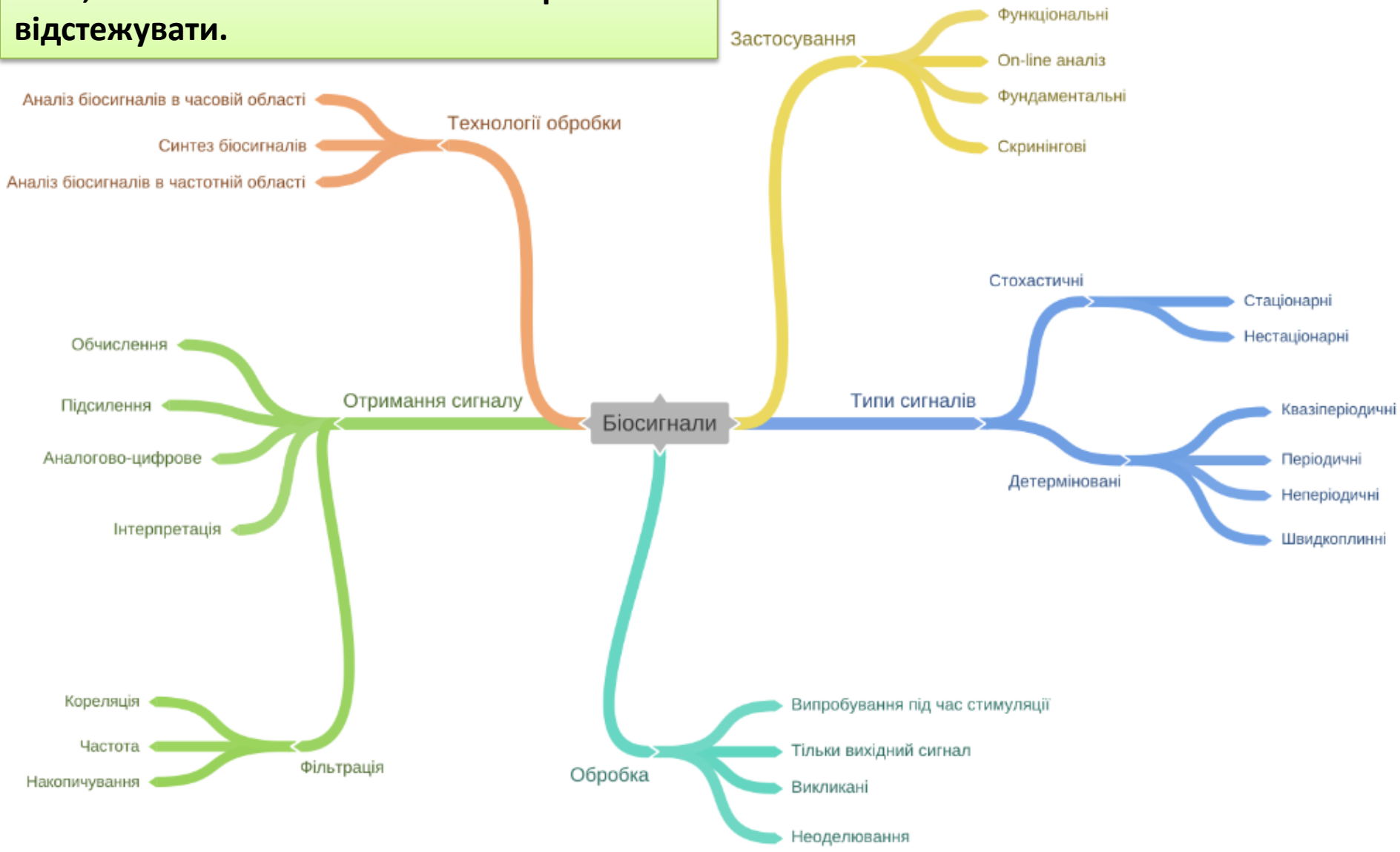


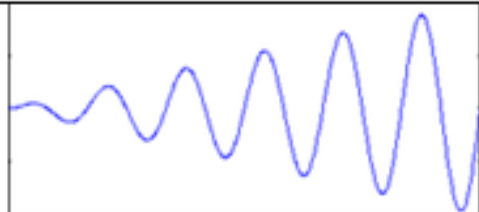
Лекція

Основні типи біосигналів, що використовуються в медичній практиці та їх обробка

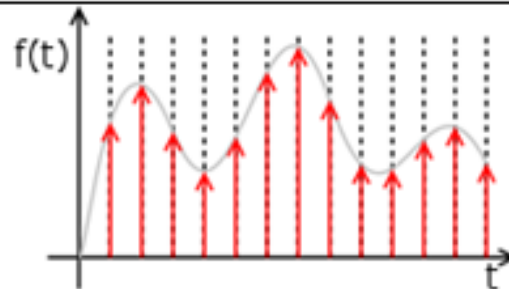
Цифрова обробка біомедичних сигналів

Біосигнал – це будь-який сигнал живих істот, який можна постійно вимірювати та відстежувати.

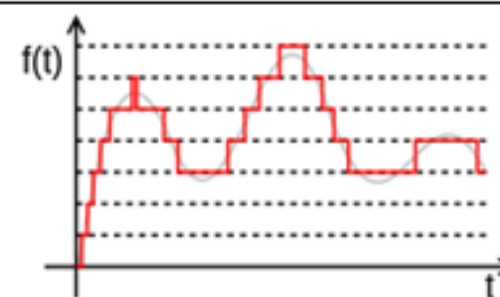




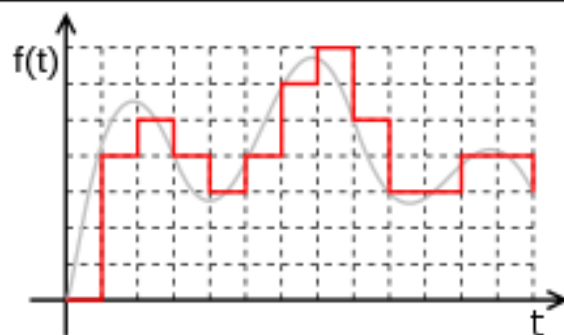
Аналоговий сигнал



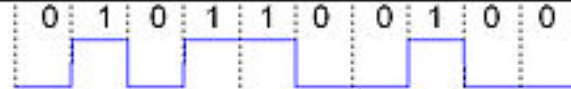
Дискретний сигнал



Квантований сигнал

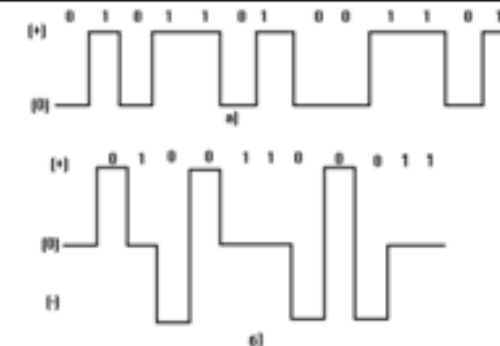


Цифровий сигнал



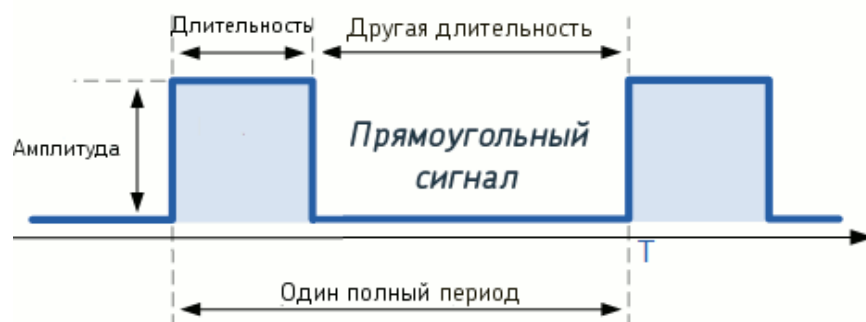
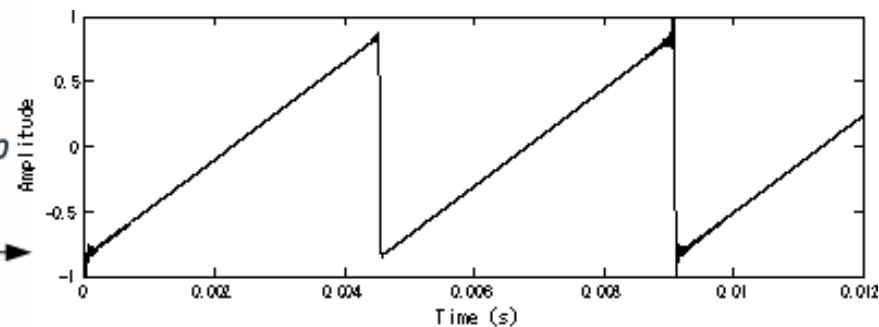
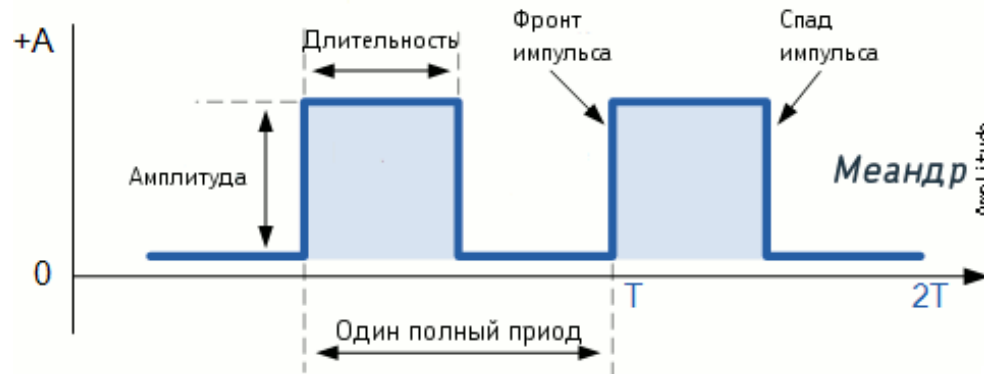
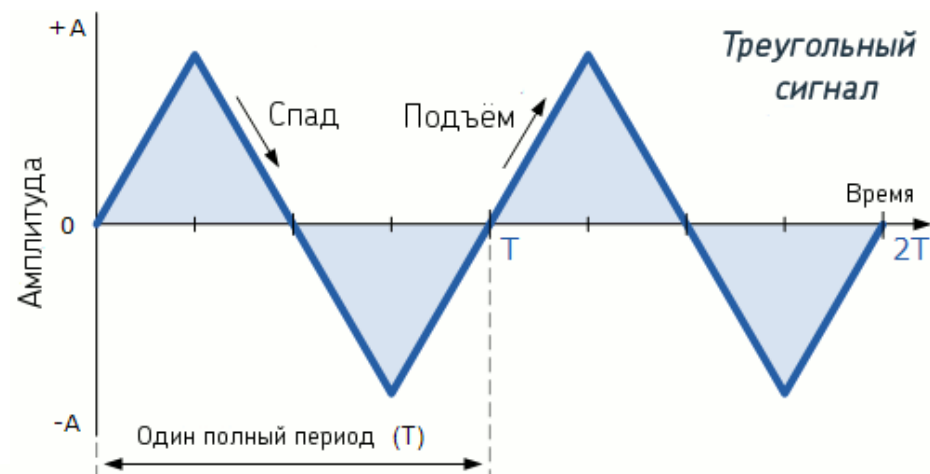
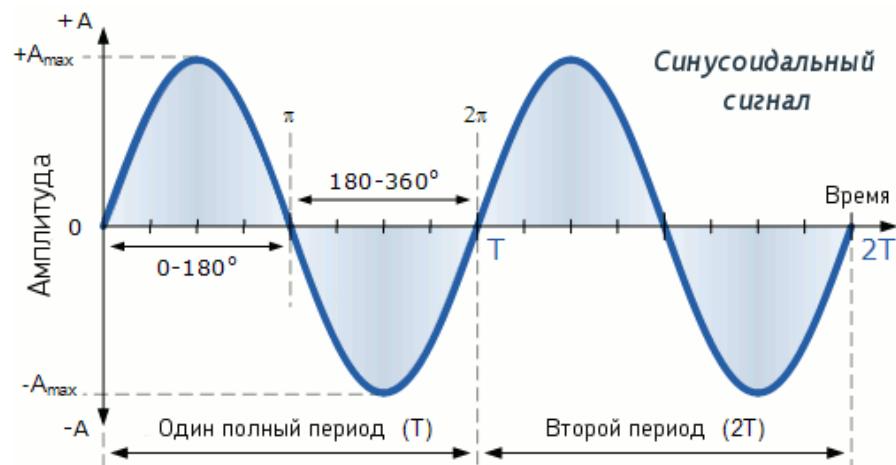
Двійковий
сигнал

цифровий



Форма дискретних сигналів: а – бінарного; б – трійкового

Цифрова обробка біомедичних сигналів



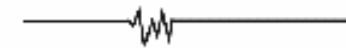
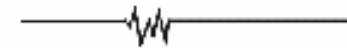
корисний сигнал



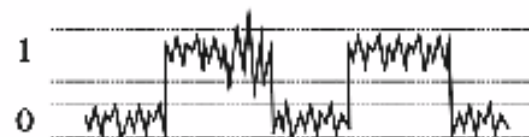
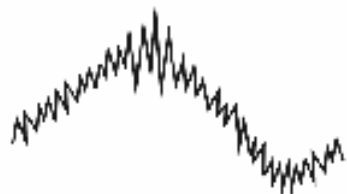
шум



наводка



спотворений сигнал



а)

б)



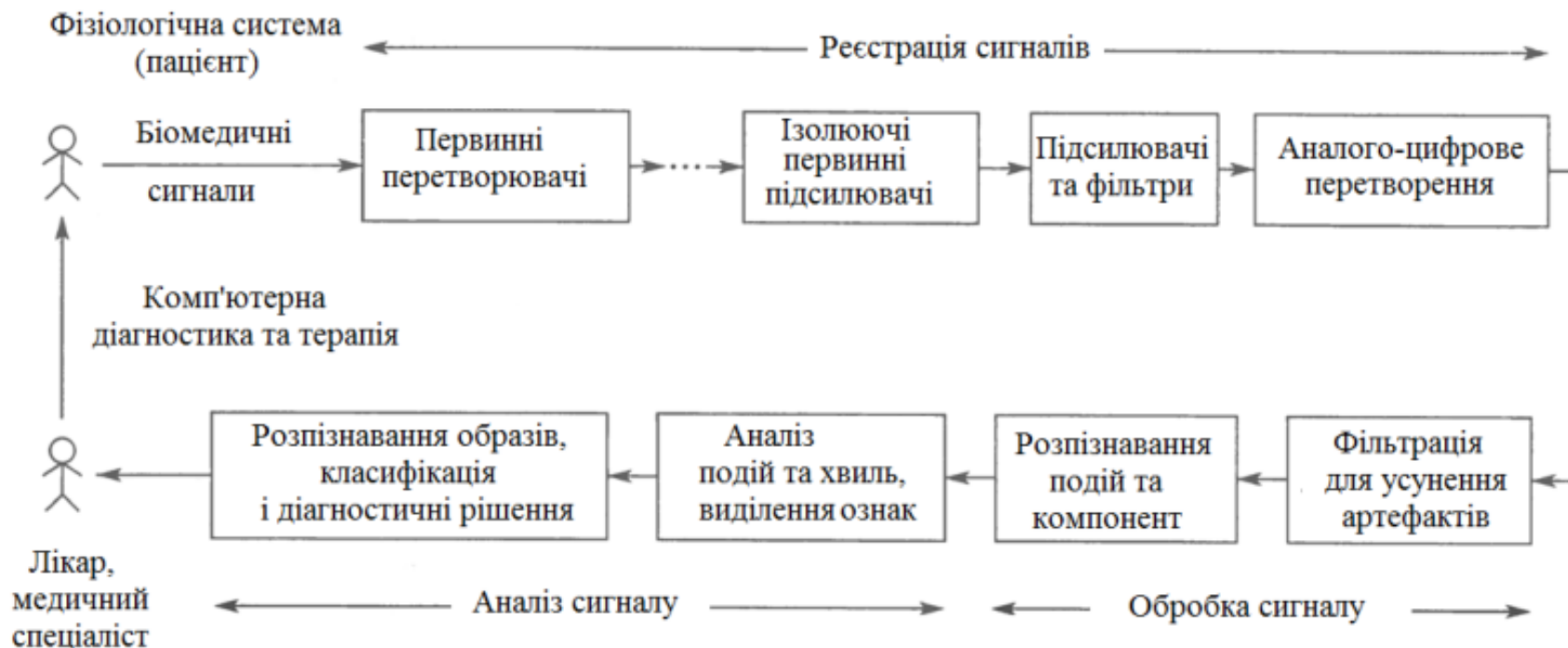
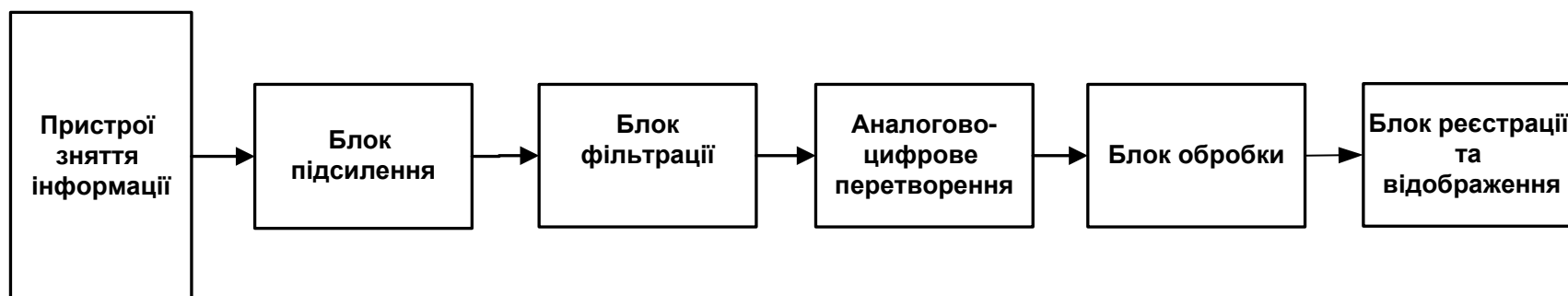
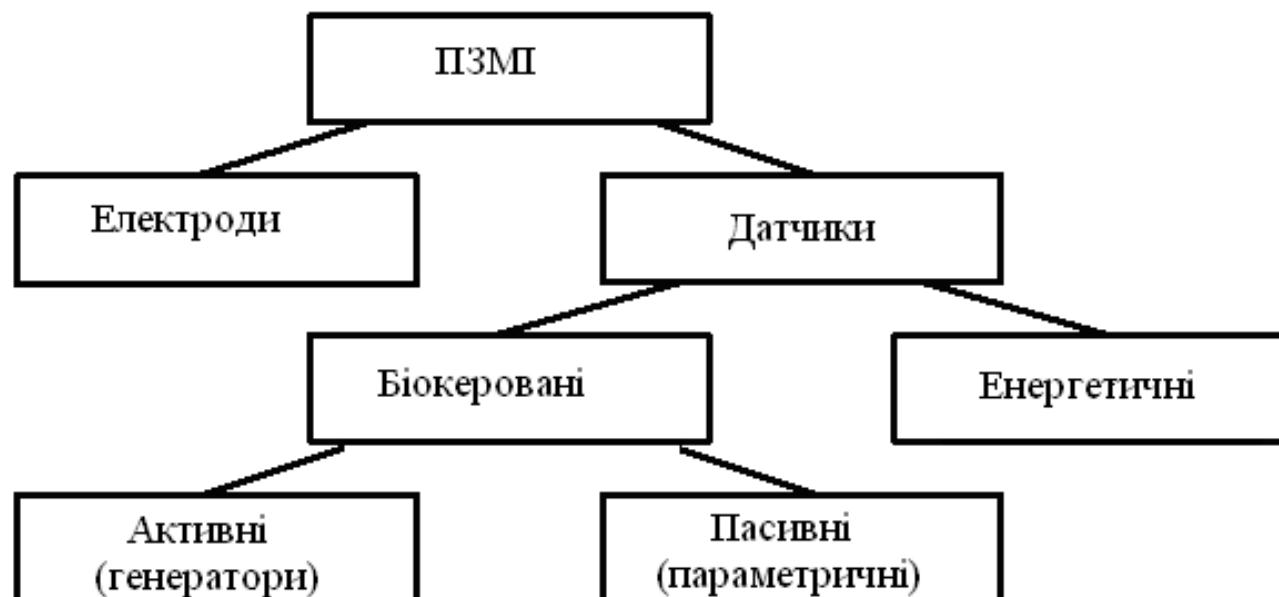


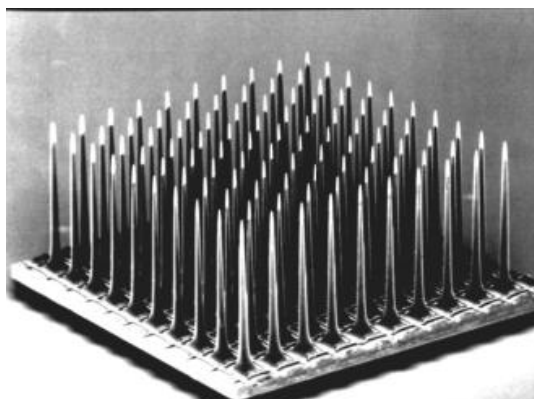
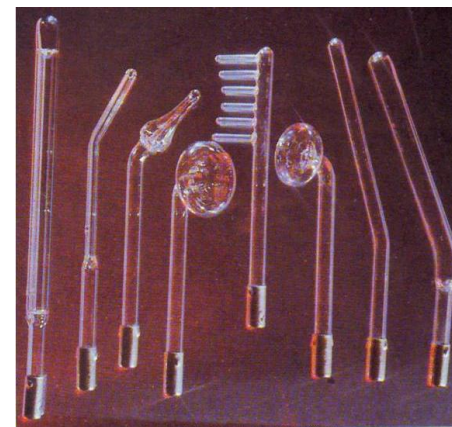
Рис. 2.2. Етапи реєстрації та дослідження біомедичних сигналів





Цифрова обробка біомедичних сигналів

Електроди

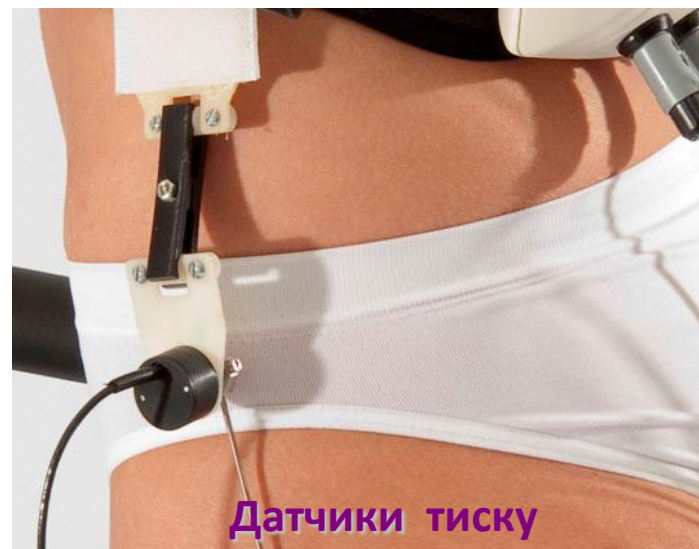




Ультразвукові датчики



Гнучкі датчики
для серця



Датчики тиску



Фотодатчики

Цифрова обробка біомедичних сигналів

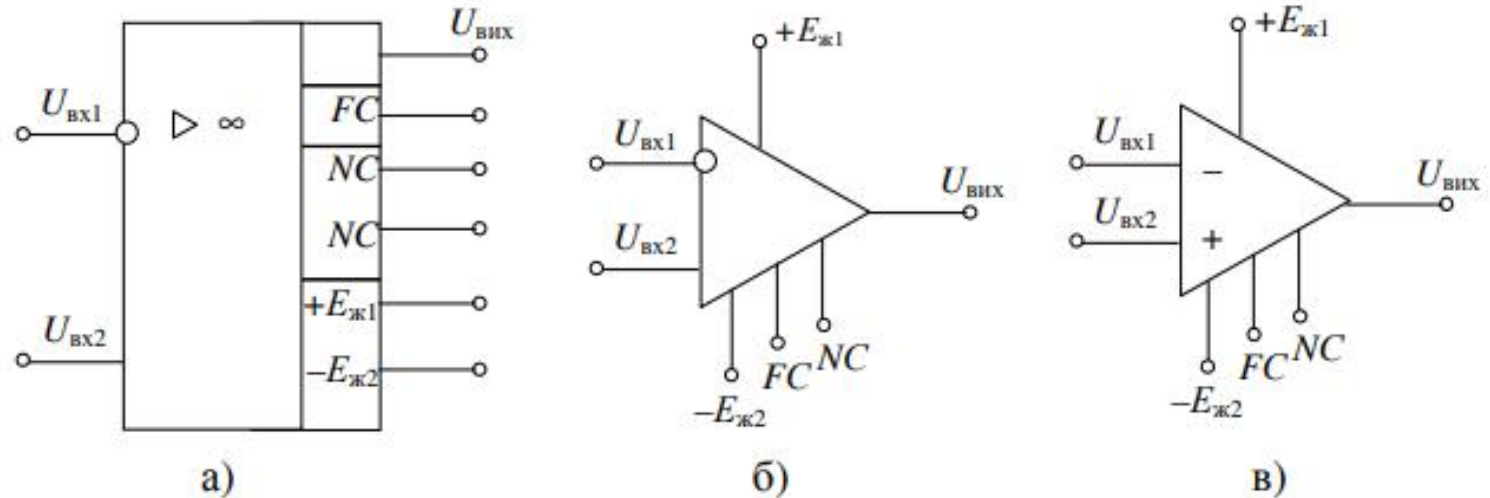
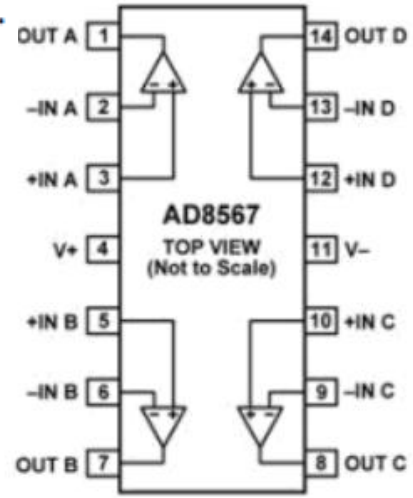
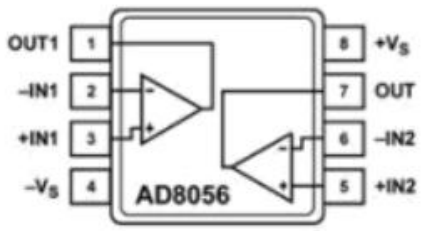
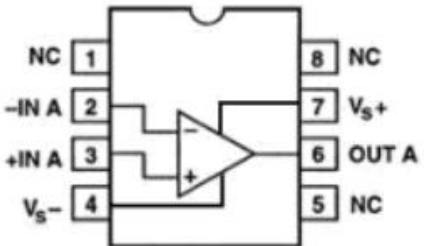


Рисунок 9.5 – Умовні позначення операційного підсилювача
а – згідно ЄСКД; б – за функціональною ознакою (підсилювач); в – застаріле позначення

$$K_{\text{ОП}} = \frac{U_{\text{ВИХ}}}{U_{\text{ВХ Д}}} = \frac{U_{\text{ВИХ}}}{U_{\text{ВХ2}} - U_{\text{ВХ1}}}$$

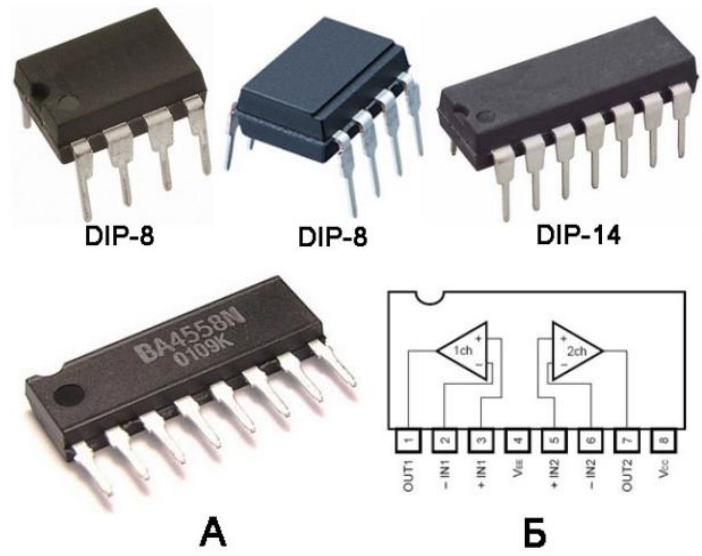
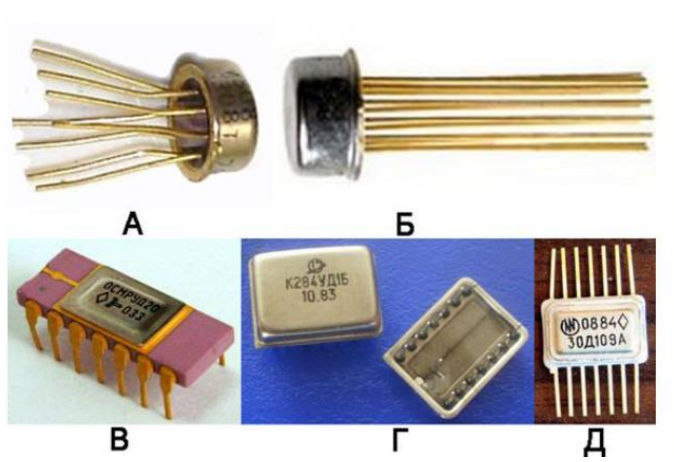


$$K_{\text{ос. сф, дБ}} = 20 \lg \frac{U_{\text{ВИХ}}}{U_{\text{ВХ С}}}$$

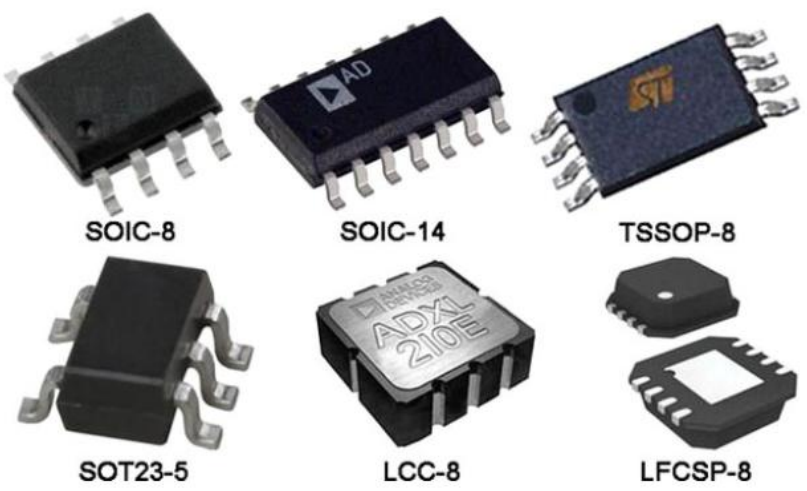
г)

д)

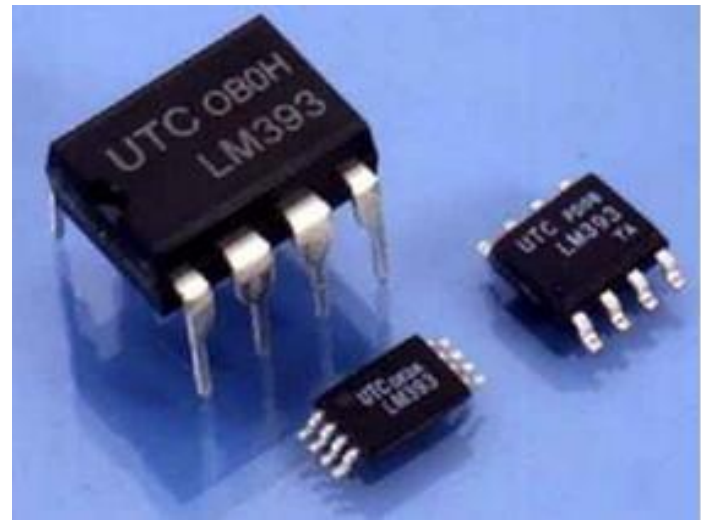
Цифрова обробка біомедичних сигналів



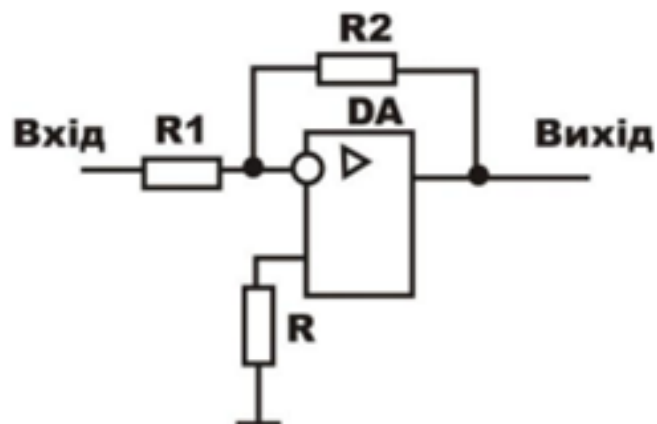
Вивідний монтаж



Поверхневий монтаж



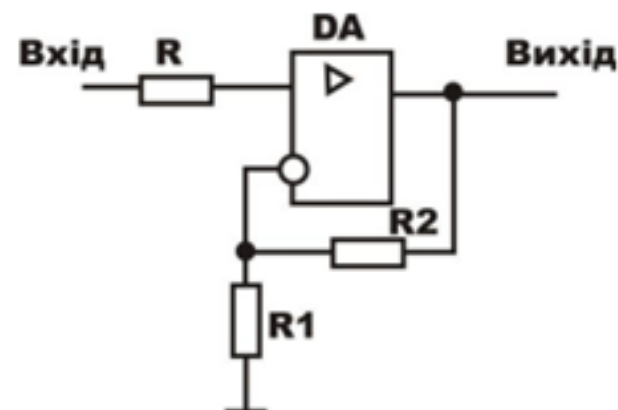
Інвертуючий ОП



$$K_{\text{інв}} = -\frac{R2}{R1},$$

де $R1$ — опір вхідного кола;
 $R2$ — опір у колі зворотного зв'язку.

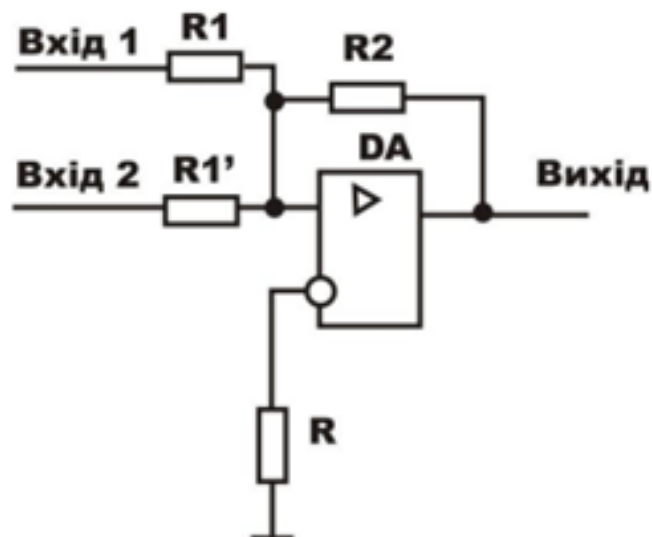
Неінвертуючий ОП



$$K_{\text{неінв}} = 1 + \frac{R2}{R1}$$

Інвертуючий суматор

Для отримання алгебраїчної суми кількох вхідних сигналів

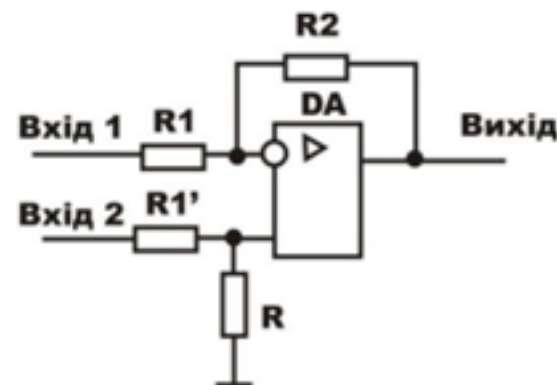


При рівності опорів $R1 = R1' = R2$ на виході отримуємо сумарний проінвертований сигнал без підсилення.

$$U_{\text{вих}} = - (U_{\text{вх2}} + U_{\text{вх1}}).$$

Диференціюючий ОП

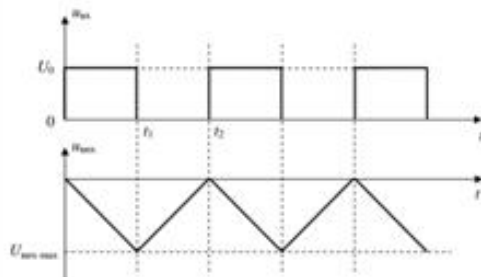
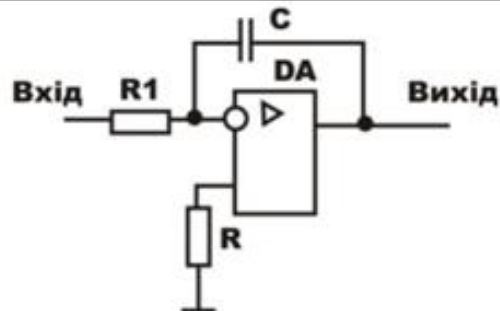
Для отримання різниці двох вхідних напруг



При рівності опорів $R1 = R1' = R2$ на виході отримуємо різницю вхідних сигналів без підсилення:

$$U_{\text{вих}} = U_{\text{вх2}} - U_{\text{вх1}}.$$

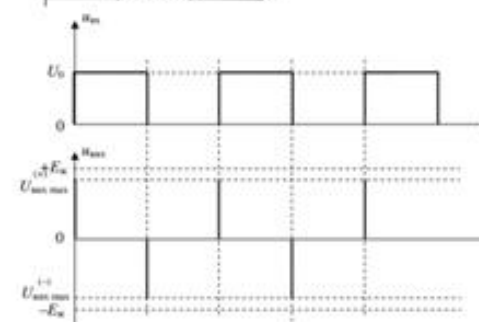
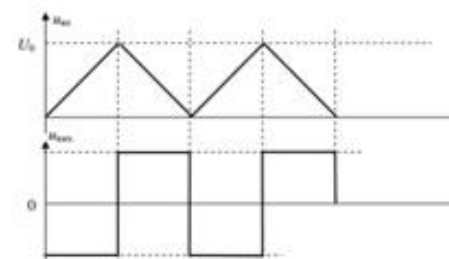
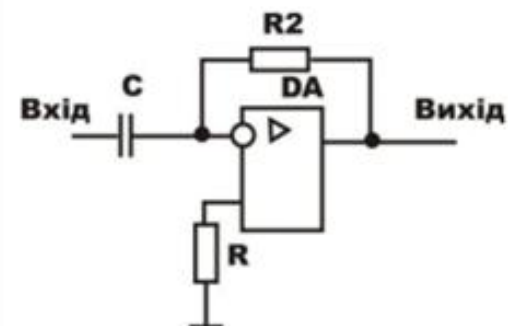
Інтегратор на ОП



$$U_{\text{вих max}} = -\frac{1}{RC} U_0 \cdot t_1$$

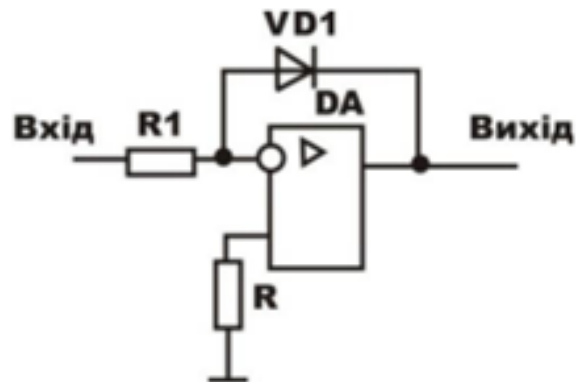
$$u_{\text{вих}} = -\frac{1}{R_1 \cdot C} \int_0^t u_{\text{вх}} dt$$

Диференціатор на ОП



$$u_{\text{вих}} = -R_2 \cdot C \frac{du_{\text{вх}}}{dt}$$

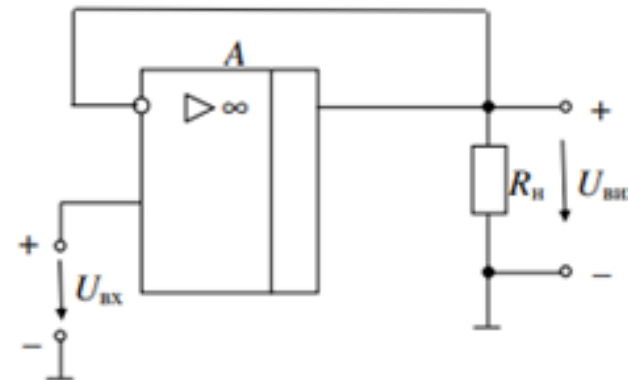
Логарифмуючий ОП



$$U_{\text{вих}} = -k \cdot \ln \frac{U_{\text{вх}}}{R1},$$

де k — коефіцієнт, що характеризує температурний потенціал р-п переходу

Повторювач напруги

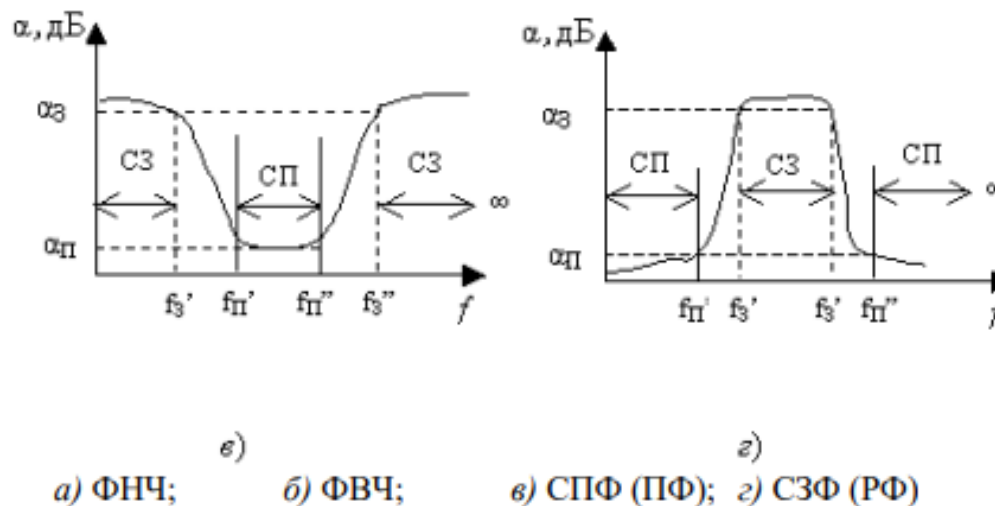
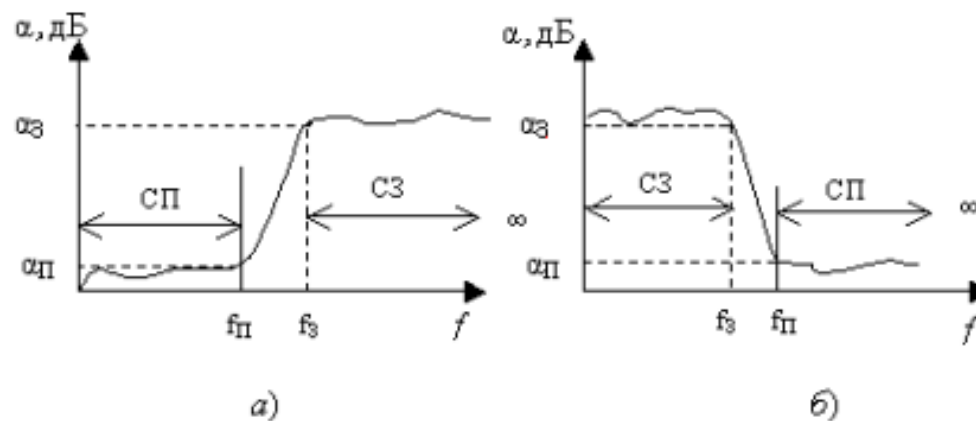


$$U_{\text{вих}} = U_{\text{вх}}, K = 1.$$

Вхідний опір повторювача великий ($R_{\text{вх}} \rightarrow \infty$), вихідний опір малий ($R_{\text{вих}} \rightarrow 0$).

Повторювач використовується як буферний або розв'язуючий підсилювач.

Тип мікросхеми	КР1408УД2	ОРА131	TL062	LM101	μA747AD
Функціональні особливості	Здвоєний	JFET	Здвоєний JFET	Один	Здвоєний
$U_{ж} (+-U_{ж}), В$	$\pm 5 \dots \pm 22$	$\pm 4,5 \dots \pm 18$	$\pm 5 \dots \pm 36$	$\pm 5 \dots \pm 22$	$\pm 5 \dots \pm 22$
$U_{ЗМ}, МВ$	0,8	2	15	0,7	0,8
$I_{ВХ}, на$	3	0,05	-		-
$\Delta I_{ВХ}, на$	-	-	90	1,5	3
$K_u, дБ$	94	110	70	104	94
$V_{УВІХ}, В/мкс$	0,7	10	2,5	0,5	0,7
$K_{Пос. сф.}, дБ$	95	80	110	96	95
$R_{ВХ}, МОм$	6	10000000	250	4	6
$P_{ж}, мВт$	120	54	40	54	120
$f_{гр} (f_1), МГц$	1,5	4	1	1	1,5

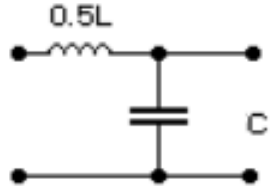
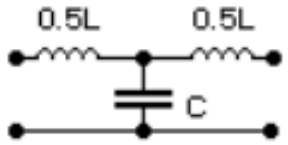
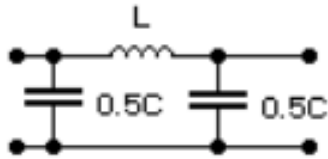
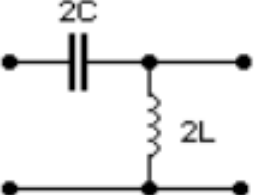
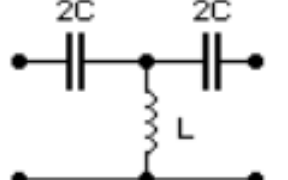
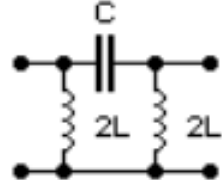
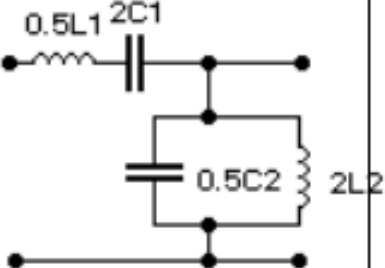
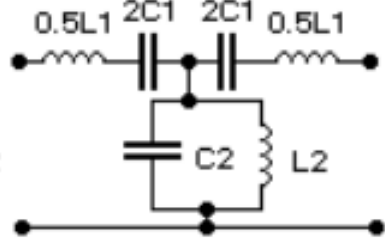
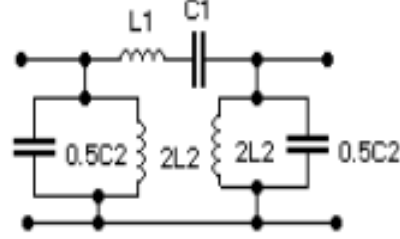
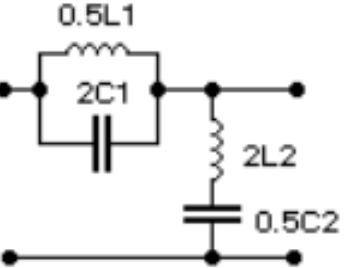
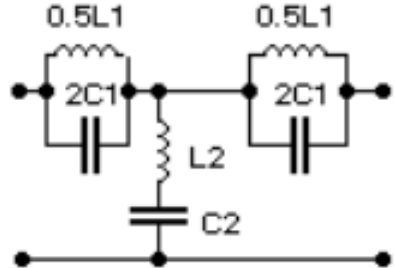
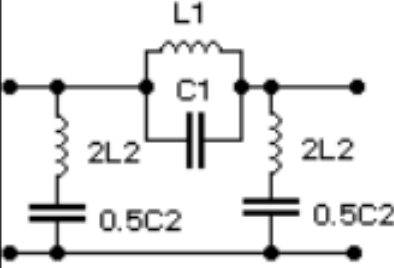


СП – смуга пропускання; СЗ – смуга загородження;

$\alpha_{\text{П}}$ – згасання в смузі пропускання;

$\alpha_{\text{З}}$ – згасання в смузі загородження;

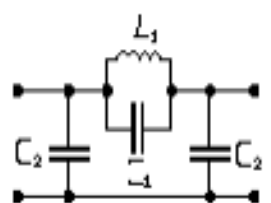
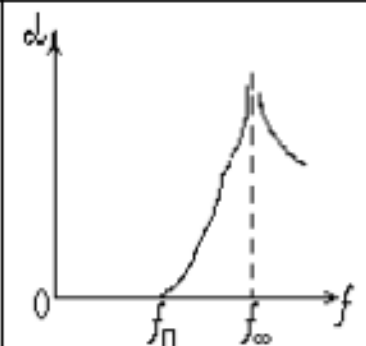
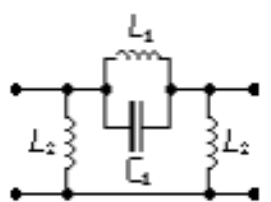
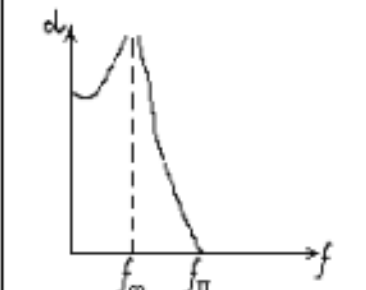
Цифрова обробка біомедичних сигналів

Тип фільтра	Схеми фільтрів		
	Г-подібна ланка	пів-Т-подібна ланка	П-подібна ланка
ФНЧ			
ФВЧ			
СПФ			
СЗФ			

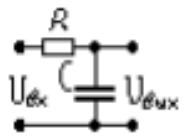
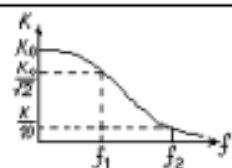

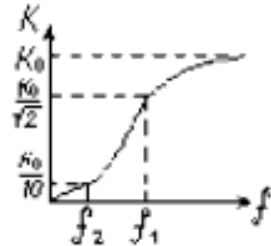
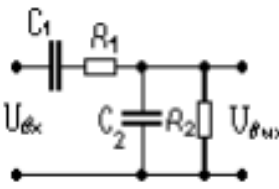
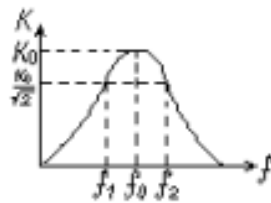
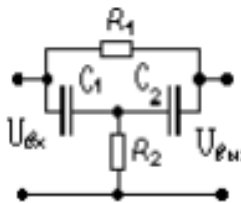
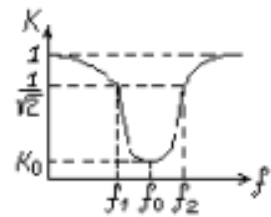
Таблиця 3. 2 – Характеристики згасання та розрахункові формули для LC- фільтрів типа К

Характеристики згасання	Розрахункові формули L , мГн; C , мкФ; R_H , Ом; f , кГц.	X
	$L = \frac{0.32R_H}{f_{\Pi}}; C = \frac{320}{R_H f_{\Pi}}$	$\frac{f}{f_{\Pi}}$
	$L = \frac{0.08R_H}{f_{\Pi}}; C = \frac{80}{R_H f_{\Pi}}$	$\frac{f_{\Pi}}{f}$
	$L_1 = \frac{0.32R_H}{\Delta f}; L_2 = \frac{0.08\Delta f R_H}{f_{\Pi}' f_{\Pi}''}$ $C_1 = \frac{80\Delta f}{R_H f_{\Pi}' f_{\Pi}''}; C_2 = \frac{320}{R_H \Delta f}$	η
	$L_1 = \frac{0.32R_H \Delta f}{f_3' f_3''}; L_2 = \frac{0.08R_H}{\Delta f}$ $C_1 = \frac{80}{\Delta f R_H}; C_2 = \frac{320\Delta f}{R_H f_3' f_3''}$	$\frac{1}{\eta}$

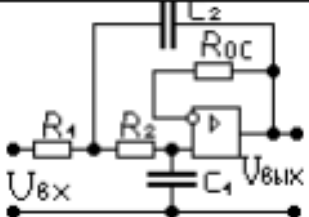
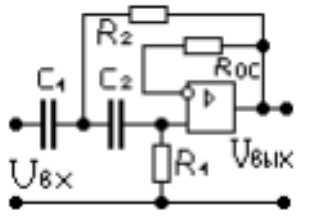
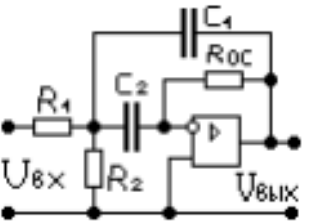
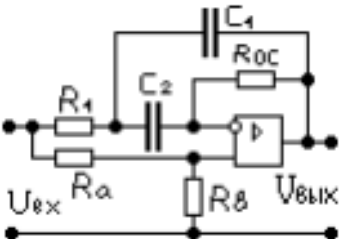
Таблиця 3.3 – Схеми та розрахункові формули для LC-фільтрів типа m

Тип фільтра	Схема фільтра	Характеристика згасання	Розрахункові формули	
			m	L, мГн; C, мкФ; f, кГц; R _H , Ом
ФНЧ			$\sqrt{1 - \left(\frac{f_{\Pi}}{f_{\infty}}\right)^2}$	$L_1 = \frac{0.32mR_H}{f_{\Pi}}$ $C_1 = \frac{80(1-m^2)}{mf_{\Pi}R_H}$ $C_2 = \frac{160m}{f_{\Pi}R_H}$
ФВЧ			$\sqrt{1 - \left(\frac{f_{\infty}}{f_{\Pi}}\right)^2}$	$L_1 = \frac{0.32mR_H}{(1-m^2)f_{\Pi}}$ $L_2 = \frac{0.16R_H}{f_{\Pi}m}$ $C_1 = \frac{80}{mf_{\Pi}R_H}$

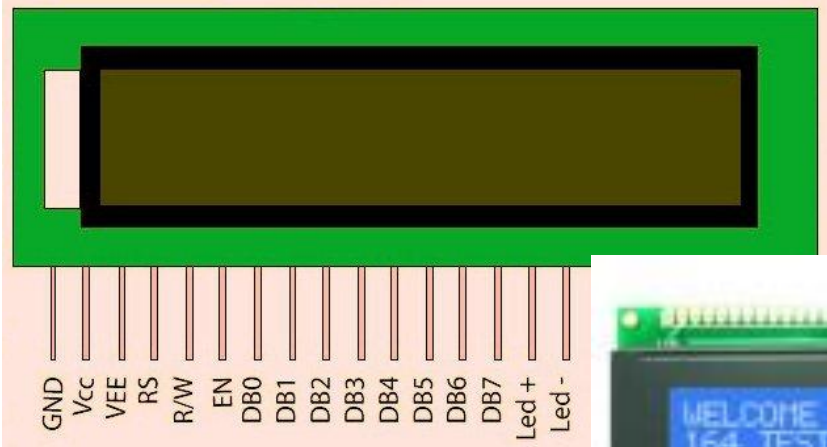
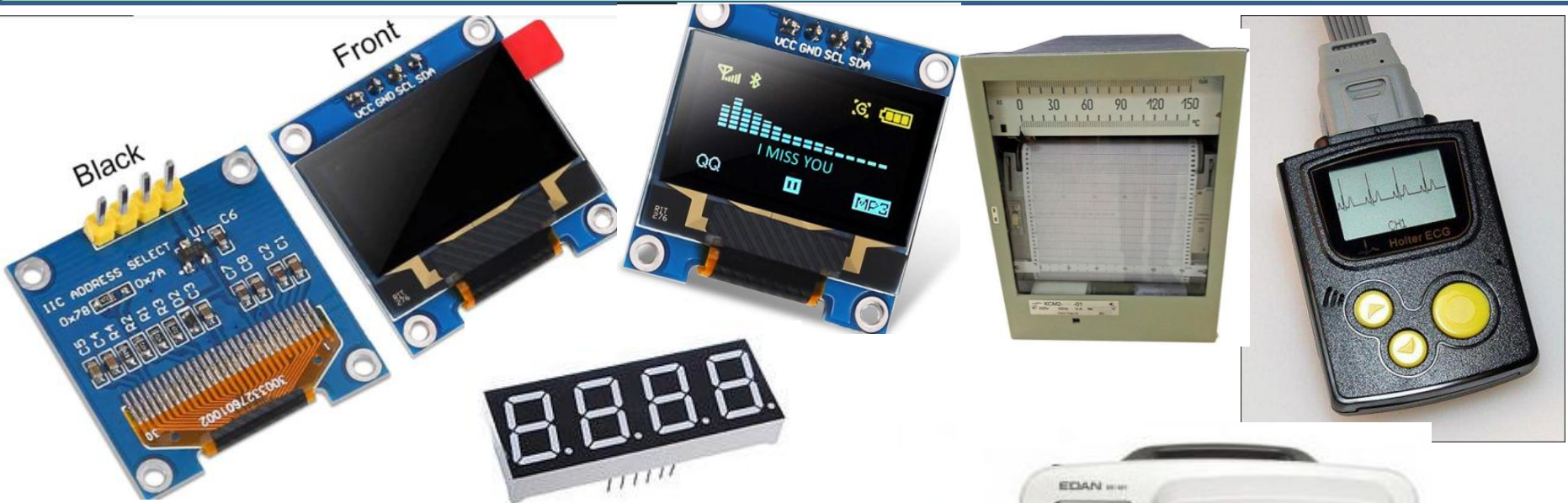
Таблиця 3.4 – Схеми та розрахункові формули для RC-фільтрів

Тип фільтра	Назва	Схема	АЧХ	Розрахункові формули R, кОм; C, мкФ; f, Гц
ФНЧ	одноланковий			$f_1 = \frac{160}{RC}, \frac{f_2}{f_1} = 10$
ФВЧ	одноланковий			$f_1 = \frac{160}{RC}, \frac{f_1}{f_2} = 10$
СПФ	Г-подібне RC-коло			$R_2 = R; C_2 = C; R_1 = mR$ $C_1 = \frac{C}{m}; f_0 = \frac{16}{RC};$ $K_0 = \frac{1}{1+2m}; Q = \frac{m}{1+2m}$
СЗФ	Г-подібний RC-міст			$C_1 = C_2 = C; R_1 = R$ $R_2 = \frac{R}{m}; f_0 = \frac{1}{\sqrt{m}} \cdot \frac{160}{RC};$ $K_0 = \frac{2}{2+m}; Q = \frac{\sqrt{m}}{2+m}$

Таблиця 3.5 – Схеми та розрахункові формули для фільтрів Баттерворта

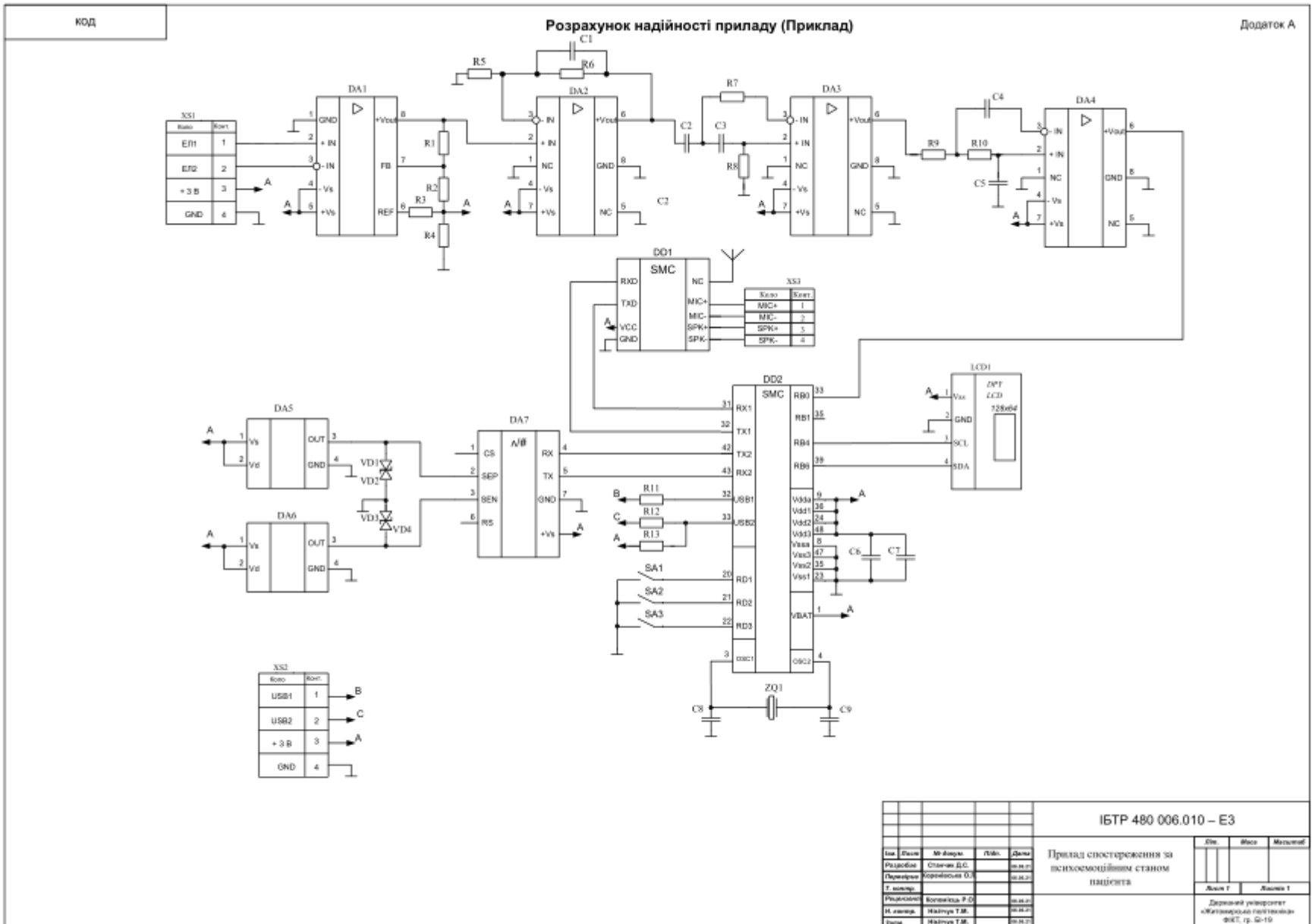
Тип фільтра	Схема	Розрахункові формули R , кОм; C , мкФ; f , Гц
ФНЧ		$R_1=R_2=R$ вибираємо підходящий номінал в діапазоні (10-100) кОм, $R_{OC}=2R$, $\omega_3=2\pi f_3$, $C_1 \approx 0,707/\omega_3 R$, $C_2=2C_1$
ФВЧ		$C_1=C_2=C$ вибираємо підходящий номінал, $R_{OC}=R_1$, $R_1=\sqrt{2}/\omega_3 C$, $R_2=0,5R_1$
СПФ		$C_1=C_2=C$ вибираємо підходящий номінал, $R_2=2Q/\omega_3 C$, $R_1=R_2/2K_0$, $R_{OC}=R_2/(4Q^2-2K_0)$
СЗФ		$C_1=C_2=C$ вибираємо підходящий номінал, $R_2=2Q/\omega_3 C$, $R_1=R_2/4Q^2$, $R_a=(1-2)$ кОм, $R_b=2Q^2 R_a$

Цифрова обробка біомедичних сигналів



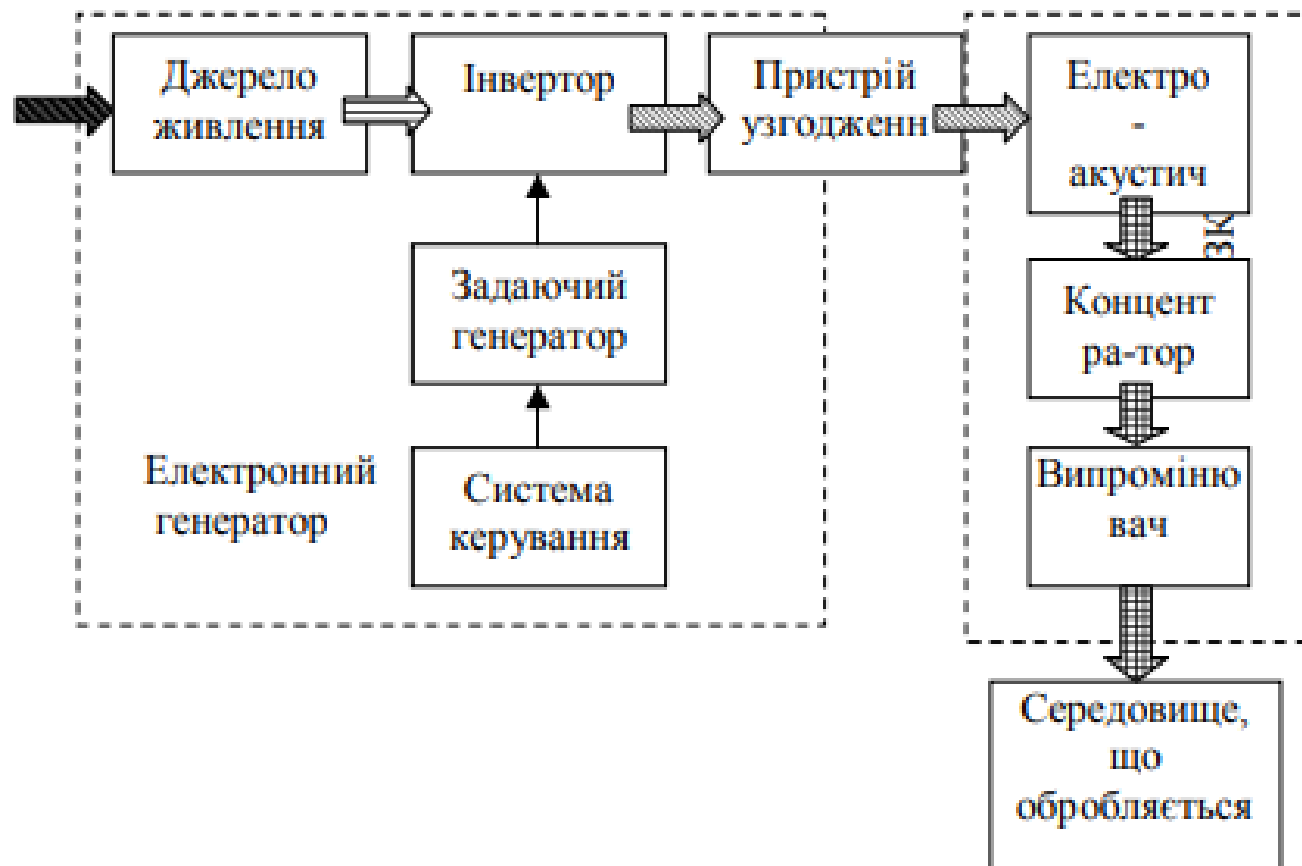
$$N = \frac{\ln \frac{100}{\gamma\%}}{\ln 2} = \frac{\ln \frac{100}{5}}{\ln 2} = 4,4$$

Цифрова обробка біомедичних сигналів



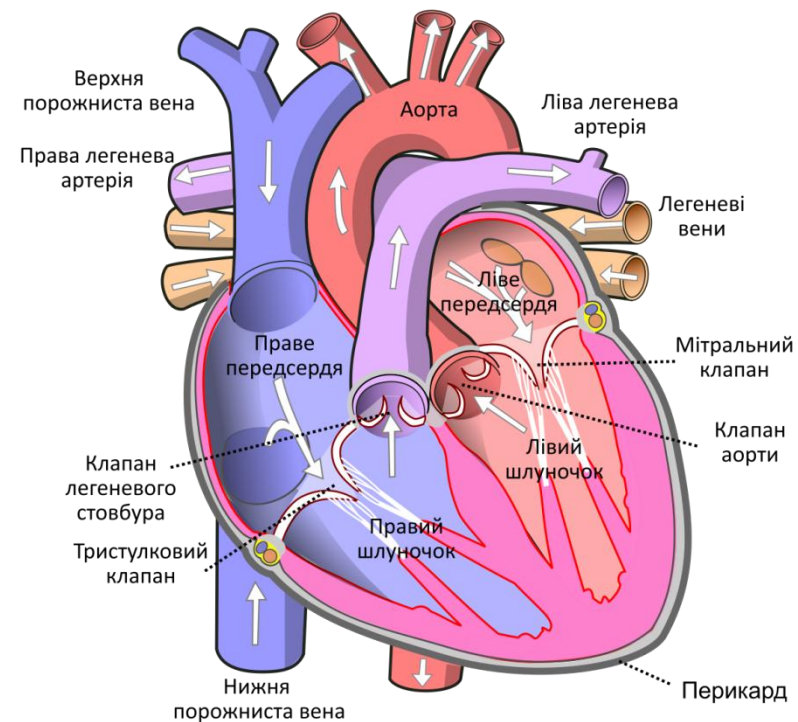
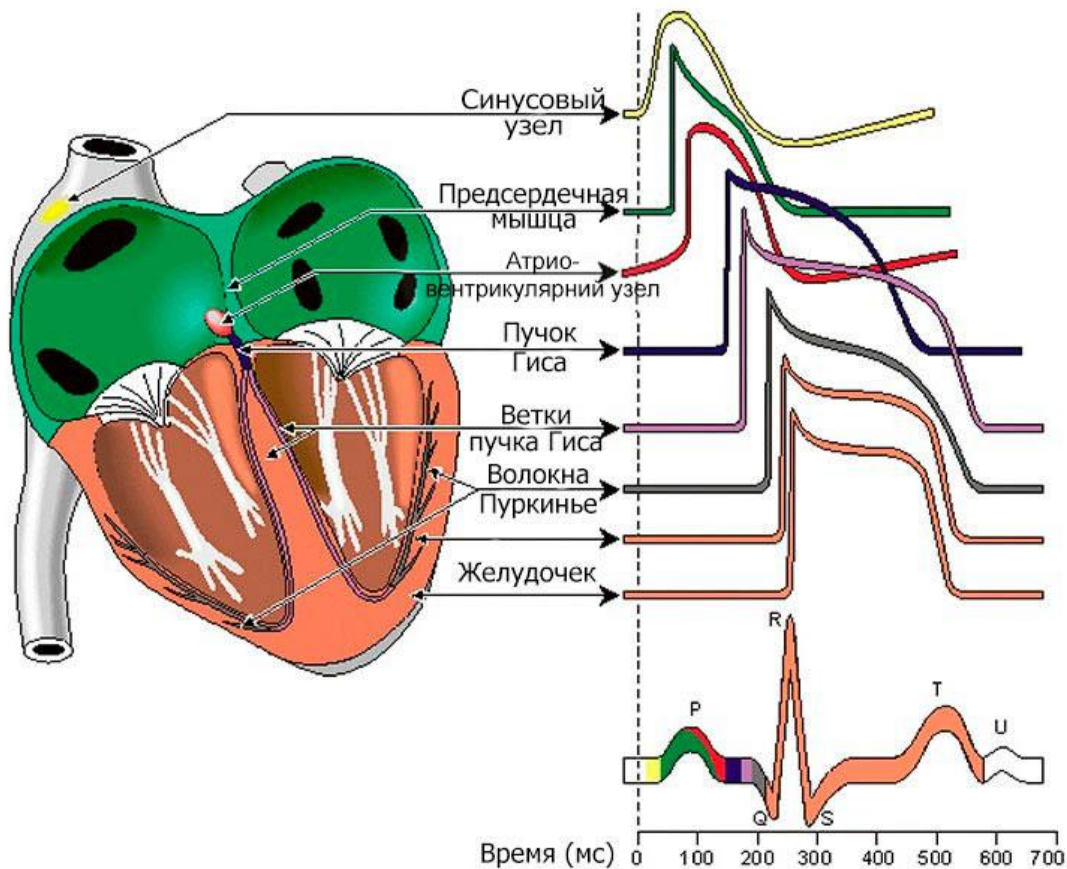
					ІБТР 480 006.010 – Е3	
Ім'я	Посл.	Мі фам.	Гр.б.	Дата	Прилад спостереження за психофізіологічним станом пацієнта	
Розробив	Олександр Б.С.			09.04.20		
Проєктував	Олександр Б.С.			09.04.20		
Т. номер						
Розроблено	Богданом Р.О.			09.04.20	Державний університет «Житомирська політехніка» ФХТ, гр. Б-10	
Н. номер	Надія Т.М.			09.04.20		
Дата	Надія Т.М.			09.04.20		

На рис . 1.2 представлена структурна схема УЗ генератора.



Електрокардіографія

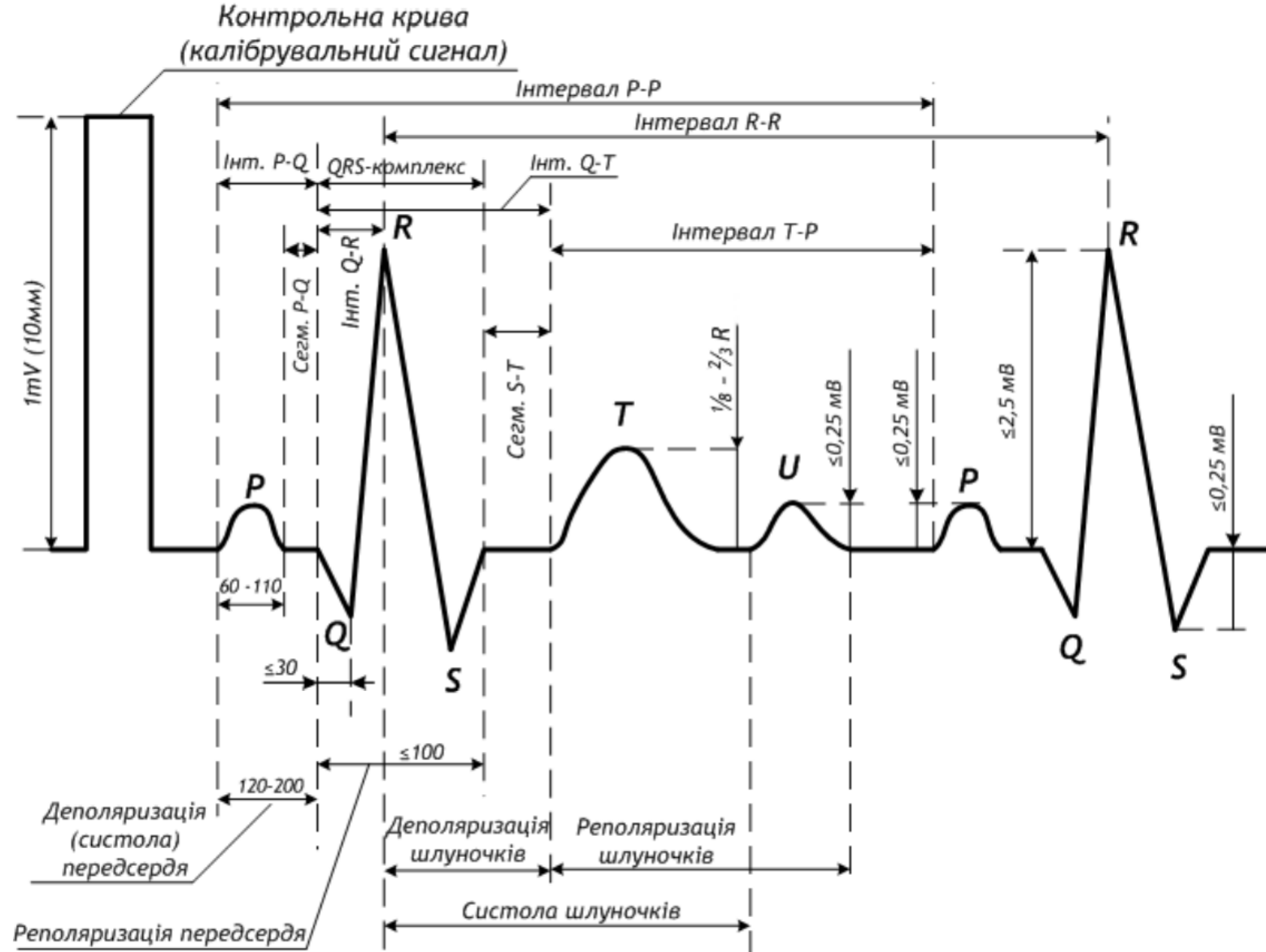
Будова серця і генерація ЕКГ



- електрокардіографія (ЕКГ) – це основний метод графічної реєстрації з поверхні тіла біопотенціалів, які виникають у серцевому м'язі під час серцевого циклу. Криву, яка відображає електричну активність серця, називають електрокардіограмою (ЕКГ).

Електрокардіографія

Базові хвилі ЕКГ



Електрокардіографія

Параметри елементів електрокардіограми

Елементи	Тривалість, с	Амплітуда, мм
Зубці		
P	0,006 - 0,1	0,05-2,5
Q	0,01	1,0
R	0,03 -0,04	<8 (I, II)
S	<0,03	3,5
T	0,17	4,0
U	0,06-0,16	2-3
Інтервал		
P-Q	0,12 – 2,0	-
Q-T	0,35 – 0,42	-
R-R	0,7 -1,0	-
Сегмент		
S-T	0,02 – 0,12	-
Комплекс		
QRS	0,06 -0,09	-

Електрокардіографія

Відведення

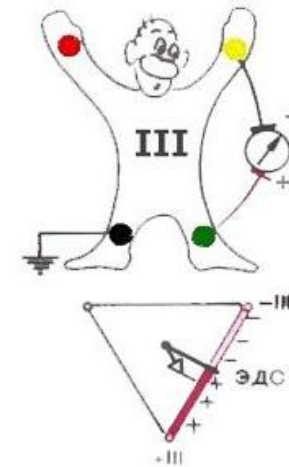
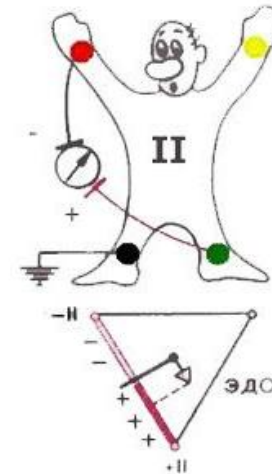
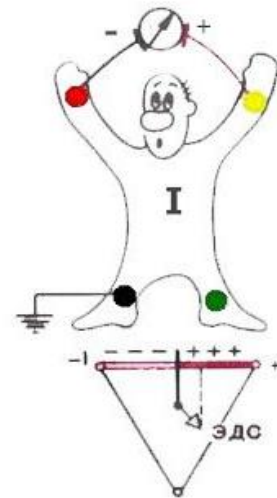


I, II, III, aVR, aVL, aVF	
електрод	колірний код
R	червоний
L	жовтий
F	зелений
N	чорний

V ₁ , V ₂ , V ₃ , V ₄ , V ₅ , V ₆		
	електрод	колірний код
①	C1	білий/червоний
②	C2	білий/жовтий
③	C3	білий/зелений
④	C4	білий/коричневий
⑤	C5	білий/чорний
⑥	C6	білий/фіолетовий
	N	чорний
	СТ	
	утвориться з:	
	R	Червоний
	L	Жовтий
	F	Зелений



Стандартные отведения

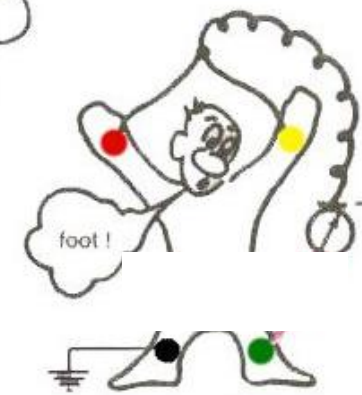
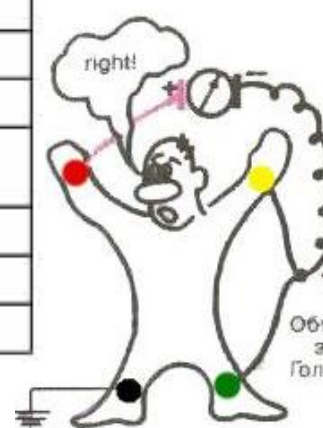


Первое отведение

Второе отведение

Третье отведение

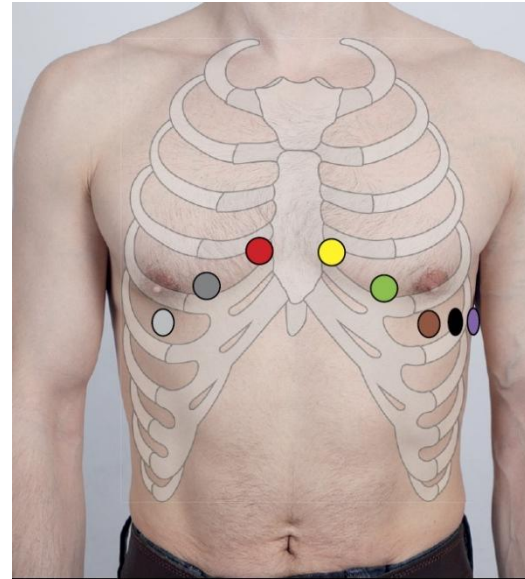
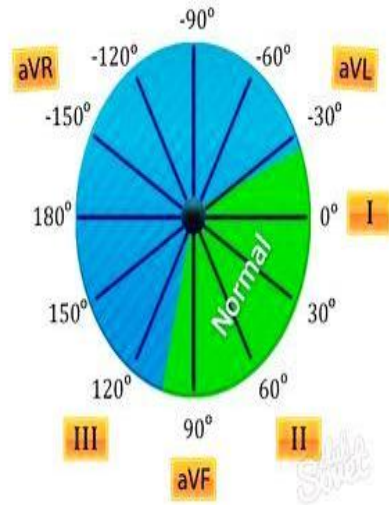
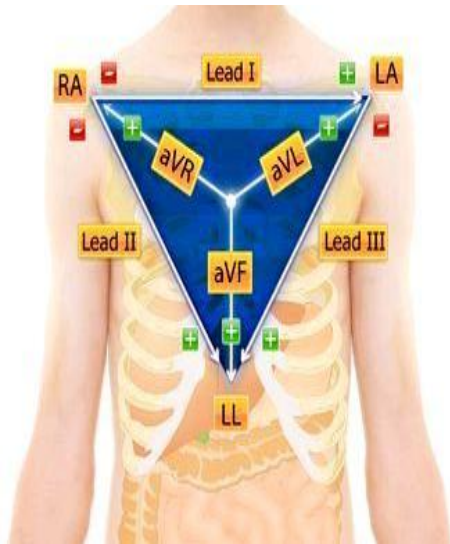
усиленные однополюсные отведения от конечностей



Объединение электрод Гольдбергера

Електрокардіографія

Грудні відведення



- V_1 – IV міжребер'я біля правого краю грудини
- V_2 – IV міжребер'я біля лівого краю грудини
- V_3 – між V_2 і V_4
- V_4 – V міжребер'я по лівій середньключичній лінії
- V_5 – на рівні V_4 по передній аксиллярній лінії зліва
- V_6 – на рівні V_4 по середній аксиллярній лінії зліва
- V_{r3} – між V_1 та V_{r4}
- V_{r4} – V міжребер'я по правій середньключичній лінії

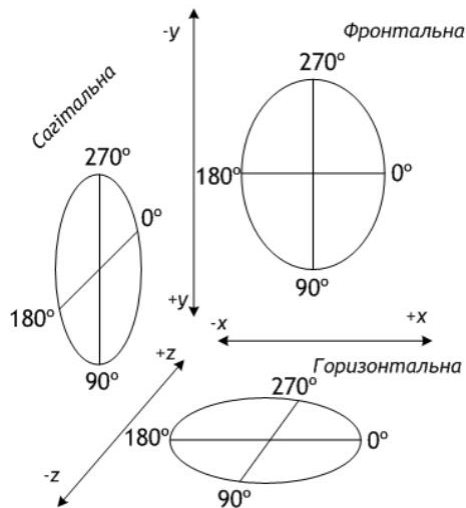


Рис. 4.8 – Способи позначення вісей, площин та кутів

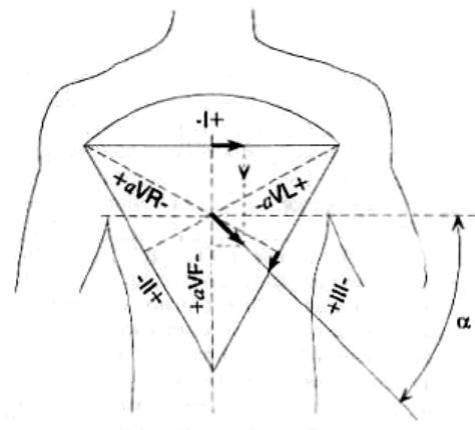
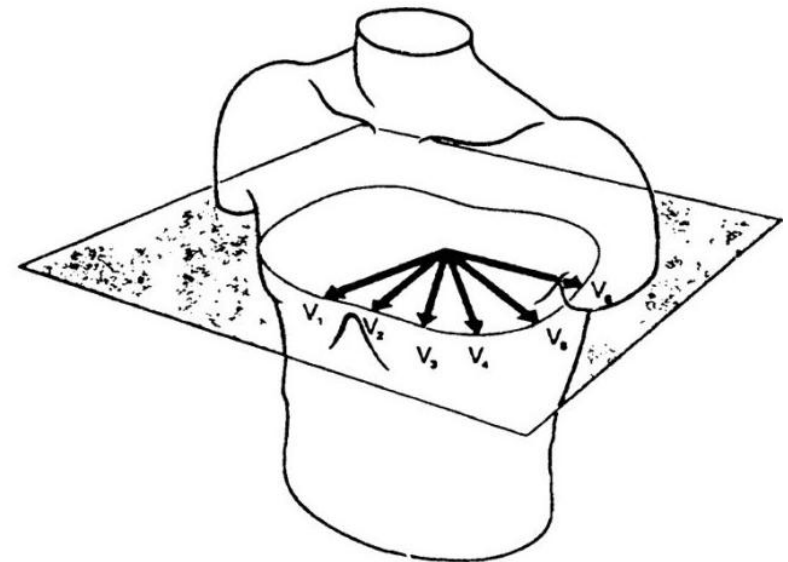


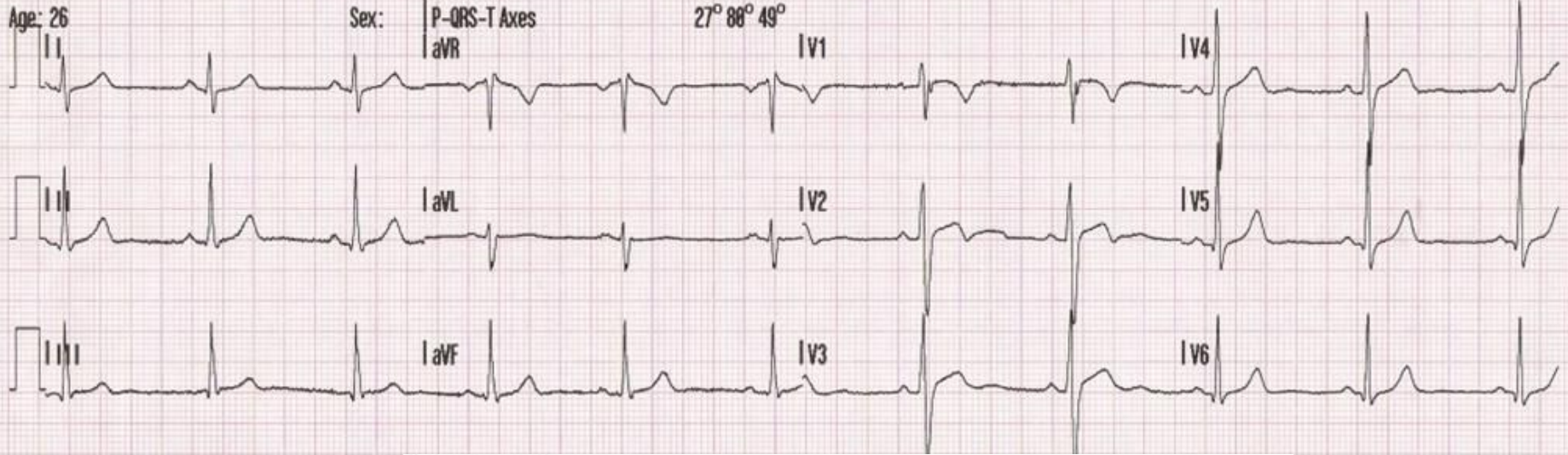
Рис. 4.9 – Трикутник Ейнтховена



Електрокардіографія

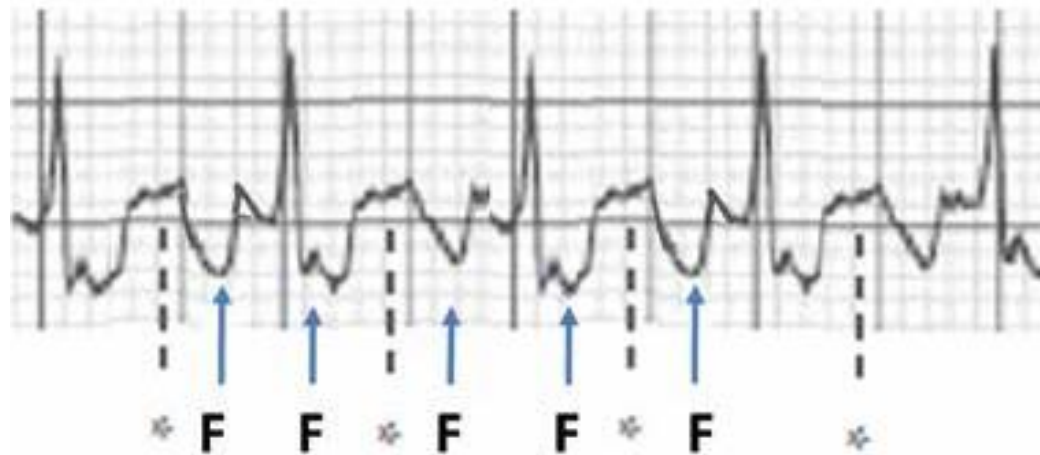
Загальний вид реальної ЕКГ

Name: [REDACTED] 12-Lead 2 HR 62 bpm • Normal ECG **Unconfirmed**
ID: [REDACTED] 14:37:18 • Normal sinus rhythm
Patient ID: [REDACTED] PR 0.138s QRS 0.112s
Incident: [REDACTED] QT/QTc 0.390s/0.395s
Age: 26 Sex: [REDACTED] P-QRS-T Axes 27° 88° 49°
aVR



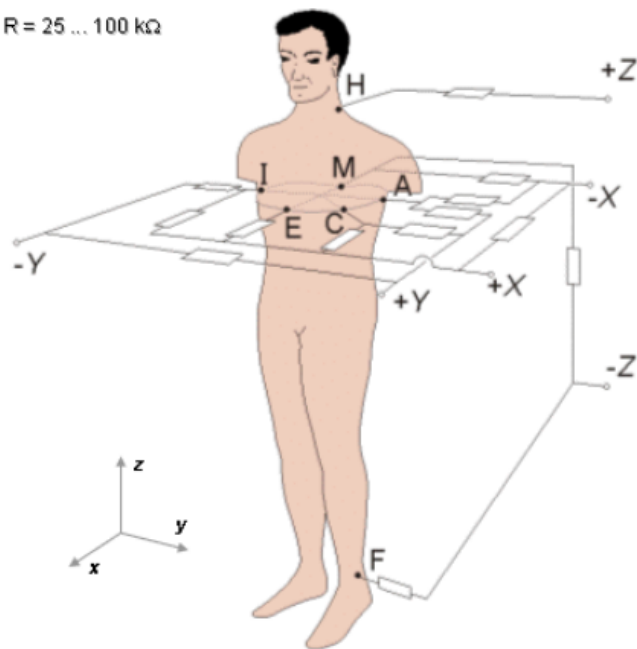
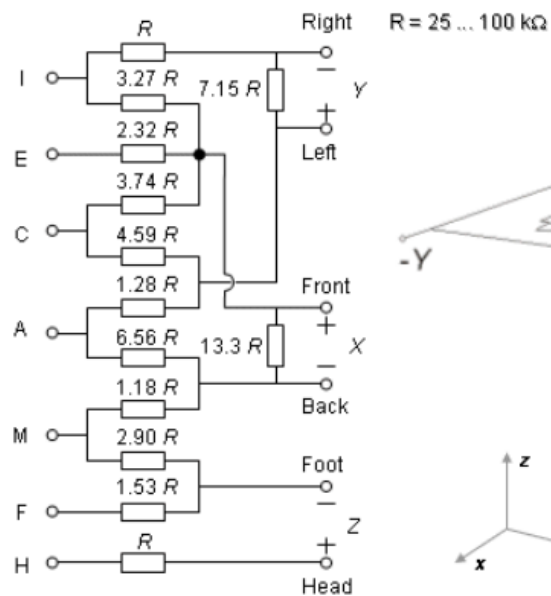
x1.0 .05-150Hz 25mm/sec

Тріпотіння передсердь

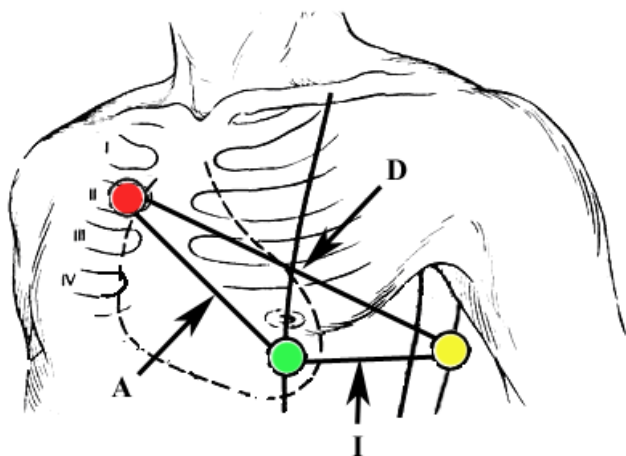


Електрокардіографія

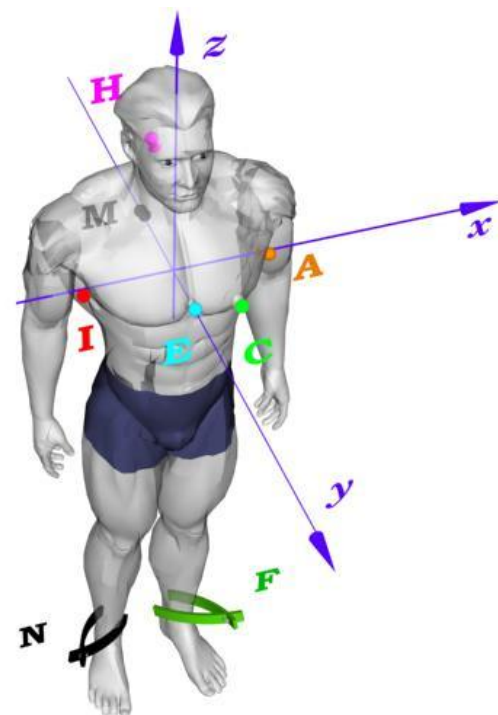
Відведення по Франку та Небу



Отведения по Небу

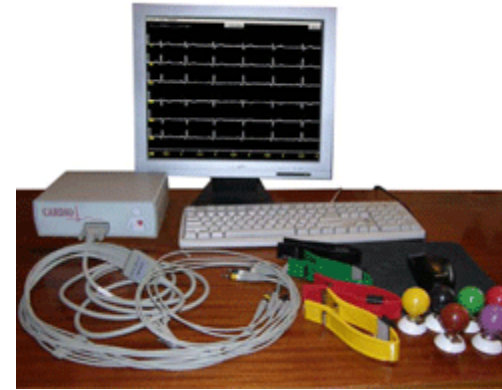


- N** - N
- R**
- C1** - I
- C2** - E
- C3** - C
- C4** - A
- C5** - M
- C6** - H
- L**
- F** - F



Електрокардіографія

Відведення по Франку та Небу



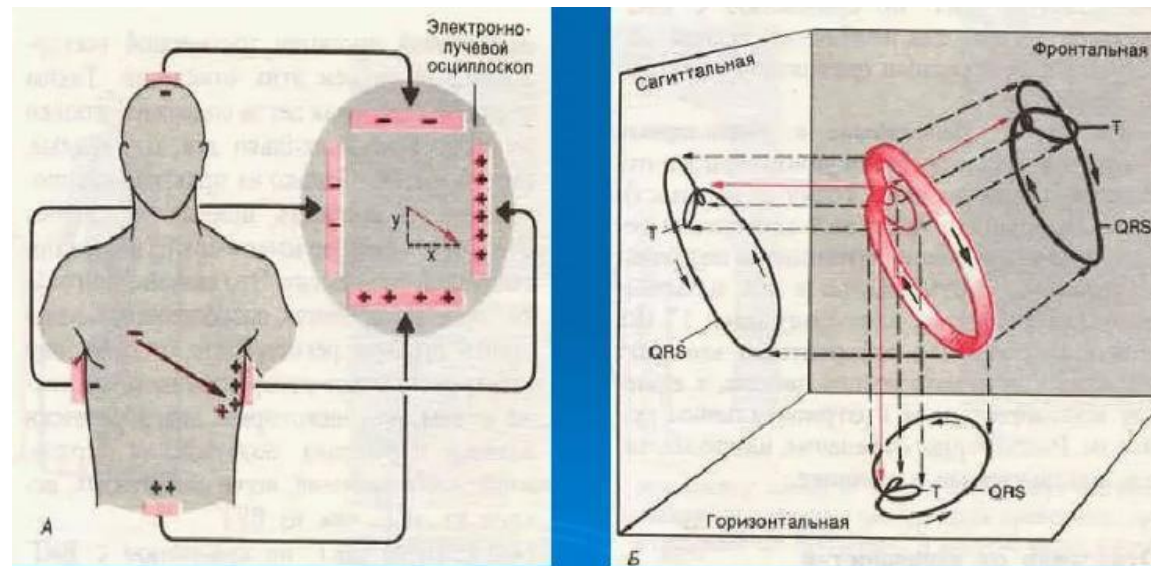
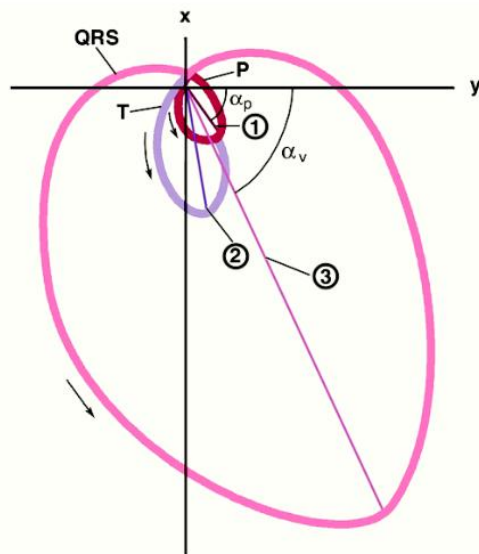
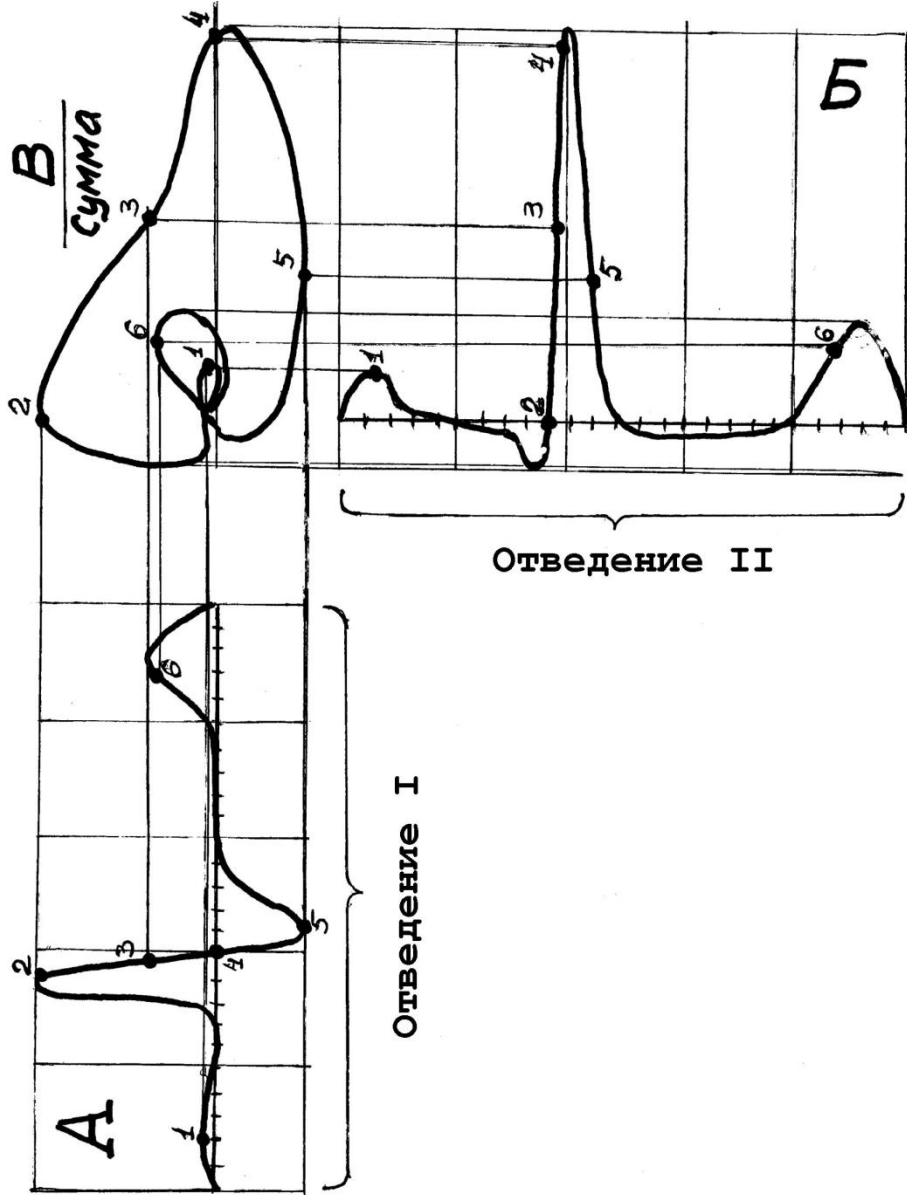


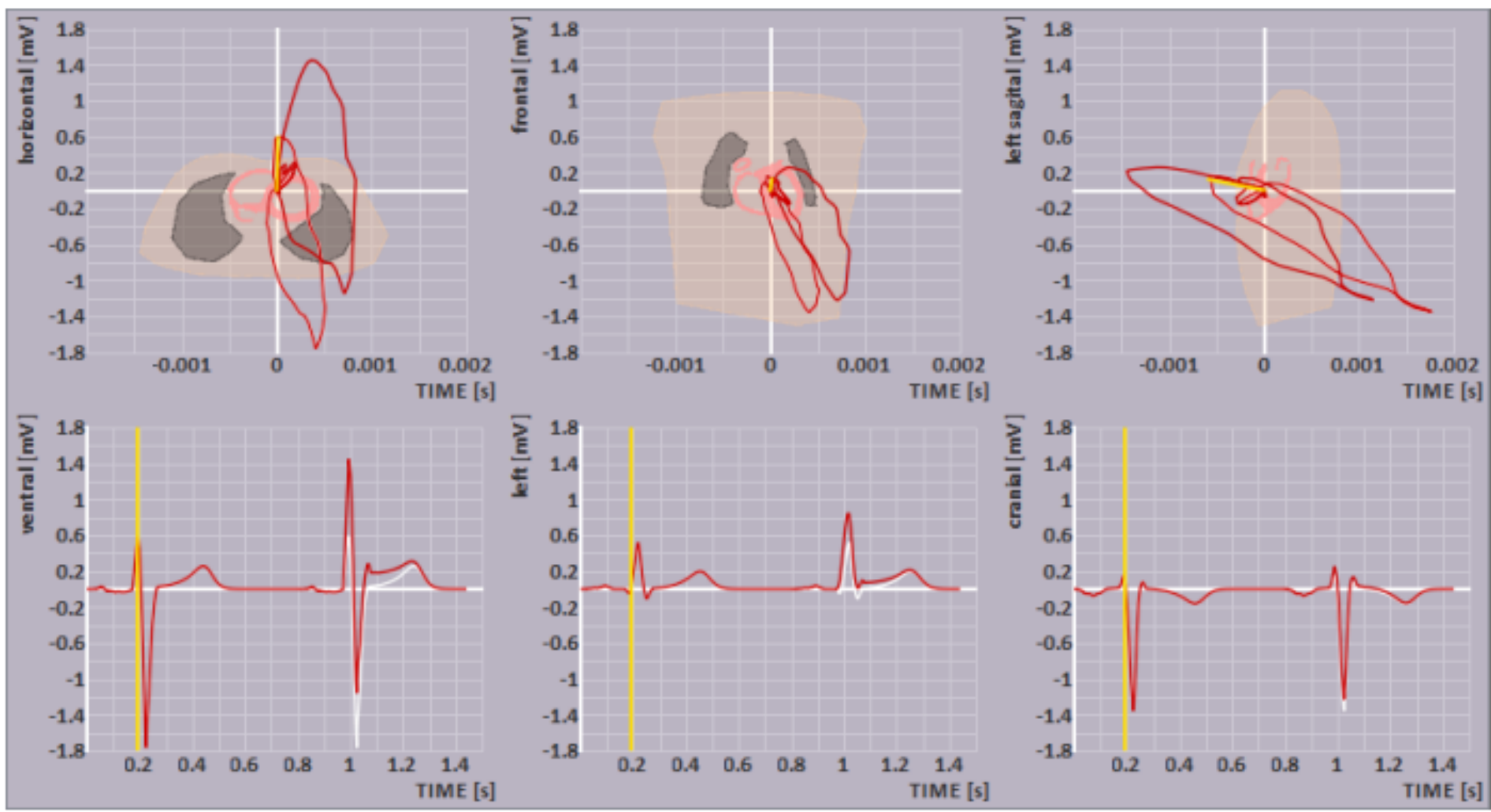
Рис. 4.11 – Типова ВКГ здорової людини

Векторкардіографія (ВКГ) — метод дослідження серця, заснований, як і електрокардіографія, на реєстрації змін за серцевий цикл сумарного вектора електрорухомих сил серця, але в проекції його не на лінію (вісь відведення), а на площину.

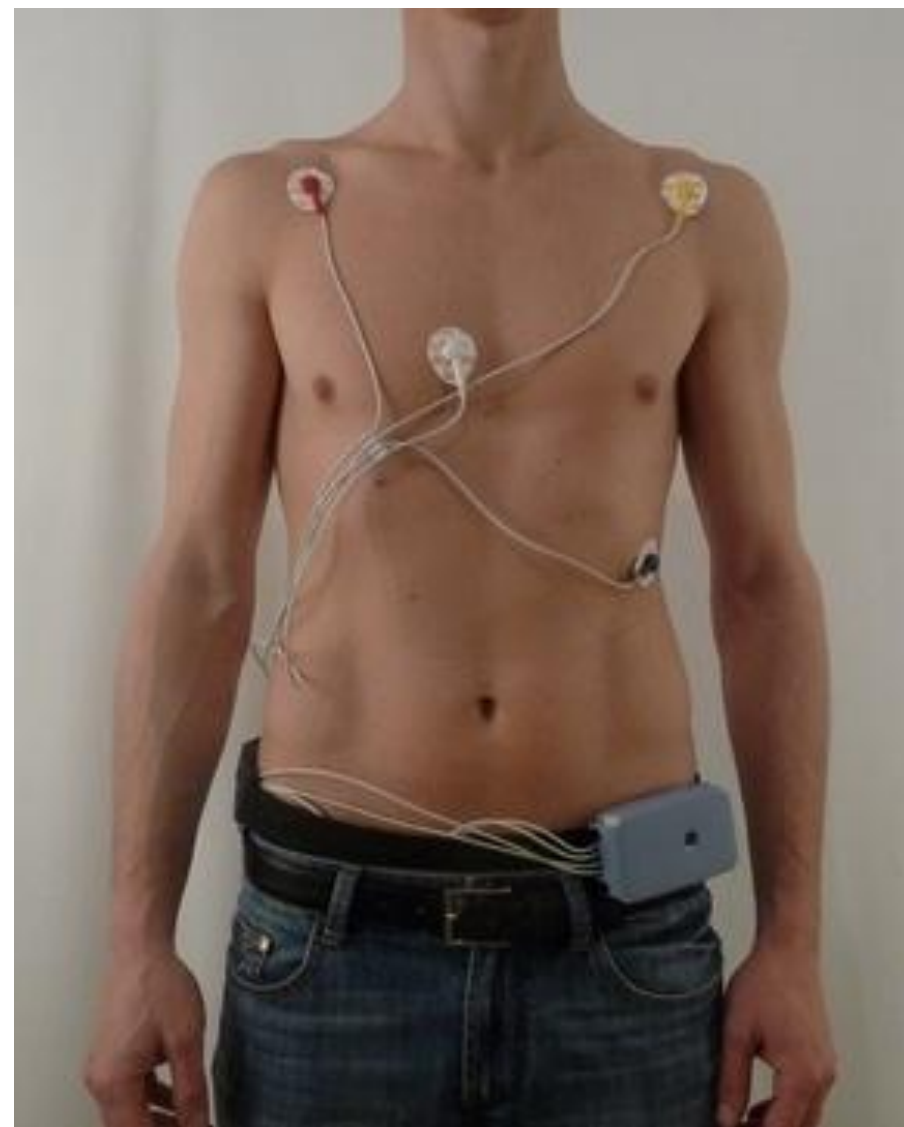
Хід електричного збудження по міокарду відображається на ВКГ у вигляді трьох основних петель — *P*, *QRS* і *T*, позначених по їх відповідності зубців *P* і *T* і комплексу *QRS* електрокардіограми. ВКГ дозволяє уявити динаміку сумарних векторів передсердь і шлуночків серця за часом в тривимірному просторі.



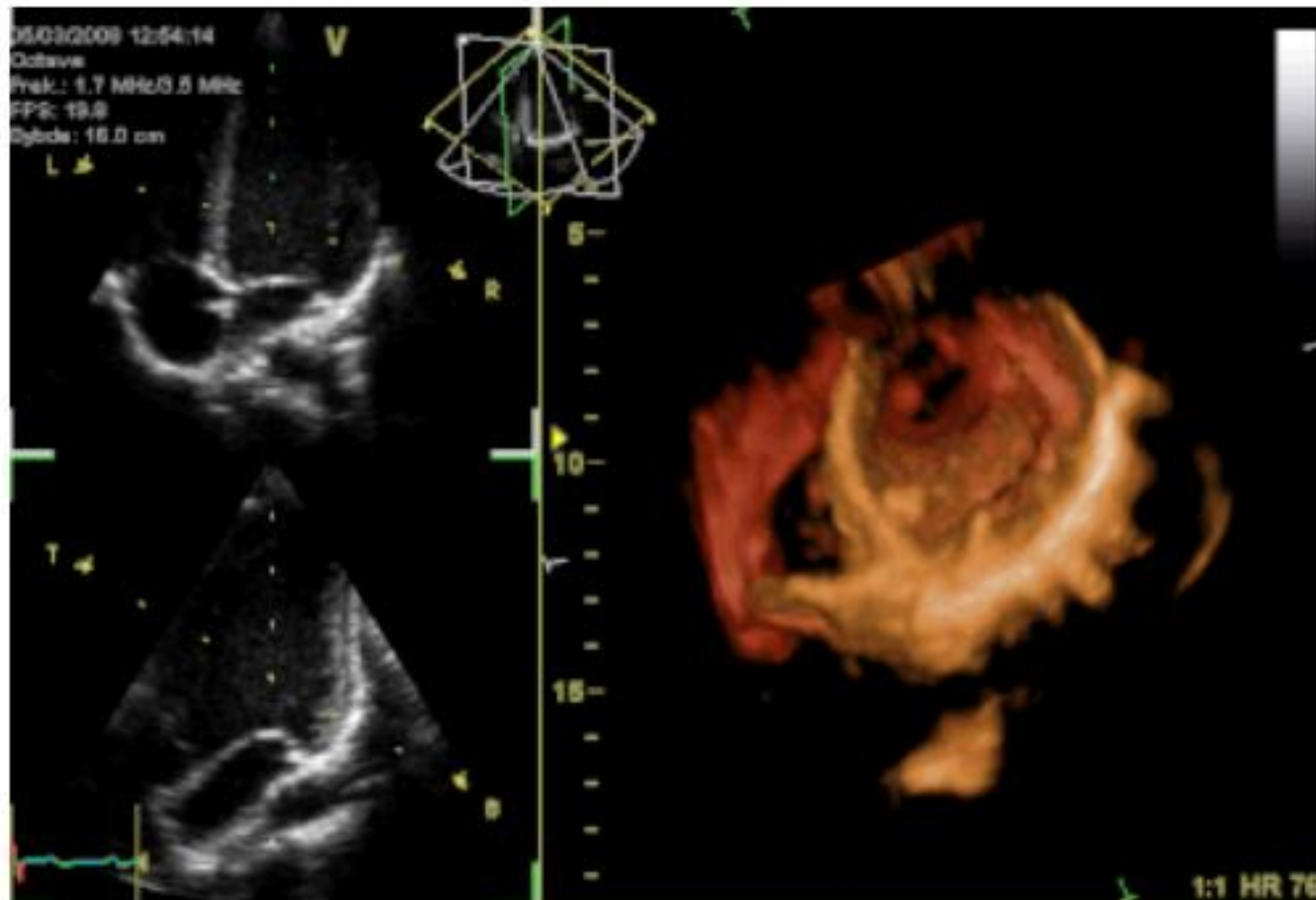
Порівняння ВКГ та ЕКГ



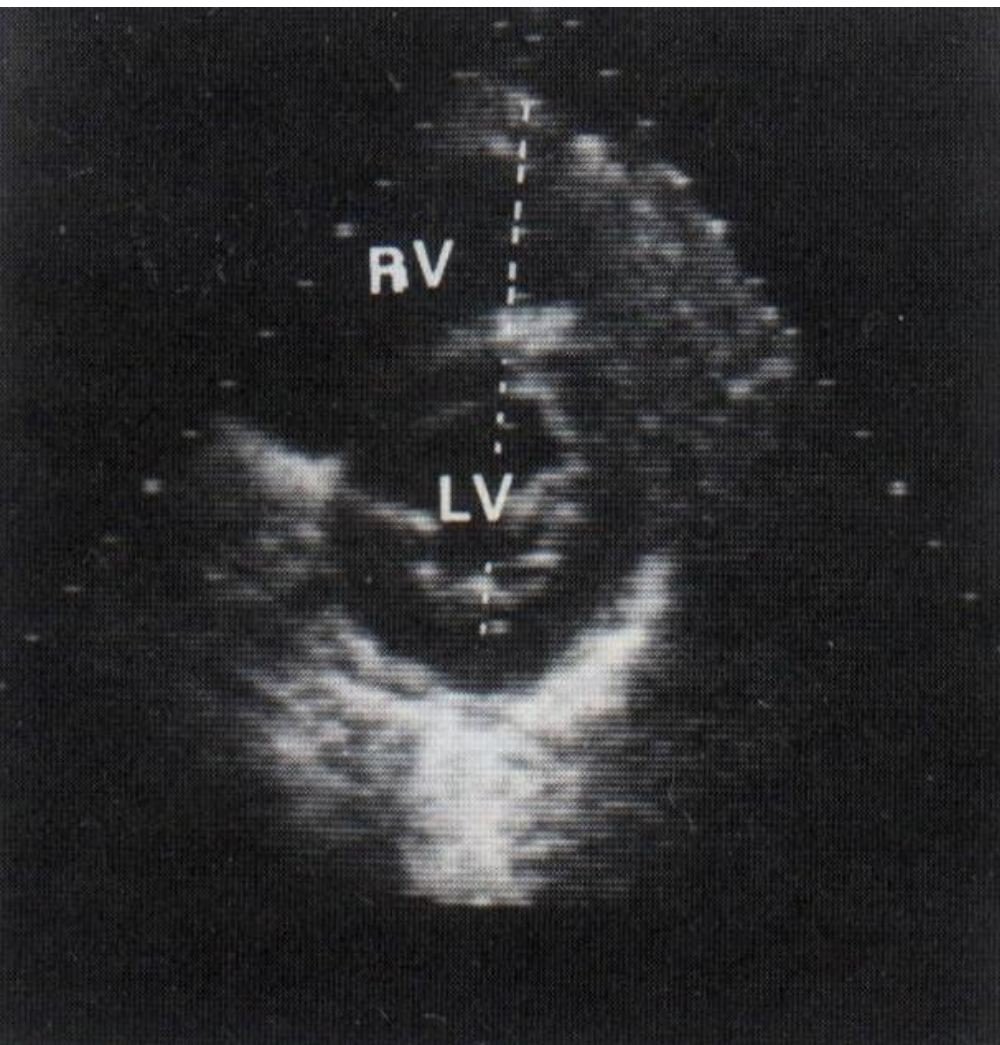
Холтерівське моніторування ЕКГ (Добове моніторування ЕКГ, Холтер-ЕКГ) - метод електрофізіологічної інструментальної діагностики, який полягає в тривалій реєстрації ЕКГ в умовах щоденної активності пацієнта з подальшим аналізом отриманого запису. Дає можливість виявити порушення в роботі серця, навіть якщо вони трапляються дуже рідко, оскільки запис ЕКГ ведеться безперервно протягом 1-ї, 2-х, а за необхідності до 7-ми діб.



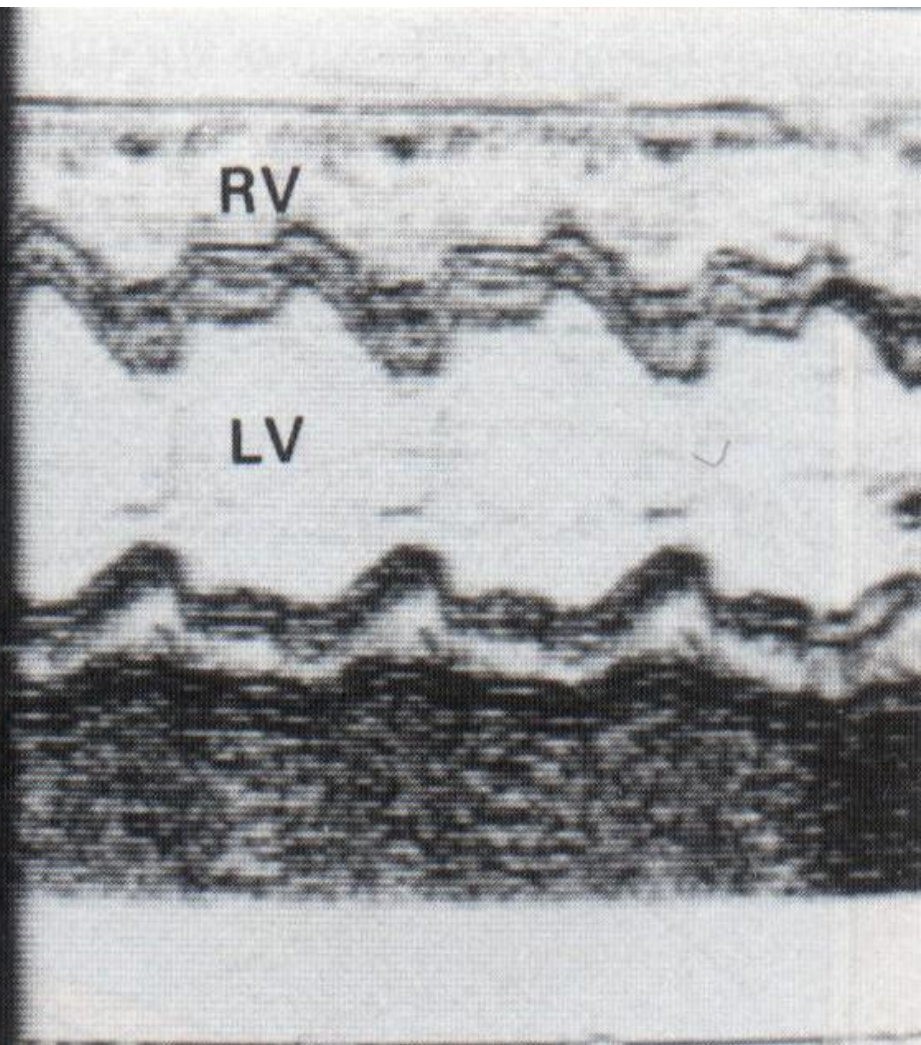
Ехокардіографія – неінвазивний метод дослідження серця та магістральних судин за допомогою ультразвуку. Дозволяє візуалізувати анатомічні особливості та оцінити функцію серця та магістральних судин. У медицині застосовують ультразвук (УЗ) частотою 1-1,5 МГц.



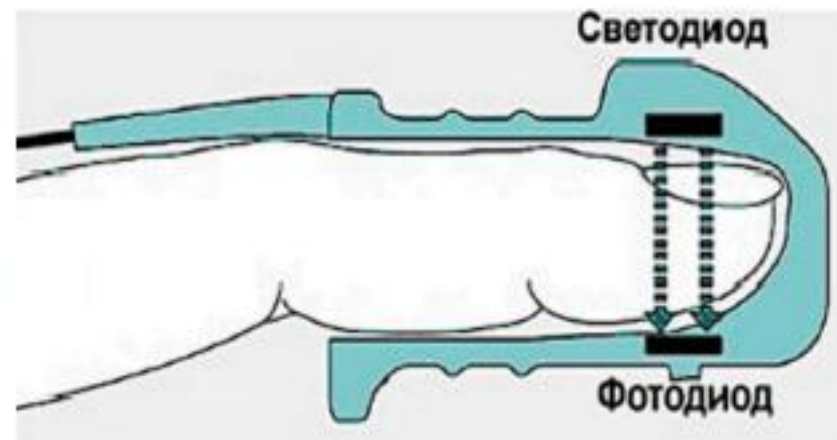
Двомірний режим

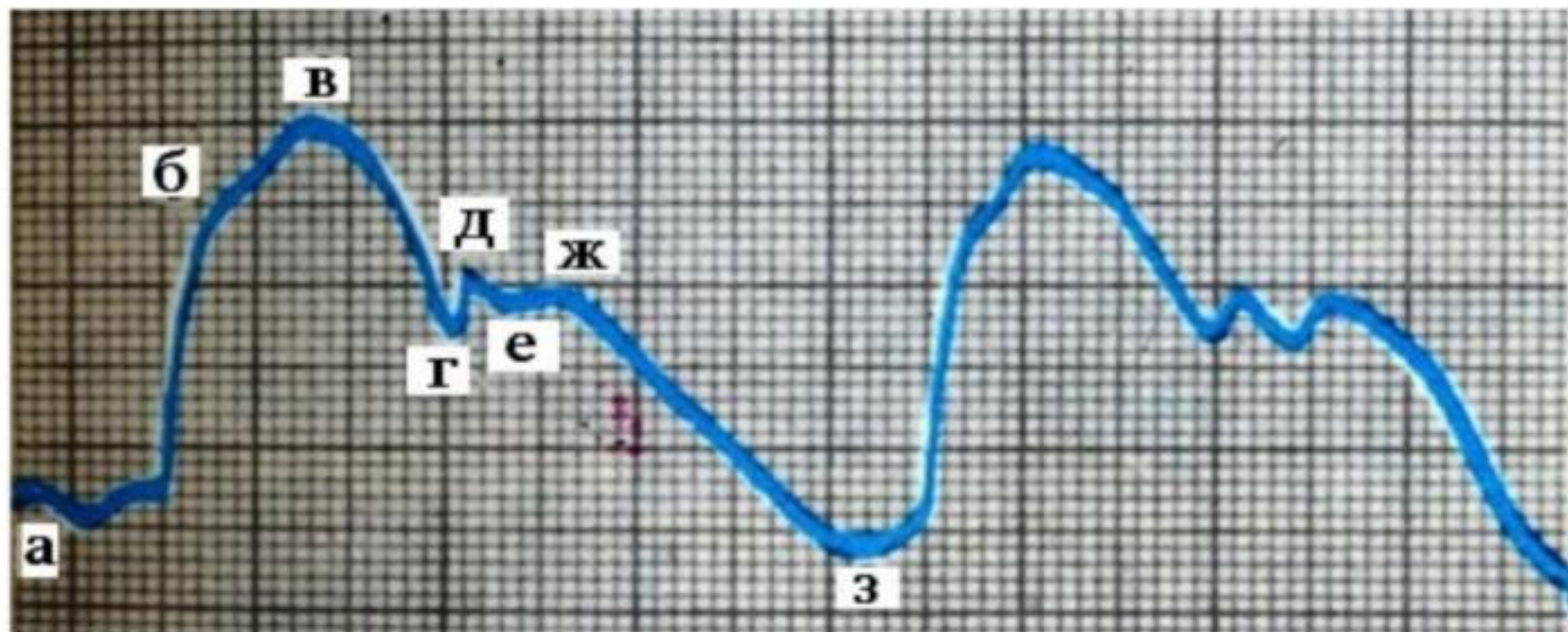


Одномірний режим



Сфигмографія є методом графічної реєстрації коливань стінок артерій при проходженні пульсової хвилі. Характер кривої, що утворюється, залежить від сили і швидкості серцевих скорочень, тонусу та еластичності стінок артерій. Реєстрована на сонних артеріях сфигмограма центрального пульсу має виражену схожість з кривою тиску в аорті, що широко використовують для фазового аналізу структури систоли лівого шлуночку. В той же час сфигмограма периферичного пульсу визначається головним чином особливостями розповсюдження пульсової хвилі в артеріях та еластичністю їх стінок





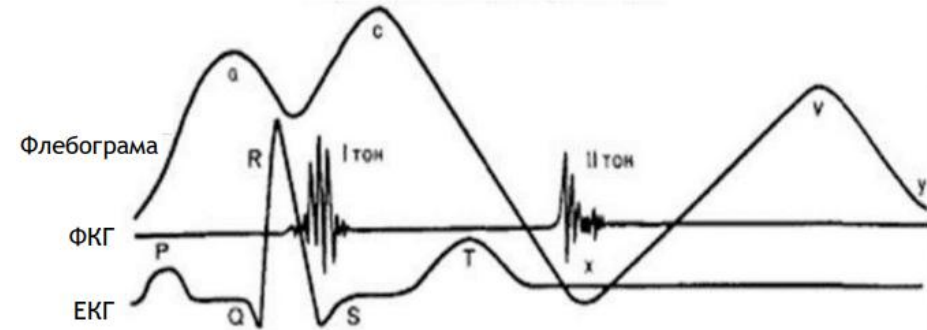
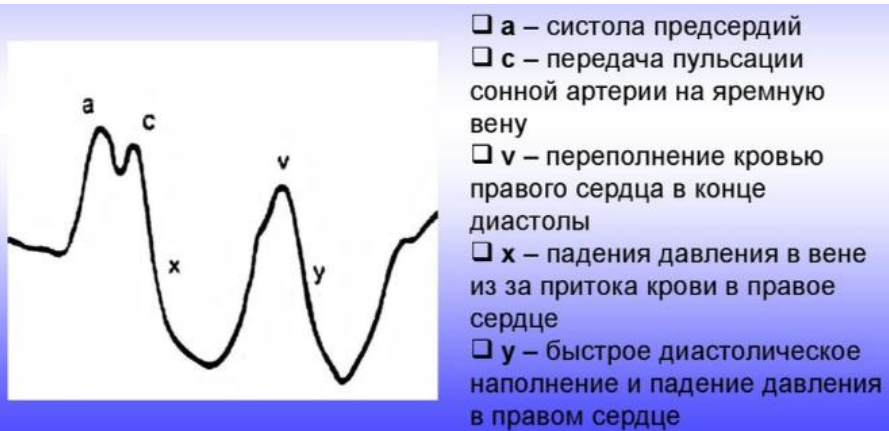
А - В - анакрота

Г - інцизура

Д - діакротичний зубець

Е - З - катакрота

Ф л е б о г р а ф і я - метод графічної реєстрації венозного пульсу. Звичайно проводиться запис пульсу яремної вени, і крива, що отримується при цьому, називається центральним венозним пульсом.



Рентгеноконтрастная флебография



Види флебографії

Рентгенконтрастна (класична)

Проводиться з використанням звичайного рентгена. Пацієнта укладають на стіл, внутрішньовенно вводять рентгеноконтрастні речовини і роблять ряд знімків (у міру поширення контрасту по венах).

Ультразвукова

УЗДГ — це один з найбільш безпечних та ефективних методів дослідження судин і призначається для виявлення патологій кровотоку.

МРТ-венографія

Її використовують в основному для фіксації вен головного мозку. Цей вид венографії проводиться без введення рентгеноконтрасту, так як томограф дає можливість детально розглянути вени головного мозку без застосування додаткових препаратів.

МР-флебографія дозволяє отримати якісні високоточні пошарові знімки, на яких досвідчений фахівець може помітити навіть невелике відхилення від норми.

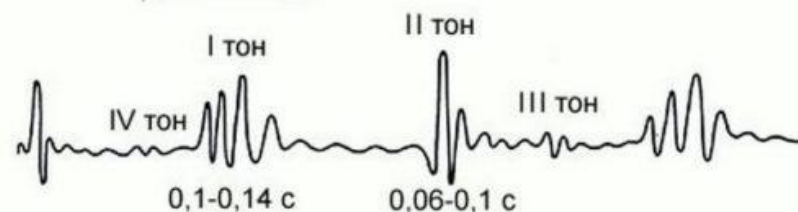
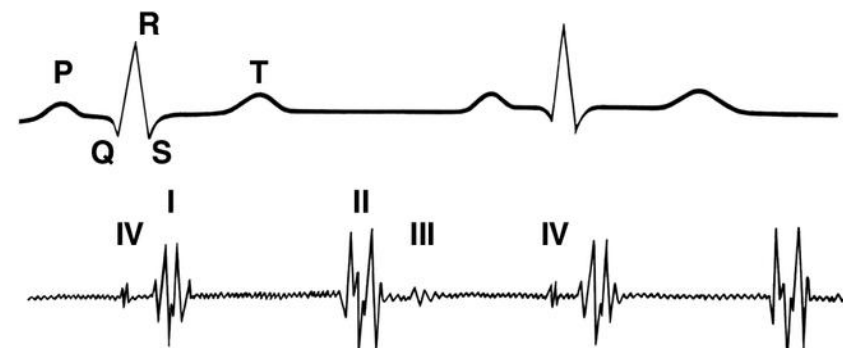
КТ-флебографія

При даному виді обстеження використовується рентгенівське випромінювання, але інформація обробляється комп'ютером. Після обробки створюється пошарове зображення досліджуваної області. Оскільки зображення отримують за допомогою рентген-променів, при проведенні КТ-венографії пацієнту також вводять контраст. По закінченню обстеження комп'ютер видає тривимірне зображення судин, що дозволяє з високою точністю визначити локалізацію патологічних процесів.

Фонокардіографія

Фонокардіографія (ФКГ) – неінвазивний метод графічної реєстрації тонів і шумів серця (звукових процесів, що виникають при діяльності серця), найбільш часто застосовується для діагностики уроджених пороків серця;

Призначений для оцінки стану клапанного апарату серця, наявності в ньому органічних і неорганічних змін, тонів та шумів в серці.



У приладах використовуються такі частотні характеристики (канали) під час запису ФКГ:

A – аускультативний 100-400 Гц

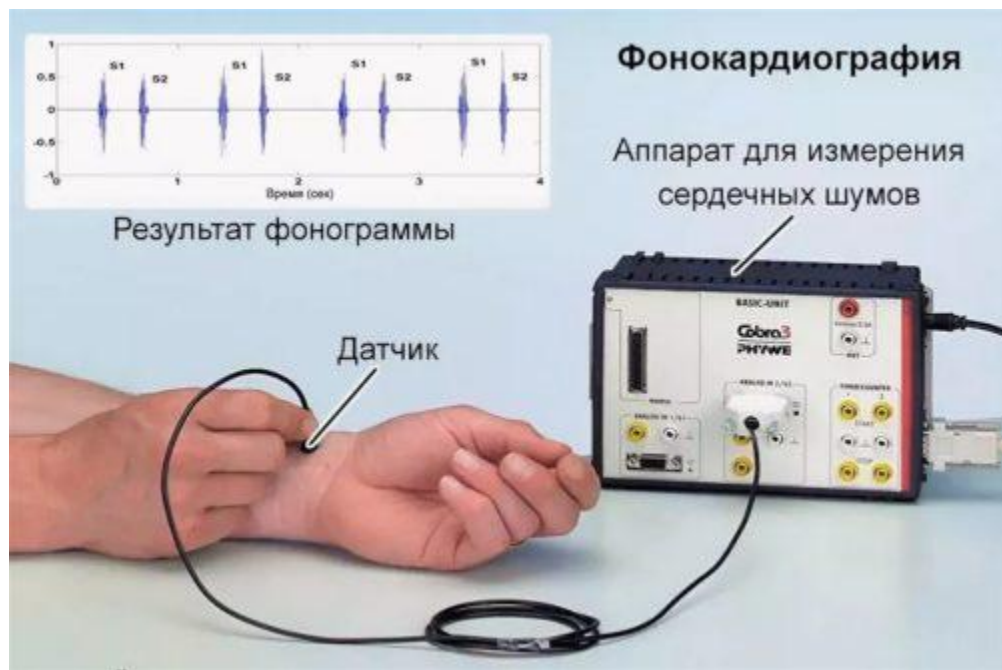
H - низькочастотний 3-70 Гц

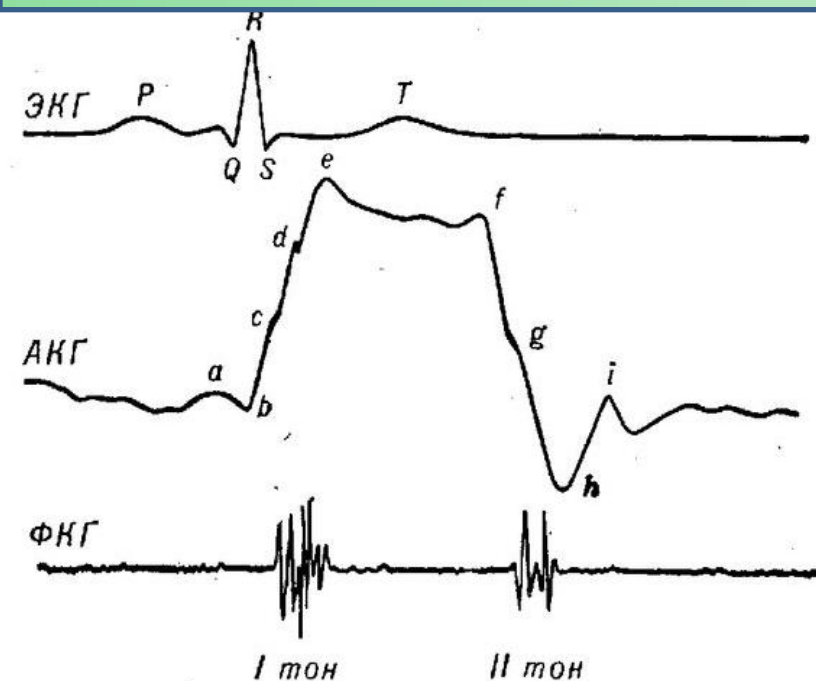
Сі – середньочастотний-1 60-120 Гц

С2 – середньочастотний-2 120-240 Гц

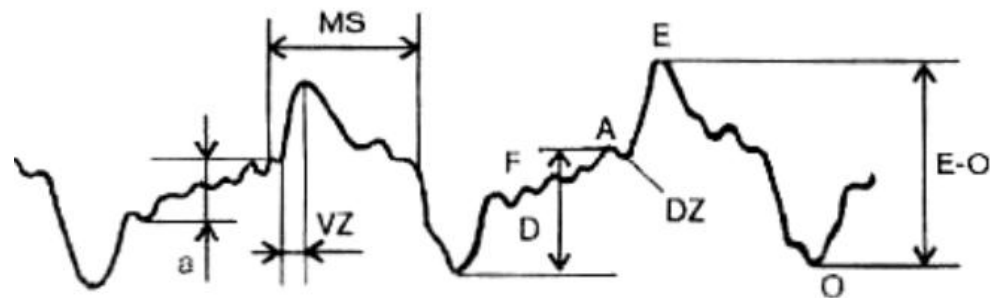
Ві - високочастотний-1 240-480 Гц

В2 – високочастотний-2 480-1000 Гц





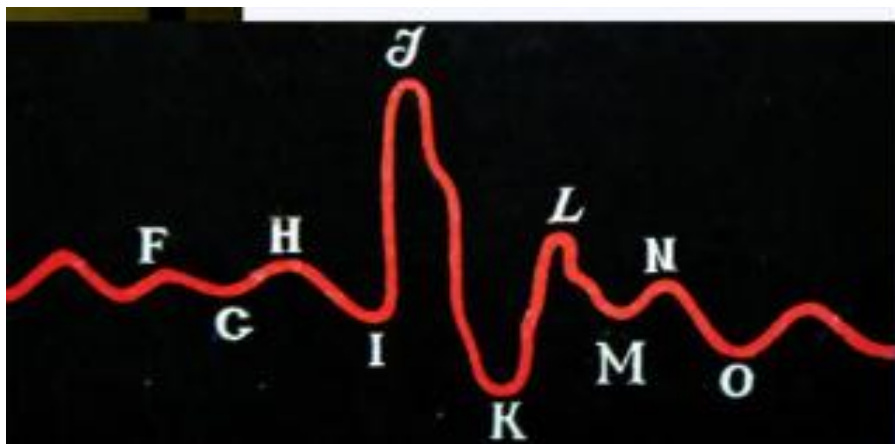
Апексокардіографія (АКГ), чи верхівкова кардіографія, що являє собою запис руху верхівки лівого шлуночка при



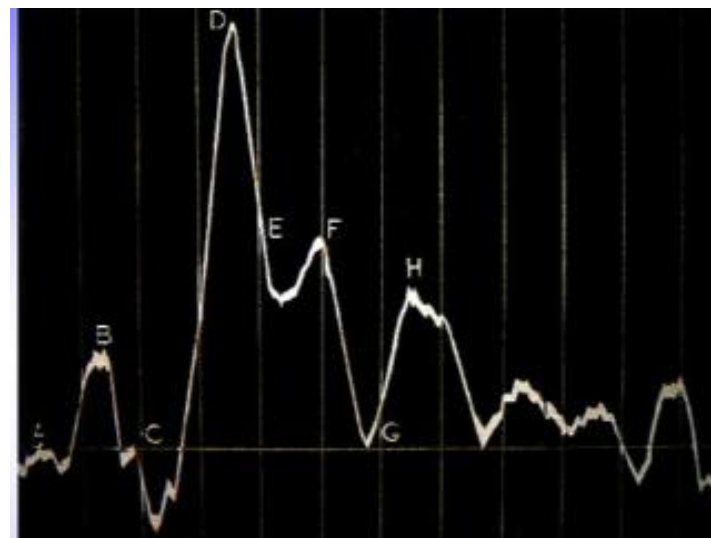
4.15 – Типова апекскардіограма здорової людини

- ▶ a — волна, соответствующая систоле предсердий;
- ▶ b — c — подъем кривой АКГ, отражающий верхушечный толчок;
- ▶ излом кривой в точке c соответствует началу механической систолы желудочков;
- ▶ зубец d отражает начало периода изгнания крови из желудочков;
- ▶ e — f — плато, связанное с прижатием сердца к грудной стенке;
- ▶ f — h — спуск кривой АКГ, соответствующий расслаблению желудочков сердца;
- ▶ излом кривой в точке g отражает момент закрытия полулунных клапанов сердца;
- ▶ подъем h к i — связан с быстрым наполнением желудочков.

Балістокардіографія (БКГ) - метод реєстрації рухів тіла, зумовлених роботою серця. Вона використовується для оцінки скорочувальної функції міокарда.



Динамокардіографія (ДКГ) - метод графічної реєстрації переміщення центра ваги грудної клітки людини;

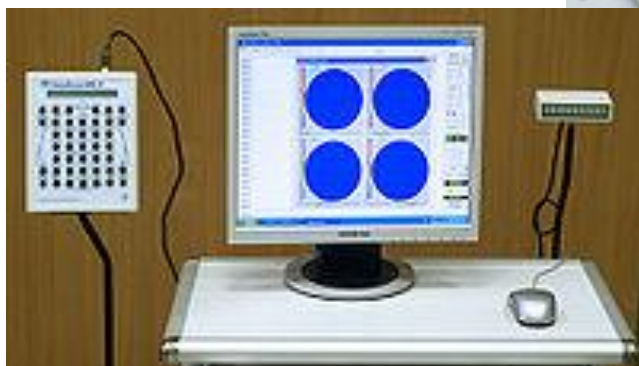
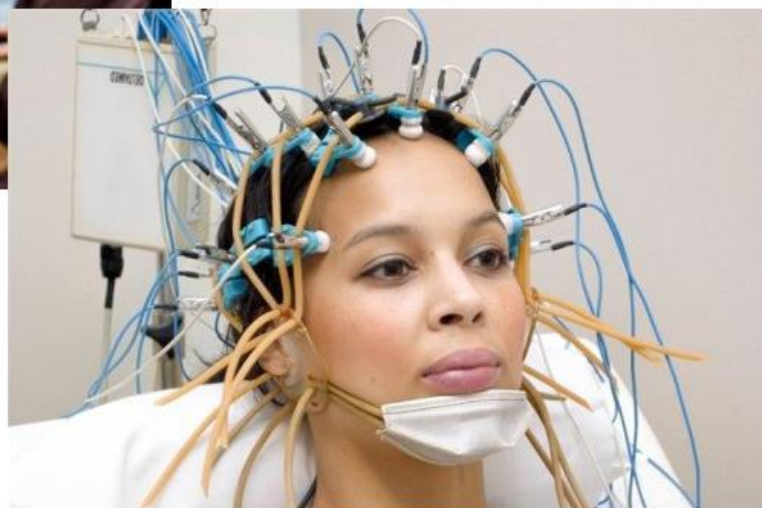
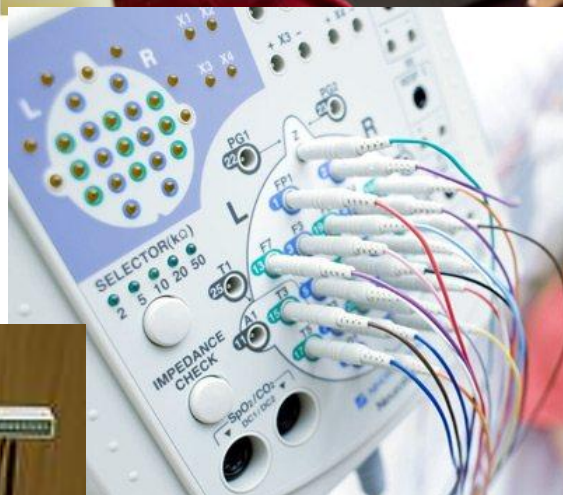
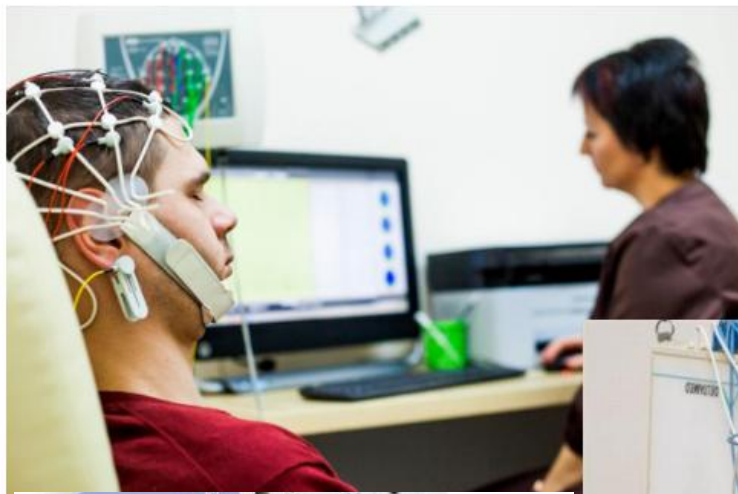


Полікардіографія (синхронну реєстрацію ЕКГ, ФКГ і каротидної сфігмограми) - метод дослідження серцевої діяльності, спрямований на вивчення фазових компонентів серцевого циклу;

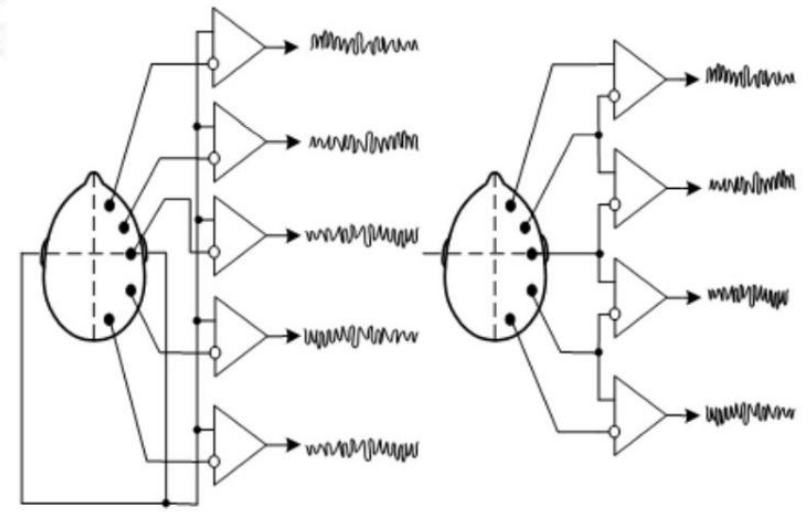
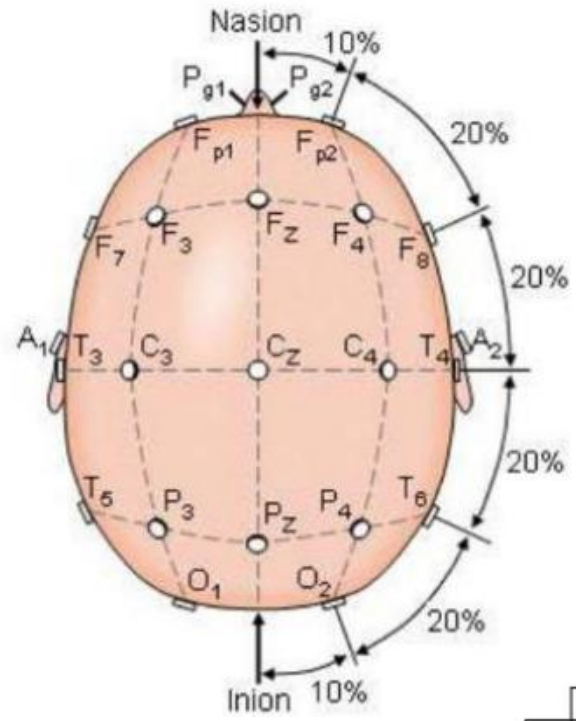
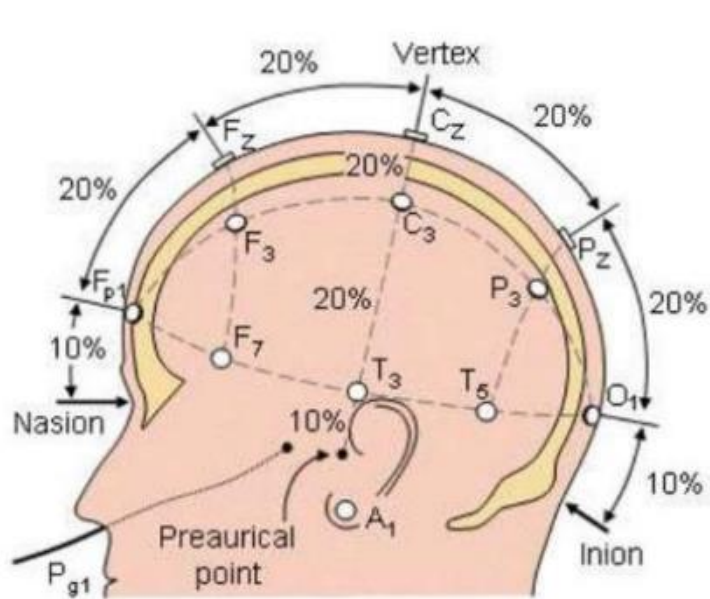
Кардіоінтервалографія (КІГ), що є одним з методів оцінки ритму серця. Це новий спосіб вивчення синусового серцевого ритму з використанням сучасних методів математичного аналізу;

Електроенцефалографія

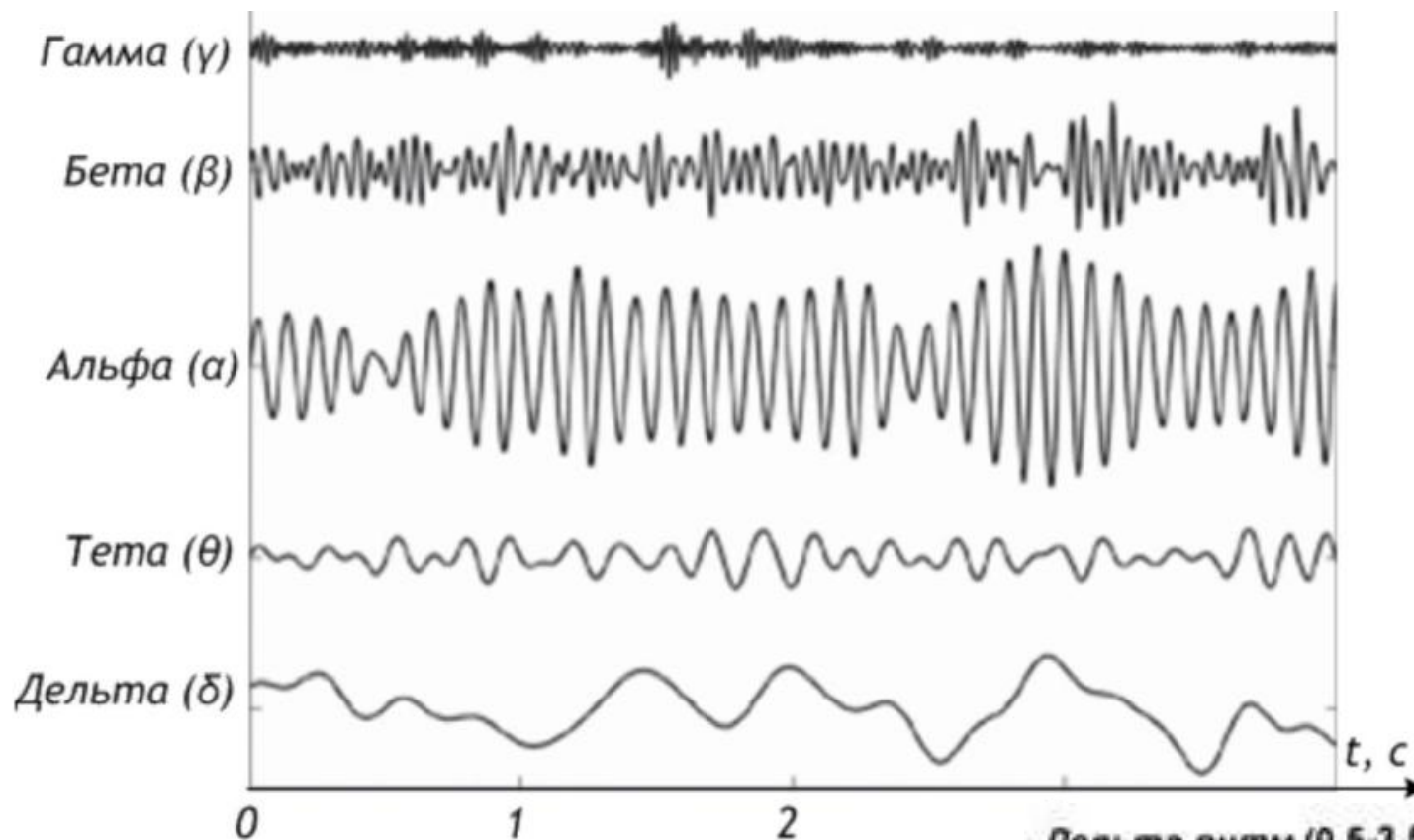
Електроенцефалографія (ЕЕГ) – засіб реєстрації електричних процесів, що виникають при діяльності головного мозку людини.



Електроенцефалографія



Електроенцефалографія



Дельта-ритм (0,5-3,5 Гц; 250 мкВ; 300-2000 мс)

Тета-ритм (4-7 Гц; 100-150 мкВ; 140-250 мс)

Альфа-ритм (8-13 Гц; 20-60 мкВ; 80-120 мс)

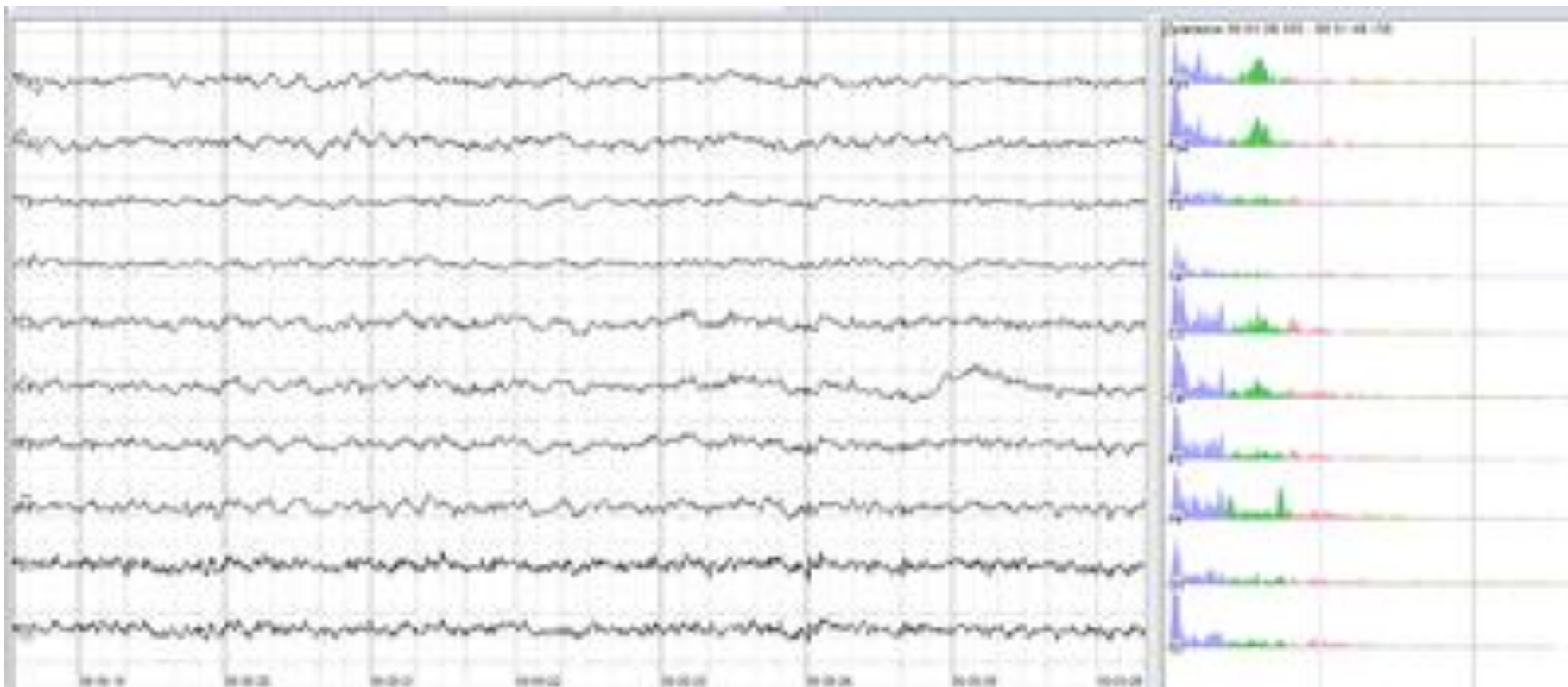
Бета-ритм (14-35 Гц; 20-25 мкВ; 30-70 мс)

Гамма-ритм (>35 Гц; <15 мкВ)

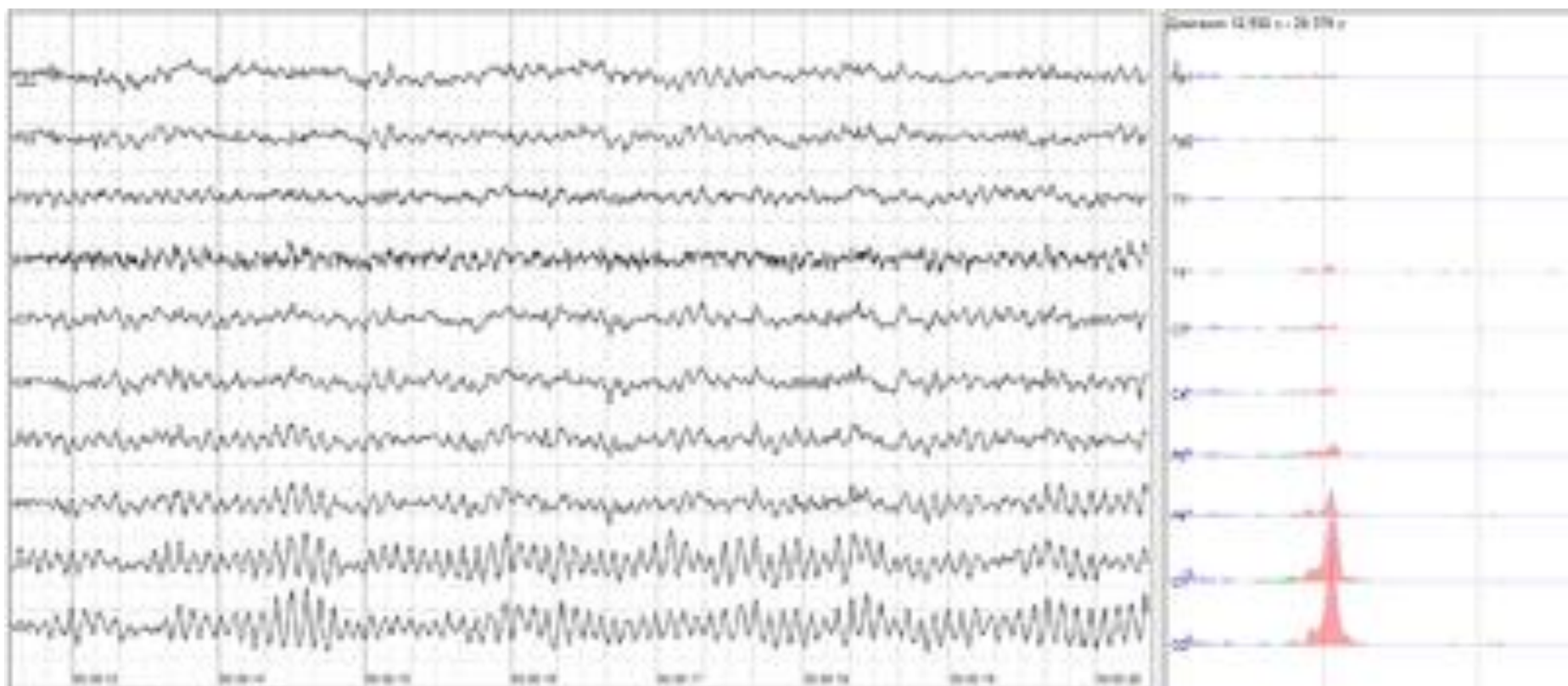
Сигма-ритм (10-16 Гц)

Електроенцефалографія

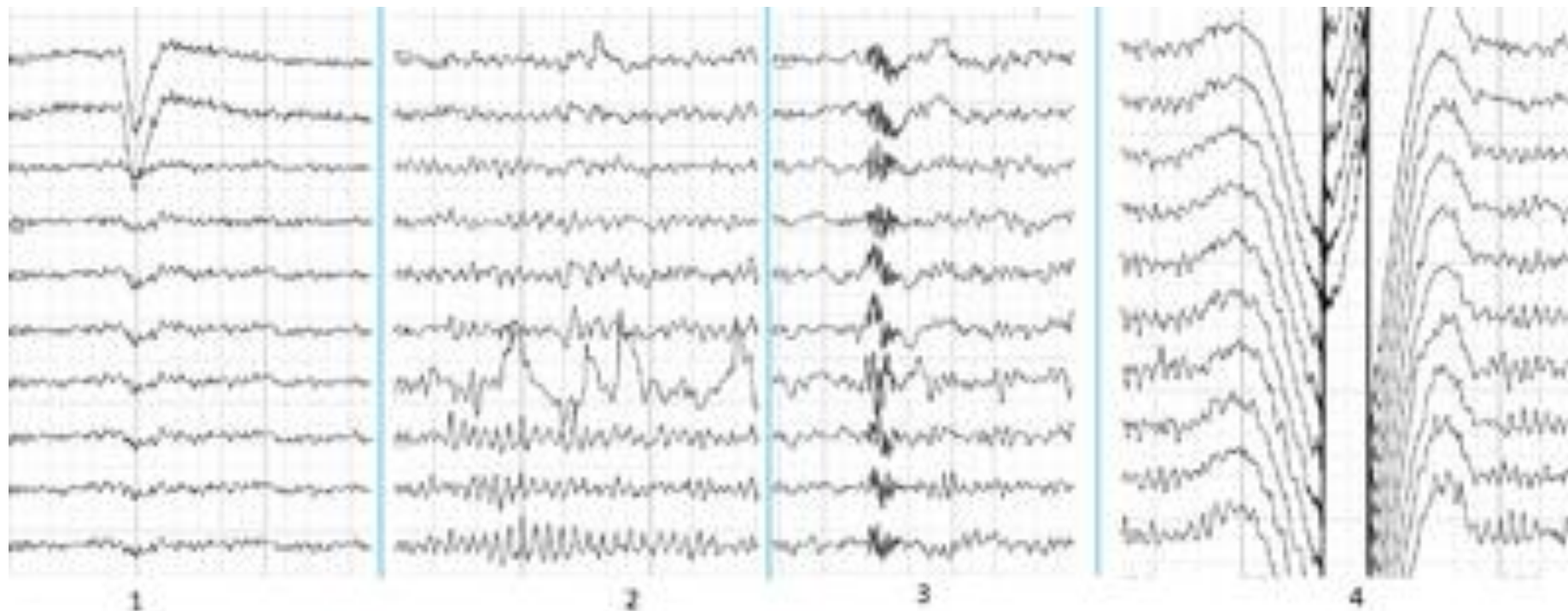
діапазон	частота	фізіологічні властивості
дельта	до 4Гц	коливання амплітудою 20-30 мкВ можуть зустрічатися у ЕЕГ здорової притомної людини; наявність коливань більш високої амплітуди (40-300мкВ) у ЕЕГ притомної людини є патологічною ознакою (мозкові пухлини); дельта-коливання стають вираженими під час певних фаз природного сну, наркотичного сну або у стані коми
тета	4-7Гц	коливання амплітудою до 40 мкВ можуть зустрічатися у ЕЕГ здорової притомної людини, зростання їх частки є ознакою емоційної активації та інших типів мозкової активності; наявність тета-коливань у більших кількостях пов'язана із патологічними станами або ж зміненими станами свідомості (сон, медитація та ін.)
альфа	8-13Гц	синусоїдальні коливання амплітудою до 100 мкВ, амплітуда яких зростає у лобно-потиличному напрямку, є найбільш вираженим у ЕЕГ здорової притомної людини із закритими очима, у формі вираженого ритму реєструється у 80-90 % людей, пригнічується при відкриванні очей, переході до активної діяльності, аналізу інформації
бета	13-40Гц	коливання амплітудою 5-30 мкВ, наявність яких у ЕЕГ пов'язана із активним функціональним станом мозку, зростання рівня активації головного мозку здебільшого супроводжується зменшенням частки альфа-коливань і зростанням частки бета-коливань; наявність вираженого бета-ритму з амплітудою вище 40 мкВ є патологічною ознакою
гамма	вище 30-40Гц	коливання амплітудою до 10 мкВ, вважається ознакою когнітивних процесів і свідомості; наявність коливань цього діапазону амплітудою вище 15 мкВ є патологічною ознакою



Приклад ЕЕГ здорової людини у стані спокою. Без альфа-ритма.



Приклад ЕЕГ здорової людини у стані спокою. З альфа-ритмом.

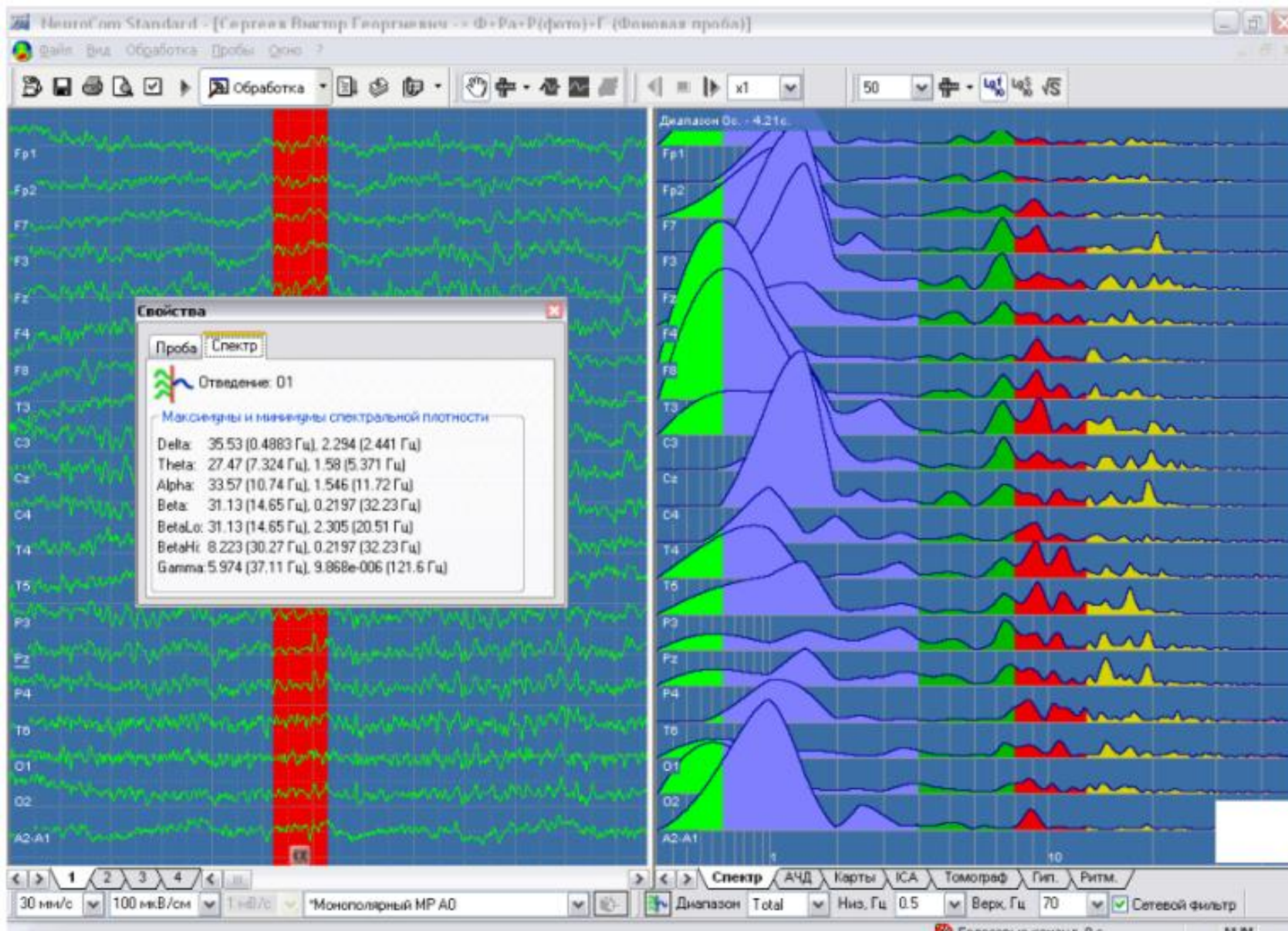


Приклади основних типів електроенцефалографічних артефактів.

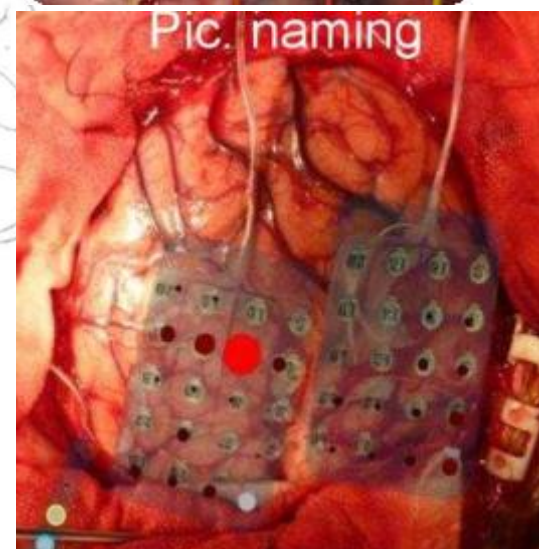
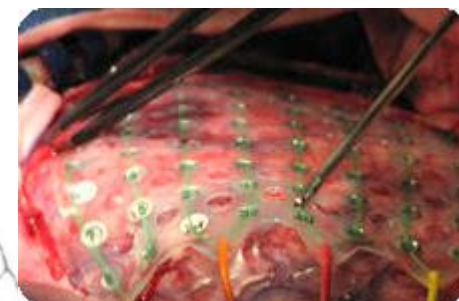
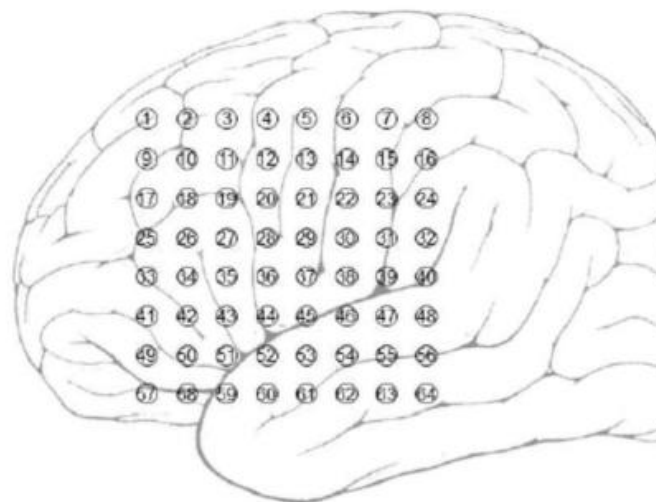
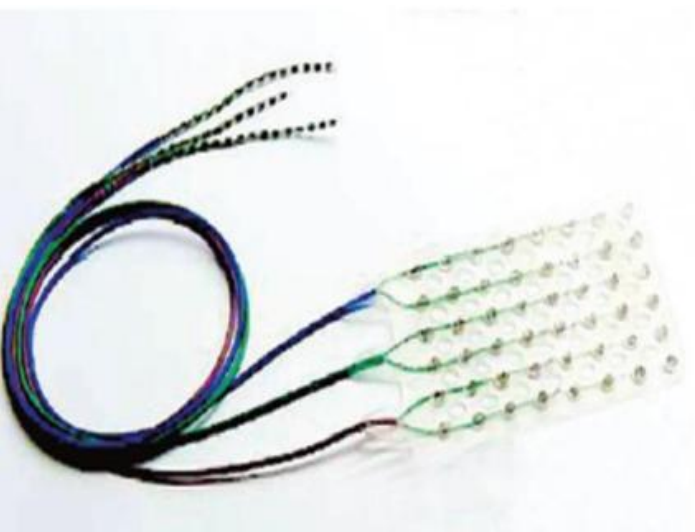
1- Електроокулографічний артефакт. 2 - Електродний артефакт. 3- Ковтальний артефакт.

4- Артефакт, пов'язаний з референтним електродом.

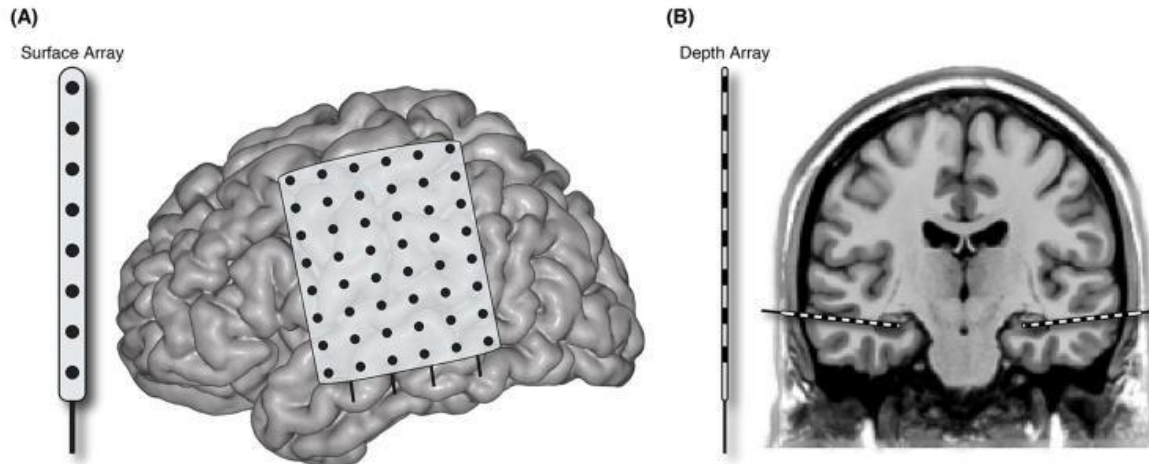
Електроенцефалографія



Електрокортикографія – це інвазивний спосіб електрофізіологічного моніторингу біоелектричної активності головного мозку, в основі якого лежить реєстрація електричних потенціалів за допомогою суперкортикально (епідурально або субдурально), інтракортикально або субкортикально розташованих електродів.



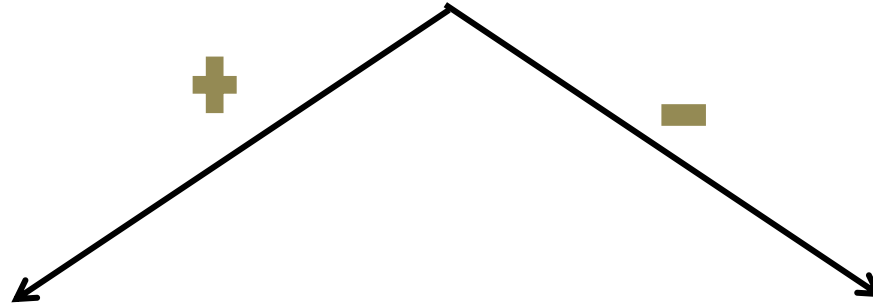
За способом проведення інтракраніальну електроенцефалографію класифікують наступним чином:
електрокортикографія (ЕКоГ) – використовуються сітки або смуги круглих (пластинчастих) електродів, розміщених субдурально на поверхні зазвичай однієї півкулі, не досягаючи таких глибоких структур, як гіпокамп, мигдалеподібне тіло; електродні сітки зазвичай містять безліч струмознімальних поверхонь або контактів, що дозволяє охопити і одночасно зареєструвати імпульси, що виходять від значної площі поверхні кори головного мозку;
стереотаксична ЕЕГ (СЕЕГ) – використовує циліндричні глибокі електроди, які проникають через шкіру, череп, усі оболонки головного мозку та досягають глибоких кіркових та підкіркових структур. Даний метод забезпечує білатеральний моніторинг поверхневих і глибоких кіркових структур, проте тільки поверхневі і глибокі контакти будуть знаходитися в сірій речовині, решта токознімних поверхонь будуть розташовуватися в білій речовині. Кожен глибокий електрод зазвичай містить 6-10 струмознімальних поверхонь.



- (A) Електрокортикографія (ЕСоГ) використовує смужки або сітки з електродних матриць, розміщених субдурально на поверхні кори.
- (B) (B) Стереоелектроенцефалографія використовує електроди з проникною глибиною на основі стереотаксичних координат.



Переваги та недоліки



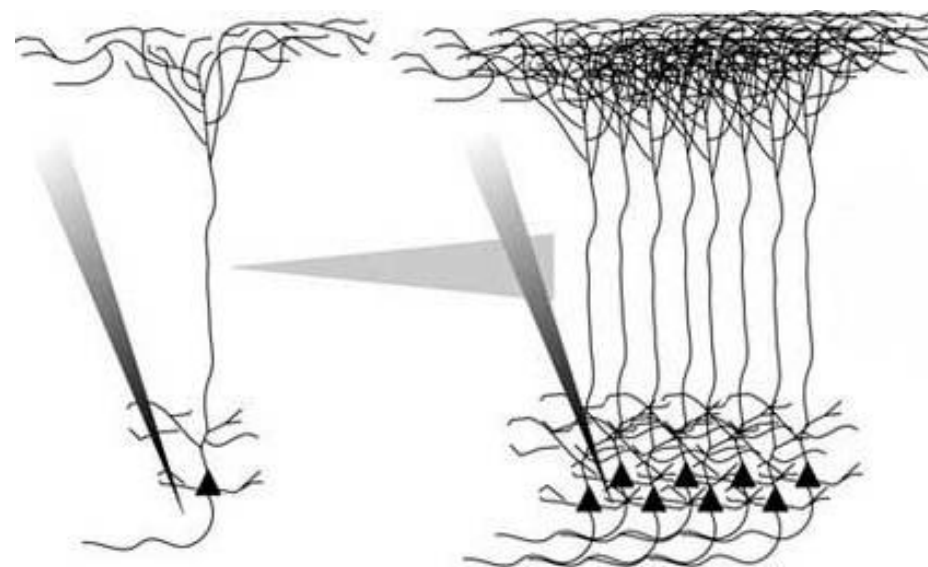
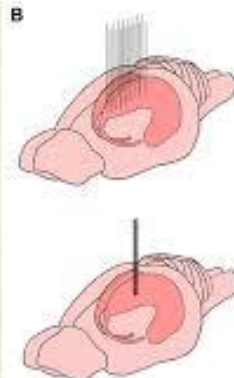
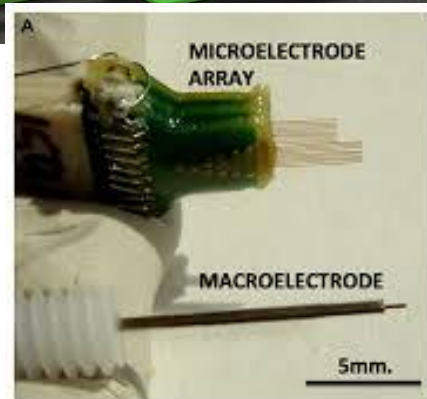
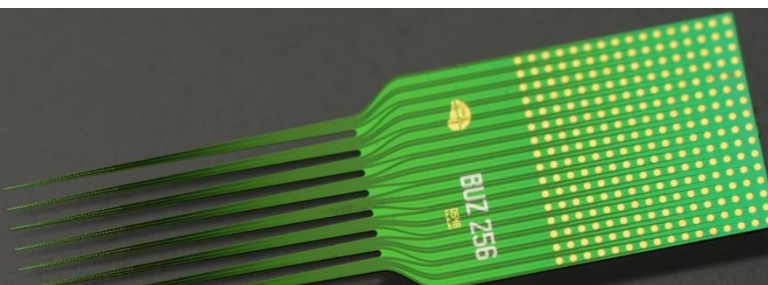
- простота методу;
- висока часова роздільна здатність;
- можливість використання метода *in vitro*;

- Інвазивність (при *in vivo*);
- Складність інтерпретації;
- низька просторова роздільна здатність в порівнянні з MUR і SUR

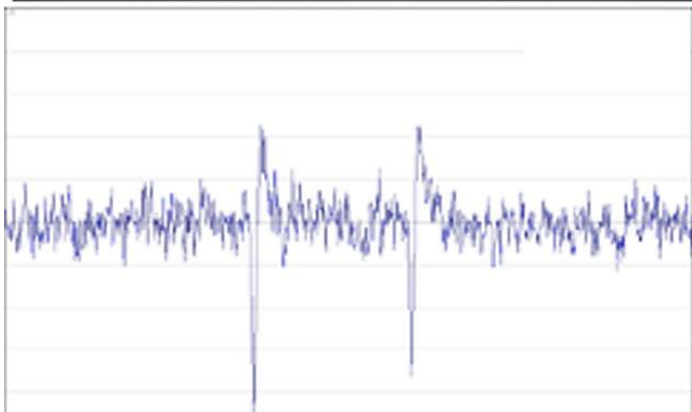
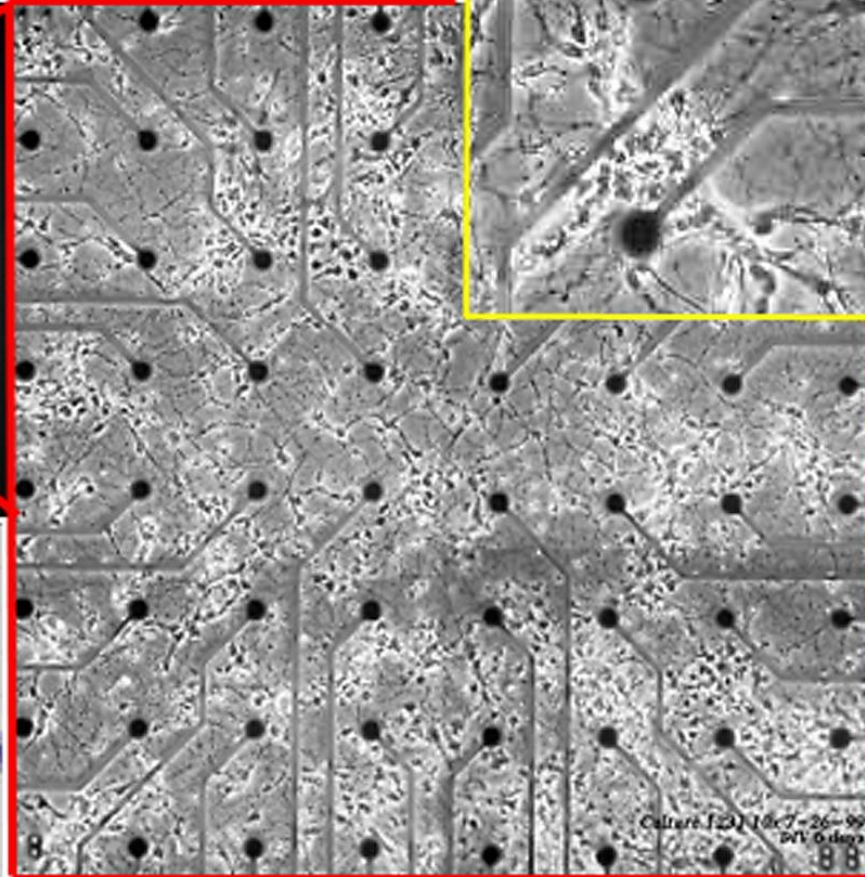
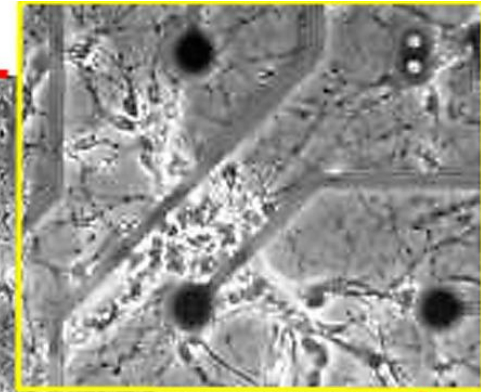
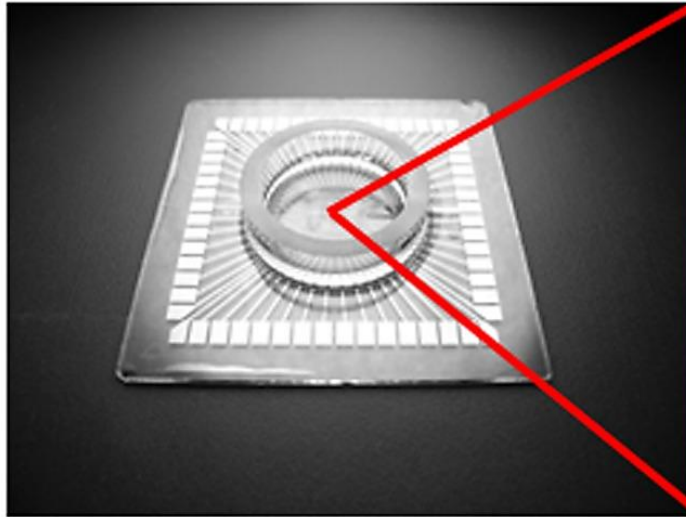
Мультиюнітна реєстрація (multiunit recording, MUR) - метод реєстрації біопотенціалів мозку, заснований на використанні електродів з великою площею контакту, що дозволяє спостерігати за цілими популяціями нейронів. Використовується при неможливості реєстрації активності окремих нейронів або для дослідження окремих нейронних ансамблів.

Реєстрація активності одиночних нейронів (singleunit recording, SUR) – метод дослідження, що ґрунтується на реєстрації біопотенціалів окремого нейрона системою мікроелектродів.

Може проводитися як *in vivo*, так і *in vitro*

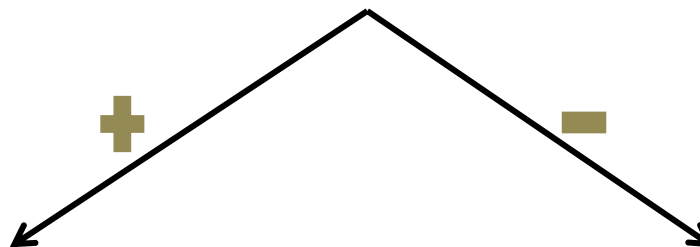


SUA	MUA / LFP >1000 Hz <500 Hz
-----	-------------------------------





Переваги та недоліки



- високий просторовий дозвіл;
- високий тимчасовий дозвіл;
- низький рівень травмування за рахунок малих розмірів;
- можливість стимуляції;
- широкий потенціал для практичного застосування.

- Висока складність виконання;
- Дороговизна.

Сфера використання

На рівні нейронної популяції:

Вивчення функціональної коннективності

Вивчення спайкової активності групи нейронів (частота, інтервал між спайками, тривалість тощо)

Отримати повну картку активності

Вивчення індексу синхронності активності

% активної площі

На рівні одиночного нейрона:

Вивчення спайкової активності окремого нейрона (частота, амплітуда тощо)

Дослідження збудливості

Відстеження поширення потенціалу дії аксонів

Проводити вимір невритів/аксонів їх довжини та розгалужень

Крім цього:

у вивченні дії різних лікарських засобів;

скринінг нейрональної токсичності;

у створенні функціональних моделей захворювань показали себе не гірше, ніж дослідження тварин;

аналізі стовбурових клітин та багато іншого.

Дихання – це сукупність фізіологічних процесів, що забезпечують надходження кисню в організм, використання його тканинами для окислювально-відновних реакцій і виведення з організму вуглекислого газу

Розрізняють легеневе (зовнішнє) і тканинне (внутрішнє) дихання.

Зовнішнім диханням називають обмін повітря між навколишнім середовищем і легенями.

Внутрішньоклітинне дихання – обмін киснем і вуглекислим газом між кров'ю і клітинами тіла.

Дихання складається з наступних етапів:

- газообмін між альвеолярною сумішшю газів і атмосферним повітрям;
- газообмін між альвеолярної сумішшю газів і венозною кров'ю, що притікає до легень;
- транспорт кисню і вуглекислого газу кров'ю;
- газообмін між артеріальною кров'ю і тканинами;
- тканинне дихання.

Для оцінки функціонального стану системи дихання використовують методи спірометрії, спірографії, пневмотахометрії, оксигеметрії, методи газового аналізу, ряд методик щодо визначення інтегральних параметрів системи зовнішнього дихання, а також різні функціональні проби.

Життєва ємність легенів (ЖЄЛ) – максимальний об'єм повітря, що людина може видихнути після одного максимального вдиху. Є непрямим показником максимальної площі дихальної поверхні легень, на якій відбувається дифузія кисню і вуглекислого газу. У нормі становить 3,0 - 5,5 л у чоловіків, 2,5 - 4,0 л у жінок.

Фактична ЖЕЛ – середнє значення ЖЄЛ за 2-3 вимірювання.

Належна ЖЕЛ – це теоретично розрахована для даної людини величина з урахуванням її статі, віку, зросту і маси тіла. Належні величини ЖЕЛ розраховують за формулами або визначають по номограмам. Фактична ЖЄЛ виражається у відсотках до належної ЖЄЛ.

Життєвий індекс визначається діленням ЖЕЛ на масу тіла.

Середня величина: для чоловіків – 60 мл/кг; для жінок – 50 мл/кг.

ЖЄЛ включає в себе ДО (дихальний об'єм), РО вдиху (резервний об'єм вдиху) і РО видиху (резервний об'єм видиху).

Дихальний об'єм (ДО) – об'єм вдихуваного і видихуваного повітря під час кожного дихального циклу при спокійному диханні. Відносний показник ДО повинен становити 15% від ЖЕЛ. В середньому доросла нетренована людина вдихає і видихає близьке 500 мл повітря (300-500 мл – чоловіки і 300-400 мл – жінки).

Належний ДО обчислюють з належного ХОД (хвилинного об'єму дихання) поділом останнього на середньовікову норму ЧД (частоти дихання).

Резервний об'єм видиху або **об'єм додаткового видиху (РОвид.)** – це максимальний об'єм повітря, який можна додатково видихнути після спокійного видиху. В середньому величина РОвид складає 1500-2000 мл і характеризує потенційні можливості системи зовнішнього дихання.

Резервний об'єм вдиху або **об'єм додаткового вдиху (РО вд.)** – це максимальний обсяг повітря, який можна додатково вдихнути після спокійного вдиху. Цей показник також характеризує потенційні можливості системи зовнішнього дихання. Середня величина РОвд. 1500-2000 мл.

Однак і після максимально глибокого видиху в легенях залишається ще значний об'єм повітря, який називається **залишковим об'ємом (ЗО)**. Вважають, що в нормі залишковий обсяг становить 25-30% від величини ЖЄЛ (близько 1200 мл). Це повітря затримується у «повітряних пастках», які утворюються тому, що частина бронхіол спадає раніше, ніж альвеоли.

Сума значень ЖЄЛ і ЗО становить **загальну ємкість легень (ЗЄЛ)**, що в середньому дорівнює 4700 мл.

Дослідження параметрів дихання

Частота дихання (ЧД) – це кількість дихальних циклів за 1 хв. Дихальний цикл складається із фаз вдиху (інспірації повітря) і видиху (експірації повітря). При цьому акт вдиху проходить трохи швидше, ніж акт видиху. ЧД схильна до вікових коливань і легко змінюється під впливом різних причин (стан здоров'я, температури тіла і навколишнього середовища, емоційних факторів і ін.). У здорової нетренованої людини в стані спокою ЧД – 14-18 за 1 хв. (16), у спортсменів – 10-11.

Хвилинний об'єм дихання (ХОД, л/хв) – кількість повітря, що вентилюється легенями за 1 хв під час спокійного дихання. Хвилинний об'єм дихання характеризує інтенсивність загальної легеневої вентиляції (без вентиляції альвеол) і має практичне значення для оцінки вентиляції тільки під час співставлення з частотою і глибиною дихання, що дозволяє орієнтовно робити висновки про наявність гіпо- чи гіпервентиляції. Норма у спокої становить 6-8 л/хв.

Максимальна вентиляція легенів (МВЛ, в л/хв або мл/хв) – це об'єм повітря, що вентилюється легенями в одиницю часу за умови максимальної глибини і частоти дихання. МВЛ залежить від ЖЄЛ, стану бронхіальної прохідності та сили дихальної мускулатури. Цей показник дає можливість оцінити функціональну здатність системи зовнішнього дихання. В нормі МВЛ у дорослих здорових нетренованих чоловіків становить 80-230 л/хв., у жінок – 60-170 л/хв., у спортсменів - 180-240 (200) л/хв.

Резерв дихання (РД, л/хв або %) розраховують як відношення ХОД до МВЛ. Величина РД дозволяє отримати важливу інформацію про ступінь напруги дихальної функції та ступінь навантаження дихальної системи. В нормі величина РД складає близько 8%, тобто організм використовує близько 8% від своїх максимальних можливостей. Збільшення цього відсотка свідчить про зниження здатності обстежуваного до виконання фізичних навантажень. При важких ураженнях дихального апарату і значному зниженні МВЛ величина РД може досягати 50%.

Вентиляційний індекс (ВІ). Цей розрахунковий показник був запропонований Гаррісоном і розглядається як відношення хвилинного об'єму дихання до життєвої ємності легенів. На думку більшості фахівців, значення ВІ можна визначити як критерій реалізації потенційних можливостей системи зовнішнього дихання конкретного реципієнта. В нормі вентиляційний коефіцієнт Гаріссона складає 1,2–2,6%. Для спортсменів характерним є деяке зниження цього параметру (в основному, за рахунок підвищення значень життєвої ємності легенів).

Таблиця 1. Вікові показники зовнішнього дихання людини

Вік	ДО, мл	ХОД, мл	ЧД, за хв	ЖЄЛ, мл	Час затримки дихання, с
Новонароджені	15-20	600-700	40-60	250-300	-
1 рік	60-80	2000-2700	30-35	300-500	----
5 років	120-160	3500-3900	25	1100-1200	-----
8 років	180-240	3600-4200	22	1300-1600	32
12 років	250-300	4300-5000	19	2000-2200	39
14 років	280-370	4800-5400	18	2700-3200	40
Дорослі	400-500	6000-7000	16	3500-5000	55-60

Метод спірометрії є основним методом дослідження рекомендований європейськими та міжнародними асоціаціями, такими як GINA, EAASI, NAC, для застосування в роботі алергологів, пульмонологів, терапевтів та педіатрів.

Спірометрія (спірографія) — це простий, доступний та неінвазивний метод діагностики поширених захворювань дихальної системи, що оцінює механічну функцію легень, грудної клітки і дихальної мускулатури шляхом вимірювання легеневих потоків та об'ємів. На основі отриманих даних можна оцінити функцію зовнішнього дихання, встановити тип порушення (обструктивний чи рестриктивний), поставити правильний діагноз.

Базисна спірометрія проводиться з метою визначення життєвої ємності легень, її складових та оцінки форсованого видиху.

Показання до застосування

Діагностика поширених захворювань легень (бронхіальна астма, ХОЗЛ).

Спірометрія є "золотим стандартом" діагностики цих хвороб;

Диференційна діагностика між захворюваннями дихальної та серцево – судинної системи;

Оцінка важкості і моніторинг перебігу захворювань легень;

Оцінка ефективності терапії, що проводиться;

Прогнозування можливих ризиків та ускладнень перед оперативним втручанням.

Метод дозволяє визначити цілий ряд функціональних показників дихальної системи, такі як:

Життєва ємність легенів (ЖЄЛ, в л.) — кількість повітря, яку пацієнт здатний видихнути після максимального вдиху.

Дихальний об'єм (ДО, в л.) — кількість повітря, яку пацієнт вдихає і видихає з кожним диханням.

Резервний об'єм вдиху або об'єм додаткового вдиху (РОвд, в л.) — кількість повітря, яку пацієнт може додатково вдихнути після спокійного вдиху.

Резервний об'єм видиху або об'єм додаткового видиху (залишковий об'єм) (РОвид, в л.) — кількість повітря, яку пацієнт може додатково видихнути після спокійного видиху.

Максимальна вентиляція легенів (МВЛ, в л/хв) — кількість повітря, яка може пройти через дихальну систему за одну хвилину при максимально частому і максимально глибокому диханні.

Абсолютні протипоказання

Гемодинамічна нестабільність (високий/низький артеріальний тиск, частота серцевих скорочень (пульс), втрата/сплутаність свідомості);
Інфаркт міокарду, тромбоемболія легеневої артерії, перенесені за 1 місяць до процедури;
Нестабільна стенокардія (болі в грудях що прогресують по силі, частоті, тривалості);
Пневмоторакс (вільне повітря в грудній клітці) - не менше 2 тижнів після розршення;
Кровохаркання, що недавно виникло;
Наявна у пацієнта внутрішньогрудна, черевна, мозкова аневризма (розширення судини з стоншенням стінки) значних розмірів;
Внутрішньочерепна гіпертензія (головний біль, головокружіння, нудота, блювання) внаслідок травми, пухлини, крововиливу, менінгіту, енцефаліту;
Гостре відшарування сітківки.



Відносні протипоказання

Декомпенсовані захворювання серця, недавній інфаркт міокарду, тромбоемболія легеневої артерії (більше 1 міс);
Недавні операції на очах, головному мозку, ЛОР — органах, грудній та черевній порожнині;
Гіпертензивний криз;
Будь — який гострий процес, що утруднить виконання тесту.
Психологічний/неврологічний статус пацієнта, що не дозволяє виконувати відповідні команди під час проведення тесту.



Спірографія — метод дослідження функції легенів шляхом графічної реєстрації їх об'єму при диханні. Спірографія дозволяє оцінити функціональний стан легенів, а також виявляти або виключати діагноз бронхіальної астми.

Дослідження проводять на приладі – спірографі.

Дані апарати існують двох видів:

Відкритий

При проведенні дослідження, пацієнт вдихає атмосферне повітря, а видихає його в сам прилад

Закритий

Повітря, який вдихає і видихає пацієнт, циркулює в самому апараті, а видихається вуглекислий газ поглинається.

Параметри, що реєструються:

частоту дихання - кількість подихів вироблених в 1 хвилину;

дихальний обсяг - обсяг повітря, що надходить в легені під час одного вдиху;

хвилинний обсяг дихання - обсяг повітря, що надходить в легені протягом 1 хвилини;

споживання кисню - обсяг кисню, який організм споживає протягом 1 хвилини;

коефіцієнт використання кисню - обсяг кисню, який організм споживає з 1 літра повітря, що поступає в легені;

життєва об'єм легенів - максимальний обсяг повітря, що видихається при спокійному видиху;

Спірографія проводиться для діагностики стану дихальної системи при таких захворюваннях або підозрі на них:

легенева недостатність;

запалення легенів;

бронхіальна астма та оцінка ефективності проведеної лікарської терапії при цьому захворюванні;

пневмосклероз;

хронічне обструктивне захворювання легенів;

онкологічне захворювання дихальної системи;

хронічний бронхіт;

тривалий кашель, наявність задишки, відчуття нестачі повітря;

енфізема легень.

Протипоказання

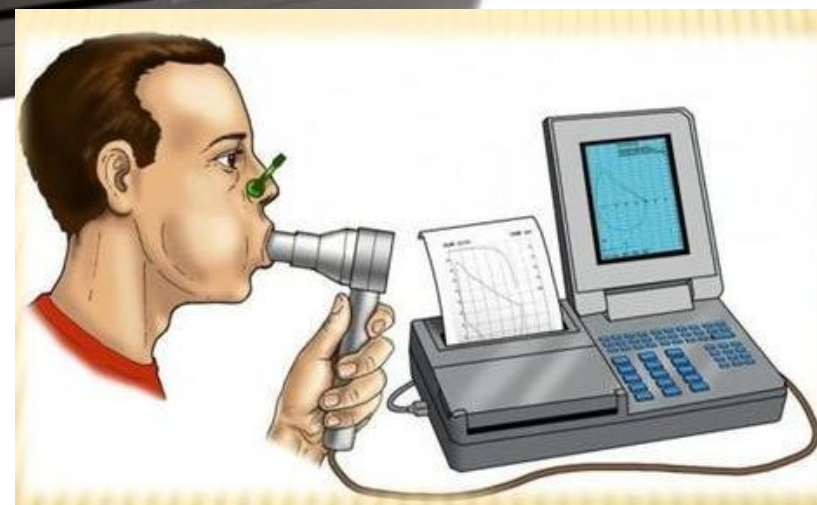
загальний важкий стан пацієнта;

гостра легенева недостатність;

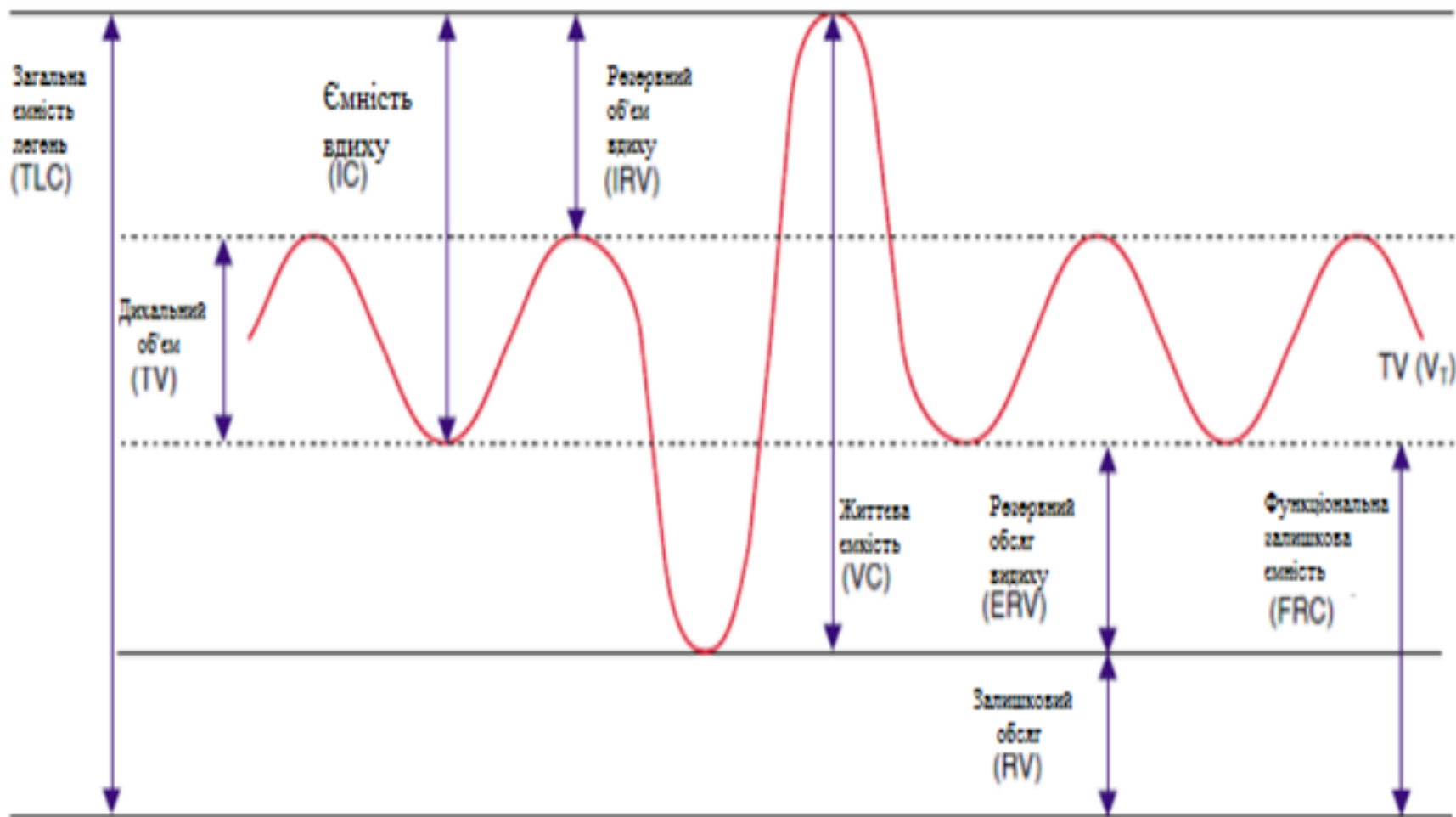
інфаркт міокарда;

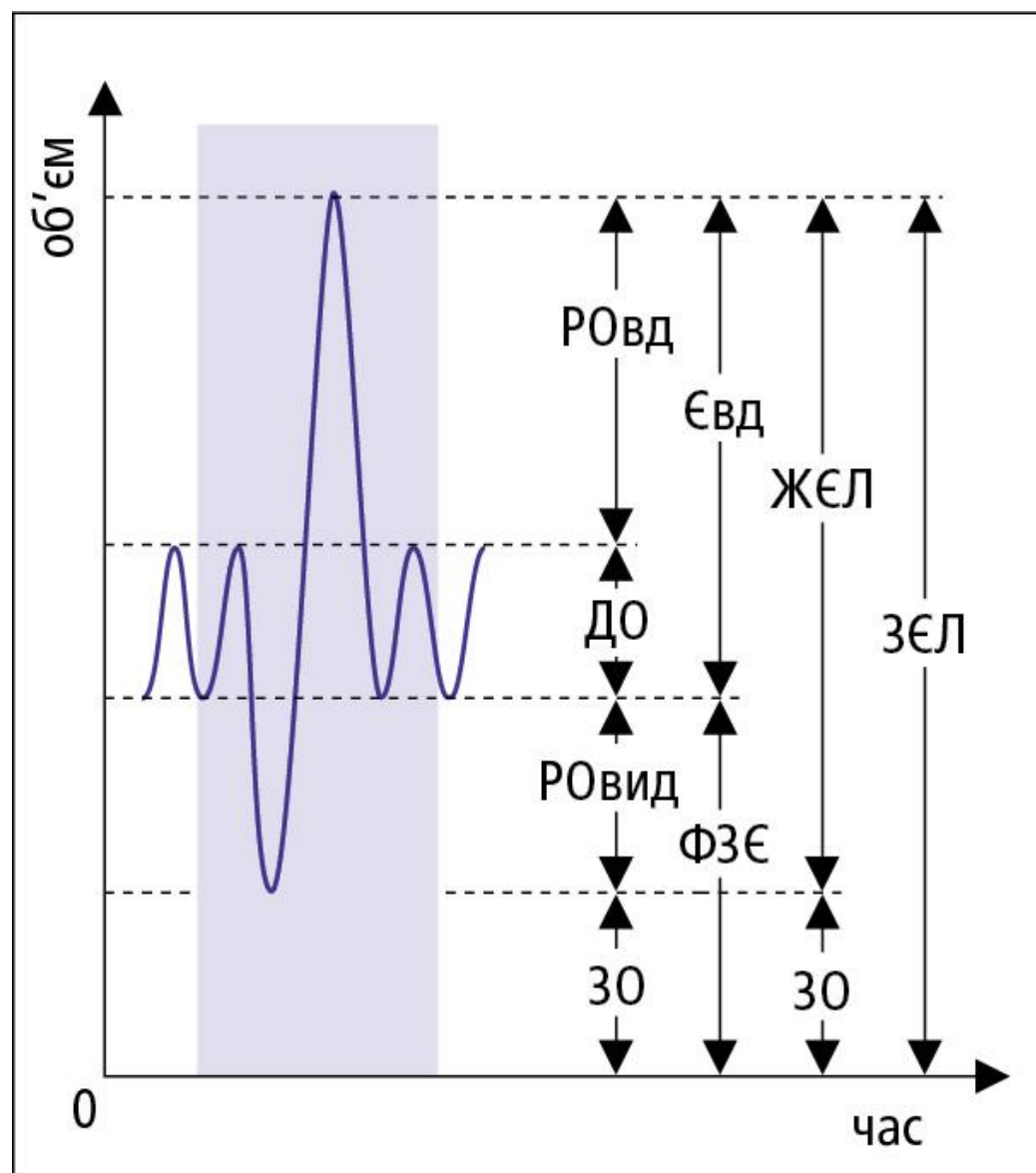
порушення мозкового кровообігу і т.д.

Апарати



Спірометрія





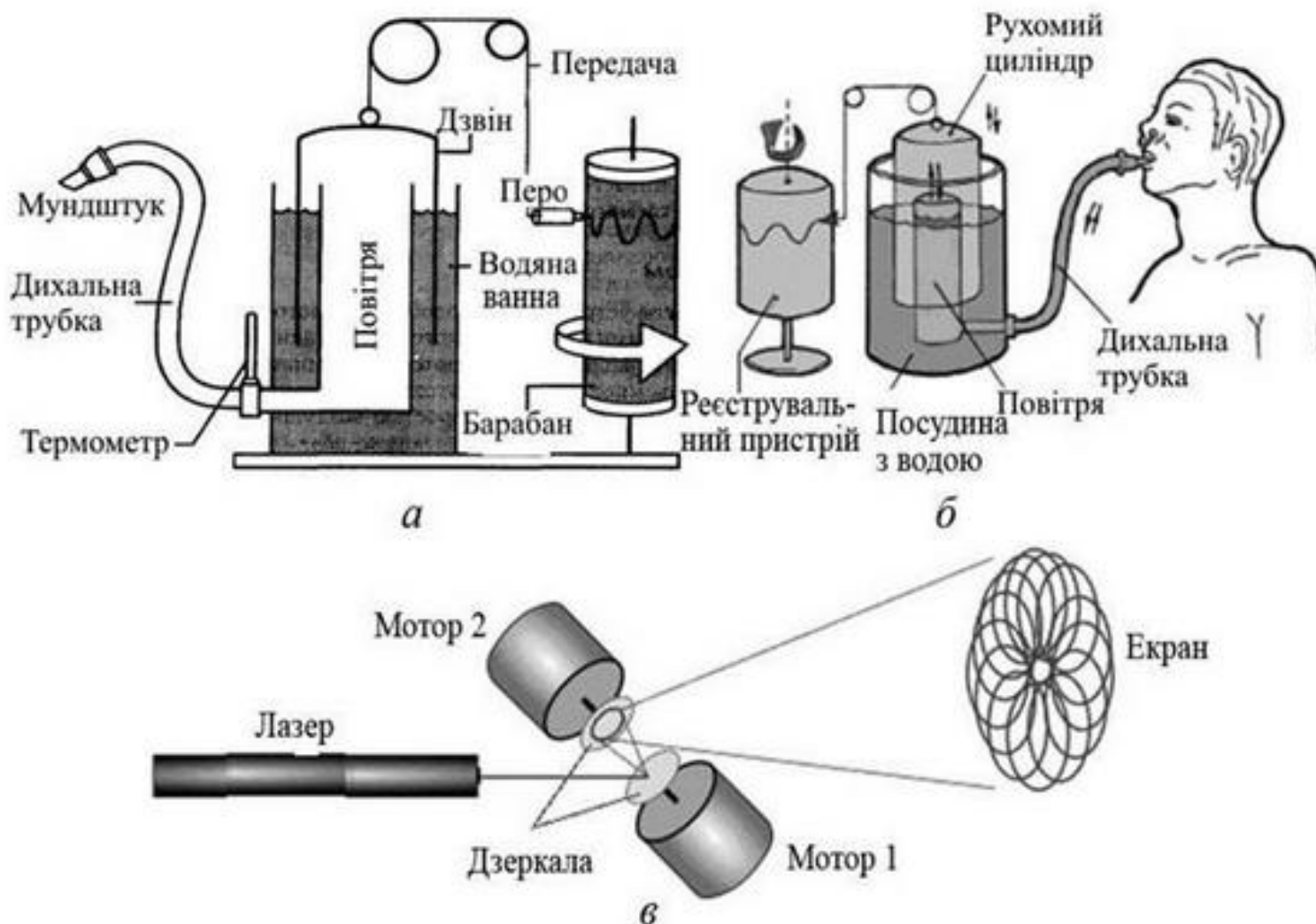


Рисунок 1.2 – Конструкції спірометрів: а – водяний спірометр, б – спірограф, в – портативний електронний спірометр

Пневмографія – графічне зображення форм дихання і дихальних рухів грудної клітки. Для реєстрації пневмограм використовують механічні й електричні (імпеданси) пневмографії

Імпедансна пневмографія основана на реєстрації змін електричного опору (імпедансу) грудної клітки під час дихання. При вдиху опір тіла змінному струму (50.. 100 кГц) зростає на 0,2.. 0,6 %, а при видиху воно повертається до початкового значення.

За пневмограмою можуть бути визначені частота і ритм дихань, тривалість фаз вдиху і видиху, дихального циклу.



Рисунок 1.5 – Структурна схема пневмографа

Пневмограф — прилад для дослідження та запису дихальних рухів у людини й тварин шляхом графічної реєстрації рухів грудної клітки^[1]. Складається з надувної камери, оберненої навколо грудей і з'єднаної з манометром і записуючим пристроєм.

Крива, що записується ним, непомітно від самого спостережуваного суб'єкта, дає можливість точно судити не тільки про ритми дихання, але й про силу і тривалість кожної дихальної фази — вдиху, видиху та паузи. Якщо записуюче перо креслить, на смужці паперу що рівномірно рухається, то спостереження може безперервно тривати годинами, а це вкрай важливо при тривалих фізіологічних та психофізіологічних дослідженнях.



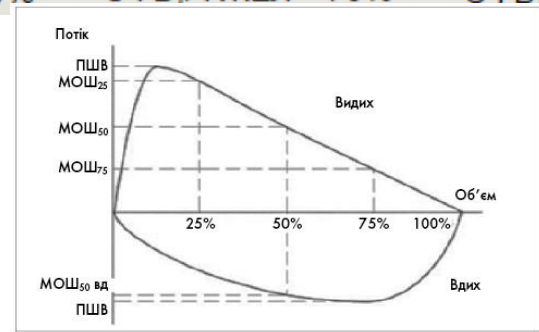
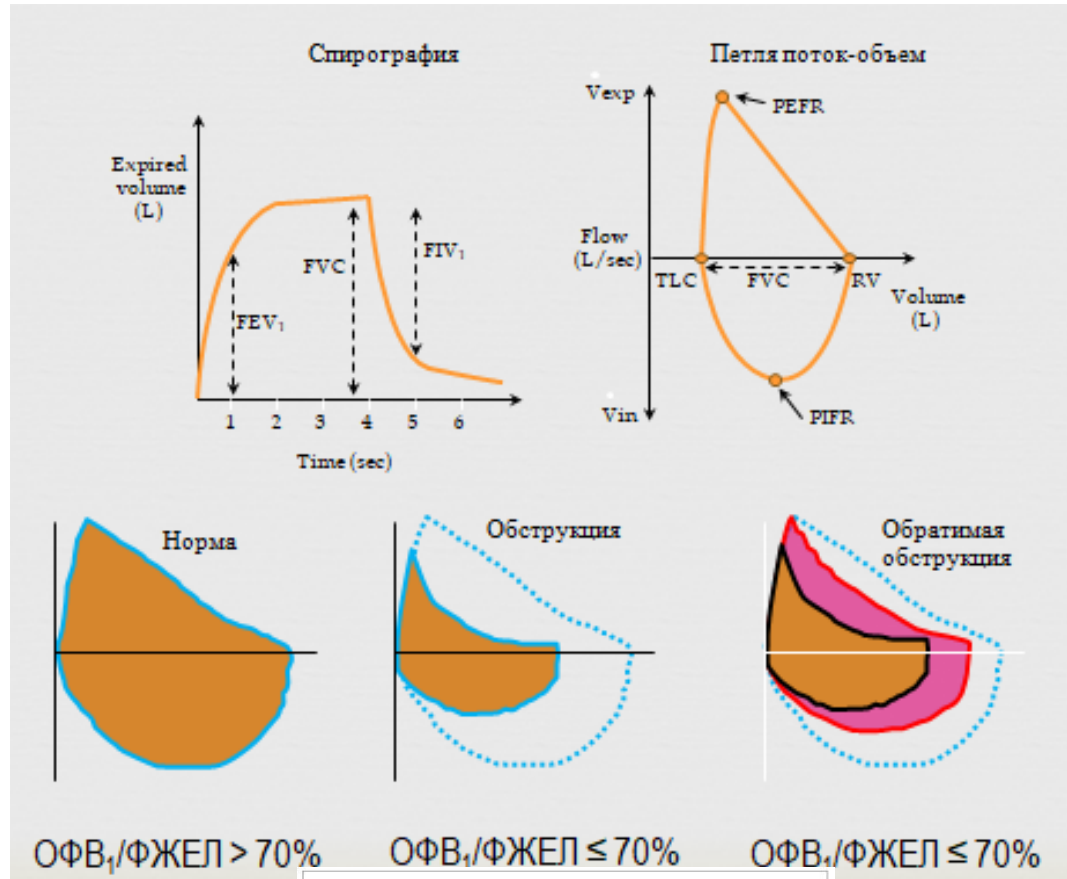
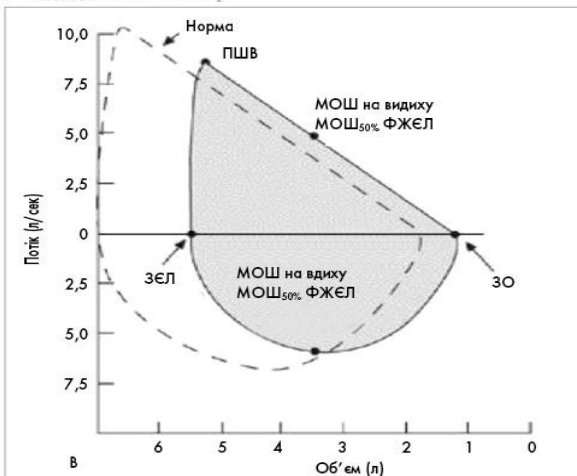
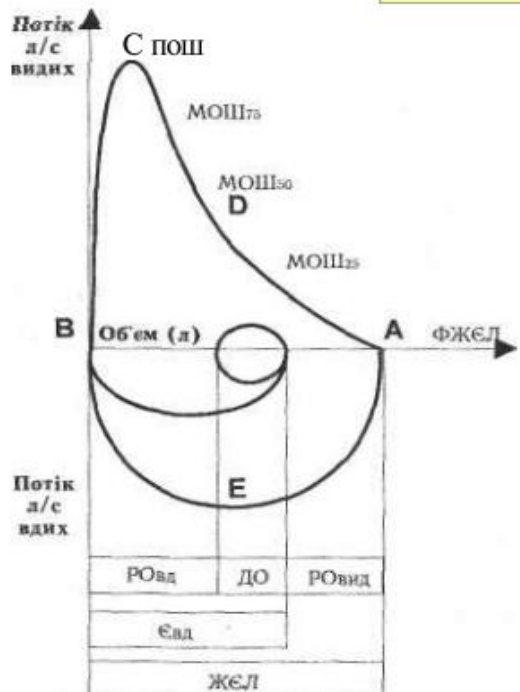
Пневмотахографія (ПТГ) - метод дослідження функції зовнішнього дихання, який полягає у графічній реєстрації швидкості руху потоку повітря (кривої „потік - об'єм“) при спокійному диханні пацієнта і під час виконання ним певних дихальних маневрів, потужності вживу і видиху.

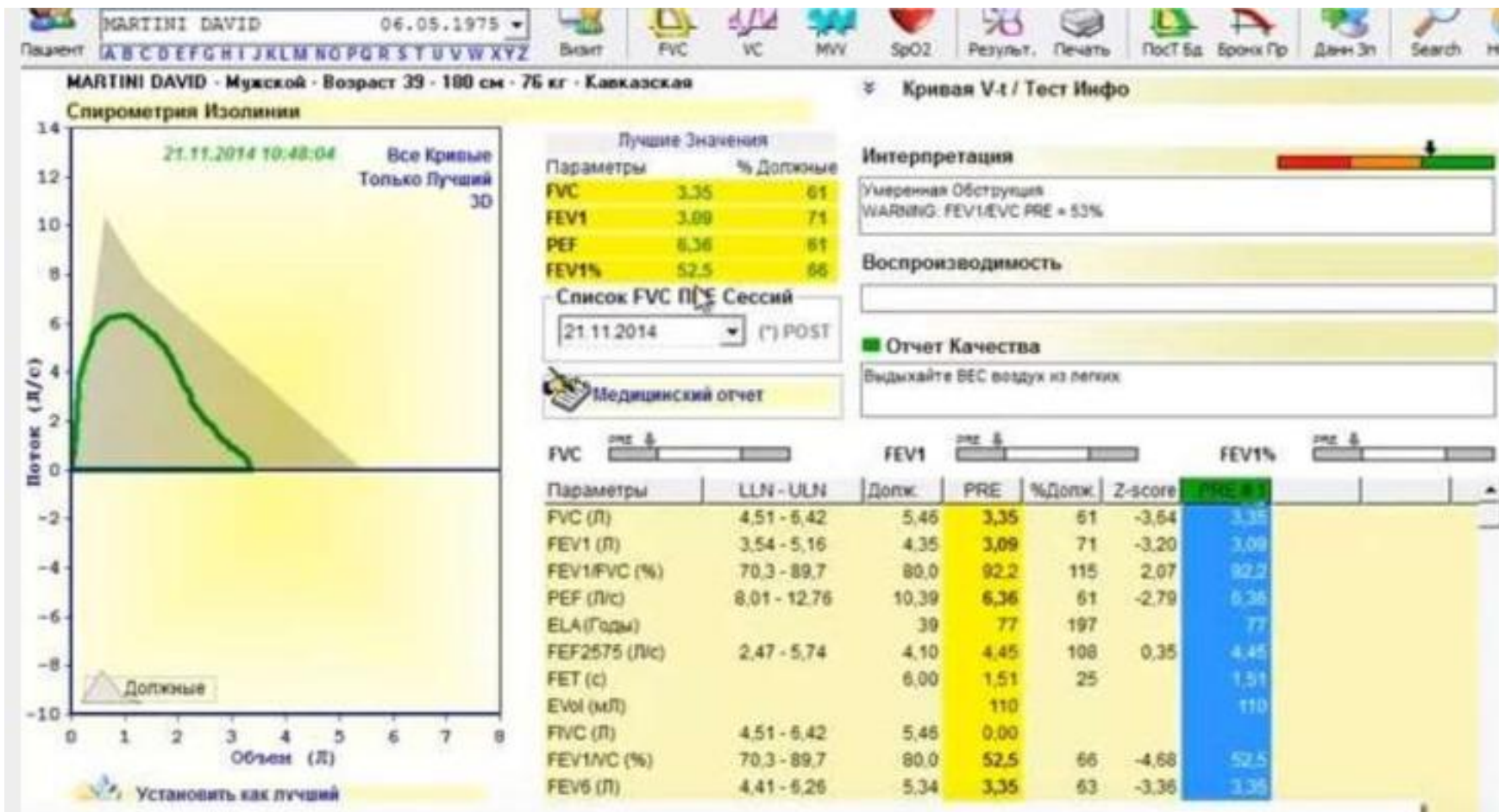
Метод спрямований на діагностику виду й ступеня вентиляційних порушень легень на підставі аналізу кількісних і якісних змін пневмотахографічних показників.

Показання і протипоказання до призначення ПТГ аналогічні таким щодо спірографії.

Пневмотахометрія проводиться за допомогою спеціального приладу пневмотахометра, що складається з датчика (спеціальна трубка з діафрагмою і одноразовим змінним мундштуком), і вимірювального блоку з манометром. Об'ємна швидкість потоку повітря на вдиху і видиху вимірюється в літрах в секунду (л / с) за показаннями манометра.

MUR і SUR

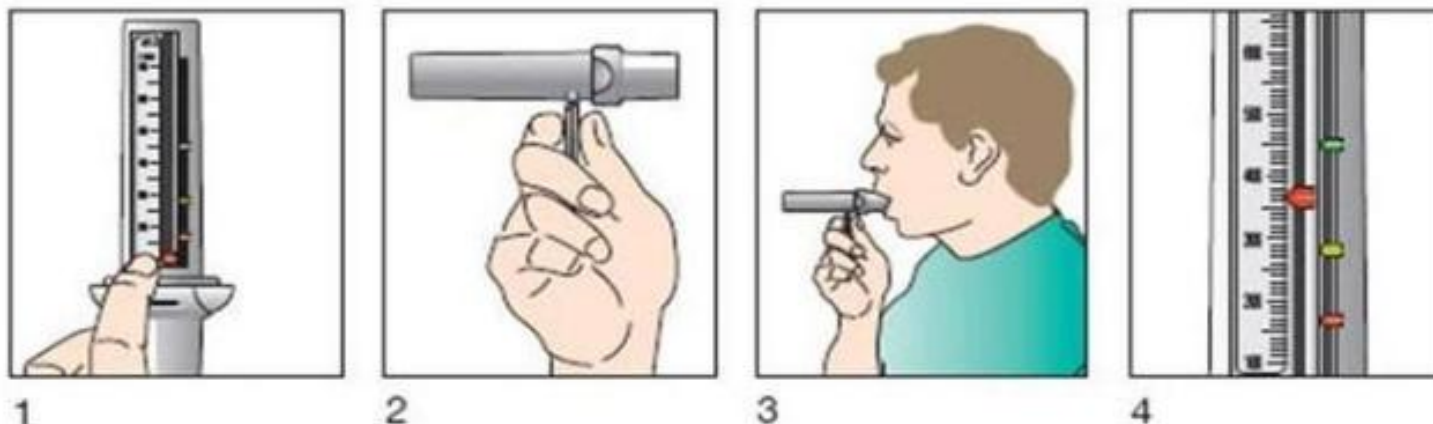




Пікфлоуметрія – метод моніторингу пікової швидкості видиху (ПШВ), яка вимірюється в літрах на секунду або на хвилину, для оцінки ступеня обструкції дихальних шляхів



- Процедура делается в положении сидя (или стоя). Сначала следует сделать несколько спокойных вдохов и выдохов, после чего делается глубокий вдох



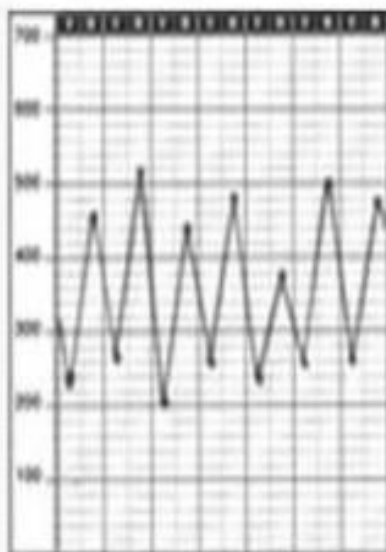
- За каждый сеанс требуется сделать не менее 3 выдохов через некоторые промежутки времени (2-3 мин.), и выбрать максимальное значение.
Пикфлоуметрия проводится не менее 2 раз в день – вечером и утром.

Каждого пациента, в зависимости от его пола, возраста и роста. Для детей учитывается только возраст. В начале пользования данным прибором в течение 3 недель составляется индивидуальная диаграмма с тремя цветными зонами. Для этого состояние пациента должно быть стабильным – без признаков бронхообструкции. При достижении им максимального результата его умножают на коэффициент 0.8.



Примеры графиков пикфлоуметрии

Неконтролируемая астма



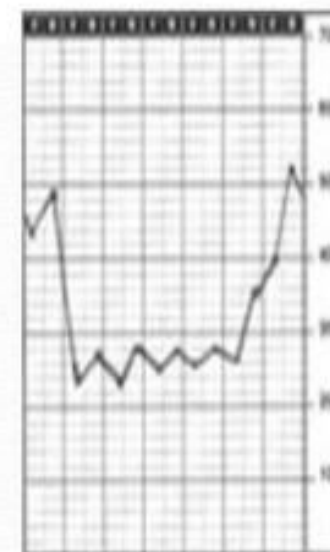
"Утренние провалы"



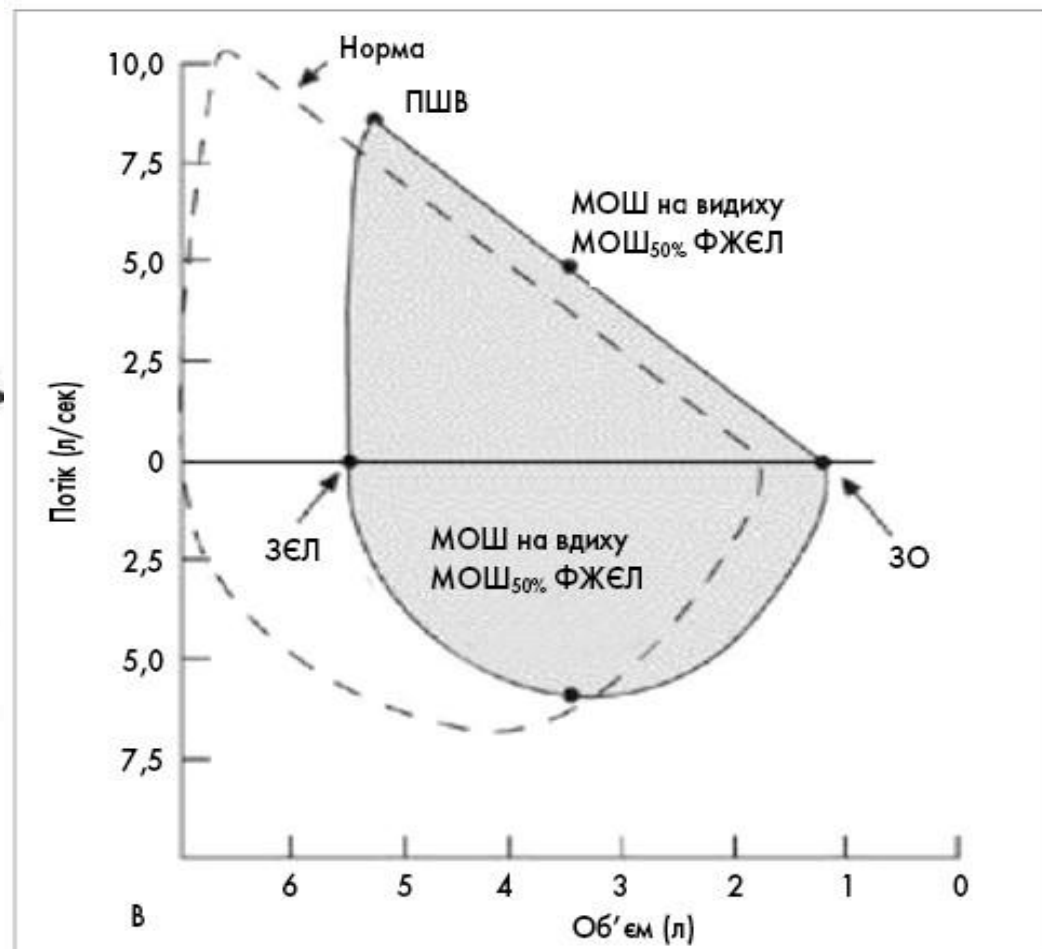
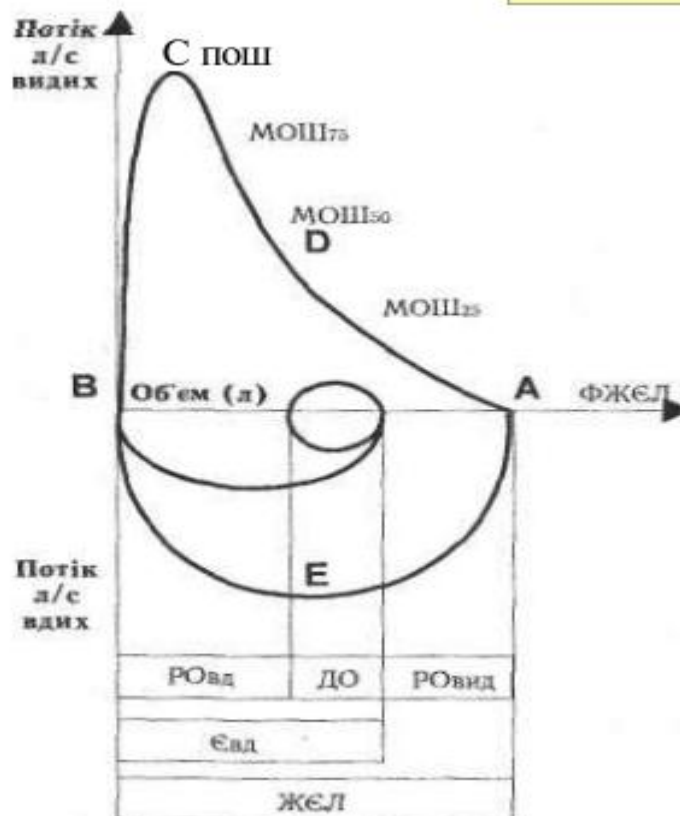
Астма под контролем

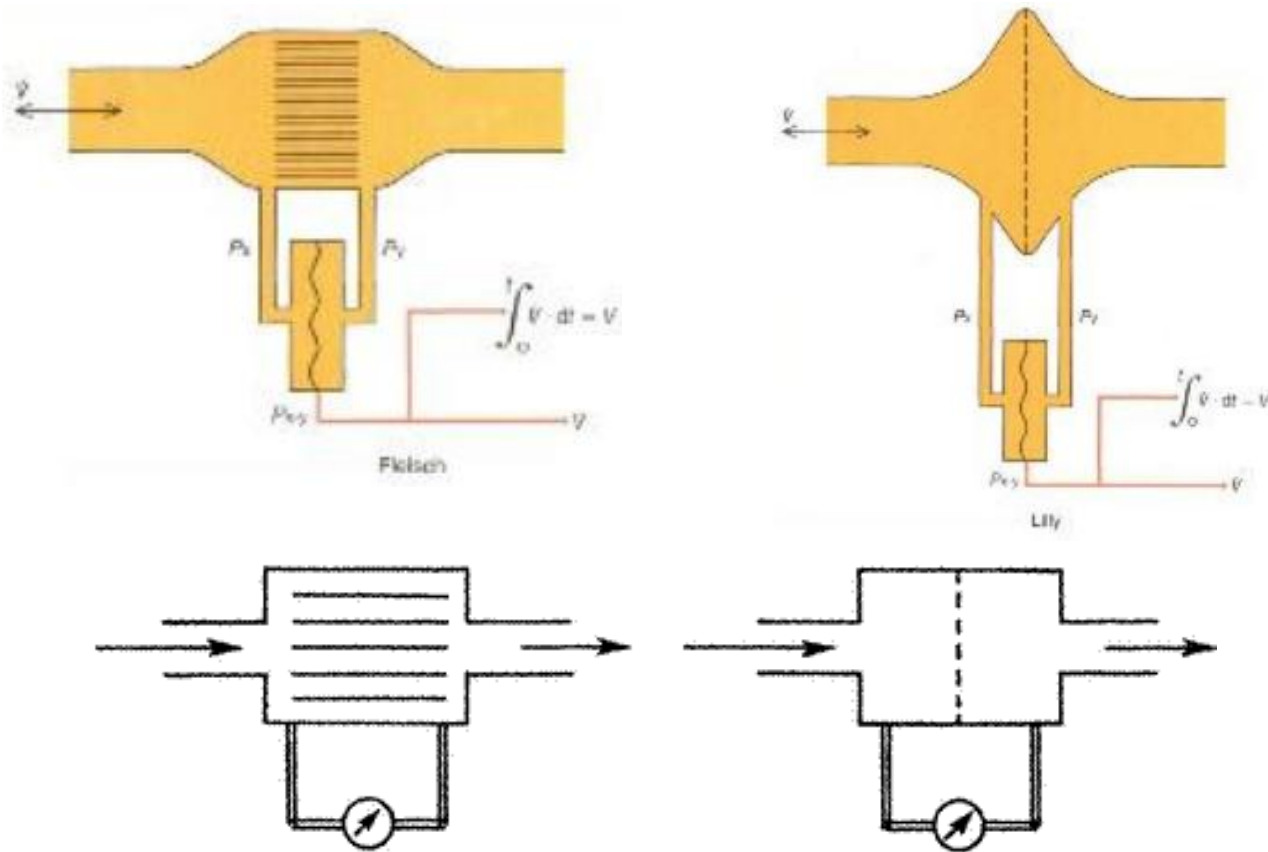


Эпизод бронхита



MUR і SUR





а)

б)

Рисунок 4.1– Конструкція трубки Флейша а) та Лілі б)

Артеріальний тиск – це сила, з якою кров тисне на стінки артерій.




Систолічний артеріальний тиск відповідає тиску під час скорочення серця (систоли),

діастолічний артеріальний тиск – в момент розслаблення серця (діастола).

Класифікація рівнів АТ (мм рт. ст.) та ступенів артеріальної гіпертензії

Категорія	Систолічний АТ	Діастолічний АТ
Оптимальний	<120	<80
Нормальний	120-129	80-84
Високий нормальний	130-139	85-89
АГ I ступеня	140-159 та/або 90-99	
АГ II ступеня	160-179 та / або 100-109	
АГ III ступеня	≥180 та/або ≥ 110	
Ізольована систолічна АГ	≥ 140	<90

НОРМА ТИСКУ ЛЮДИНИ

	ВОЗРАСТ	МИНИМУМ	НОРМА	МАКСИМУМ
	1–5	80/55	95/65	110/79
	6–13	90/60	105/70	115/80
	20–24	108/75	120/79	132/83
	25–29	109/76	121/80	133/84
	40–44	112/79	125/83	137/87
	45–49	115/80	127/84	139/88



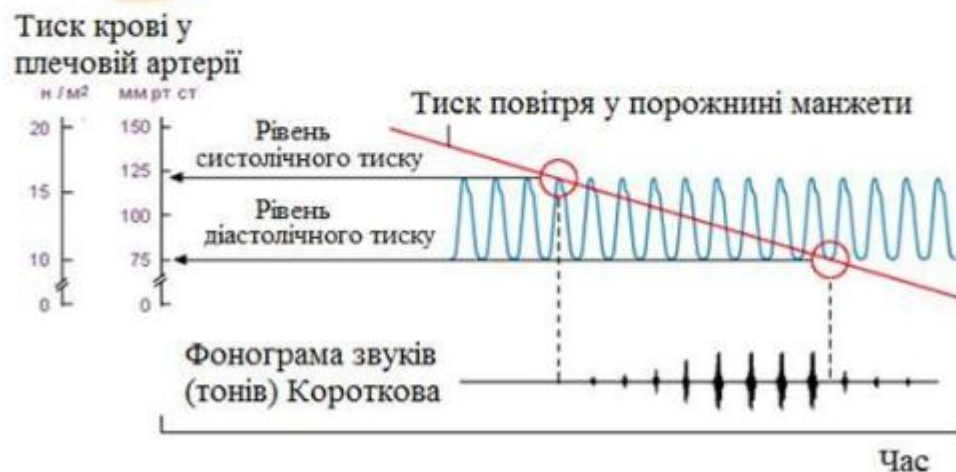
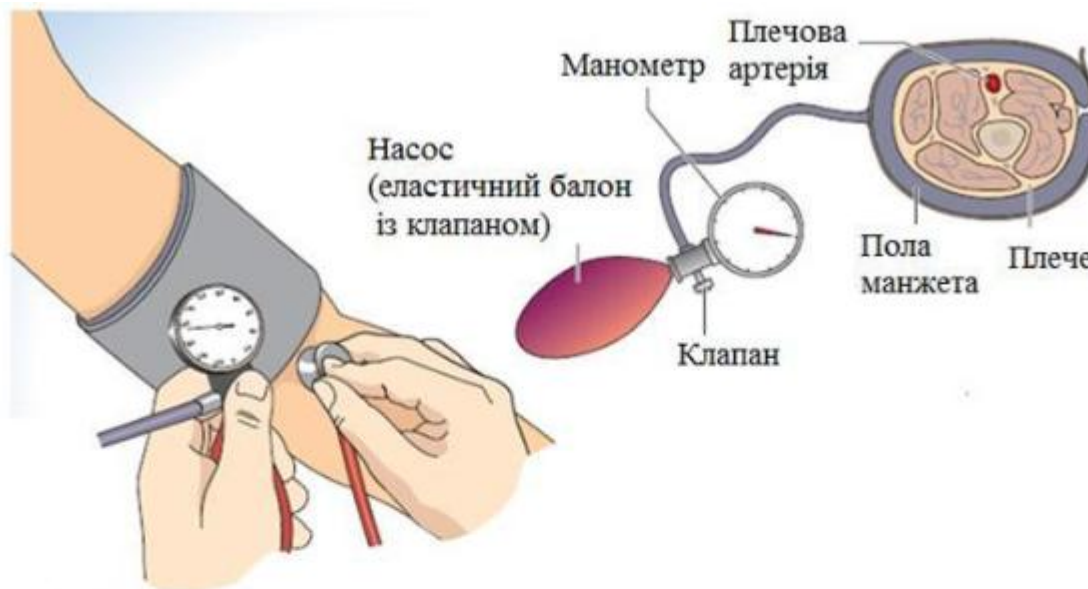


Рис. 1. Аускультативна методика вимірювання артеріального тиску

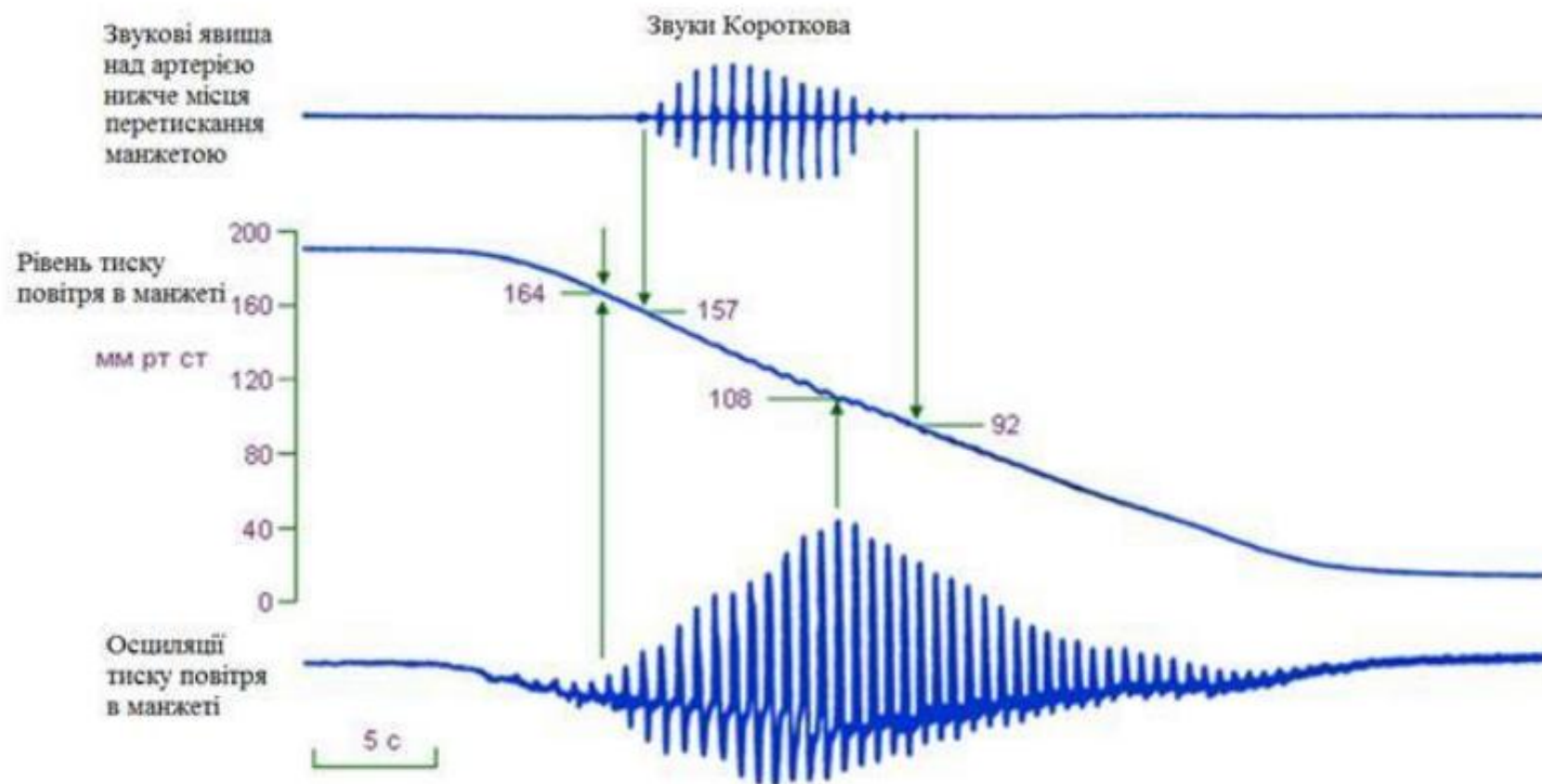


Рис. 2. Осцилометрична методика вимірювання артеріального тиску

Сучасні автоматичні тонометри використовують тахоосцилограму

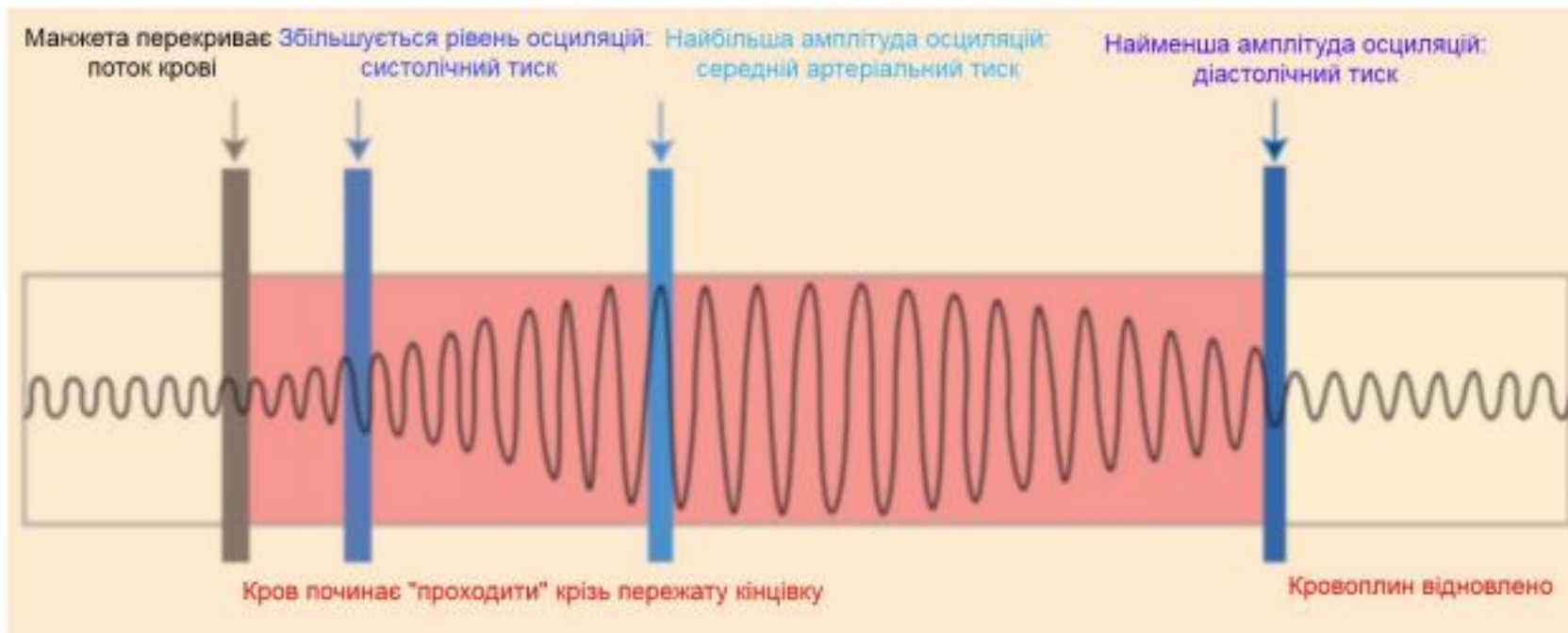


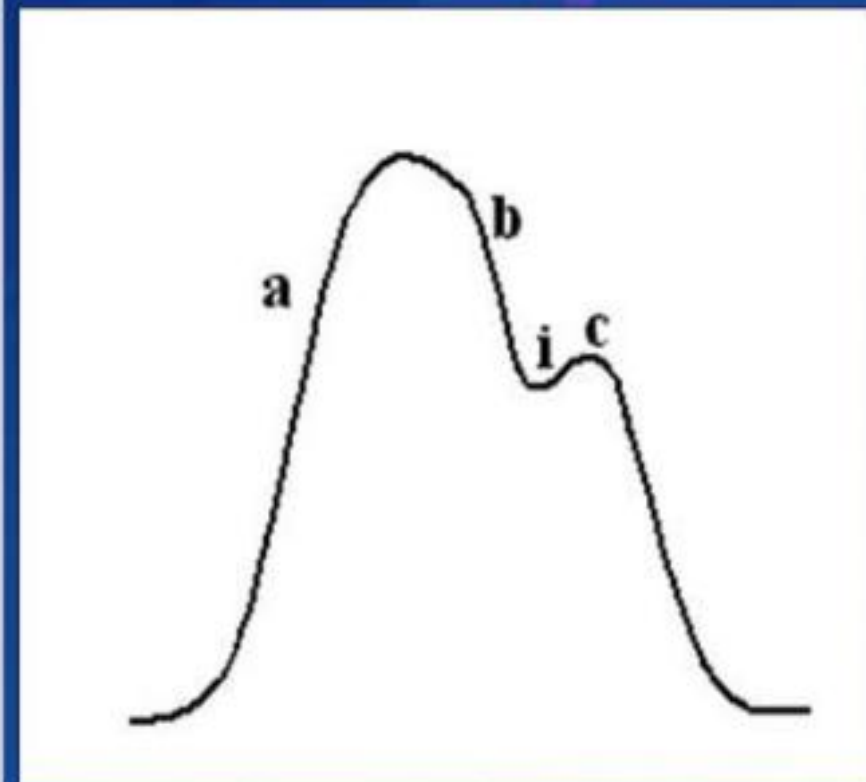
Рис. 1.3 – Тахоосцилографічний метод вимірювання АТ

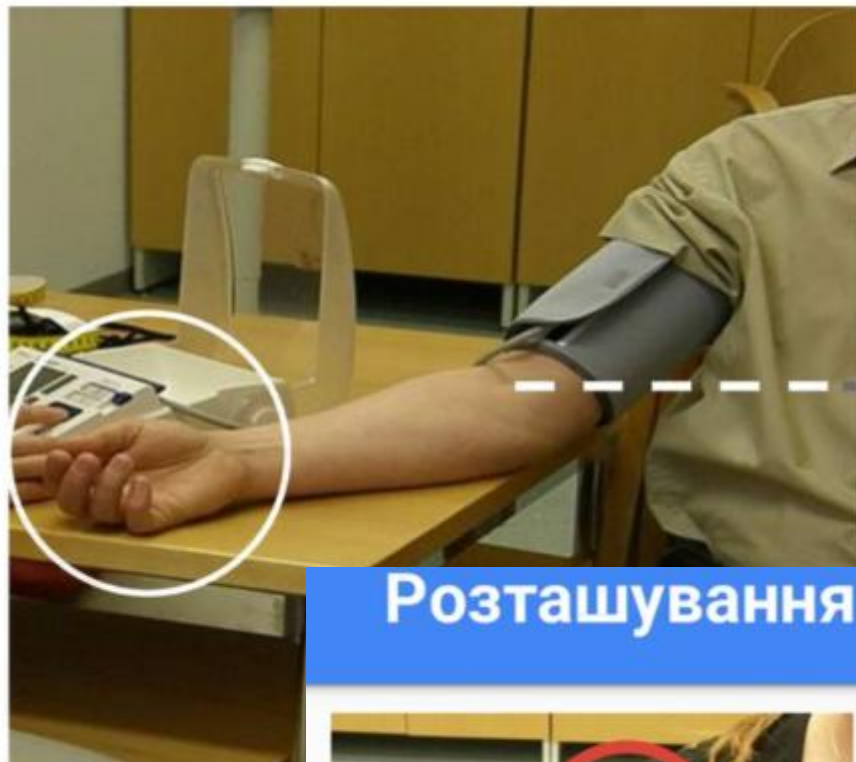
Після накачування повітря в манжету автоматичним компресором (в автоматичних тонометрах) або за допомогою так званої «груші» починається поступове випускання повітря з манжети зі зниженням тиску в ній. В процесі декомпресії реєструються осциляції тиску в манжеті, пов'язані з поступовим проходженням пульсуючої крові крізь перетиснуту кінцівку. Реєструються моменти часу появи і зникнення цих осциляцій і значення тиску в манжеті в ці моменти.

Тиск в манжеті на момент виникнення осциляцій показує систолічний тиск в артерії, а в момент зникнення – діастолічний тиск.

Графічний метод дослідження артеріального пульсу

На сфігмограмі розрізняють крутий підйом, висхідне коліно – анакроту -a (ana – рух уверх, crotos – удар), який переходить у низхідне коліно – катакроту b (cata – вниз), яка має додаткову хвилю – дикротичну. Анакрота відповідає відкриттю півмісяцевих клапанів і виходу крові в аорту. Катакрота виникає в кінці систоли шлуночка, коли тиск у ньому починає падати. Низхідне коліно має виїмку – інцизуру (i) і додаткову хвилю – (c) вторинний, або дикротичний підйом, який співпадає із закриттям півмісяцевих клапанів аорти і відбиттям крові від них.





Права рука, вільно
лежить на столі на
одній лінії з серцем

Розташування манжети



Переконайтеся, що верхня частина
манжети не обмежена одягом

Одягніть манжету на праву (ліву) руку
на 2-3 см вище ліктьової ямки
Перевірте, чи не одягнуто
манжету занадто тісно

Один палець має проходити
між манжетою та рукою

1 Не можна перед вимірюванням тиску пити чай або каву

3 Важливо не проводити вимірювання тиску з переповненим сечовим міхуром

5 Руку необхідно покласти на поверхню, а не тримати її у повітрі

7 Необхідно спертися на спинку стільця і максимально розслабитись

9 Перед вимірюванням тиску декілька хвилин слід посидіти спокійно



2 Не слід палити цигарки перед вимірюванням тиску

4 Манжету дозволяється накладати поверх тонкої сорочки, інший одяг слід знімати, а не закручувати рукав

6 Руку слід покласти так, щоб середина манжети перебувала на рівні серця

8 Обидві ноги мають вільно стояти на підлозі, не сидіть перекинувши ногу на ногу

10 Під час вимірювання не слід говорити, дивитися телевизор чи перебувати в емоційному стані

КАРДІОШКОЛА

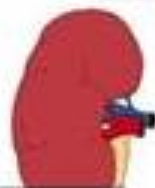
ТОП 10 правил вимірювання артеріального тиску

Вплив високого артеріального тиску на внутрішні органи

Порушення
кровообігу
сітківки,
крововиливи
в сітківку



Хронічна ниркова
недостатність



Порушення
мозкового
кровообігу



ІХС,
гострий Інфаркт міокарда
порушення ритму
серцева недостатність



порушення периферичного
кровообігу





Тонometr – медичний прилад для вимірювання артеріального тиску (АТ) та частоти пульсу – застосовується в закладах охорони здоров'я та в домашніх умовах для визначення стану серцево-судинної системи.

У медичних установах і в домашніх умовах найчастіше використовується апарати для вимірювання артеріального тиску, який включає в себе: манометр, який вказує на цифри тиску; нагнітач повітря (найчастіше цю роль виконує гумова груша), який забезпечений клапаном - регулятором спуску; манжета, яку одягають на плече, трохи вище ліктя.



Тонometr механічний

Складається з помпи (груші) для накачування повітря, манжети, манометра (циферблата) зі стрілкою, на якому можна побачити дані вимірювань артеріального тиску, а також фонендоскопу, завдяки якому прослуховується момент фіксації верхнього тиску (систоличного) і нижнього (діастолічного), а також є можливість більш точно поспостерігати за частотою пульсу.

Якщо говорити про те, який тонометр найточніший, в порівнянні з іншими аналогами, то це, без сумніву, механічний, так як його свідчення не залежать від слабкості пульсу і наявності аритмії. Саме тому, щоб уникнути похибок, він до цих пір, активно використовується лікарями, незважаючи на те, що вже давно існують більш зручні електронні апарати останнього покоління. Цей вид тонометра вважається еталоном в методах вимірювання артеріального тиску і за його показниками звіряють показання інших модифікацій.

До **переваг** механічних виробів також можна віднести:

- манжети для таких приладів виготовляються різних розмірів, від самих маленьких, (для вимірювання тиску грудним діткам), до найбільших (для вимірювання тиску людям, які мають великий об'єм руки);
- їм не потрібна заміна батарейок, тому апарат цілком можна брати з собою на роботу, або в дорогу;
- висока точність;
- простота;
- має порівняно невисоку вартість, в порівнянні з іншими моделями.

Недоліки:

- а) необхідно навчитися правильно користуватися приладом, що потребує від людини деяких знань і навичок;
- б) потрібно мати хороший слух і зір;
- в) він буває не дуже зручний в експлуатації в домашніх умовах.

Тонometr електронний

У порівнянні з механічною моделлю, більш простий і зручний в користуванні, хоча і менш точний. Складається з манжети і електронного дисплея, на який виводяться дані вимірювання.

У напівавтоматичних апаратів є груша - нагнітач повітря, як і в механічних пристроях.

Тонometr напівавтомат. У такому приладі повітря в манжету нагнітається вручну грушею - нагнітачем, а результати вимірювань можна побачити на електронному екрані з кнопковим управлінням.

Тонometr автоматичний. Це моделі самі вдосконалені, що мають масу додаткових опцій. В таких приладах після того, як манжета одягнута на область плеча, весь процес вимірювання тиску відбувається в автоматичному режимі, в тому числі і закачування повітря. Тому, можна сміливо стверджувати, що це найкращий тонometr, серед інших, в плані зручності і комфорту в експлуатації, для людей будь-якого віку, в тому числі і для тих, хто фізично ослаблений.

Тонometr на зап'ястя є одним з різновидів електронних автоматичних модифікацій. Його відмінною рисою є те, що манжета має зовсім невеликий розмір і на ній закріплено маленький дисплей для зняття показників вимірювань. Такий апарат ідеально підійде тим, хто веде активний спосіб життя, але повинні регулярно контролювати свій артеріальний тиск. Так як пристрій дуже компактний, нетяжкий і запакований в надійний футляр, і саме це дозволяє носити його постійно з собою. Дана модель зручна ще й тим, що немає необхідності знімати одяг, щоб зробити вимір, як у випадку з іншими варіантами. Необхідно лише закріпити прилад на зап'ясті, зручно присісти, заспокоїтися і розташувати руку з манжетою на лінії серця.

Недоліки:

- має похибки результатів, тому з особливою ретельністю треба стежити за розташуванням руки з приладом в процесі експлуатації;
- не рекомендований дуже літніми людьми, а також тим, у кого є проблеми з тонусом судин.



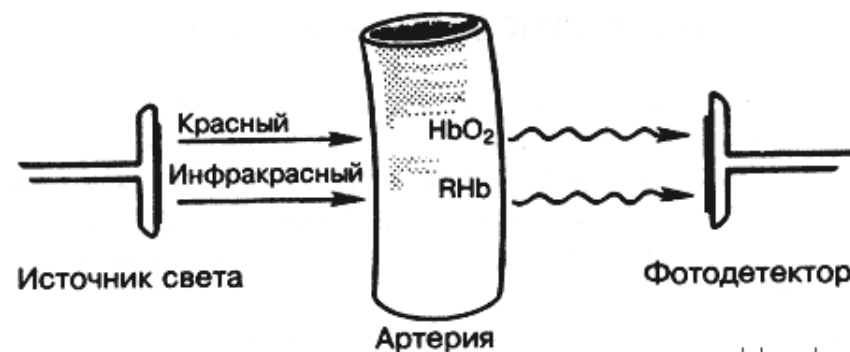
Рис 1. Схеми тонометрів

Оксиметрия — оптический метод определения степени насыщения гемоглобина кровя кислородом, основанный на специфических отличиях спектральных свойств оксигемоглобина и восстановленного гемоглобина.

Оксиметрія базується на можливості різних форм гемоглобіну поглинати світло різної довжини хвилі. Оксигемоглобін (HbO₂) поглинає видиме світло червоної ділянки спектра (тому оксигенована кров червоного кольору), а дезоксигемоглобін, або відновлений гемоглобін (RHb), поглинає світло інфрачервоного діапазону. Якщо світловий пучок складається з хвиль обох названих частин спектру, які проходять через кровоносні судини, то передача хвиль кожної з ділянок буде обернено пропорційна концентрації HbO₂ і RHb в крові.

Насичення гемоглобіну артеріальної крові киснем (S_aO₂) розраховується як відношення кількості HbO₂ до загальної кількості Hb (тобто сумі HbO₂ і RHb) в пробі.

$$S_aO_2(\%) = \frac{HbO_2}{HbO_2 + RHb} \cdot 100$$



Ця формула не враховує вміст метгемоглобіну та карбоксигемоглобіну в крові. Оксиметри для використання *in vitro* мають 4 різні довжини хвиль світла і можуть визначати всі 4 перелічені форми гемоглобіну.

Оксиметр для постійного моніторного спостереження має лише 2 довжини хвиль світла, тому такі стани, як метгемоглобін-і карбоксигемоглобінемія, мабуть, не будуть виявлені. Однак ці стани трапляються досить рідко, тому для більшості хворих застосування двох довжин хвиль цілком обґрунтовано.

Традиційні оксиметри мають два недоліки.

Перший - поглинання світла пігментами (наприклад, білірубіном) та іншими тканинними елементами.

Другий і більш важко усунутий - неможливість диференціювати гемоглобін артеріальної та венозної крові.

Зазначені проблеми частково вирішені в оксиметрах, які вимірюють проходження світла лише через пульсуючі судини. Це так звані пульсоксиметри, що значно підвищили ефективність моніторингу у відділеннях інтенсивної терапії.

Ппульсація артерій може бути причиною коливань світлового пучка, що падає на них. Фотоелемент на пульсоксиметрі здатний приймати зміни світла, що проходить внаслідок артеріальної пульсації і незмінене світло від вен та інших неппульсуючих елементів. При цьому обробляється тільки змінене вхідне світло (аналогічно підсилювачу змінного струму) без урахування незміненого світлового потоку від вен та інших неппульсуючих джерел у тканинах. Це пояснює, чому на дані пульсоксиметрії не впливає товщина тканин (включаючи нігтьову пластинку) або пігменти.

Основне обмеження пульсоксиметрії – нечутливість показника насичення гемоглобіну артеріальної крові киснем до зсувів легеневого газообміну. Це з формою кривої дисоціації оксигемоглобіна (див. рис 25-1). Коли SaO_2 більше 90% і paO_2 вище 60 мм рт.ст., верхня частина кривої пологи, і pdO_2 може змінюватися в значних межах з невеликими коливаннями SaO_2 . Іншими словами, показник SaO_2 буде неадекватним для виявлення ранніх змін у легеневому газообміні. Проте значення цих обмежень неясно.

$$I = I_0 \times \exp(-Kcd)$$

$$c = \frac{\ln \frac{I_0}{I}}{k \cdot d}$$

Частота серцевих скорочень (ЧСС) - це кількість ударів серця в хвилину. 4

Частота пульсу - це кількість імпульсів крові, що виникають в артерії за одну хвилину.
В нормі ці два показника рівні між собою.

Якщо частота серцевих скорочень і частота пульсу різні, то можна говорити про порушення ритму і робити висновки про певні хвороби.

Характеристики пульсу

- 1. Симетричність** – це однакові пульсові коливання, що визначаються на симетричних променевих артеріях. У нормі пульс симетричний, при патології асиметричний.
- 2. Ритмічність** – це часовий проміжок між пульсовими хвилями. Якщо вони однакові, то пульс ритмічний (pulsus regularis), якщо різні, то пульс аритмічний (pulsus irregularis).
- 3. Частота пульсу** – це число пульсових хвиль, зареєстрованих протягом 1 хв. Норма **60—80 за 1 хвилину**. ЧСС понад 80 уд/хв називають [тахікардією](#), а ЧСС менше 60 уд/хв — [брадикардією](#).
- 4. Напряга пульсу** визначається опором артерій натисканню пальцем і залежить від величини АТ.
- 5. Наповнення** визначається коливанням максимального й мінімального обсягу артерії й залежить від величини ударного об'єму, ОЦК і розподілу крові.
- 6. Форма пульсової хвилі**

Дефіцит пульсу — коли кількість пульсових хвиль стає меншою, ніж частота серцевих скорочень. Тому недостатньо порахувати пульс на [променевій артерії](#), а обов'язково треба порахувати кількість серцевих скорочень. Різниця цих двох показників і визначає дефіцит пульсу.

Переміжний пульс — чергування слабких та сильних пульсових хвиль, ознака важкого ушкодження [серцево-судинної системи](#).

Існує три види пульсу:

– артеріальний – ритмічні поштовхоподібні коливання, які виникають при наповненні артерій кров'ю;

Центральний (на [аорті](#), [сонних артеріях](#))

Периферичний (на [променевій артерії](#), артерії тильного боку стопи)

– венозний – пульсація великих вен на шиї і інших великих кровоносних судин, розташованих в безпосередній близькості від серця;

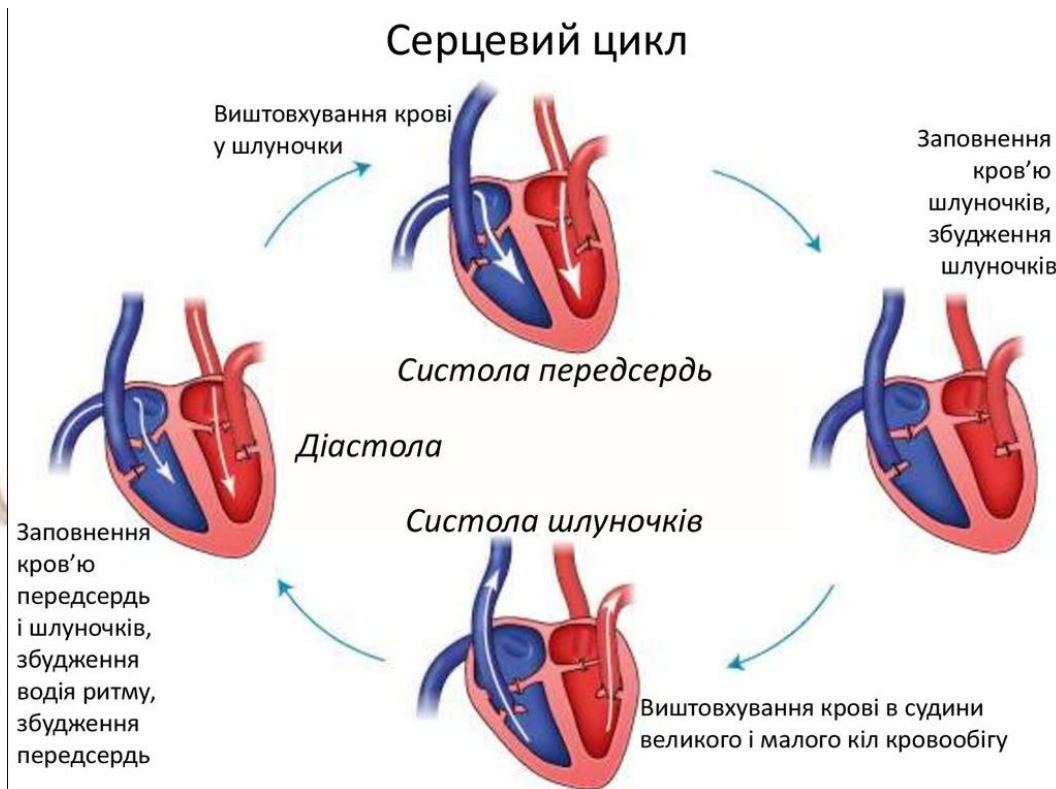
– капілярний – почервоніння краю нігтьової пластини залежно від серцевого ритму.

Нормальний пульс

- Частота 60-90 ударів/хвилину
- Ритм правильний (пульсові хвилі проходять через однакові проміжки часу)
- Пульс повний (різниця коливання максимального і мінімального об'єму артерій)
- Середнього напруження (опір, який виникає при спробі стиснути пальцем артерію для припинення в ній пульсових хвиль)
- Нормальної величини (середнє наповнення та середнє напруження)
- Нормальної форми (швидкість наростання та падіння окремої пульсової хвилі)

Возраст человека	Число сердечных сокращений в минуту
До 1 года	120–140
До 5 лет	100
До 10 лет	90–95
До 20 лет	65–75
20–55 лет	65–80
55–60 лет	80–85
65–70 лет	90–95





Фактори, що впливають на пульс

1.	Стать	У жінок P/S на 7 – 8 ударів більше ніж у чоловіків
2.	Вік	У новонароджених P/S 130 – 150 уд. за 1 хв. З віком частота P/S падає і в 20 років відповідає 60 - 90 уд. за 1 хв. Після 60 років P/S іноді незначно прискорюється.
3.	Зріст	При однакових статі і віку у високих осіб P/S дещо рідший ніж у людей середнього зросту.
4.	Фізичне навантаження	При фізичному навантаженні частота P/S може досягати 120 уд. за 1 хв. При здоровому серці частота P/S повертається до норми через 5–8 хв.

5.	Емоції	Всяке психічне збудження призводить до прискорення P/S.
6.	Положення тіла	При переході із лежачого положення в сидяче P/S прискорюється на 4 – 6 уд. за 1 хв., в стояче – ще на 6 – 8 уд. При зворотньому – уповільнюється.
7.	Травлення	В період травлення (в залежності від прийнятої їжі) прискорюється пульс.
8.	Фази дихання	P/S прискорюється на вдиху і уповільнюється на видиху (в нормі це практично не уловлюється пальпаторно). В фізіологічних умовах співвідношення частоти пульсу і частоти дихання 4:1

1. Механічний метод вимірювання пульсу Механічний метод вимірювання пульсу базується на перетворенні пульсації судини в електричний сигнал за допомогою датчиків деформації або тиску. Здебільшого для вимірювання таким методом використовують п'єзоелектричні сенсори.
2. Метод вияву електричних сигналів пульсу серцебиття Даний метод є більш точний ніж механічний чи оптичний. Для виявлення електричних сигналів на тіло людини розміщують декілька електродів на шкіру для прийому імпульсів. Зазвичай такі датчики розміщують поближче до серця, на гнучких поясах.
3. Оптичний метод вимірювання пульсу Оптичний випромінювач - як правило, складається з щонайменше одного світлодіода світлові хвилі якого випромінюються в шкіру та одного фотодіода, який фіксує дані хвилі.

1. Стаціонарні пульсосиметри. Призначені для використання виключно за умов медичного стаціонару.
2. Автономні пульсоксиметри з датчиком, що підключається. В свою чергу їх можна розділити на пульсоксиметри з датчиком, що надівається на палець, та з зап'ястним кріпленням датчика.
3. Компактні пульсоксиметри. Залежно від виду конструкції можуть кріпитися або на пальці, або на зап'ястя пацієнта, а також мати як вбудований, так і датчик, що підключається. Найчастіше призначені для до використання і можуть відрізнятися невисокою точністю.

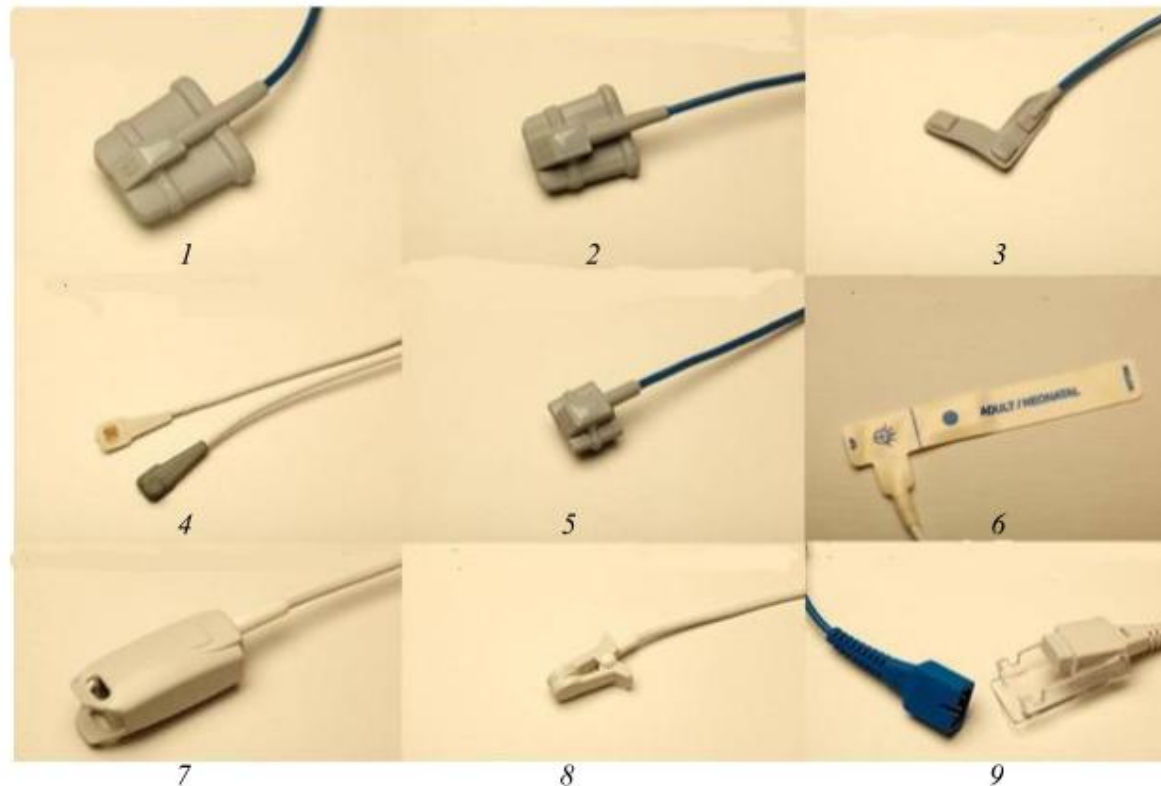


Рис. 1.8. Разновидности пульсоксиметрических датчиков

На рис. 1.8: 1 – датчик сатурации пальцевой большой; 2 – датчик сатурации пальцевой средний; 3 – датчик сатурации ненотальный; 4 – датчик сатурации Y-образный; 5 – датчик сатурации пальцевой малый; 6 – датчик сатурации ненотальный одноразовый; 7 – датчик сатурации взрослый «прищепка»; 8 – датчик сатурации пальцевой/ушной. Датчики 3 и 6 предназначены для диагностики новорожденных. Также на рисунке представлен удлинительный кабель 9 для датчиков сатурации.

Нагрудний датчик + годинник:

Плюси: У вас буде найбільш точно вимірювання пульсу. Нагрудний ремінець ви не будете відчувати і він не буде сковувати рухів в будь-якому з видів спорту. Показання буде видно відразу на екрані.

Мінуси: Нагрудний ремінь потрібно буде прати час від часу.

Нагрудний датчик Bluetooth + додаток на смартфон:

Плюси: У вас буде найбільш точно вимірювання пульсу. Нагрудний ремінець ви не будете відчувати і він не буде сковувати рухів в будь-якому з видів спорту.

Мінуси: Нагрудний ремінь потрібно буде прати час від часу. Для використання потрібен смартфон і показання будуть виводиться на екран смартфона.

Оптичний датчик на зап'ясті:

Плюси: Носиться як звичайний годинник. Легко знімати/одягати і мити.

Мінуси: Менш точні дані, ніж у нагрудного датчика.

Bluetooth навушники-пульсометр:

Плюси: Носиться як звичайні навушники. Можна тренуватися і слухати музику. **Мінуси:** Середній варіант підрахунку серцевих скорочень. Зручний не всім і підійде не для кожного виду спорту.

Ручний метод вимірювання серцевих скорочень на зап'ясті: **Плюси:** Не потрібно заряджати акумулятор і найбільш доступний і бюджетний метод. **Мінуси:** Найменш точний метод вимірювання. Не можна використовувати під час тренування.



Рис. 1.13. Пульсоксиметр Nonin 3100 WristOx

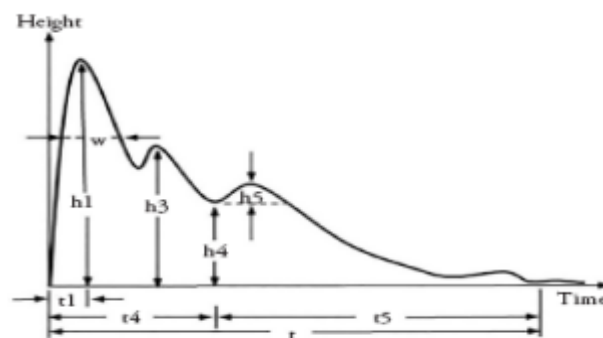
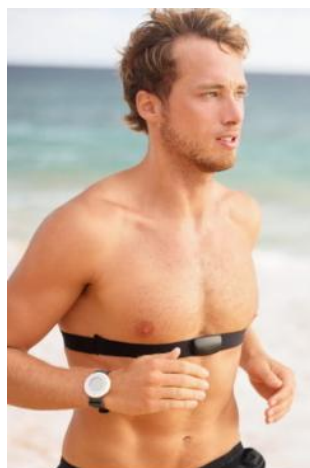


РИС. 1. Прототип пульсової хвилі здорової людини [1]

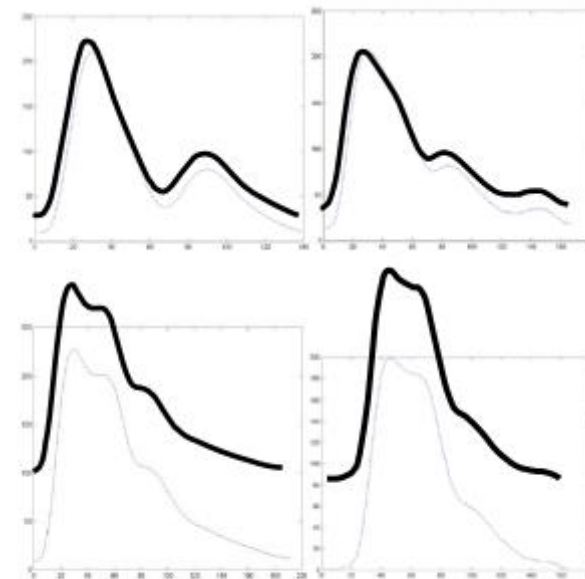


РИС. 5. Пульсові хвилі у пацієнтів з різними захворюваннями [9]

Далі буде...