець R, з’являється QS, що є ознакою трансмурального інфаркту міокарда (мал.48.).

4. Підгостра стадія інфаркту міокарда.

Починається через кілька днів від початку розвитку інфаркту міокарда і може тривати до 2-х місяців. Морфологічно – у зоні некрозу та міомаляції починається процес розсмоктування та репарації, заміщення некротичної тканини грануляційною, початок організації рубця. Зони пошкодження вже немає.

ЕКГ-характеристика:

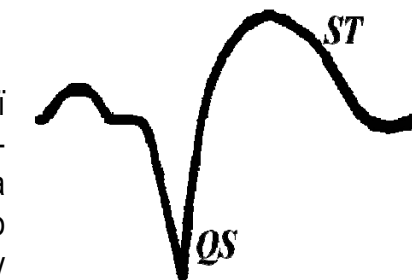
- 1) повернення сегмента ST на ізолінію;
- 2) формування негативного зубця T у вигляді рівнобедреного трикутника (мал.49.).



Мал.49. Підгостра стадія інфаркту міокарда.

Примітка!

При відсутності позитивної динаміки ST (ступове його повернення до ізоелектричної лінії) та відсутності формування негативного зубця T – запідозрюють гостру аневризму міокарду (мал.50.).



Мал.50. Гостра аневризма міокарда.



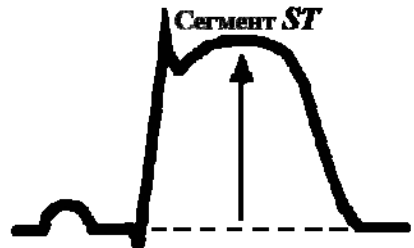
Мал.45. Ішемічна стадія інфаркту міокарда.

ЕКГ-характеристика:

- 1) високий загострений зубець T (мал.45.).

2. Найгостріша стадія інфаркту міокарда (стадія пошкодження).

Триває від різкої ішемії до перших ознак некрозу міокарда, зазвичай – кілька годин. Морфологічно – у ділянці ішемії розвивається пошкодження міокарду.



Мал.46. Стадія пошкодження інфаркту міокарда.

ЕКГ-характеристика:

- 1) куполіподібне зміщення сегменту ST доверху від ізолінії з плавним переходом в позитивний зубець T (монофазна крива) (мал.46.).

3. Гостра стадія інфаркту міокарда (стадія некрозу).

Починається через кілька годин з моменту тромбування коронарної артерії при відсутності її спонтанної, медикаментозної (тромболісис) чи інвазивної (коронароангіопластика без чи з стентуванням) реканалізації і триває від 2 до 10 діб. Морфологічно – утворення зони некрозу в центрі вогнища ішемічного пошкодження міокарду та міомаляція.

ЕКГ-характеристика:

- 1) поява патологічного зубця Q;
- 2) зменшення вольтажу зубця R;
- 3) поступове зниження сегменту STв напрямку до ізолінії;
- 4) формування негативного зубця T (мал.47.).

він завжди позитивний (над ізолінією) у відведеннях I, II, V₃-V₆, завжди негативний у aVR. В III, aVL, V₁ і V₂ може бути різним (двофазний, від'ємний). Його амплітуда зазвичай не перевищує **1,5-2,5мм** (0,25мВ), а тривалість – **0,1с**.

Інтервал P-Q (P-R) – від початку зубця P до початку шлуночкового комплексу QRS (зубця Q або R при відсутності Q) – відображає час, необхідний для деполяризації передсердь (зубець P) і проведення імпульсу через АВ-вузол (сегмент PQ – від кінця зубця P до початку комплексу QRS). Тривалість його залежить від ЧСС (чим вона більша, тим менше інтервал і навпаки), але в нормі має бути в межах **0,12-0,20с**.

Шлуночковий комплекс QRS – відображає складний процес розповсюдження збудження по міокарду шлуночків. В цей комплекс входять зубці Q, R та S. Якщо амплітуда зубців комплексу досить велика (>5мм), їх позначають буквами Q, R, S, якщо ж мала (<5мм) – q, r, s. Амплітуда і співвідношення позитивних (R) і негативних зубців (Q і S) в різних відведеннях залежить від положення електричної осі серця. Максимальна амплітуда комплексу QRS в грудних відведеннях в нормі не більше **26мм**. Місце переходу комплексу QRS в сегмент ST називають **точкою J**.

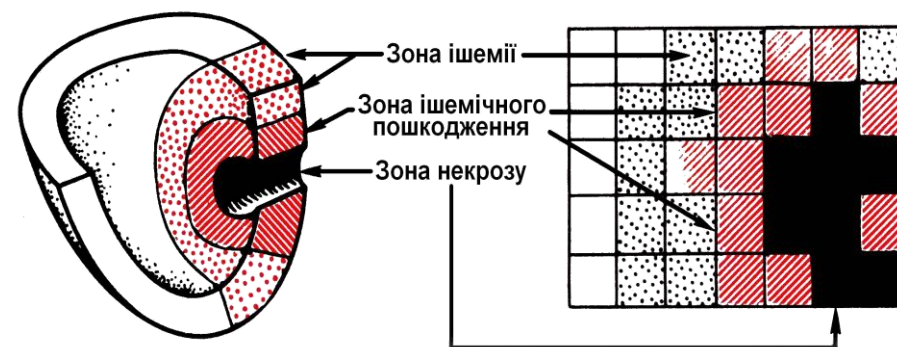
Зубець Q – деполяризація міжшлуночкової перегородки; це перший від'ємний зубець шлуночкового комплексу, який передує зубцю R; це необов'язковий елемент ЕКГ, у багатьох осіб може бути відсутнім. В нормі може бути зареєстрованим у всіх стандартних і підсилених однополюсних відведеннях від кінцівок та в грудних відведеннях V₄-V₆. Амплітуда нормального зубця Q у всіх відведеннях, крім aVR, **не перевищує ¼ висоти зубця R**, а його тривалість – **0,03с**. У відведенні aVR здорової людини може бути зафіксований глибокий і широкий зубець Q або навіть комплекс QS. Глибокий Q у відведеннях III і aVR в поєднанні з глибоким зубцем

S у відведеннях *I* та *aVL* може спостерігатися при вертикальному положенні осі серця з поворотом навколо поздовжньої осі за годинниковою стрілкою. Глибокий *Q* у відведенні *III* може бути при високому стоянні купола діафрагми (! зникає на вдосі та у *aVF*).

Зубець R – позитивний зубець комплексу *QRS*, відображає *деполяризацію верхівки, передньої, задньої і бокової стінок шлуночків серця*. В нормі він реєструється у всіх стандартних і підсилених відведеннях від кінцівок, у відведенні *aVR* часто погано виражений або відсутній взагалі. В грудних відведеннях амплітуда зубця *R* поступово наростає від *V₁* до *V₄*, а потім дещо зменшується в *V₅* і *V₆*. Зубець *R_{V₁₋₂}* відображає розповсюдження збудження по міжшлуночковій перегородці, а зубець *R_{V₄₋₆}* – по м'язу лівого і правого шлуночків. Амплітуда зубця *R* в *I*, *II*, *III* = **5-15мм**; в *aVL*, *aVF*, до **10мм**; у *V₁₋₆* не більше **25мм**.

Зубець S – наступний за зубцем *R* від'ємний зубець комплексу *QRS*, відображає процеси *збудження основи шлуночків серця*. У здорової людини його амплітуда коливається у великих межах в залежності від відведення, положення електричної осі серця та інших факторів й не перевищує **25мм**. За нормального положення серця в грудній клітині у відведеннях від кінцівок амплітуда *S* мала, крім відведення *aVR*. В грудних відведеннях зубець *S* поступово зменшується від *V₁₋₂* до *V₄*, а у відведеннях *V₅₋₆* має малу амплітуду або взагалі відсутній. **Перехідна зона** – це *вирівнювання амплітуди зубців R і S*, зазвичай реєструється у відведенні *V₃* або між *V₃* і *V₄*.

Інтервал QRS – відображає час збудження шлуночків. Тривалість його вимірюють від початку зубця *Q* до кінця зубця *S*, в нормі не перевищує **0,10с (0,06-0,10с)**.



Мал.44. Схема морфологічних змін при інфаркті міокарда та приклад прекардіальної картограми з цією патологією

Зліва схематично показані 3 зони пошкодження серця при інфаркті: зона некрозу, зона ішемічного пошкодження (періінфарктна зона) і зона ішемії. Справа – прекардіальна ЕКГ-карта

ЕКГ-стадії розвитку інфаркту міокарда

Слід відзначити, що у відповідності до динаміки морфологічних змін в міокарді, змінюється і ЕКГ, при чому, якщо на початку ці зміни відбуваються дуже швидко, чи не щогодинно, то в подальшому – повільніше.

В залежності від динаміки розвитку інфаркту міокарда умовно виділяють **5** наступних **електрокардіографічних стадій**: *ішемічну, найгострішу, гостру, підгостру, рубцювання*.

1. Ішемічна стадія інфаркту міокарда (стадія ішемії).

Починається з моменту тромбування коронарної артерії, що приводить до утворення вогнища значної ішемії в міокарді. Продовжується всього 15-30 хвилин і не завжди її встигають зафіксувати на ЕКГ. В тих же випадках, коли все-таки в цей короткий проміжок часу вдається зняти ЕКГ, то на останній у відповідних локалізації відведеннях фіксують високий, загострений зубець *T* (мал.45.).

II.6. ЕКГ-діагностика інфаркту міокарда.

Інфаркт міокарда – це ішемічний некроз міокарда, зумовлений оклюзією коронарної артерії, найчастіше – внаслідок її тромбозу.

Важливе значення в діагностиці інфаркту міокарду належить ЕКГ. За допомогою ЕКГ можна діагностувати інфаркт міокарда у 90% випадків. Утруднюють ЕКГ-діагностику інфаркту міокарда блокади ніжок пучка Гіса, синдром WPW, тромбоемболія легеневої артерії, впливи на міокард окремих медикаментів (препарати дигіталісу, аміодарон тощо). При невеликих інтрамуральних чи субендокардіальних інфарктах міокарда ЕКГ може бути “німою”, тобто не є даних за інфаркт міокарда. В переважній же частині випадків ЕКГ дозволяє не тільки діагностувати інфаркт міокарда, але і встановити його глибину, локалізацію, розміри, орієнтовний час виникнення, динаміку розвитку.

Відповідно до морфологічних змін в міокарді, на ЕКГ відображаються **3 зони інфаркту міокарда** (мал.44.):

а) **зона некрозу** (на ЕКГ – наявність патологічного зубця Q);

б) **зона ішемічного пошкодження** (на ЕКГ – елевация сегменту ST);

в) **зона ішемії** (на ЕКГ – транзиторні зміни сегменту ST та зубця T).

ЕКГ-характеристика:

1) наявність патологічного зубця Q:

- тривалість більше 0,03с;
- амплітуда більше 25% зубця R_{I-III} або більше 15% зубця $R_{V_5-V_6}$.

2) Зміна сегмента ST:

- елевация ST (зміщення над ізолінією) з плавним переходом в зубець T.

3) Зміна зубця T:

- залежить від ЕКГ-стадії розвитку інфаркту міокарда (див. ЕКГ-стадії розвитку інфаркту міокарда).

Сегмент (R)ST – це відрізок від кінця комплексу QRS до початку зубця T, відповідає періоду згасання збудження шлуночків і початку повільної реполяризації, у здорових у стандартних та відведеннях від кінцівок розміщений на ізолінії ($\pm 0,5\text{мм}$). В нормі у грудних відведеннях V_{1-3} може спостерігатись незначне зміщення його вгору від ізолінії (не $>2\text{мм}$), а у V_{4-6} – донизу (не $>1\text{мм}$).

Зубець T – відображає процес швидкої кінцевої реполяризації міокарда шлуночків. В нормі він завжди позитивний у відведеннях I, II, aVF, V_{2-6} , причому $T_I > T_{III}$, а $T_{V_6} > T_{V_1}$. У відведеннях III, aVL і V_1 – може бути позитивним, двофазним або від’ємним. У відведенні aVR зубець T завжди від’ємний. Його амплітуда в нормі зазвичай складає **1/8-2/3 амплітуди зубця R** (5-6мм – у відведеннях від кінцівок, 15-17мм – в грудних). Тривалість – **0,16-0,24с** (не $>0,25\text{с}$).

Інтервал Q-T (QRST) – від початку комплексу QRS (зубця Q чи R) до кінця зубця T; це **електрична систола шлуночків** – коли збуджуються всі відділи шлуночків серця. Його тривалість залежить від ЧСС та ряду інших факторів і обчислюється як за спеціальними номо-грамами, таблицями, так і за різними формулами, наприклад, за *формулою Баззета*:

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

де K - коефіцієнт, рівний 0,37 для чоловіків і 0,40 для жінок; R-R - тривалість одного серцевого циклу.

Зубець U – невеликий позитивний зубець, що йде через 0,02-0,04с після зубця T, але не завжди визначається. Вважають, що він відповідає *періоду короточасного підвищення збудливості міокарда шлуночків (фаза екзальтації)*, що настає після закінчення електричної систоли лівого шлуночка. Його краще видно у відведеннях V_{2-4} . Амплітуда зубця U не перевищує **2,5мм**, а тривалість – **0,25с**. В нормі кон-

кордатний з *T*.

Інтервал *T-P* – від кінця зубця *T* до початку зубця *P*, відповідає стану спокою міокарду – **електрична діастола**. Без зубця *U* збігається з ізолінією.

Зубець *P* – амплітуда = 1,5-2,5мм, тривалість = 0,1с.

Інтервал *P-Q (P-R)* – тривалість = 0,12-0,20с.

Комплекс *QRS*:

Зубець *Q* – амплітуда не > ¼ висоти зубця *R*, тривалість ≤ 0,03с.

Зубець *R* – амплітуда в *I, II, III* = 5-15мм; в *aVL, aVF*, до 10мм; у грудних відведеннях не > 25мм.

Зубець *S* – амплітуда не > 25мм.

Інтервал *QRS* – тривалість не > 0,10с (0,06-0,10).

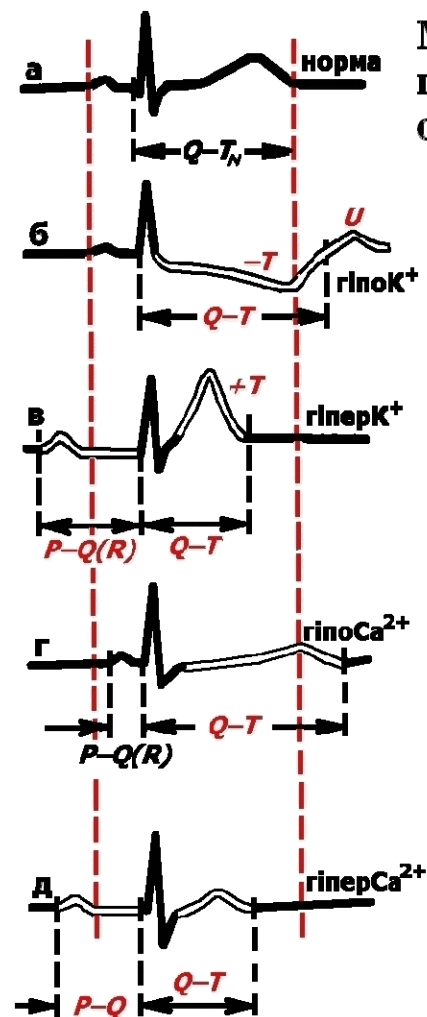
Сегмент *(R)ST* – в нормі на ізолінії (±0,5мм), коливання в грудних відведеннях не > 1-2мм над та під ізолінією.

Зубець *T* – амплітуда = 1/8-2/3 амплітуди зубця *R*, тривалість = 0,16-0,24с.

Інтервал *Q-T (QRST)* – тривалість залежить від ЧСС та ряду інших факторів.

Зубець *U* – амплітуда = до 2,5мм, тривалість = 0,25с, конкордатний з *T*.

Інтервал *T-P* – відповідає стану спокою міокарду – це **електрична діастола**.



Мал.43. Зміни ЕКГ при порушенні електролітного обміну.

а - норма;

б - гіпокалійемія;

в - гіперкалійемія;

г - гіпокальційемія;

д - гіперкальційемія.

II.5. ЕКГ при порушеннях електролітного обміну.

ЕКГ при гіпокалій(К)емії – розвивається при недостатності надходження калію з їжею, при значній втраті рідини (безперервне блювання, пронос, масивний діурез після прийому сечогінних) при деяких ендокринних захворюваннях (хвороба Іценка-Кушинга, первинний альдостеронізм), при тривалому прийомі кортикостероїдів, при передозуванні серцевих глікозидів (мал.43.).

ЕКГ-характеристика:

- 1) подовження інтервалу Q–T;
- 2) депресія сегмента (R)ST;
- 3) двофазний або від'ємний асиметричний зубець T;
- 4) збільшення амплітуди зубця U.

ЕКГ при гіперкалій(К)емії – спостерігається у хворих з деякими захворюваннями нирок, ускладненими нирковою недостатністю, а також при передозуванні препаратів калію (мал.43.).

ЕКГ-характеристика:

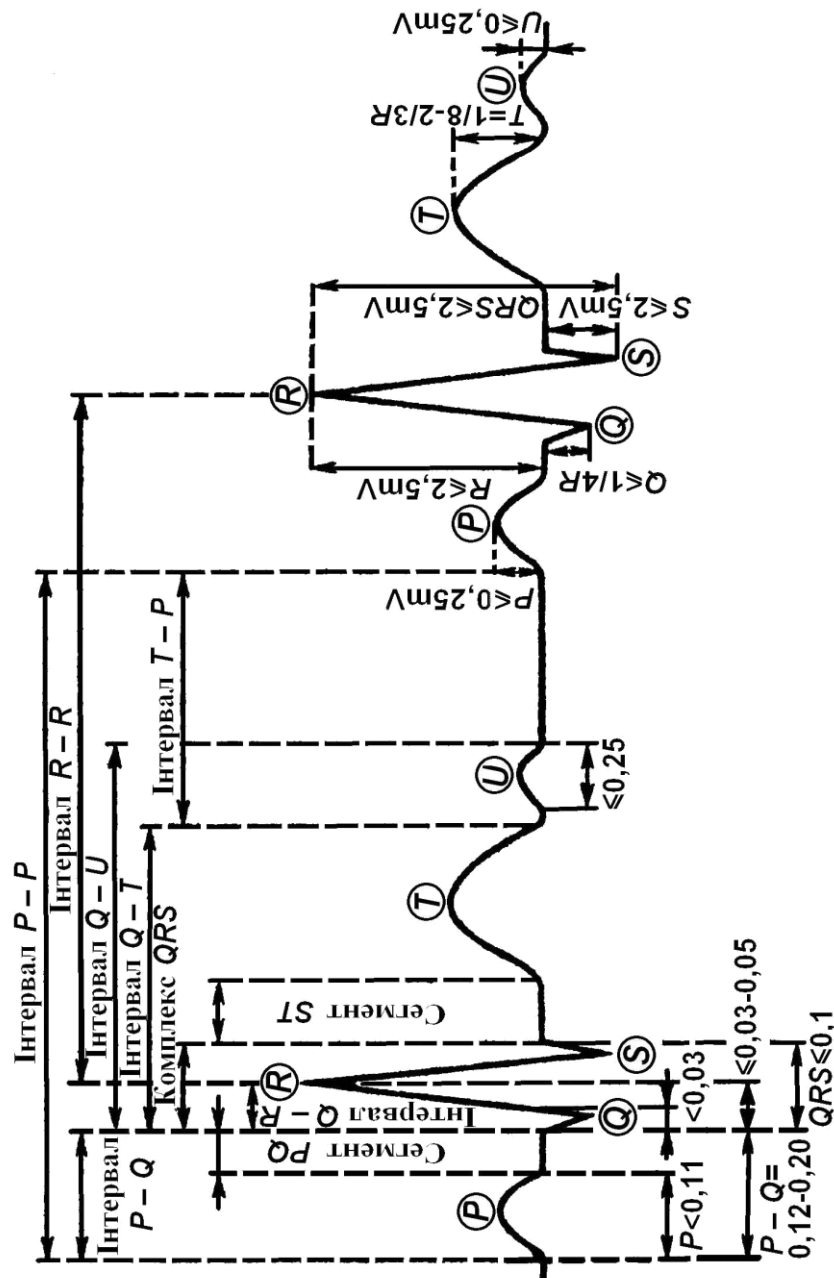
- 1) поступове вкорочення інтервалу Q–T;
- 2) високі, вузькі загострені позитивні зубці T;
- 3) сповільнення атріовентрикулярної та внутрішньошлуночкової провідності та схильність до брадикардії.

ЕКГ при гіпокальцій(Са)емії – зустрічається при захворюваннях, що супроводжуються зниженням функції паращитовидних залоз (гіпаратиреоз, авітаміноз D), а також при втраті значної кількості рідини (безперервне блювання, пронос та ін.) (мал.43.).

ЕКГ-характеристика:

- 1) подовження інтервалу Q–T;
- 2) зниження амплітуди зубця T;
- 3) деяке вкорочення інтервалу P–Q(R).

ЕКГ при гіперкальцій(Са)емії – зазвичай розвивається при гіпаратиреозі, гіпервітамінозі D, мієломній хворобі та деяких інших патологічних станах (мал.43.).

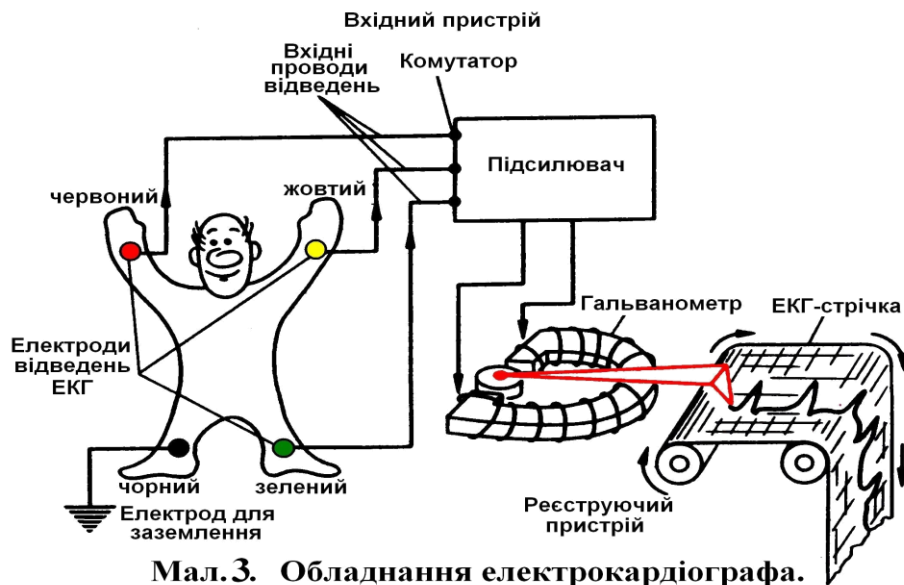


Мал.2. Компоненти ЕКГ та їх нормальні величини.

І.3. Реєстрація ЕКГ та електрокардіографічні відведення.

І.3.1. Методика зняття ЕКГ.

Електрокардіограму записують за допомогою **електрокардіографа** – це пристрій, що реєструє зміни різниці потенціалів між двома точками в електричному полі серця (наприклад, на поверхні тіла) під час його збудження (мал.3.).



Мал.3. Обладнання електрокардіографа.

Складові частини електрокардіографа: гальванометр, система підсилення, перемикач відведення і реєструючий пристрій. Електричні потенціали, що виникають в серці, сприймаються електродами, позначеними різними кольорами для зручності (червоний – права рука, жовтий – ліва рука, зелений – ліва нога, чорний [заземлення] – права нога), підсилюються і приводять в дію гальванометр. Зміни магнітного поля передаються на реєструючий пристрій та фіксуються на ЕКГ-стрічку, яка рухається зі швид-

ІІ.4. Гіпертрофія різних відділів серця.

Гіпертрофія серця – компенсаторна пристосувальна реакція міокарда, що проявляється в збільшенні маси серцевого м'язу. Гіпертрофія розвивається у відповідь на підвищення навантаження того чи іншого відділу серця при наявності вад серця або при підвищеному тиску у великому і малому колах кровообігу. Відповідно розрізняють гіпертрофію різних відділів серця: передсердь (правого чи лівого) та шлуночків (правого чи лівого), комбіновану гіпертрофію одразу кількох відділів серця.

ЕКГ-характеристика гіпертрофії передсердь серця:

1) гіпертрофія лівого передсердя:

“P-mitrale” – розщеплений з двома вершинами та розширений в лівих відведеннях (I, aVL, V₅₋₆);

2) гіпертрофія правого передсердя:

“P-pulmonale” – загострений високоамплітудний в правих відведеннях (II, III, aVF, V₁₋₂).

ЕКГ-характеристика гіпертрофії шлуночків серця:

1) відповідне патологічне відхилення осі серця;

2) гіпертрофія лівого шлуночка:

а) висока амплітуда зубців R у відведеннях V₄₋₆, при $R_{V_{5-6}} > R_{V_4}$;

б) глибокі зубці S у V₁₋₂;

3) гіпертрофія правого шлуночка:

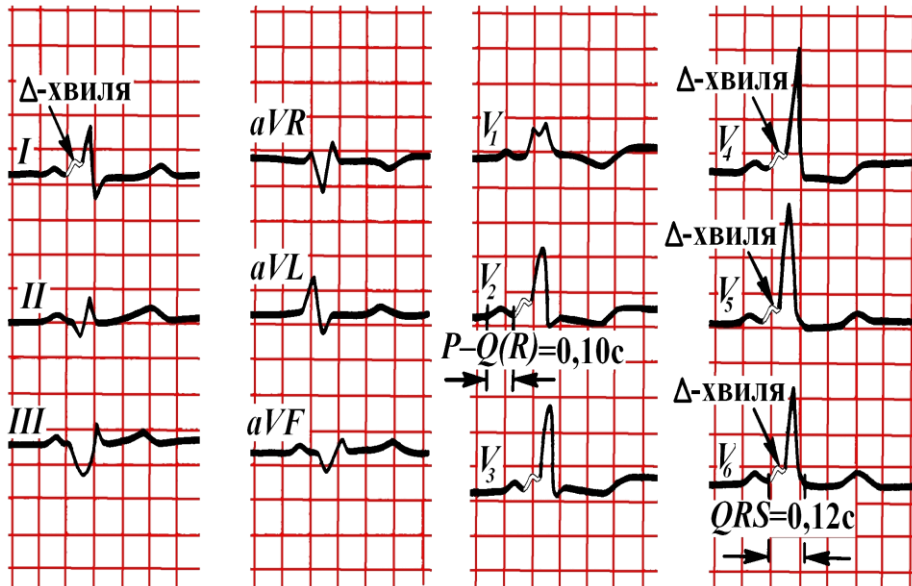
с) висока амплітуда зубців R у відведеннях V₁₋₃, при $R_{V_1} > S_{V_1}$;

д) глибокі зубці S у V₅₋₆.

Синдром WPW (Wolff-Parkinson-White) – характеризується наявністю додаткових аномальних шляхів проведення електричного імпульсу від передсердь до шлуночків (*пучки Кента*). При цьому збудження проводиться від передсердь до шлуночків як по звичайному шляху, так і по додатковому аномальному пучку Кента, який швидше проводить збудження, ніж АВ-вузол (мал.42.).

ЕКГ-характеристика:

- 1) вкорочення інтервалу P-Q(R);
- 2) наявність в складі комплексу QRS додаткових хвиль збудження – Δ -хвилі;
- 3) збільшення тривалості і незначна деформація комплексу QRS;
- 4) рідко зміщення сегмента (R)ST дискордантно комплексу QRS та зміна полярності зубця T;
- 5) часто спостерігаються приступи пароксизмальної суправентрикулярної тахікардії або миготливої аритмії.



Мал.42. ЕКГ при синдромі WPW.

Позитивні Δ -хвилі у відведеннях I, $V_{1,2}$ і від'ємні Δ -хвилі у II, III і aVF, вкорочення інтервалу P-Q(R) і збільшення тривалості QRS.

кістю 10-100мм/с (частіше **25** або **50мм/с**). Реєстрація проводиться з допомогою дуже легкого (малоінерційного) чорнильного або теплового записувача.

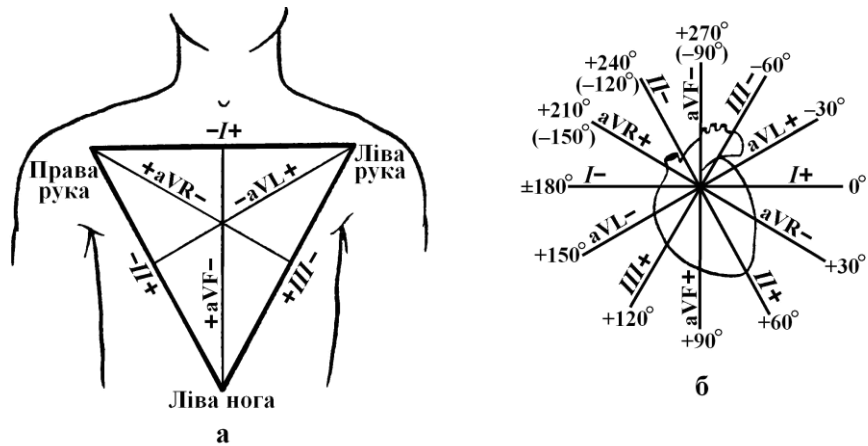
Також є різні моніторні пристрої, де зображення ЕКГ видається на екран монітора і таким чином можна постійно спостерігати та аналізувати електрокардіограму пацієнта в динаміці.

Кожний електрокардіограф має пристрій для регуляції та контролю підсилення. Для цього на підсилювач подається стандартна калібрувальна напруга = 1mV. Підсилення електрокардіографа встановлюється так, щоб ця напруга викликала відхилення реєструючої системи на 10мм. Таке калібрування підсилення дозволяє порівнювати між собою ЕКГ, що зареєстровані у пацієнта в різний час і/або різними пристроями.

І.3.2. Електрокардіографічні відведення.

Зміни різниці потенціалів на поверхні тіла, що виникають під час роботи серця, записуються з допомогою різних систем відведень ЕКГ. Кожне з них реєструє різницю потенціалів, яка існує між двома певними точками електричного поля серця, в яких встановлені електроди. Тому електроди відрізняються між собою ділянками тіла, від яких відводиться різниця потенціалів. Електроди приєднують до гальванометра. Один із них до його позитивного полюсу (*позитивний електрод*), а інший – до негативного (*негативний електрод*).

На даний час в клініці найбільш широко використовуються 12 відведень: 3 стандартні (I, II, III), 3 підсилені від кінцівок (aVR, aVL і aVF) і 6 грудних відведень (V_1 - V_6). Вони являються світовим стандартом (мал.4.).



Мал.4. Схема розміщення осей відведень ЕКГ у фронтальній площині.
а - в трикутнику Ейнтховена; б - в шестиосевій системі координат.

Стандартні відведення були запропоновані ще Ейнтховеном у 1913р. Електроди накладаються наступним чином:

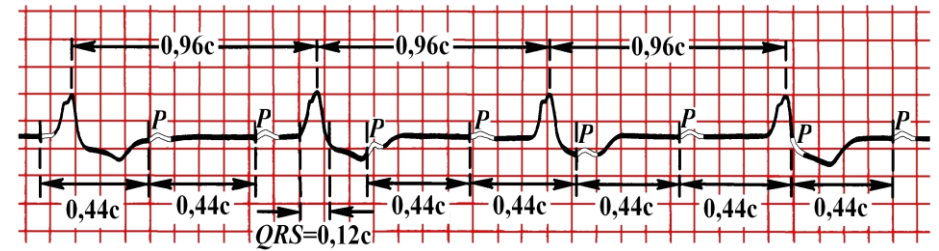
I відведення: ліва рука (+) і права рука (-);

II відведення: ліва нога (+) і права рука (-);

III відведення: ліва нога (+) і ліва рука (-).

Гіпотетична лінія, що з'єднує два електроди, які утворюють ЕКГ відведення, називається *віссю відведення*. Осі цих відведень утворюють у фронтальній площині грудної клітини рівносторонній *трикутник Ейнтховена*. В його центрі розміщений електричний центр серця, або *точковий одиничний серцевий диполь*, який однаково віддалений від всіх трьох стандартних відведень.

Підсилені відведення від кінцівок у 1942р. запропонував Гольдбергер. Вони реєструють різницю потенціалів між однією з кінцівок, на якій встановлений активний позитивний електрод даного відведення, та середнім потенціалом двох інших кінцівок – *об'єднаний електрод Гольдбергера*. Їх позначають наступним чином:



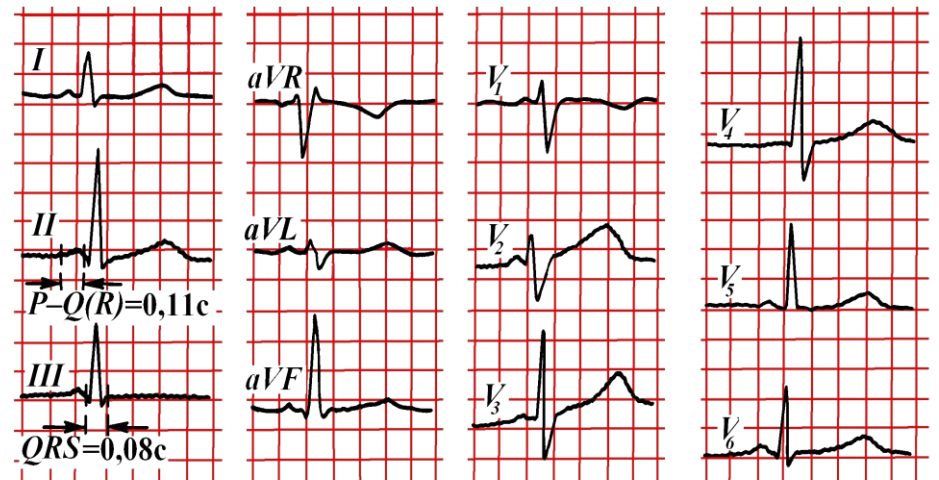
Мал.40. ЕКГ при повній трипучковій блокаді.
Ознаки блокади лівої ніжки пучка Гіса і АВ-блокади III ступеня.

II.3. Синдроми передчасного збудження шлуночків.

Синдром вкороченого інтервалу P-Q(R) або CLC-синдром (Clerk-Levy-Cristesco) – в основі лежить наявність додаткового аномального шляху проведення електричного імпульсу між передсерддями і пучком Гіса – *пучок Джеймса*. Він ніби шунтує АВ-вузол, що призводить до прискореного збудження шлуночків, хвиля збудження по шлуночках розповсюджується звичайним шляхом (мал.41.).

ЕКГ-характеристика:

- 1) комплекси QRS не деформовані і не розширені, нормальної форми без Δ-хвиль;
- 2) вкорочення інтервалу P-Q(R) менше 0,12с.

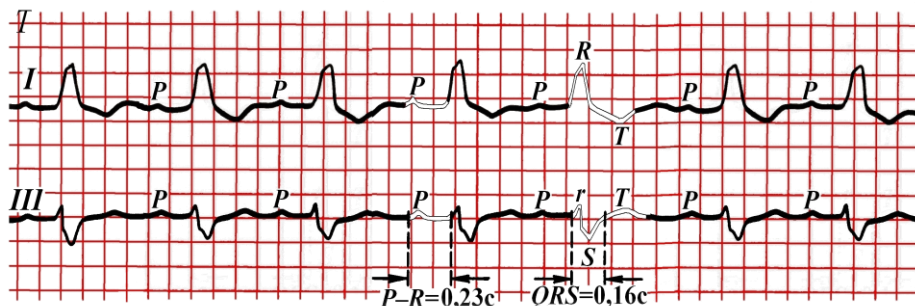


Мал.41. ЕКГ при синдромі CLC.

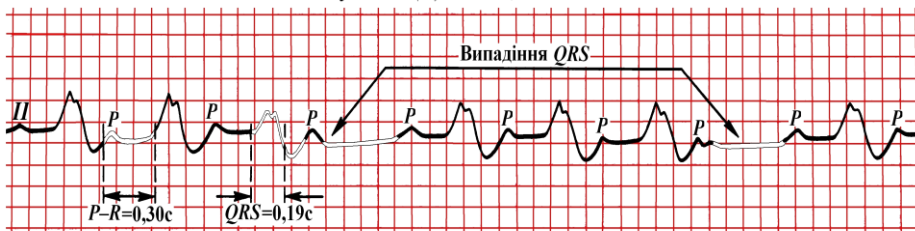
Інтервал P-Q(R) вкорочений (0,11с), комплекс QRS нормальної тривалості (0,08с).

Блокада трьох гілок пучка Гіса – наявність порушення провідності одночасно по трьох гілках пучка Гіса.

При *неповній блокаді* – електричний імпульс з передсердь проводиться до шлуночків по одній з менш уражених гілок пучка Гіса. При цьому атріо-вентрикулярна провідність або сповільнюється, або окремі імпульси не потрапляють в шлуночки взагалі (мал.38-39.).



Мал.38. ЕКГ при неповній трипучковій блокаді з АВ-блокадою I ступеня. Наявні ознаки блокади лівої ніжки пучка Гіса: збільшення тривалості QRS до $0,16$ с, широкий деформований зубець R без зубця Q у відведенні I , глибокий і широкий S у відведенні III , депресія сегмента $(R)ST$ і від'ємний зубець T у стандартному відведенні. Ознаки АВ-блокади I ступеня: $(R)ST = 0,23$ с.



Мал.39. ЕКГ при неповній трипучковій блокаді з АВ-блокадою II ступеня. Ознаки блокади лівої ніжки пучка Гіса поєднуються з неповною АВ-блокадою II ступеня 4:3 (блокується кожний четвертий передсердний імпульс).

При *повній блокаді* – електричний імпульс взагалі не проводиться від передсердь до шлуночків, тобто має місце повна АВ-блокада (III ступеня), з повним розходженням передсердного та шлуночкового ритмів (мал.40.). На ЕКГ ознаки АВ-блокади I, II, III ступеня та блокади двох гілок пучка Гіса.

aVR – підсилене відведення від правої руки;

aVL – підсилене відведення від лівої руки;

aVF – підсилене відведення від лівої ноги.

Де букви означають наступне: “**a**” – augmented (підсилений); “**V**” – voltage (потенціал); “**R**” – right (правий); “**L**” – left (лівий); “**F**” – foot (нога).

Грудні відведення, запропоновані Вільсоном у 1934р., реєструють різницю потенціалів між активним позитивним електродом, встановленим в певних точках на поверхні грудної клітки, і від'ємним об'єднаним електродом Вільсона. Ці відведення позначають великою латинською літерою V (потенціал, напруга) з додаванням номера позиції активного позитивного електрода, позначеного арабськими цифрами. Активні

позитивні електроди, що прикріплюються до тіла спеціальними грушами-присосками, накладають наступним чином (мал.5.):

V₁ – у четвертому міжребер'ї по правому краю грудини;

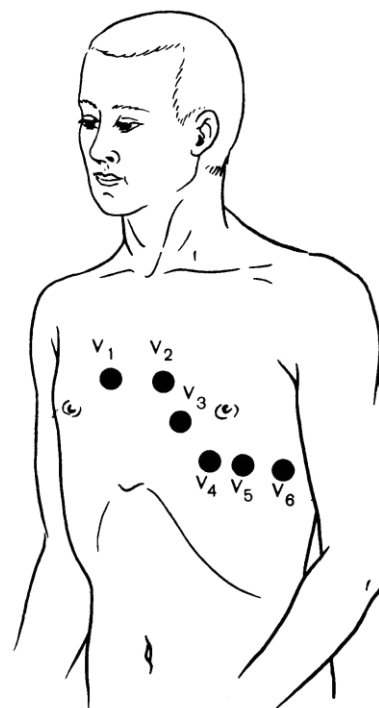
V₂ – у четвертому міжребер'ї по лівому краю грудини;

V₃ – посередині між точками V_2 і V_4 , приблизно на рівні IV ребра по лівій парастернальній лінії;

V₄ – у V міжребер'ї по лівій серединно-ключичній лінії;

V₅ – у V міжребер'ї по лівій передній паховій лінії;

V₆ – у V міжребер'ї по лівій середній паховій лінії.

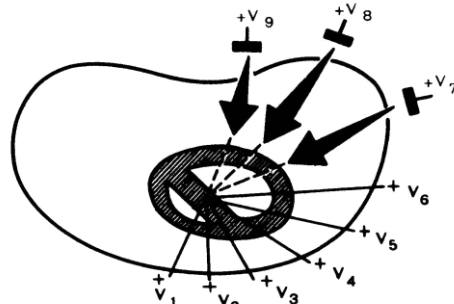


Мал.5. Розміщення 6 електродів грудних відведень на поверхні грудної клітки.

Додаткові відведення.

Діагностичні можливості ЕКГ дослідження розширяються при використанні додаткових відведень. Розглянемо деякі з них.

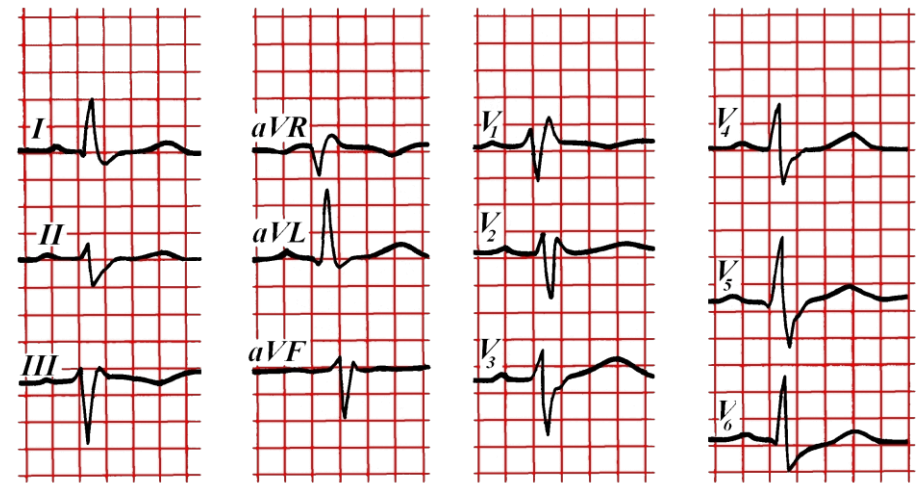
Відведення V_7-V_9 – активні електроди встановлюють по задній паховій (V_7), лопатковій (V_8) і паравертебральній (V_9) лініях на рівні горизонталі, на якій розміщені електроди V_4-V_6 . Їх використовують для більш точної діагностики вогнищевих змін міокарда в заднебазальних відділах лівого шлуночка (мал.6.).



Мал.6. Розміщення осей грудних відведень $V_1 - V_9$

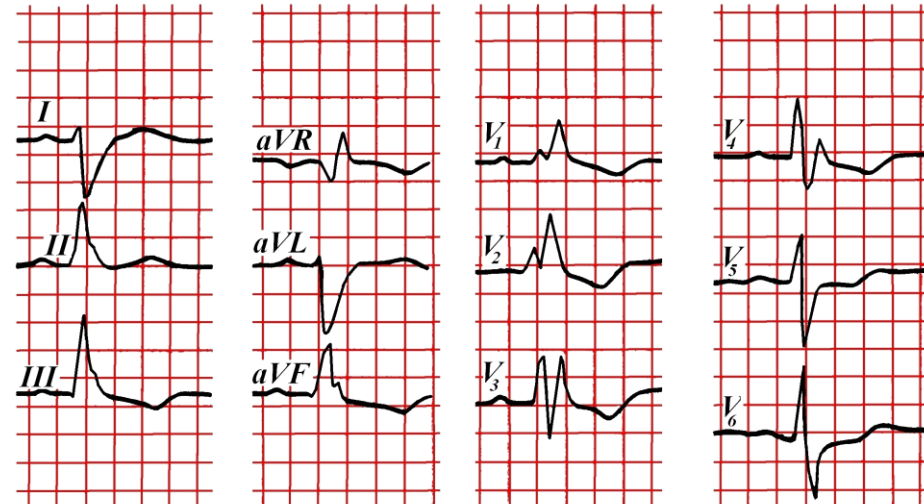
Відведення $V_{3R}-V_{6R}$ – грудний (активний) електрод розміщують на правій половині грудної клітки в позиціях, симетричних звичайним точкам розміщення електродів V_3-V_6 . Вони використовуються для діагностики гіпертрофії та ушкодження правих відділів серця.

Відведення по Небу – двополюсні грудні відведення, запропоновані Небом у 1983р., фіксують різницю потенціалів між двома точками, розміщеними на поверхні грудної клітки. Для їх запису використовують ті ж електроди, що й для стандартних відведень, міняючи розміщення таким чином: електрод з правої руки (червоний) – у II міжребер'я по правому краю грудини; з лівої ноги (зелений) – в позицію V_4 (біля верхівки серця); з лівої руки (жовтий) – на тому ж горизонтальному рівні, що й зелений, але по задній паховій лінії. Переключаючи з відведення на відведення отримуємо наступні результати: на I відведенні – відведення “Dorsalis” (D); II відведення – “Anterior” (A);



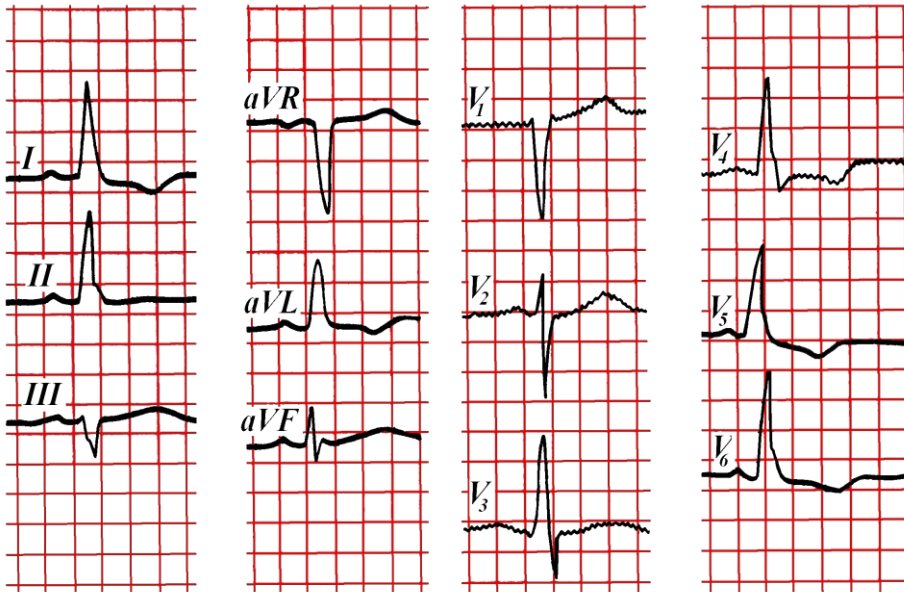
Мал.36. ЕКГ при поєднанні блокади правої ніжки з блокадою передньої гілки лівої ніжки пучка Гіса.

Тривалість QRS – 0,14с. Відхилення електричної осі серця вліво (кут $\alpha = -30^\circ$). Комплекси QRS у відведеннях $V_{1,2}$ мають вигляд rSR' у відведеннях II, III і $V_{5,6}$ – глибокий і широкий зубець S. У відведенні V_1 – від'ємний зубець T.



Мал.37. ЕКГ при поєднанні блокади правої ніжки з блокадою задньої гілки лівої ніжки пучка Гіса.

Тривалість QRS – 0,15с. Відхилення електричної осі серця вправо (кут $\alpha = +120^\circ$). Комплекси QRS у відведеннях $V_{1,2}$ мають вигляд rSR' , а у V_4 – RSr' У відведеннях $V_{5,6}$ – глибокий зубець S. У відведенні $V_{1,4}$ – депресія сегмента (R)ST, від'ємний T.



Мал.35. ЕКГ при неповній блокаді лівої ніжки пучка Гіса.

Тривалість $QRS = 0,11$ с. Горизонтальне положення електричної осі серця (кут $\alpha = 0^\circ$). У відведеннях $V_5,6$ – високий, деформований зубець R, у відведеннях $V_{1,2}$ – глибокий зубець S.

Блокада правої ніжки і передньої гілки лівої ніжки пучка Гіса – порушення проведення збудження по відповідних відділах міокарда (мал.36).

ЕКГ-характеристика:

- 1) деформовані М-подібні комплекси QRS (rSR') у відведенні V_1 , розширені до 0,12с і більше;
- 2) часто депресія сегмента (R)ST;
- 3) формується від'ємний асиметричний або двофазний (- +) зубець T;
- 4) різке відхилення електричної осі серця вліво (кут $\alpha \leq -30^\circ$).

Блокада правої ніжки і задньої гілки лівої ніжки пучка Гіса – порушення проведення збудження по відповідних відділах міокарда (мал.37).

ЕКГ-характеристика:

- 1) ознаки блокади правої ніжки пучка Гіса переважно в правих відведеннях ($V_{1,2}$);
- 2) відхилення електричної осі серця вправо (кут $\alpha \geq +120^\circ$).

III відведення – “Inferior” (I). Відведення по Небу застосовують для діагностики вогнищевих змін міокарда задньої стінки (D), передньої бокової стінки (A) та верхніх відділів передньої стінки (I).

1.3.3. Техніка реєстрації ЕКГ.

Умови проведення електрокардіографічного дослідження. Планову ЕКГ реєструють в спеціальному приміщенні, віддаленому від можливих джерел електричних перешкод. Кушетка має знаходитись на відстані не менше 1,5-2м від проводів електромережі. Має значення екранування кушетки, слід підкласти під пацієнта одяго з вшитю металічною сіткою, яка повинна бути заземлена.

Дослідження проводиться після 10-15хв відпочинку і не раніше, ніж через 2год після їди. Пацієнт повинен роздягнутись до пояса, гомілки теж мають бути звільнені від одягу. Запис ЕКГ проводиться в положенні лежачи на спині, що дозволяє максимально розслабитись.

Накладання електродів проводять в нижній третині гомілок та передпліч на їх внутрішню поверхню з допомогою гумових стрічок. Тут накладають 4 пластинчастих електроди. На грудну клітку прикріплюють грудні електроди з допомогою груш-присосок. Для покращення якості ЕКГ і зменшення кількості перешкод потрібно забезпечити гарний контакт електродів зі шкірою. Це робиться наступним чином: 1) попередньо знежирити шкіру спиртом в місцях накладання електродів; 2) при значній волосистості шкіри змочити місця контакту з електродами мильним розчином; 3) під електроди підкласти марлеві прокладки, змочені 5-10% розчином хлориду натрію або покрити електроди шаром спеціальної струмопровідної пасти, що дозволить максимально знизити між-електродний опір.

Підключення проводів до електродів. До кожного електрода приєднують провід від електрокардіографа, маркований відповідним кольором.

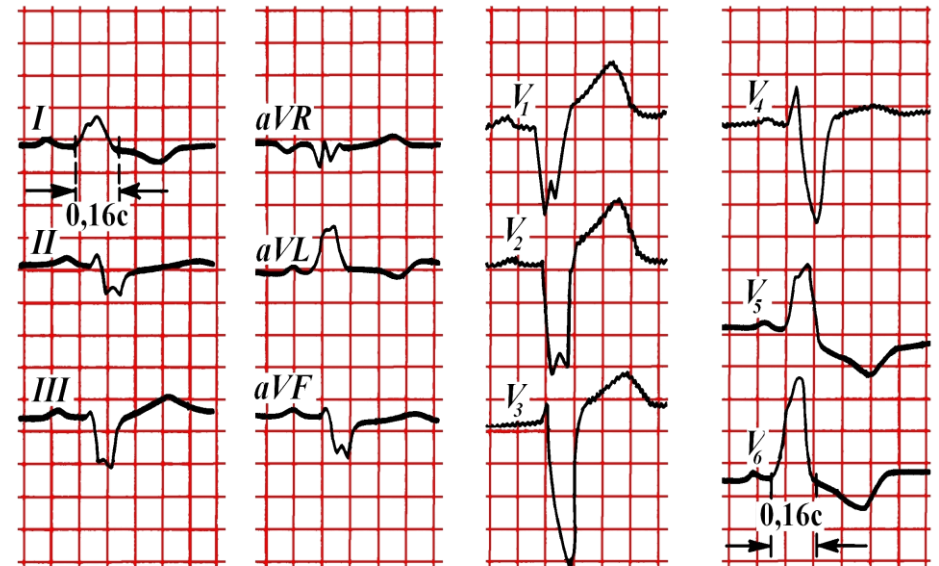
Вибір підсилення електрокардіографа. Перед початком знімання ЕКГ на всіх каналах електрокардіографа необхідно встановити однакове підсилення електричного сигналу. В кожному електрокардіографі є можливість подачі на гальванометр стандартної калібрувальної напруги = **1mV**. Зазвичай підсилення кожного каналу підбирається таким чином, щоби напруга 1mV викликала відхилення гальванометра та реєструючої системи = **10мм**. Для цього в положенні перемикача відведень "0" регулюють підсилення електрокардіографа та реєструють калібрувальний мілівольт.

Вибір швидкості руху стрічки ЕКГ. ЕКГ реєструють при швидкості руху стрічки **50мм/с**. Меншу швидкість (**25мм/с**) використовують при необхідності довший час спостерігати записи ЕКГ, наприклад, для діагностики порушення ритму.

Запис ЕКГ проводиться при спокійному диханні. Спочатку записують ЕКГ в стандартних відведеннях (I, II, III), потім у підсиленних відведеннях від кінцівок (aVR, aVL, aVF) і грудних відведеннях (V₁-V₆). В кожному відведенні записують не менше 4 серцевих циклів PQRST.

Одразу після закінчення дослідження на стрічці записують прізвище, ім'я, по батькові пацієнта, його вік, дату і час дослідження, номер історії хвороби.

- 3) збільшення загальної тривалості комплексу QRS більше 0,12с;
- 4) наявність у відведеннях V₅₋₆, I, aVL дискордантного по відношенню до QRS зміщення сегменту (R)ST і від'ємних або двофазних (- +) асиметричних зубців T;
- 5) часто відхилення електричної осі серця вправо.



Мал.34. ЕКГ при повній блокаді лівої ніжки пучка Гіса.

Тривалість QRS – 0,16с. Електрична вісь серця зміщена вліво (кут $\alpha = -60^\circ$). У відведеннях V₅₋₆ розширені і деформовані шлуночкові комплекси типу R з розщепленою вершиною; у відведеннях V₁₋₂ – комплекси типу QS і rS. У відведеннях V₁₋₂ наявна депресія сегмента (R)ST нижче ізолінії і від'ємний T.

При *неповній* блокаді – проведення імпульсу збережено, але сповільнено (мал.35).

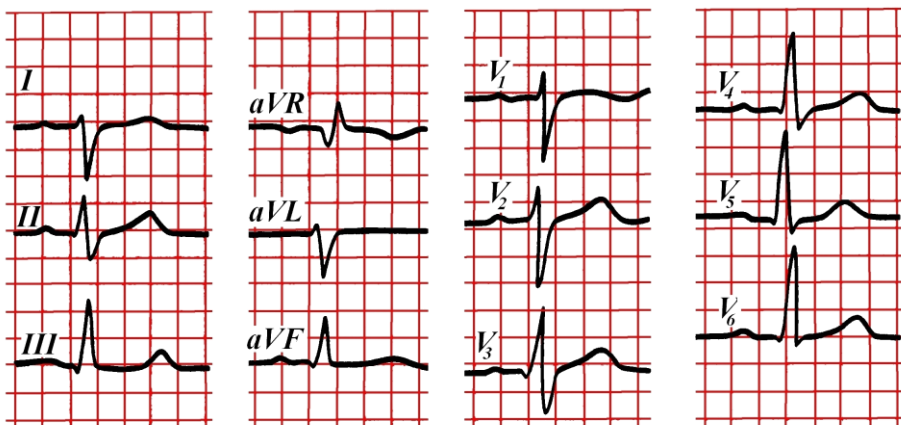
ЕКГ-характеристика:

- 1) високі розширені, інколи розщеплені зубці R (зубець q_v відсутній) у відведеннях I, aVL, V₅₋₆;
- 2) розширені і поглиблені комплекси типу QS або rS, інколи з початковим розщепленням зубця S (чи комплексу QS) у відведеннях III, aVF, V₁₋₂;
- 3) збільшення тривалості QRS до 0,10-0,11с;
- 4) досить часто відхилення електричної осі серця вліво.

гілці, охоплює міокард передньої стінки, а потім по анастомозах – міокард задніх та нижніх відділів лівого шлуночка (мал.33.).

ЕКГ-характеристика:

- 1) різке відхилення електричної осі серця вправо (кут $\alpha \geq +120^\circ$);
- 2) форма комплексу QRS у відведеннях I, aVL типу rS, а в III, aVF – типу qR;
- 3) тривалість комплексу QRS в межах 0,08-0,11с.



Мал.33. ЕКГ при блокаді задньої гілки лівої ніжки пучка Гіса.

Наявне відхилення електричної осі серця вліво (кут α більше 120°), тривалість QRS – 0,11с. Комплекс QRS має форму rS у відведеннях I, aVL та qR – в III, aVF.

Блокада лівої ніжки пучка Гіса – характеризується порушенням проведення електричного імпульсу по основному стовбуру ніжки до її розгалуження або одночасним ураженням обох її гілок.

При повній блокаді – лівий шлуночок збуджується незвичним шляхом: хвиля деполяризації потрапляє сюди від правого шлуночка із великим запізненням (0,04-0,06с) і повільно розповсюджується на міокард лівого шлуночка (мал.34.).

ЕКГ-характеристика:

- 1) розширені деформовані шлуночкові комплекси у відведеннях V₅₋₆, I, aVL типу R з розщепленою або широкою вершиною;
- 2) розширені деформовані шлуночкові комплекси у відведеннях V₁₋₂, III, aVF типу QS або rS з розщепленою або широкою вершиною зубця S;

1.4. Порядок аналізу ЕКГ.

- 1) Визначення ритму серцевої діяльності:
 - a) оцінка регулярності серцевих скорочень;
 - b) підрахунок ЧСС;
 - c) визначення водія ритму.
- 2) Визначення положення електричної осі серця.
- 3) Оцінка вольтажу.
- 4) Визначення перехідної зони.
- 5) Аналіз окремих зубців, інтервалів, сегментів, комплексів ЕКГ у різних відведеннях (діагностика гіпертрофій, блокад, ішемії, некрозу, рубців тощо).
- 6) Електрокардіографічне заключення.

1.4.1. Визначення ритму серцевої діяльності

1.4.1.a. Оцінка ритмічності (регулярності)

серцевих скорочень проводиться шляхом візуального порівняння тривалості інтервалів R–R між послідовно зареєстрованими серцевими циклами, вимірюється між вершинами зубців R (або S). *Серцева діяльність ритмічна* – якщо інтервали R–R однакові і різниця величин складає $\pm 10\%$ від середньої тривалості R–R. Якщо ж інтервали R–R не однакові і різниця величин складає понад 10% від середньої тривалості R–R – *серцева діяльність аритмічна*. Неправильний ритм характерний для синусової аритмії, миготливої аритмії, екстрасистолії та інших.

1.4.1.b. Підрахунок ЧСС при правильному ритмі проводиться за формулою:

$$\text{ЧСС} = \frac{60}{R-R},$$

де 60 - число секунд за хвилину; R–R - тривалість інтервалу R–R в секундах.

Слід пам'ятати, що 1мм сітки на ЕКГ (1 маленька клітинка) – це 0,02с при записі з швидкістю стрічки 50мм/с і 0,04с – зі швидкістю 25мм/с. Відповідно, для визначення тривалості інтервалу R–R в секундах

потрібно помножити число клітинок інтервалу R-R відповідно на 0,02 чи 0,04.

При *неправильному ритмі* визначають середній інтервал R-R. Спочатку в мм:

$$R-R_1=43\text{мм}, R-R_2=27\text{мм}, R-R_3=38\text{мм}.$$

$$R-R_{\text{сер}} = \frac{43+27+38}{3} = 36(\text{мм}).$$

Потім в секундах: $36 \cdot 0,02 = 0,72(\text{с})$. А далі підставляємо знайдену величину у формулу:

$$\text{ЧСС} = \frac{60}{R-R} = \frac{60}{0,72} \approx 83(\text{скорочень/хв}).$$

У здорової людини в спокої ЧСС становить 60-90 уд/хв. Підвищення ЧСС більше 90 уд/хв – *тахікардія*, а порідшення менше 60 уд/хв – *брадикардія*.

I.4.1.с. Визначення водія ритму. В нормі **водієм ритму є синусовий вузол**. При **синусовому ритмі** імпульси з СА-вузла розповсюджуються по передсердях зверху вниз, що на ЕКГ проявляється позитивним зубцем P у відведеннях I, II, V₃-V₆, негативним у aVR, різним (позитивним, двофазним, від'ємним) в III, aVL, V₁ і V₂, який завжди передує комплексу QRS. За його негативності чи відсутності у II стандартному відведенні діагностують різні варіанти *несинусового ритму*: передсердний, АВ-ритм, шлуночковий (ідіоventрикулярний), миготлива аритмія (ФП) тощо.

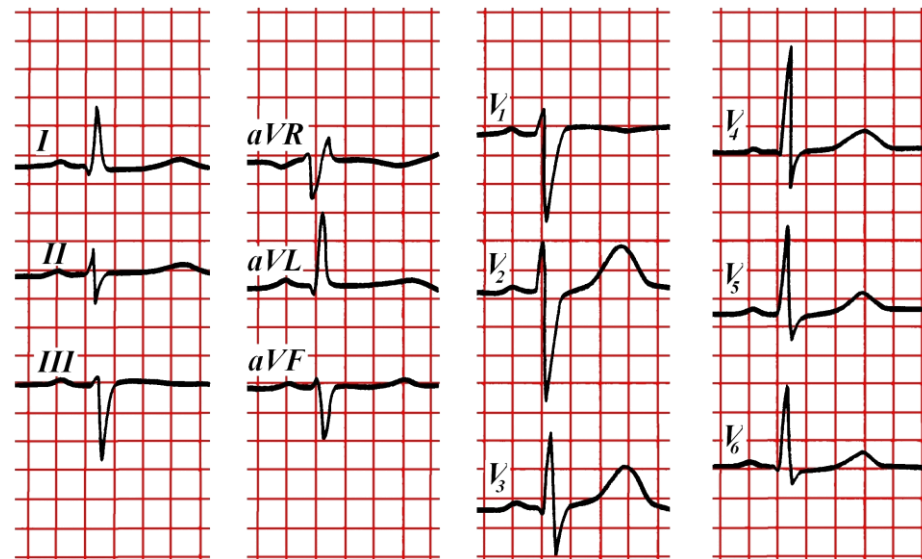
Передсердний ритм – джерело збудження знаходиться в нижніх відділах передсердь; на ЕКГ це від'ємні зубці P_{II}, P_{III} та наступні за ними нормальні комплекси QRS; ЧСС = 60-90/хв.

Атриовентрикулярний ритм – водій ритму АВ-вузол; на ЕКГ: нормальні незмінні комплекси QRS та негативний P, який або передує, або нашаровується на комплекс QRS, чи слідує після нього, в залежності від того, в якій ділянці АВ-вузла генералізується імпульс; ЧСС = 40-60/хв.

Блокада передньої гілки лівої ніжки пучка Гіса – характеризується порушенням проведення збудження по цій гілці до передньої стінки лівого шлуночка, при цьому деполяризація правого шлуночка не порушена. В лівому шлуночку збудження проводиться по лівій задній гілці пучка Гіса, хвиля деполяризації охоплює міжшлуночкову перегородку і нижні відділи задньої стінки лівого шлуночка. Через 0,02с по анастомозах системи волокон Пуркінєв збудження досягає міокарда передньої стінки (мал.32.).

ЕКГ-характеристика (повна блокада):

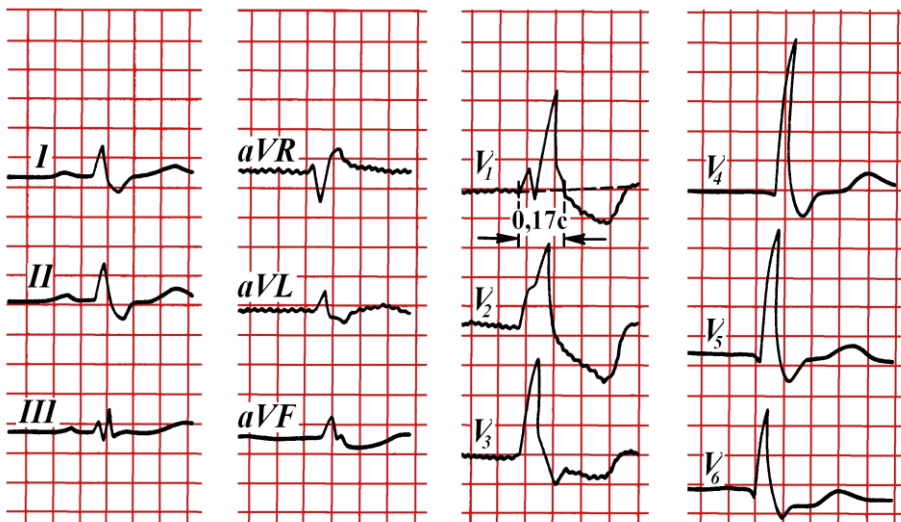
- 1) різке відхилення електричної осі серця вліво (кут $\alpha \leq -30^\circ$);
- 2) QRS у відведеннях I, aVL типу qR, а в II, III, aVF – типу rS;
- 3) загальна тривалість комплексу QRS – 0,08-0,11с.



Мал.32. ЕКГ при блокаді передньої гілки лівої ніжки пучка Гіса. Різке відхилення електричної осі серця вліво (кут $\alpha = -35^\circ$), збільшення тривалості QRS до 0,1с.

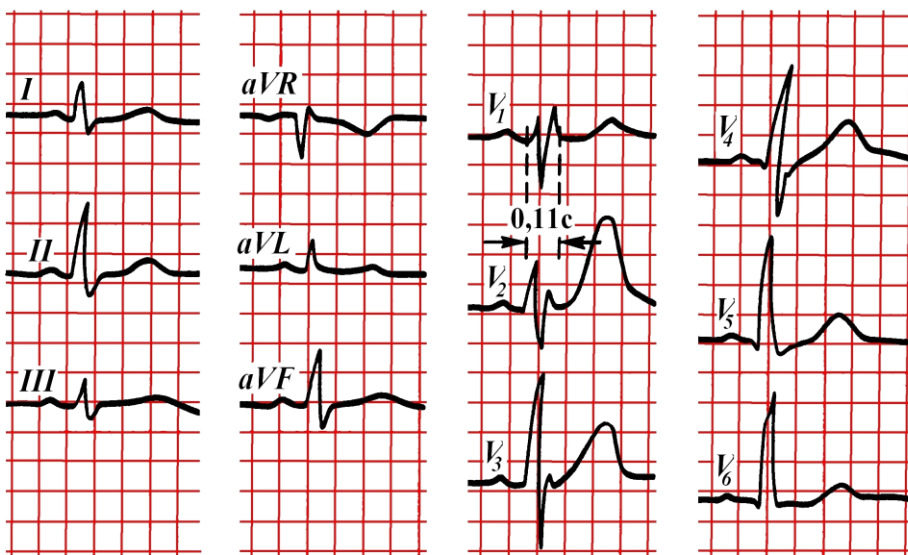
Блокада задньої гілки лівої ніжки пучка Гіса – характеризується порушенням проведення електричного імпульсу по цій гілці до задніх відділів лівого шлуночка. Збудження проводиться по лівій передній

- деннях / і V_6 – дещо розширеного зубця S;
 2) тривалість комплексу QRS – 0,09-0,11с.



Мал.30. ЕКГ при повній блокаді правої ніжки пучка Гіса.

У відведенні V_1 реєструється комплекс типу rSR' ; у відведеннях $V_{5,6}$ і I , aVL – розширений зубець S; тривалість QRS – 0,17с; у відведеннях V_{3-4} – депресія сегмента (R)ST і від'ємний зубець T.



Мал.31. ЕКГ при неповній блокаді правої ніжки пучка Гіса.

Комплекс QRS у відведеннях $V_{1,2}$ має вигляд rSR' ; тривалість QRS – не більше 0,11с.

Шлуночковий (ідіоентрикулярний) ритм – джерелом збудження є провідникова система шлуночків (ніжки і гілки пучка Гіса, волокна Пуркінє); на ЕКГ відсутній зубець P, розширені і деформовані комплекси QRS, ЧСС ≤ 40 /хв. Свідчить про глибоке ураження серця з пригніченням центрів автоматизму I-го (СВ) і II-го (АВ-з'єднання) порядку.

На підставі аналізу регулярності серцевих скорочень, їх частоти та водія ритму робиться заключення про ритм серцевої діяльності.

Приклад норми: Ритм синусовий, правильний з ЧСС 75 за 1 хвилину.

1.4.2. Визначення положення електричної осі серця.

Середня електрична вісь серця – це проекція середнього результуючого вектора QRS на фронтальну площину ($\hat{A}QRS$).

Положення електричної осі серця у фронтальній площині визначають по співвідношенню величини зубців R та S у стандартних відведеннях. Положення електричної осі дає уяву про розміщення серця в грудній клітці. Також це має значення для діагностики ряду патологій.

Положення електричної осі серця в шестиосьовій системі Бейлі кількісно виражається *кутом* α , який утворений електричною віссю серця і позитивною половиною вісі I стандартного відведення.

Існує *графічний* та *візуальний* методи визначення положення електричної осі серця.

Графічний (точніший). Для визначення величини кута α вираховують алгебраїчну суму амплітуд зубців комплексу QRS в двох будь-яких відведеннях від кінцівок, частіше в I і III. Отримані величини відкладаються на осях відповідних відведень в шестиосьовій системі координат від центру в бік відповідного знаку (+ чи -). З вершин отриманих векторів опускають

перпендикуляри до осей відведень і знаходять точку їх перетину. З'єднавши її з центром, отримують результуючий вектор, який відповідає напрямку електричної осі серця, та підраховують величину кута α .

Візуальний. Основою методу є порівняння величини зубців R у стандартних відведеннях та оцінка співвідношення амплітуди зубців R і S у відведенні aVF .

Розрізняють наступні *варіанти положення електричної осі серця* (мал.7.):

- 1) **нормальне положення**, коли кут α становить від $+30^\circ$ до $+69^\circ$, співвідношення $R_{II} > R_I > R_{III}$;
- 2) **вертикальне положення** – кут α від $+70^\circ$ до $+90^\circ$, співвідношення $R_{II} \geq R_{III} > R_I$;
- 3) **відхилення осі вправо** – кут α від $+91^\circ$ до $\pm 180^\circ$, співвідношення $R_{III} > R_{II} > R_I$;
- 4) **горизонтальне положення** – кут α від 0° до 29° , співвідношення $R_I \geq R_{II} > R_{III}$ та $R \geq S$ у aVF ;
- 5) **відхилення осі вліво** – кут α від 0° до -90° , співвідношення $R_I > R_{II} > R_{III}$ та $R < S$ у aVF .

Нормальне, горизонтальне і вертикальне положення електричної осі серця (від 0° до $+90^\circ$) може



Мал.7. Різні варіанти положення середньої електричної осі серця.

зустрічатись як у здорових, так і у хворих з гіпертрофією шлуночків або порушеннями внутрішлуночкової провідності (блокада відповідного шлуночка, WPW-синдром, CLC-синдром тощо). Відхилення осі вправо ($> +90^\circ$) або вліво ($< 0^\circ$) свідчить про затримку збудження

- a) **блокада лівої ніжки пучка Гіса** (поєднання ураження передньої і задньої гілки);
 - b) блокада правої ніжки і передньої гілки лівої ніжки;
 - c) блокада правої ніжки і задньої гілки лівої ніжки.
3. Трипучкові блокади – одночасне ураження всіх трьох гілок пучка Гіса.

Вогнищева внутрішньошлуночкова блокада характеризується порушенням проведення в якій-небудь ділянці системи волокон Пуркінє. Є повна і неповна блокади. Блокади ніжок і гілок пучка Гіса зустрічаються при таких захворюваннях: міокардит, атеросклеротичний кардіосклероз, гострий інфаркт міокарда, захворювання серця, що супроводжуються вираженою гіпертрофією шлуночків (вади серця, хронічне легеневе серце та ін.).

Блокада правої ніжки пучка Гіса – характеризується припиненням проведення збудження по правій ніжці пучка Гіса.

При *повній блокаді* – правий шлуночок і права половина міжшлуночкової перегородки збуджуються незвичним шляхом: хвиля деполяризації переходить сюди з лівого боку міжшлуночкової перегородки і від лівого шлуночка, які збуджуються першими, і по скоротливих м'язевим волокнах повільно охоплює міокард правого шлуночка (мал.30.).

ЕКГ-характеристика:

- 1) наявність в правих грудних відведеннях V_{1-2} (рідше III і aVF) комплексу QRS типу rSR' або rsR' , M -подібної форми, причому R' більше r ;
- 2) наявність в лівих грудних відведеннях V_{5-6} , I , aVL розширеного, часто зазубреного зубця S ;
- 3) збільшення тривалості комплексу QRS більше $0,12$ с.

При *неповній блокаді* – проведення імпульсу збережено, але дещо сповільнено (мал.31.).

ЕКГ-характеристика:

- 1) наявність у відведенні V_1 комплексу QRS типу rSr' або rSR' , а у відве-

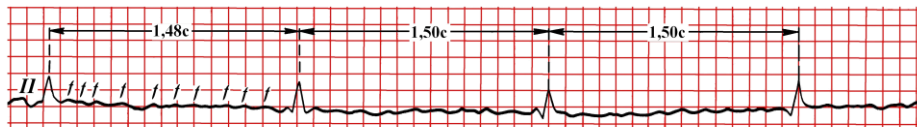
- 3) відсутня закономірність послідовності появи P , а за ними комплексів QRS ;
- 4) інтервали $P-P$ і $R-R$ постійні, але $R-R$ більші по тривалості, ніж $P-P$;
- 5) комплекси QRS можуть бути як нормальними, так і деформованими.

Синдром Морганьї-Едамса-Стокса – виникає при раптовому переході неповної АВ-блокади у повну, супроводжується вираженими гемодинамічними порушеннями (зниженням ХОК, тканинна гіпоксія, особливо головного мозку) – приступ асистолії шлуночків, що триває більше 10-20с, під час якого хворий втрачає свідомість, виникають судоми, що обумовлено гіпоксією головного мозку. Прогноз для таких хворих поганий, бо кожен приступ може закінчитись смертю.

Синдром Фредеріка – поєднання повної АВ-блокади з миготінням або тремтінням передсердь (мал.29.).

ЕКГ-характеристика:

- 1) замість зубців P на ЕКГ з'являються хвилі миготіння f або тремтіння F ;
- 2) комплекси QRS розширені і деформовані;
- 3) ритм шлуночків правильний, ЧСС – 30-60/хв.



Мал.29. ЕКГ при синдромі Фредеріка.

Поєднання миготіння передсердь (хвилі миготіння f) і повної АВ-блокади.

Блокади ніжок і гілок пучка Гіса – це сповільнення або повне переривання проведення збудження по одній, двох або трьох гілках пучка Гіса.

Класифікація:

1. Однопучкові блокади – ураження однієї гілки пучка Гіса:
 - а) **блокада правої ніжки;**
 - б) блокада передньої гілки лівої ніжки;
 - с) блокада задньої гілки лівої ніжки.
2. Двопучкові блокади – поєднання ураження двох із трьох гілок пучка Гіса:

відповідного шлуночка внаслідок його гіпертрофії, блокади чи передчасного збудження іншого шлуночка:

- а) вліво – гіпертрофія лівого шлуночка, повна блокада лівої ніжки пучка Гіса, синдром WPW тип А (передчасне збудження правого шлуночка);
- в) вправо – гіпертрофія правого шлуночка, повна блокада правої ніжки пучка Гіса, синдром WPW тип Б (передчасне збудження лівого шлуночка).

Виявивши відхилення електричної осі серця, слід послідовно провести дифдіагностику синдрому передчасного збудження протилежного шлуночка (інтервал $P-Q \leq 0,11c$), повної блокади відповідної ніжки пучка Гіса (деформований QRS , подовжений інтервал $QRS > 0,12c$) та гіпертрофії відповідного шлуночка.

I.4.3. Оцінка вольтажу проводиться по самому високому зубцю R у стандартних відведеннях (норма – **5-15мм**), або їх сумі ($R_I + R_{II} + R_{III} > 15мм$). Якщо амплітуда R в цих межах, то в ЕКГ-заклученні вказують: “...вольтаж збережений (хороший)...”. Якщо ж ні – “...вольтаж знижений...”, “...вольтаж високий...”. Зниження вольтажу зустрічається при ожирінні, ексудативному перикардиті, гідроперикарді, але найчастіше – при дифузних змінах в міокарді.

I.4.4. Визначення перехідної зони – це порівняння зубців R і S та пошук грудного відведення, в якому зубець R буде дорівнювати зубцю S . Зазвичай реєструється у відведенні V_3 або V_4 . Якщо правіше (V_{1-2}), то кажуть про “зміщення перехідної зони вправо”, якщо ж лівіше (V_{5-6}) – “зміщення перехідної зони вліво”. Зміщення перехідної зони вправо відбувається при вертикальному розміщенні серця, гіпертрофії правого шлуночка, блокадах правої ніжки пучка Гіса, вліво – при горизонтальному положенні серця та гіпертрофії лівого шлуночка, блокадах лівої ніжки пучка Гіса.

1.4.5. Аналіз окремих зубців, інтервалів, сегментів, комплексів ЕКГ у різних відведеннях.

Зубець P – визначають його амплітуду, тривалість, полярність та форму. Амплітуда вимірюється від ізолінії до верхівки (норма – **1,5-2,5мм**), тривалість – від початку до кінця зубця (норма – **0,1с**). Полярність зубця P у I-III стандартних відведеннях є важливою ЕКГ-ознакою, що вказує на напрямок руху хвилі збудження по передсердях і локалізацію джерела збудження (водія ритму). В нормі у цих відведеннях він має бути позитивним, передувати комплексам QRS і бути від них на однаковій відстані. Зубець P може бути різної форми:

- розщеплений з двома вершинами та розширений в лівих відведеннях (I, aVL, V₅₋₆) – “**P-mitrale**” – мітральні вади серця, гіпертрофія лівого передсердя, внутрішньо-передсердна блокада;
- загострений високоамплітудний в правих відведеннях (II, III, aVF, V₁₋₂) – “**P-pulmonale**” – “легеневе серце”, гіпертрофія правого передсердя.

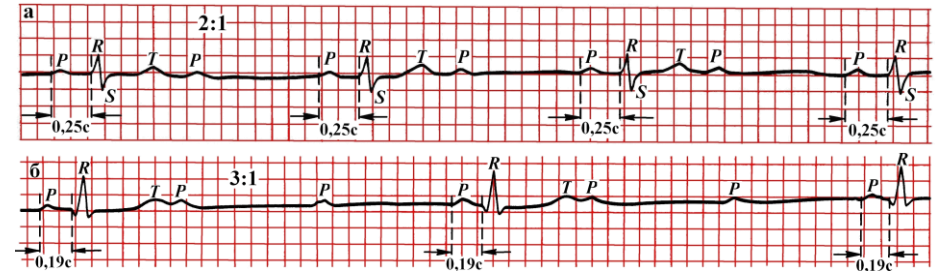
Інтервал P-Q (P-R) – від початку зубця P до початку шлуночкового комплексу QRS – відображає час проведення імпульсу від синусного вузла до шлуночків. В нормі має бути в межах **0,12-0,20с**. Аналізуючи інтервал P-Q, можемо діагностувати як синдром передчасного збудження шлуночків (WPW, CLC), так і АВ-блокаду. Синдром передчасного збудження шлуночків діагностують при вкороченні інтервалу P-Q < **0,12с** (див. стор. 63). При подовженні інтервалу P-Q > **0,20с** без випадіння комплексів QRS – можна говорити про АВ-блокаду I ст. (див. стор. 50).

Шлуночковий комплекс QRS:

Оцінка зубця Q – виміряти його амплітуду та тривалість, порівняти з амплітудою зубця R в цьому ж відведенні. Патологічний (широкий та глибокий) Q – амплітуда Q > ¼ амплітуди R, подовження Q > **0,03с**.

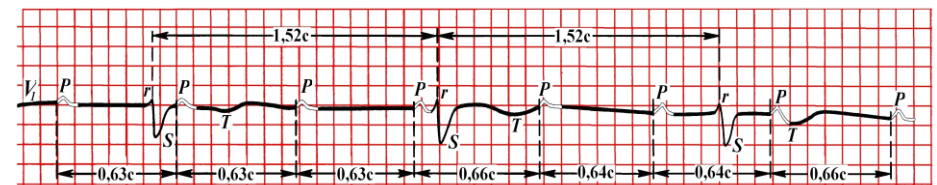
ЕКГ-характеристика:

- 1) випадають або кожний другий (2:1), або два і більше підряд комплексів QRS (3:1, 4:1 і т.д.);
- 2) різка шлуночкова брадикардія;
- 3) комплекси QRS можуть бути як нормальними, так і розширеними і деформованими.



Мал.27. ЕКГ при АВ-блокаді II ступеня III типу (а - 2:1, б - 3:1).

АВ-блокада III ступеня (повна АВ-блокада) – характеризується повним припиненням провідності імпульсу від передсердь до шлуночків, в результаті чого передсердя і шлуночки збуджуються і скорочуються незалежно одне від одного (*a-v дисоціація*). Передсердя збуджуються регулярними імпульсами з синусного вузла або передсердь з частотою 60-90/хв. Шлуночки ж – з АВ-з'єднання або провідникової системи шлуночків, регулярно з частотою не менше 30/хв. Вражатися можуть як проксимальні, так і дистальні відділи (мал.28.).



Мал.28. ЕКГ при повній АВ-блокаді (III ступеня).

Повне розходження ритмів передсердь і шлуночків.

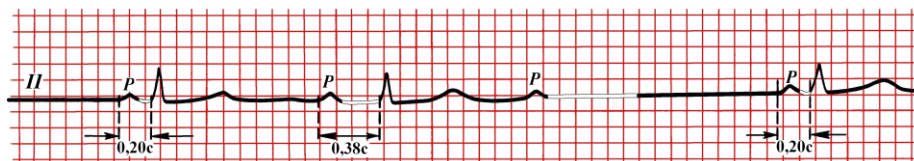
ЕКГ-характеристика:

- 1) повне розходження ритмів передсердь (P) і шлуночків (QRS);
- 2) зубці P реєструються в різні моменти систоли і діастоли шлуночків, інколи нашаровуються на комплекси QRS або зубці T, деформуючи їх;

повної затримки одного з електричних імпульсів – *періоди Самойлова-Венкебаха* – з наступним випадінням QRS. Частіше уражаються проксимальні відділи (мал.25.).

ЕКГ-характеристика:

- 1) поступове подовження інтервалу P–Q(R);
- 2) наступне випадіння QRS;
- 3) нормалізація провідності і повторення циклу знову;
- 4) шлуночкові комплекси QRS не деформовані.

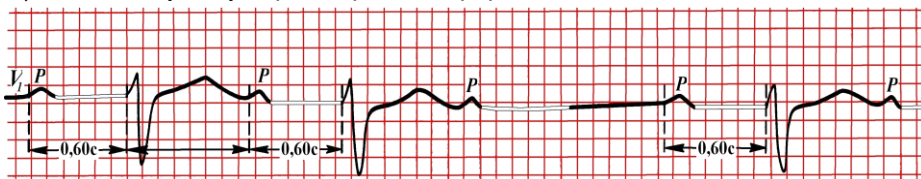


Мал.25. ЕКГ при АВ-блокаді II ступеня (3:2) I типу (з періодами Самойлова-Венкебаха).

II тип (Мобітц II) – випадіння окремих шлуночкових скорочень не супроводжується поступовим подовженням інтервалів P–Q(R), які залишаються постійними (нормальними або подовженими). Частіше уражаються дистальні відділи на рівні гілок пучка Гіса (мал.26.).

ЕКГ-характеристика:

- 1) нормальні або подовжені P–Q(R);
- 2) випадіння комплексів QRS може бути як регулярним, так і безпорядковим;
- 3) QRS можуть бути розширені і деформовані.



Мал.26. ЕКГ при АВ-блокаді II ступеня (3:2) II типу.

III тип – неповна АВ-блокада високого ступеня або глибока АВ-блокада II ступеня, коли кількість імпульсів, які блокуються переважає кількість тих, що проводяться. Вражаються як проксимальні, так і дистальні відділи (мал.27.).

Патологічний Q зустрічається при гострому інфаркті міокарда та постінфарктному кардіосклерозі. Однак глибокий Q в III стандартному відведенні може бути і при високому стоянні купола діафрагми. Ось чому знімають ЕКГ з ще одного додаткового відведення – “III вдих” на вдисі. Якщо Q зникає на вдисі або відсутній в aVF, то в даного пацієнта наявне високе стояння купола діафрагми, якщо ж залишається – інфаркт міокарда або постінфарктний кардіосклероз.

Оцінка зубця R – виміряти його амплітуду (5-25мм), зіставити її з амплітудою зубців Q і S в тому ж відведенні і з зубцем R в інших відведеннях; виміряти тривалість інтервалу внутрішнього відхилення (відстань від початку шлуночкового комплексу до проекції вершини зубця R на ізолінію, якщо комплекс QRS розщеплений і має кілька зубців R, враховується вершина останнього зубця R, в нормі – **0,03с**) у відведеннях V₁ і V₆; звернути увагу на можливе розщеплення зубця R, а також появу додаткового зубця R у тому ж відведенні. При патології він може бути: деформований, M- або W-подібний (внутрішлуночкова блокада), відсутній (трансмуральний інфаркт міокарда), зниженої амплітуди з поглибленням зубця Q (крупновогнищевий інфаркт міокарда), рівномірне зниження його амплітуди у всіх відведеннях (емфізема легень, різко виражене ожиріння, випітний перикардит, гіпотиреоз).

Оцінка зубця S – виміряти його амплітуду (не більше **25мм**), зіставити її з амплітудою зубця R в тому ж відведенні; звернути увагу на можливе розширення, зазубрення або розщеплення зубця S. Глибокий зубець S у відведеннях V₁₋₂ може бути при блокаді лівої ніжки пучка Гіса передньо-верхнього галуження.

Оцінка інтервалу QRS – відображає час збудження шлуночків. Тривалість – від початку зубця Q до кінця зубця S, в нормі не більше **0,10с**. Збільшення

інтервалу *QRS* свідчить про порушення внутрішньо-шлуночкової провідності: до 0,12с може бути за рахунок гіпертрофії відповідного шлуночка, а понад 0,12с – повної блокади відповідної ніжки пучка Гіса (див. стор. 54-62).

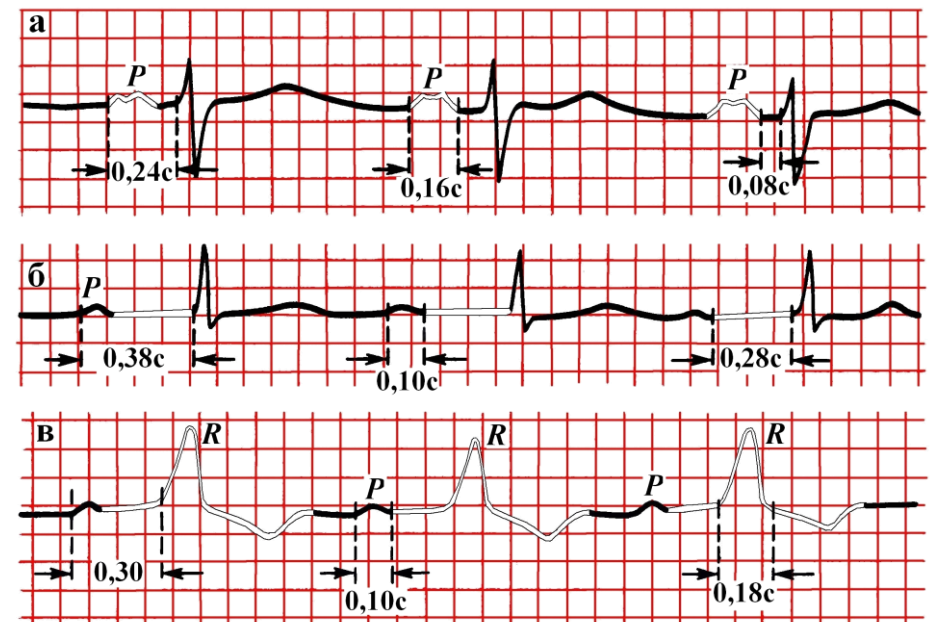
Оцінка сегменту (R)ST – знайти точку з'єднання *j* (місце переходу комплексу *QRS* в сегмент *ST*), виміряти її відхилення (+ чи –) від ізолінії; виміряти величину зміщення сегмента (R)ST від ізолінії вгору або вниз в точці, що знаходиться від точки *j* вправо на 0,05-0,08с; визначити форму можливого зміщення сегмента (R)ST; визначити горизонтальне, косонизхідне, косовисхідне зміщення. Можливі зміни сегмента (R)ST: підйом над ізолінією (“**елевація ST**”) – гостра фаза інфаркту міокарда (симптом “**прапорця**”); опускання нижче ізолінії (“**депресія ST**”) – ішемія міокарда; косовисхідний підйом – можливий при тахікардії.

Оцінка зубця T – визначити його полярність (направлення), в більшості випадків воно позитивне; оцінити форму зубця *T* (в нормі – полого висхідне і більш круте нисхідне коліно); виміряти його амплітуду (1/8-2/3 амплітуди зубця R). Зміни зубця *T*: висока амплітуда – гіпоксія та ішемія міокарда, гіперкалій(К)емія, при брадикардії; від'ємні зубці *T* (“**інверсія T**”) – субепікардіальна ішемія, міокардити, електролітні порушення (гіпокальцій(Са)- та гіпокалій(К)емія). У III – навіть при високому стоянні купола діафрагми (стає «+» на вдосі та у AVF).

Оцінка інтервалу Q–T – вимірюється від початку комплексу *QRS* (зубці *Q* і *R*) до кінця зубця *T*; це електрична систола шлуночків. Патологічні зміни інтервалу *Q–T*: подовження – гострий інфаркт міокарда, міокардити, при прийомі антиаритмічних препаратів, гіпокальцій(Са)- та гіпокалій(К)емія, гіпотиреоз; вкорочення – гіперкалій(К)емія, прийом серцевих глікозидів.

3) при дистальній:

- a) подовження інтервалу *P–Q(R)*;
- b) виражена деформація *QRS* по типу двопучкової блокади в системі Гіса.



Мал.24. ЕКГ при АВ-блокаді I ступеня.

a - передсердна форма блокади; б - вузлова форма; в - дистальна форма.

АВ-блокада II ступеня – характеризується періодично виникаючим припиненням провідності окремих електричних імпульсів від передсердь до шлуночків. В результаті час від часу спостерігається випадіння одного або кількох шлуночкових скорочень, тобто комплексів *QRS*. При АВ-блокадах II ступеня число скорочень передсердь завжди більше числа скорочень шлуночків, цю ознаку прийнято позначати співвідношенням 2:1, 4:3, 3:2 і т.д., наприклад, коли на два *P* припадає один *QRS*.

Розрізняють три типи АВ-блокад II ступеня.

I тип (Мобітц I) – поступове, від одного комплексу до другого, сповільнення провідності по АВ-вузлу, аж до

ЕКГ-характеристика:

- 1) збільшення тривалості P більше $0,11c$;
- 2) розщеплення зубця P (див. "P-mitrale", "P-pulmonale" на стор. 28).

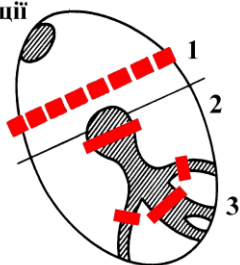


Атриовентрикулярні блокади – порушення проведення електричного імпульсу від передсердь до шлуночків. Спостерігається у хворих з ішемічною хворобою серця, ревмокардитом, гострим інфарктом міокарда та іншими захворюваннями серця, а також при передозуванні серцевими глікозидами, β -адреноблокаторами (ВСА-), хінідином, недигідропіридиновими антагоністами

Ca^{2+} . В залежності від локалізації патологічного процесу розрізняють різні види АВ-блокад (мал.23).

Мал.23. Різні варіанти локалізації АВ-блокад.

1 - передсердна проксимальна АВ-блокада; 2 - вузлова проксимальна АВ-блокада; 3 - дистальна (трипучкова) АВ-блокада.



Виділяють три ступені АВ-блокад.

АВ-блокада I ступеня – це сповільнення передсердно-шлуночкової провідності (інтервал $P-Q > 0,20c$) (мал.24.).

ЕКГ-характеристика:

- Рівномірне збільшення інтервалу $P-Q(R)$ більше $0,20c$.
- 1) при вузловій:
 - a) збільшення інтервалу $P-Q(R)$ за рахунок подовження сегмента $PQ(R)$;
 - b) форма і тривалість QRS без змін;
 - 2) при передсердній:
 - a) подовження інтервалу $P-Q(R)$;
 - b) розширений і розщеплений P (більше $0,11c$);
 - c) нормальні незмінені QRS ;

І.4.6. Електрокардіографічне заключення.

В ЕКГ-заключенні потрібно вказати наступне:

- 1) ритм серцевої діяльності;
- 2) положення електричної осі серця та інтерпретація її відхилення, якщо остання має місце;
- 3) оцінка вольтажу;
- 4) оцінка перехідної зони;
- 5) оцінка блокад, гіпертрофій, вогнищ ішемії, некрозу, рубців, диселектролітних станів за оцінкою зубців, інтервалів, сегментів та комплексів.

Приклади формування ЕКГ-заключень:

I. Нормальний варіант ЕКГ.

Ритм синусовий, правильний, з частотою серцевих скорочень 74уд/хв . Кут $\alpha = +30^\circ$. Нормальне положення електричної осі серця. Вольтаж зубців збережений. Перехідна зона у V_3-V_4 .

II. Відхилення електричної осі серця вліво.

Ритм синусовий, правильний, з частотою серцевих скорочень 70уд/хв . Кут $\alpha = -50^\circ$. Відхилення електричної осі серця вліво. Синдром WPW.

III. Відхилення електричної осі серця вправо.

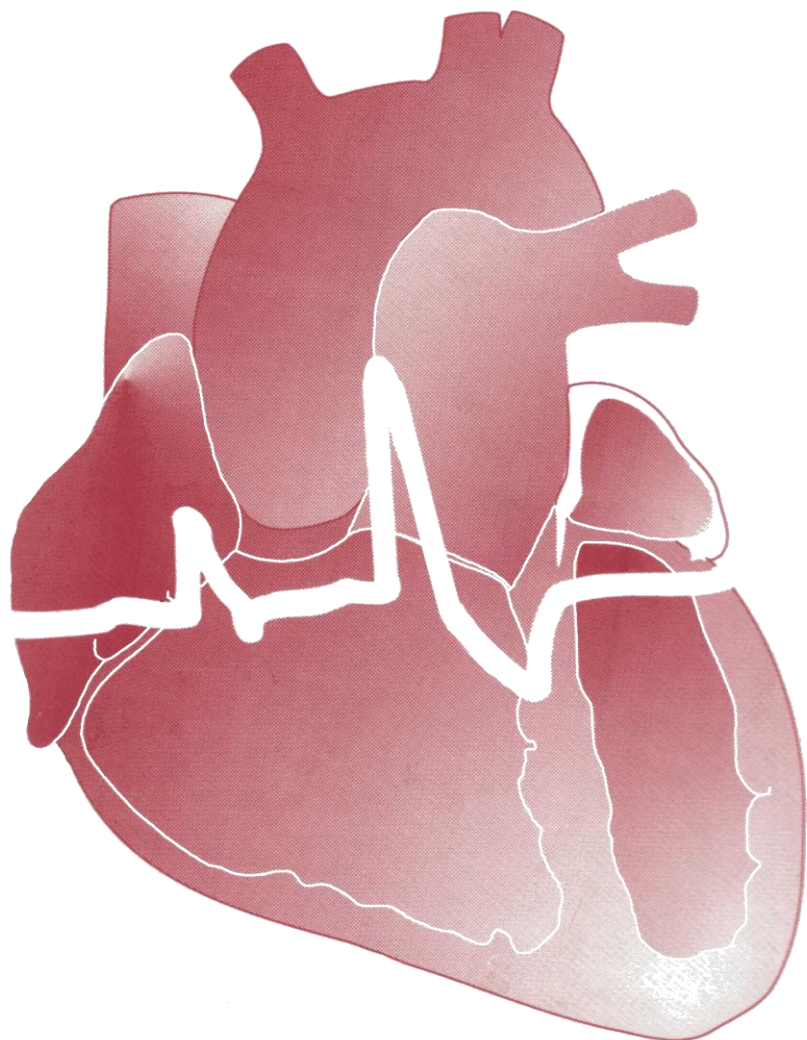
Синусова тахікардія з частотою серцевих скорочень 102уд/хв . Кут $\alpha = +130^\circ$. Відхилення електричної осі серця вправо. Гіпертрофія правого шлуночка ($R_{V_1} > S_{V_1}$). Вольтаж зубців збережений.

IV. Порушення серцевого ритму.

1. Ритм синусовий, неправильний – лівошлуночкова екстрасистолія по типу тригемінії. Кут $\alpha = -72^\circ$. Відхилення електричної осі серця вправо. Гіпертрофія та перевантаження правих відділів серця. В III стандартному, відведенні aVF та в грудних відведеннях V_{1-2} зубець T від'ємний. Там же "P-pulmonale".

2. Миготлива аритмія з ЧСС 94уд/хв . Кут $\alpha = +158^\circ$. Відхилення осі серця вправо. Зубець T деформований (двофазний, від'ємний) в стандартних та грудних відведеннях. Вольтаж знижений.

3. Пароксизмальна тахікардія (шлуночкова форма) з ЧСС 200 уд/хв. Кут $\alpha = -62^\circ$. Відхилення осі серця вліво. Перевантаження лівого шлуночка (від'ємний зубець T в I, aVL, V_{5-6} відведеннях). Вольтаж збережений. Перехідна зона V_2 .



II.2. Порушення провідності (блокади) серця – це сповільнення або повне припинення проведення електричного імпульсу по будь-якому відділу провідникової системи серця. В залежності від місця, в якому виникло порушення провідності, розрізняють синоатріальну, внутрішньопередсердну, атріовентрикулярну і внутрішньошлуночкові блокади.

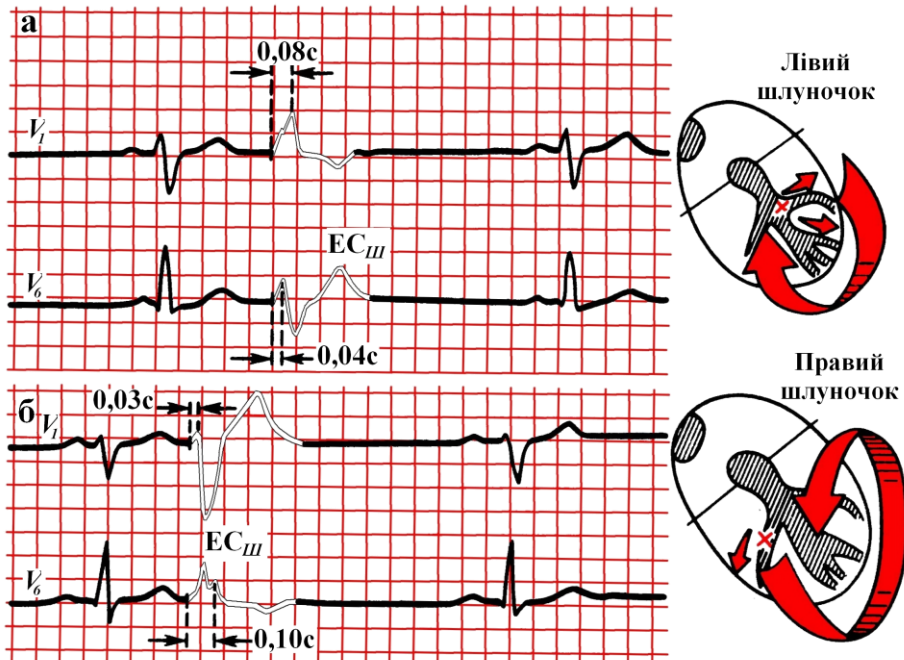
Синоатріальна блокада – це порушення провідності електричного імпульсу від синусного вузла до передсердь. Виникає при запальних і дегенеративних змінах в передсердях в області синусового вузла (ревмо-кардит, міокардит, атеросклеротичний кардіосклероз, гострий інфаркт міокарда). Частіше зустрічається неповна синоатріальна блокада – коли на передсердя не проводиться лише частина електричних імпульсів з синусового вузла (мал.21).

ЕКГ-характеристика:

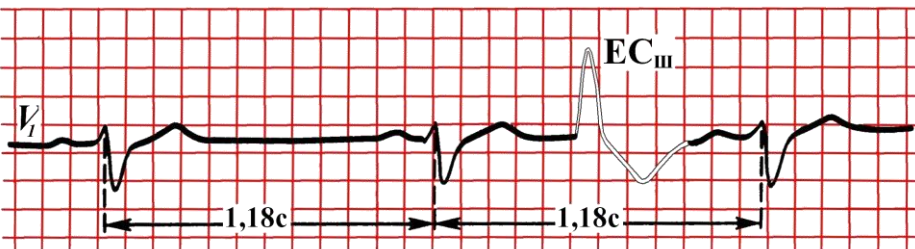
- 1) періодичне випадіння окремих серцевих циклів (комплексів QRS);
- 2) збільшення в момент випадіння циклів паузи між двома сусідніми зубцями P або R майже в два рази (рідко 3-4) у порівнянні зі звичайними інтервалами $P-P$ чи $R-R$.



Внутрішньопередсердна блокада – це порушення проведення електричного імпульсу по провідниковій системі передсердь. Зустрічається у хворих з гострим інфарктом міокарда, атеросклеротичним кардіосклерозом, мітральними вадами, міокардитами та іншими захворюваннями серця. Частіше неповна – сповільнення проведення імпульсів по передсердях (від синусного вузла до лівого чи правого передсердя) (мал.22.).



Мал.19. ЕКГ при лівошлуночкової (а) і правошлуночкової (б) екстрасистолах. При лівошлуночкової екстрасистолі інтервал внутрішнього відхилення QRS збільшений у V_1 , при правошлуночкової – у відведенні V_6 .



Мал.20. ЕКГ при вставній шлуночкової екстрасистолії. Компенсаторна пауза відсутня.

II. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

Характеристика ЕКГ при окремих станах.

II.1. Порушення ритму серцевої діяльності (аритмії) – це зміни ЧСС вище або нижче нормальних меж коливання (60-90/хв); нерегулярність серцевого ритму (неправильний ритм) будь-якого походження: зміна локалізації джерела збудження (водія ритму), тобто будь-яке відхилення від синусового ритму; позачергові серцеві скорочення (екстрасистолії); окремі порушення провідності електричного імпульсу з періодичними випадіннями серцевих скорочень.

Синусова тахікардія – збільшення ЧСС від 90 до 150-180/хв при збереженні правильного синусового ритму. Вона обумовлена підвищенням автоматизму основного водія ритму – СА-вузла. У здорових людей виникає при фізичних навантаженнях або емоційних напруженнях. Можливі причини: ішемія, дистрофічні зміни в СА-вузлі, при різних інфекціях, токсичному впливі на СА-вузол, при підвищенні температури, у хворих з серцевою недостатністю тощо.

ЕКГ-характеристика:

- 1) збільшення ЧСС до 90-180/хв;
- 2) вкорочення інтервалів $R-R$;
- 3) збережений правильний синусовий ритм:
 - а) правильне чередування зубця P і комплексу QRS у всіх циклах;
 - б) позитивний зубець P у I , II , aVF , V_4-6 ;
 - с) постійна однакова форма зубців P в одному і тому ж відведенні.

Синусова брадикардія – зменшення ЧСС до 40-60/хв при збереженні правильного синусового ритму. Обумовлена зменшенням автоматизму СА-вузла. Серед здорових людей часто спостерігається у спортсменів. Часто основною причиною є підвищення тону блукаючого нерва. Можливі причини: деякі інфекції (грип, черевний тиф), інфаркт міокарда (іше-

мія СА-вузла), підвищення внутрішньочерепного тиску (подразнення вагуса) та ін.

ЕКГ-характеристика:

- 1) зменшення ЧСС до 40-60/хв;
- 2) збільшення тривалості інтервалів R-R;
- 3) збережений правильний синусовий ритм.

Синусова аритмія – неправильний синусовий ритм, що характеризується періодами поступового почастишання і порідшання ритму. Найчастіше зустрічається синусова дихальна аритмія, при якій ЧСС збільшується на вдисі і зменшується на видисі. Зустрічається у здорових молодих людей, а також в період одужання при різних інфекційних захворюваннях. Часто реєструється у хворих нейроциркуляторною дистонією. Вона обумовлена нерівномірним і нерегулярним утворенням імпульсів в СА-вузлі, що може бути пов'язано з коливаннями тону вагуса або змінами кровонаповнення серця під час дихання.

ЕКГ-характеристика:

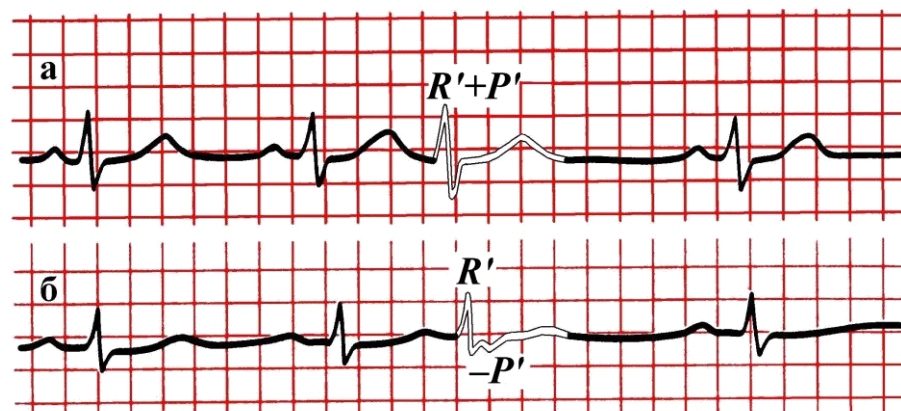
- 1) коливання тривалості інтервалів R-R, які не більше 0,15с і пов'язані з фазами дихання;
- 2) збережені всі ознаки синусового ритму.

Хаотичний передсердний ритм (мал.8.) – досить рідкісна цікава аритмія, при якій збудження генерується в трьох різних місцях у передсерді. Проявляється у вигляді передсердної екстрасистої та суправентрикулярних пароксизмальних нападів. Часто спостерігається у вигляді тремтіння та миготіння передсердь. Зустрічається в людей похилого віку, при емфіземі легень, легеневого серця та інших патологічних станах.

ЕКГ-характеристика:

- 1) завжди наявність деформованого, різної полярності зубця P перед кожним комплексом QRS;
- 2) синдром брадикардії-тахікардії (чередування періодів вираженої брадикардії і тахікардії).

- 2) шлуночковий комплекс екстрасистої QRS не змінений;
 - 3) неповна компенсаторна пауза.
4. **Верхньо-вузлова екстрасистоїя:**
 - 1) зубець P від'ємний;
 - 2) вкорочений або відсутній сегмент PQ.
 5. **Атріовентрикулярна екстрасистоїя (мал.18.):**
 - 1) від'ємний або відсутній зубець P;
 - 2) шлуночковий комплекс екстрасистої QRS не змінений;
 - 3) неповна компенсаторна пауза.

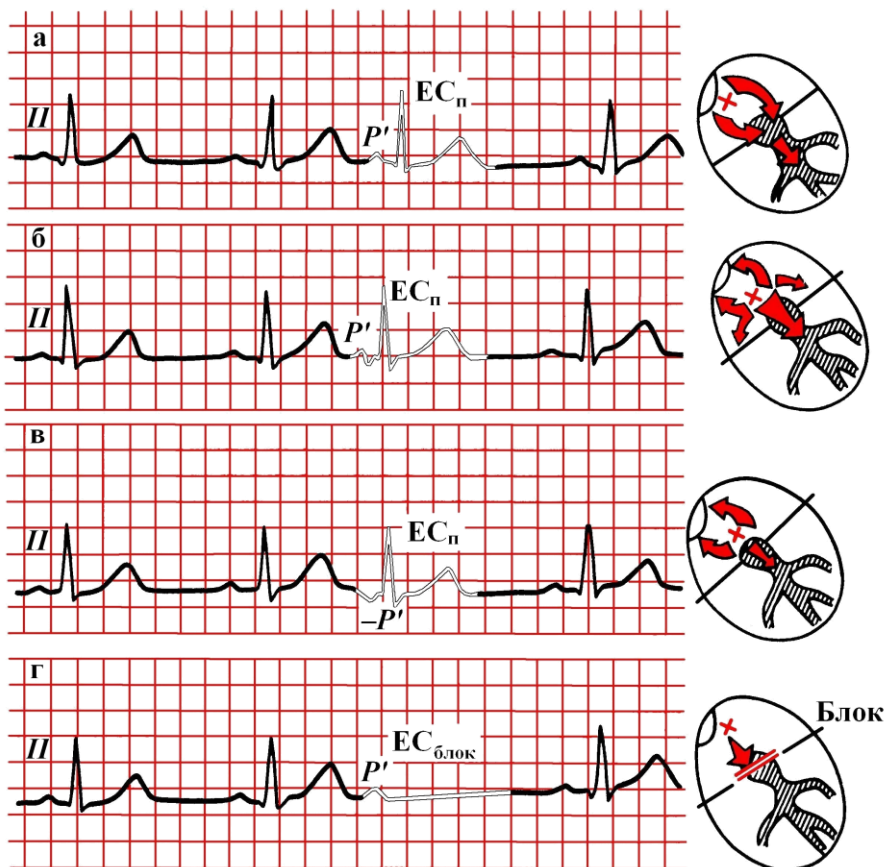


Мал.18. ЕКГ при екстрасистоїї з АВ-з'єднання.

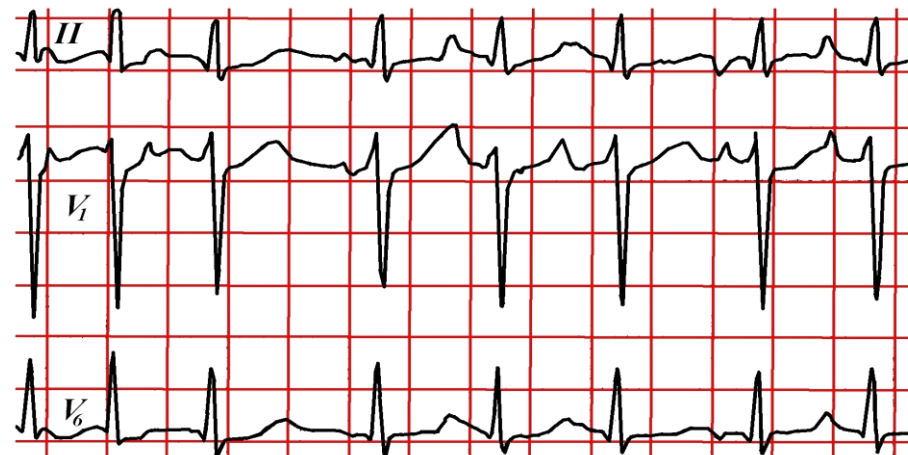
а - екстрасистолічний імпульс одночасно досягає передсердя і шлуночки, комплекс QRS і зубці P' зливаються одне з одним (зубця P' екстрасистої не видно); б - екстрасистолічний імпульс спочатку досягає шлуночки, а потім передсердя, від'ємний P' розміщений після комплексу QRS.

6. **Шлуночкова екстрасистоїя (мал.19-20.):**
 - 1) відсутній перед екстрасистою зубець P;
 - 2) позачергові передуючі деформовані комплекси QRS (значне розширення і деформація);
 - 3) при лівшлуночкової змінений комплекс QRS іде вгору в V₁₋₂, а вниз іде у V₅₋₆;
 - 4) при правшлуночкової змінений комплекс QRS іде вгору в V₅₋₆, а вниз у V₁₋₂;
 - 5) розміщення сегмента (R)ST і зубця T екстрасистої дискордантно напрямку основного зубця комплексу QRS;
 - 6) повна компенсаторна пауза.

2. *Верхньо-передсердна екстрасистолія (мал.17.):*
 - 1) передуючі позитивні зубці P' ;
 - 2) вкорочений інтервал $P-Q$;
 - 3) шлуночковий комплекс екстрасистоли QRS не змінений;
 - 4) неповна компенсаторна пауза ($R-R$ після екстрасистоли дещо більше, ніж нормальне $R-R$, але менше ніж наступне $R-R$).
3. *Нижньо-передсердна екстрасистолія (мал.17.):*
 - 1) змінена форма зубця P в екстрасистолічних комплексах (позитивний або від'ємний, двофазний);



Мал.17. ЕКГ в II стандартному відведенні при передсердній екстрасистолії. а - з верхніх відділів передсердь (P' позитивний); б - з середніх відділів передсердь (P' деформований, двофазний і знижений); в - з нижніх відділів передсердь (P' від'ємний); г - блокувана передсердна екстрасистола (відсутній екстрасистолічний комплекс QRS після зубця P').



Мал.8. ЕКГ при хаотичному передсердному ритмі.

Синдром брадикардії-тахікардії та наявний зубець P перед кожним комплексом QRS .

Синдром слабкості синусно-атріального вузла – в його основі лежить зниження функції автоматизму СА-вузла, що виникає під дією певних патологічних факторів. До них належать: багато чисельні захворювання серця (інфаркт міокарда, міокардити, хронічна ІХС, кардіоміопатії та ін.), які ведуть до розвитку ішемії, дистрофії, некрозу або фіброзу в області СА-вузла, а також інтоксикація серцевими глікозидами, блокаторами β -адренорецепторів, хінідином. Цей синдром може виникнути в результаті гормонально-обмінних порушень та після купірування приступу пароксизмальної тахікардії або миготливої аритмії.

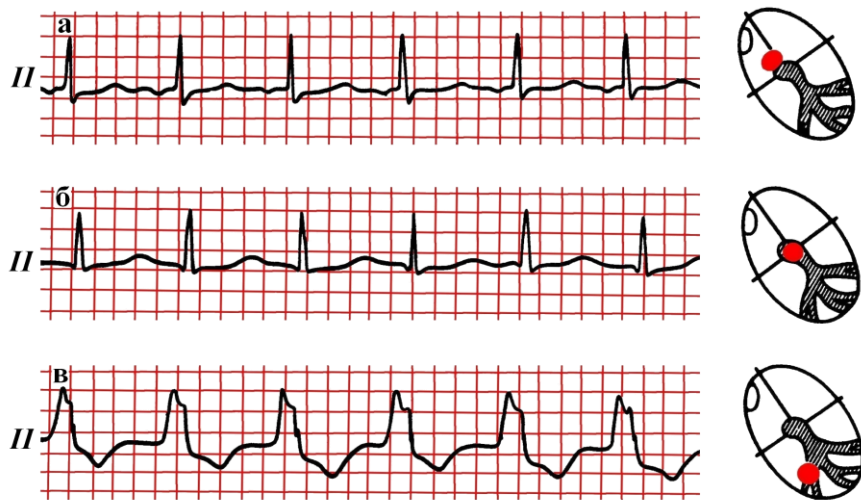
ЕКГ-характеристика:

- 1) стійка синусна брадикардія, нема адекватного збільшення ЧСС при фізнавантаженні чи введенні атропіну;
- 2) періодична поява ектопічних (несинусових) ритмів;
- 3) наявність СА-блокади;
- 4) синдром брадикардії-тахікардії.

Непароксизмальна тахікардія (прискорені ектопічні ритми) (мал.9.) – неприступоподібного характеру почастищення ЧСС до 90-130/хв, яке викликано відносно частими ектопічними імпульсами, що походять з передсердь, АВ-з'єднання або шлуночків. Причина – збільшення автоматизму ектопічного центру, порушення утворення або проведення імпульсів основного ритму.

ЕКГ-характеристика:

- 1) неприступоподібне поступове почастищення ЧСС до 90-130/хв;
- 2) правильний шлуночковий ритм;
- 3) наявність в кожному зареєстрованому комплексі *PQRST* ознак несинусового (передсердного, атріовентрикулярного чи шлуночкового) водія ритму.



Мал.9. Непароксизмальні тахікардії.

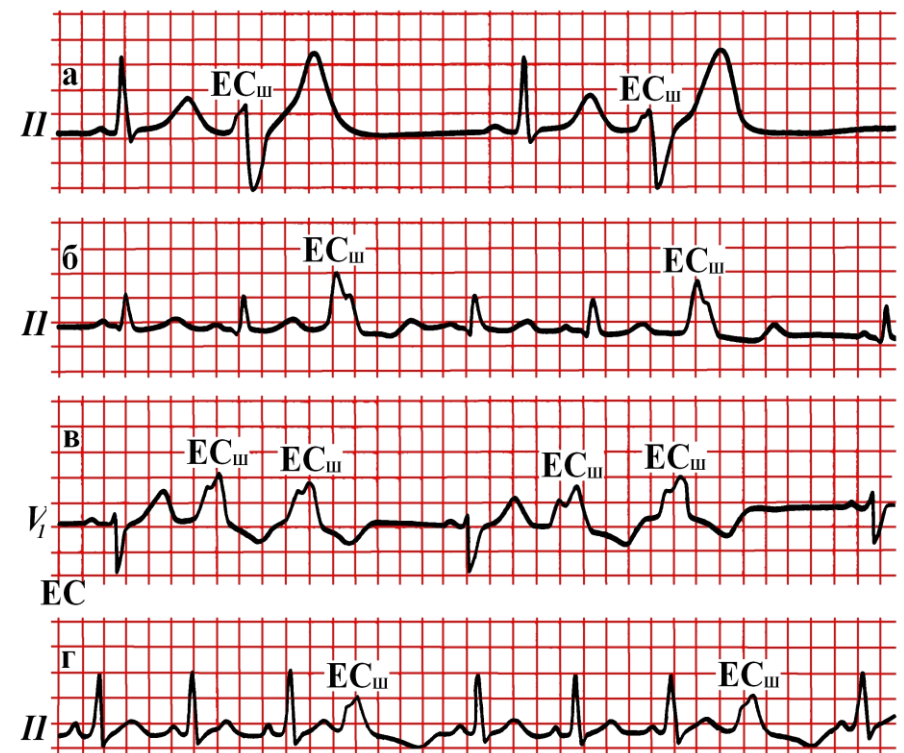
а - прискорений передсердний ритм; б - прискорений ритм з АВ-з'єднання з одночасним збудженням передсердь і шлуночків; в - шлуночковий прискорений ритм.

Міграція водія ритму – це така аритмія, для якої характерне поступове від циклу до циклу переміщення джерела ритму від СА-вузла до АВ-з'єднання. Зустрічається у здорових людей при підвищенні тонузу

Бігемінія – екстрасистоли повторюються після кожного нормального синусового комплексу. **Тригемінія** – за кожними двома нормальними циклами *PQRST* йде одна екстрасистола або після кожних двох екстрасистол, що йдуть одна за одною, реєструється один нормальний цикл *PQRST*. **Квадригемінія** – екстрасистоли виникають після кожного третього нормального синусового циклу *PQRST* і т.д. (мал.16.).

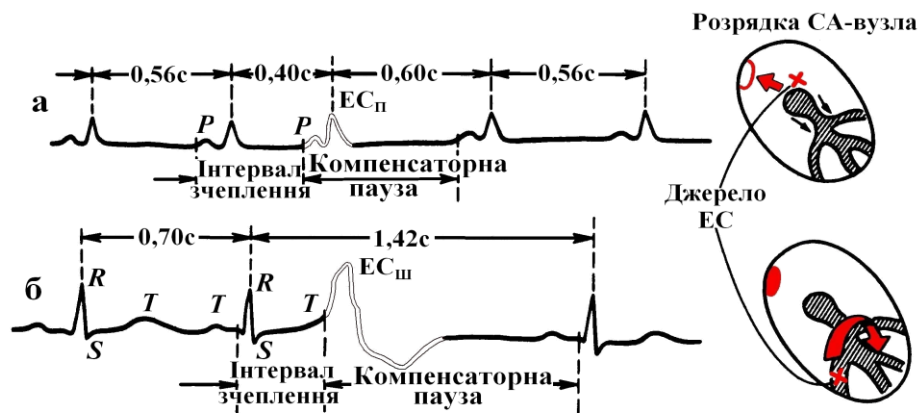
ЕКГ-характеристика окремих форм екстрасистолії:

1. **Синусова екстрасистолія:**
 - 1) наявність передуючих позитивних зубців *P* такої ж форми, як й інші синусові зубці;
 - 2) за цими зубцями *P* слідує нормальної форми комплекси *QRS*;
 - 3) компенсаторна пауза відсутня.



Мал.16. Різні варіанти алгоритмічної шлуночкової екстрасистолії (ЕСШ).
а - бігемінія; б, в - тригемінія; г - квадригемінія.

толі, до початку комплексу QRS екстрасистоли. *Ранні екстрасистоли* – це такі екстрасистолічні комплекси, початкова частина яких нашаровується на зубець T передуючого екстрасистолі циклу PQRST основного ритму або знаходиться від кінця зубця T цього комплексу не більш ніж на 0,04с. *Компенсаторна пауза* – відстань від екстрасистоли до наступного за нею циклу PQRST основного ритму (наприклад, синусового). Може бути неповною і повною. *Неповна* – зустрічається після передсердної або атріовентрикулярної екстрасистоли, при цьому збільшується тривалість інтервалу R–R (P–P). *Повна* – характерна для шлуночкової екстрасистоли, при цьому тривалість інтервалу R–R (P–P) дорівнює подвоєному нормальному R–R (P–P) (мал.15.). Виділяють: *одиначні* – реєструється одна екстрасистола; *парні* – підряд йдуть дві екстрасистоли; *групові (залпові)* – підряд йдуть три або більше екстрасистол; *монотопні* – виходять з одного джерела; *політопні (поліфокусні)* – виходять з кількох різних ектопічних вогнищ утворення екстрасистол (на ЕКГ вони різні по формі та з різними інтервалами зчеплення). *Алгоритмії* – правильне чередування екстрасистол з нормальними синусовими циклами PQRST.



Мал.15. Зміни інтервалу зчеплення і тривалості компенсаторної паузи при передсердній (а) і шлуночкової (б) екстрасистолії.

блукаючого нерва та у хворих з ІХС, ревматичними вадами серця, різними інфекційними захворюваннями та ін.

ЕКГ-характеристика:

- 1) поступова від циклу до циклу зміна форми і полярності зубця P;
- 2) зміна тривалості інтервалу P–Q (P–R) в залежності від локалізації водія ритму;
- 3) слабо виражені коливання тривалості інтервалів R–R (P–P).

Пароксизмальна тахікардія – це приступи почастішання ЧСС до 140-250/хв, які раптово починаються і так же раптово закінчуються при збереженні в більшості випадків правильного регулярного ритму. Обумовлений частими ектопічними імпульсами, що розповсюджуються з передсердь, АВ-з'єднання чи шлуночків. Приступ триває від кількох секунд до кількох годин. Хворі відчувають тільки раптовий початок і кінець приступу. *Механізми пароксизмальної тахікардії:* а) механізм повторного входу хвилі збудження (*re-entry*); б) підвищення автоматизму клітин провідникової системи серця (ектопічні центри II і III порядку). В залежності від локалізації ектопічного центру підвищеного автоматизму або постійно циркулюючої повторної хвилі збудження (*re-entry*) розрізняють суправентрикулярну (синусово-передсердна, передсердна, атріовентрикулярна) і шлуночкову форми пароксизмальної тахікардії.

Синусово-передсердна – джерело частоті патологічної імпульсації розміщене між синусовим вузлом та передсерддями (мал.10.). Приступ можна купірувати з допомогою синокаротидної проби.

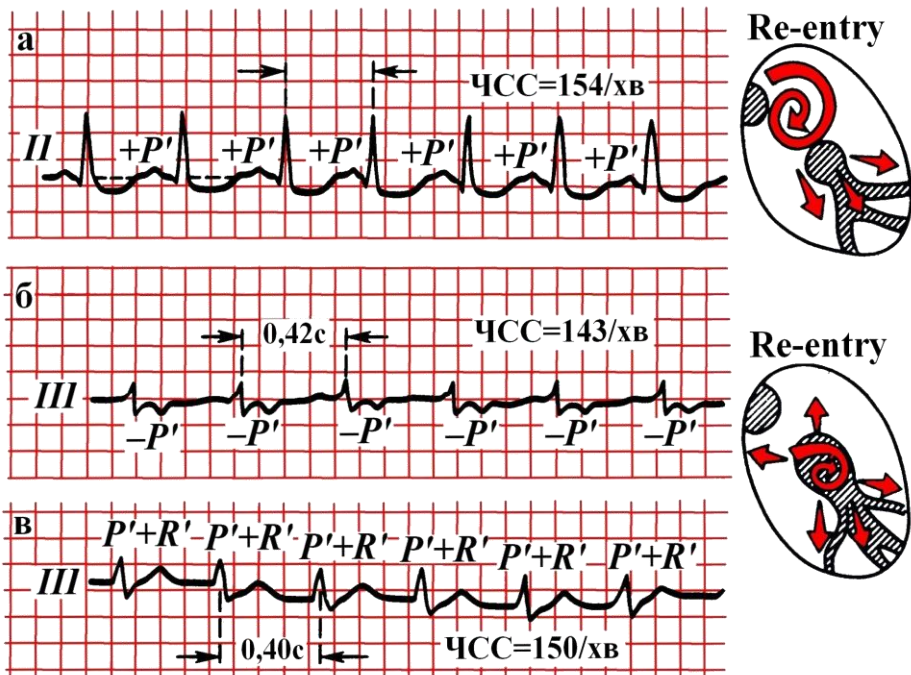
ЕКГ-характеристика:

- 1) ЧСС – 130-220/хв;
- 2) збережені ознаки передсердного ритму;
- 3) наявність частіше нормальних незмінених комплексів QRS;
- 4) інколи спостерігається функціональна, частотозалежна АВ-блокада I або II ступеня.

Передсердна – ектопічне вогнище розміщене в передсердях (мал.10.).

ЕКГ-характеристика:

- 1) ЧСС – 140-220/хв;
- 2) наявність зубців *P*, що зв'язані з наступними шлуночковими комплексами;
- 3) зміни форми зубців *P* (знижені, деформовані, двофазні або від'ємні) порівняно зі змінами при синусовій тахікардії;
- 4) інтервал *P*–*Q* частіше всього вкорочений в залежності від локалізації ектопічного вогнища і атріовентрикулярної провідності;
- 5) наявність нормальних незмінених комплексів *QRS*, подібних до нормальних.



Мал.10. ЕКГ при суправентрикулярних пароксизмальних тахікардіях

а - передсердна пароксизмальна тахікардія; б - атріовентрикулярна тахікардія з передуючим збудженням шлуночків і наступним ретроградним збудженням передсердь; в - атріовентрикулярна тахікардія з одночасним збудженням передсердь і шлуночків.

збудження по міокарду шлуночків за рахунок функціонування механізму *re-entry*.

ЕКГ-характеристика:

- 1) при *тремтінні шлуночків* – часті (до 200-300/хв) регулярні і однакові по формі і амплітуді хвилі тремтіння, які нагадують синусоїдальну криву;
- 2) при *фібриляції (миготінні) шлуночків* – часті (200-500/хв), але нерегулярні хвилі, що відрізняються одна від одної різною формою та амплітудою.

Екстрасистолія – передчасне позачергове збудження серця, зумовлене механізмом повторного входу або підвищеною осциляторною активністю клітинних мембран, що виникає в передсердях, АВ-з'єднанні або в різних ділянках провідникової системи шлуночків. Це епізод незвичайної патологічної імпульсації на фоні нормального або патологічного основного ритму (патологічний автоматизм). Причини: повторний вхід хвилі збудження (*re-entry*) або підсилення ектопічного автоматизму. У здорових виникає *функціональна екстрасистолія*, яка може провокуватися різними вегетативними реакціями, емоційним перенапруженням, палінням, зловживанням міцним чаєм, кавою, алкоголем тощо. *Органічна екстрасистолія* свідчить про достатньо глибокі зміни в міокарді: вогнища ішемії, дистрофії, некрозу чи кардіосклерозу та ін.

Розрізняють передсердну, атріовентрикулярну і шлуночкову екстрасистолю. Розглянемо деякі поняття і терміни, що використовуються при описанні екстрасистол.

Інтервал зчеплення – відстань від передуючого екстрасистолі циклу *PQRST* основного ритму до екстрасистолі. При *передсердній* – від початку зубця *P*, що передує екстрасистолі, до початку зубця *P* екстрасистолі. При *атріовентрикулярній* і *шлуночкової* – від початку комплексу *QRS*, що передує екстрасис-

(ЧСС – 60-90/хв) і тахісистоличну (ЧСС – 90-200/хв) форми миготливої аритмії (мал.13.).

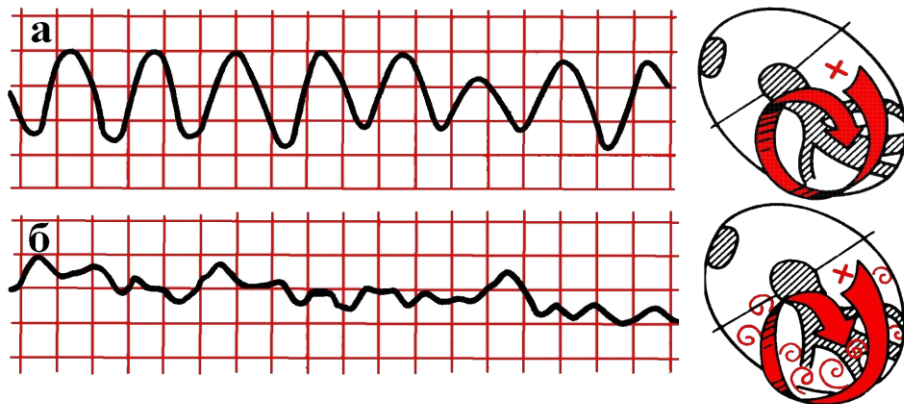
ЕКГ-характеристика:

- 1) відсутність у всіх відведеннях зубця *P*;
- 2) наявність протягом всього серцевого циклу безпорядкових хвиль *f*, що мають різну форму і амплітуду, найкраще реєструються у відведеннях *II, III, aVF* і особливо *V₁₋₂*;
- 3) нерегулярність шлуночкових комплексів *QRS* – неправильний шлуночковий ритм (різна тривалість інтервалів *R–R*) і амплітуди *R* (електрична альтернація);
- 4) наявність, у більшості випадків, нормальних незмінених комплексів *QRS* (без деформацій та розширення).

Трипотіння (тремтіння) і фібриляція (миготіння) шлуночків (мал.14.).

Трипотіння – це часте (до 200-300/хв) ритмічне збудження шлуночків, обумовлене постійним круговим рухом імпульсу (*re-entry*), який локалізується в шлуночках. Тремтіння, як правило, переходить в миготіння.

Фібриляція – це часте (до 200-500/хв), але хаотичне, нерегулярне збудження і скорочення окремих м'язевих волокон шлуночків. Виникають ці два процеси в результаті швидкого кругового руху хвилі



Мал.14. ЕКГ при тремтінні (а) і миготінні (б) шлуночків. Тремтіння викликано правильним круговим рухом, миготіння – неправильним вихровим рухом хвилі збудження по шлуночках.

Атриовентрикулярна – джерело частоті патологічної імпульсації знаходиться в ділянці АВ-з'єднання. Йде ретроградне поширення збудження по передсердях, тому і є відповідні зміни зубця *P* на ЕКГ (мал.10.).

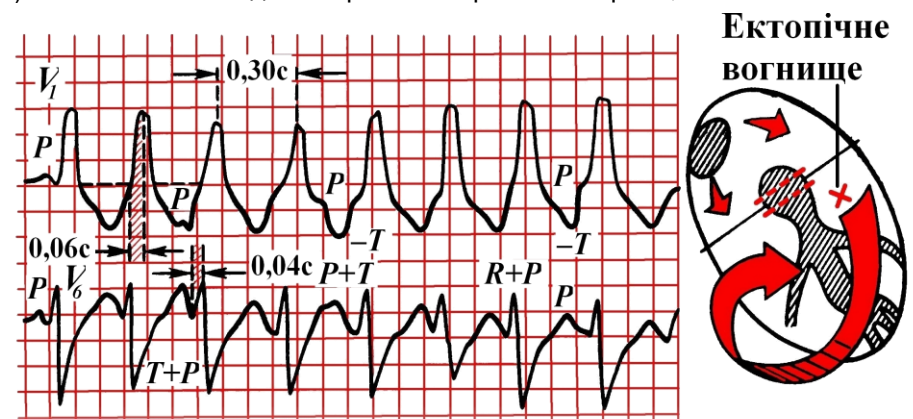
ЕКГ-характеристика:

- 1) раптове почастищення ЧСС до 140-220/хв;
- 2) в більшості випадків збережений правильний ритм;
- 3) наявність в *II, III* і *aVF* відведеннях від'ємних зубців *P*, розміщених позаду комплексів *QRS* або вони зливаються з ними і не реєструються на ЕКГ;
- 4) шлуночкові комплекси не змінені, схожі на нормальні *QRS*.

Шлуночкова – джерело ектопічних імпульсів розміщене в провідниковій системі шлуночків – пучці Гіса, гілках пучка Гіса і волокнах Пуркінє (мал.11.). Розвивається на фоні значних органічних змін в міокарді (при гострому інфаркті, хронічній ІХС тощо).

ЕКГ-характеристика:

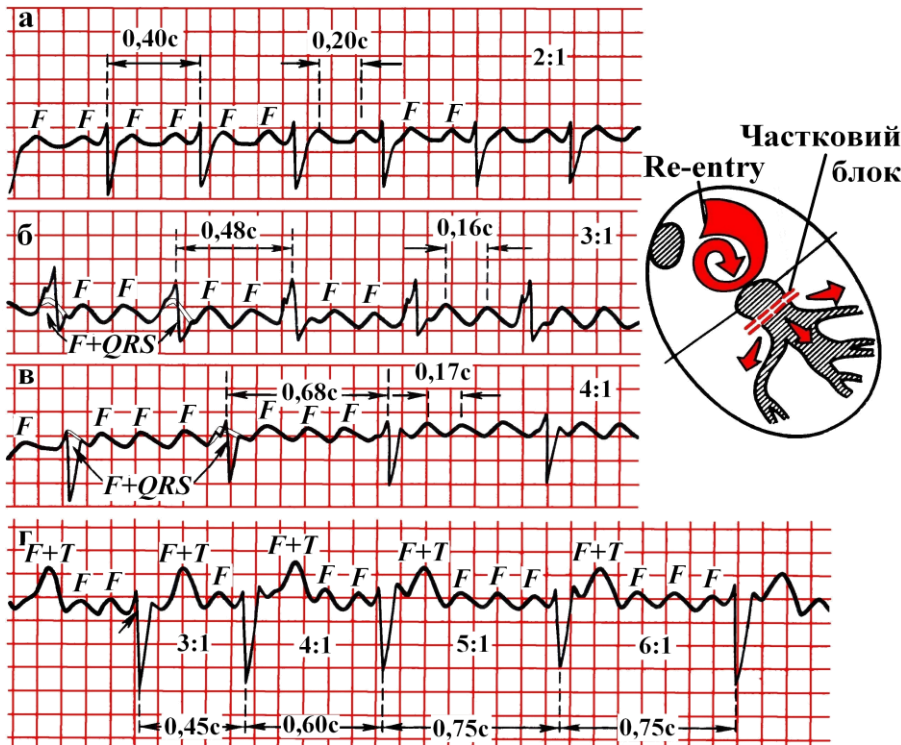
- 1) раптове почастищення ЧСС до 140-250/хв;
- 2) в більшості випадків збережений правильний ритм;



Мал.11. ЕКГ при пароксизмальній шлуночковій тахікардії Ектопічне вогнище розміщене в лівому шлуночку, тому форма комплексу *QRS* нагадує таку при лівошлуночкової екстрасистолії або блокаді правої ніжки пучка Гіса. Передсердя збуджуються в своєму ритмі, а шлуночки – в своєму; наявна *атриовентрикулярна дисоціація*.

- 3) деформація і розширення комплексу QRS більше 0,12с;
- 4) дискордантне розміщення сегмента (R)ST і зубця T;
- 5) наявність атріовентрикулярної дисоціації, тобто повного роз'єднання частого ритму шлуночків (комплексу QRS) і нормального ритму передсердь (зубці P) з поодинокими нормальними незміненими комплексами QRS синусового походження ("захоплені" скорочення шлуночків).

Трипотіння передсердь – це значне збільшення частоти скорочень передсердь (до 200-400/хв) при збереженому правильному регулярному передсердному ритмі. Спостерігається при органічних змінах в міокар-



Мал.12. ЕКГ при трептінні передсердь.

а - правильна форма з функціональною АВ-блокадою (2:1); б - правильна форма (3:1); в - правильна форма (4:1); г - неправильна форма трептіння передсердь (зміни ступеня АВ-блокади) (3:1, 4:1, 5:1). Наявні хвилі F, що зливаються з комплексом QRS.

ді передсердь і обумовлено наявністю в ньому ектопічного вогнища імпульсації по типу "великого" кола re-entry, що часто спостерігається у правому передсерді (мал.12.).

ЕКГ-характеристика:

- 1) часті до 200-400/хв, схожі одна на одну регулярні передсердні хвилі F, що мають характерну пилподібну форму (у II, III, aVF, V₁₋₂);
- 2) правильний, регулярний шлуночковий ритм з однаковими інтервалами R-R;
- 3) наявність нормальних незмінених шлуночкових комплексів, кожному з яких передують певна кількість (частіше постійна) передсердних хвиль F (2:1, 3:1, 4:1 і т.д.).

Фібриляція передсердь (миготлива аритмія) – це таке порушення ритму серця, при якому протягом всього серцевого циклу спостерігається часте (350-700/хв) безпорядкове, хаотичне збудження і скорочення окремих груп м'язових волокон передсердь, кожна з яких фактично являє собою своєрідне ектопічне вогнище імпульсації (по типу "мікро" re-entry). При цьому збудження і скорочення передсердя як єдиного цілого відсутні. Однак в даному випадку напрямок руху хвилі збудження постійно змінюється. В залежності від частоти шлуночкових скорочень-відповідей розрізняють брадисистолічну (частота скорочень шлуночків менше 60/хв), нормосистолічну



Мал.13. ЕКГ при фібриляції передсердь.

а - великохвильова форма; б - мілкохвильова форма.