

О. О. Виноградов

Функціональна діагностика

**Методичні рекомендації до проведення
лабораторних робіт**



**Міністерство освіти і науки України
Державний заклад
«Луганський національний університет
імені Тараса Шевченка»**

О. О. Виноградов

ФУНКЦІОНАЛЬНА ДІАГНОСТИКА

**Методичні рекомендації до проведення
лабораторних робіт**

**Луганськ
ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка»
2010**

УДК 616-083.98(079.1)

ББК 53.53р3

В49

Рецензенти:

- Виноградов О. А.** – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри анатомії, фізіології людини та тварин Луганського національного університету імені Тараса Шевченка.
- Полтавський А. П.** – кандидат біологічних наук, доцент кафедри теорії і методики фізичного виховання Луганського національного університету імені Тараса Шевченка.

Виноградов Олег Олександрович

В49 Функціональна діагностика : методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт / О. О. Виноградов ; Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». – Луганськ : Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2010. – 57 с.

Навчальний посібник містить рекомендації до проведення лабораторних робіт, і включає основні найпоширеніші методики оцінки функціонального стану серцево-судинної та дихальної систем.

Методичні рекомендації призначені студентам немедичних ВНЗ, які навчаються за фахом «Фізичне виховання», «Олімпійський та професійний спорт», «Здоров'я людини».

УДК 616-083.98(079.1)

ББК 53.53р3

*Рекомендовано до друку навчально-методичною радою
Луганського національного університету
імені Тараса Шевченка
(протокол № 4 від 1 грудня 2010 р.)*

© Виноградов О. О., 2010

© ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2010

Зміст

Вступ	4
Лабораторна робота № 1	6
Лабораторна робота № 2	16
Лабораторна робота № 3	26
Лабораторна робота № 4	38
Додатки.....	44
<i>Додаток 1</i>	<i>44</i>
<i>Додаток 2</i>	<i>50</i>
<i>Додаток 3</i>	<i>55</i>

Вступ

Вивчення основ функціональної діагностики – необхідна складова підготовки фахівців у галузі фізичного виховання й здоров'я людини. Даний розділ медицини ґрунтуючися на вимірі фізичних, хімічних або інших об'єктивних показників, дозволяє оцінити функціональний стан різних органів і фізіологічних систем організму та більш точно визначити ступінь необхідного терапевтичного впливу. У вузькому значенні функціональна діагностика має на увазі використання інструментальних функціонально-діагностичних методів, які можна поділити на дві групи:

- методи (засоби) структурної діагностики (рентгенодіагностика, ультразвукове дослідження та ін.);
- методи (засоби) функціональної діагностики (електрокардіографічне дослідження, фонокардіографія, спірографія та ін.).

Посібник містить рекомендації до проведення лабораторних робіт і включає основні найпоширеніші методики оцінки функціонального стану серцево-судинної та дихальної систем на підставі даних електрокардіографії, спірографії й навантажувальних тестів.

Питання функціональної діагностики входять до складу курсів «Фізіологія людини», «Фізіологічні основи фізичного виховання», «Спортивна медицина», що розраховані на студентів спеціальностей «Фізичне виховання», «Олімпійський та професійний спорт», «Здоров'я людини». Приблизна тематика лекцій й лабораторних занять з функціональної діагностики наведена у таблиці 1.

У додатках до посібника надано перелік теоретичних питань для самостійного опрацювання.

Таблиця 1

Структура курсу «Функціональна діагностика»

№	Тематика аудиторних занять
<i>Лекції</i>	
1.	Функціональна діагностика як медична наукова дисципліна. Класифікація методів функціональної діагностики. Функціональні навантажувальні тести.
2.	Методи оцінки функціонального стану дихальної системи. Спірографія. Показники легеневої вентиляції в нормі й патології.
3.	Методи оцінки функціонального стану серцево-судинної системи. Електрокардіографія. Принцип методу. Елементи нормальної ЕКГ. Патологічні зміни на ЕКГ. Фонокардіографія.
<i>Лабораторні заняття</i>	
1.	Оцінка фізичної працездатності й функціональних можливостей серцево-судинної та дихальної систем з використанням навантажувальних тестів.
2.	Оцінка функції зовнішнього дихання. Спірографія.
3.	Дослідження функціонального стану серцево-судинної системи. Електрокардіографія.
4.	Реєстрація та оцінка ЕКГ з використанням комплексу автоматизованої реєстрації та аналізу електрокардіограм «ЭКГ-100/2».

Лабораторна робота № 1

Тема: Оцінка фізичної працездатності й функціональних можливостей серцево-судинної та дихальної систем з використанням навантажувальних тестів.

Мета заняття: оволодіти методиками застосування навантажувальних тестів для оцінки фізичної працездатності й функціональної активності серцево-судинної та дихальної систем.

Обладнання: секундоміри, тонометри, метроном, лави різної висоти.

Хід роботи:

Фізична працездатність (ФП) характеризується максимальною кількістю зовнішньої механічної роботи, що людина може виконати протягом певного часу, який, у свою чергу, залежить від інтенсивності навантаження.

1. Тест PWC (Physical Working Capacity).

Для визначення ФП в спорті або при виконанні професійних обов'язків використовують навантажувальні тести PWC (Physical Working Capacity).

Максимальна робота являє собою граничний рівень навантаження, який призводить до максимальної частоти серцевих скорочень (ЧСС). У клінічній практиці використовують показники не максимальної роботи, а роботи при різній ЧСС: 170 у хвилину – PWC_{170} , 150 у хвилину – PWC_{150} , 130 у хвилину – PWC_{130} , 102 у хвилину – PWC_{102} .

Вивчення реакції на дозовані фізичні навантаження дають можливість об'єктивно оцінити фізичний стан людини та його працездатність.

Тест PWC складається з двох трихвилинних або одностовинних частин, у кожній з яких виконується підйом на сходинку висотою 0,25 – 0,30 м (довжина гомілки мінус 5 см).

У першій частині тесту кількість підйомів становить: при PWC_{102} – 6 у хвилину, при PWC_{130} – 10 у хвилину, при PWC_{170} – 15 у хвилину. У другій частині тесту (проводять після трихвилинного відпочинку) кількість підйомів зростає: при PWC_{102} – до 12 у хвилину, при PWC_{130} – до 20 у хвилину, при PWC_{170} – до 30 у хвилину.

Безпосередньо після виконання фізичної роботи фіксують ЧСС за 10 секунд з перерахуванням на хвилину ($ЧСС \text{ за } 10 \text{ с} \times 6$).

ФП розраховується за формулами:

$$PWC_{102} = (N_1 + (N_2 - N_1)) \times \left(\frac{102 - f_1}{f_2 - f_1} \right);$$

$$PWC_{130} = (N_1 + (N_2 - N_1)) \times \left(\frac{130 - f_1}{f_2 - f_1} \right);$$

$$PWC_{170} = (N_1 + (N_2 - N_1)) \times \left(\frac{170 - f_1}{f_2 - f_1} \right),$$

де f_1 , f_2 – ЧСС після виконання фізичного навантаження в першій та другій частинах тесту; N_1 , N_2 – фізична робота (потужність), що виконана в першій та другій частинах тесту.

Величину навантаження в першій і другій частинах тесту визначають за формулою:

$$N = m \times h \times T \times 1,33,$$

де m – маса тіла обстежуваного в кг, h – висота сходинки, T – кількість підйомів у хв, 1,33 – поправочний коефіцієнт, що враховує фізичні витрати на спуск, які становлять $\frac{1}{3}$ витрат на підйом.

Чим більше PWC , тим більше потужність роботи, при якій ЧСС досягає відповідного значення (102, 130, 170 ударів), і тим більше ФП (див. табл. 2); у спортсменів вона може досягати 20 – 40 кгм/хв^1 на 1 кг маси або 3 – 7 Вт^2 (див. табл. 3).

¹ Кілограмометрів на хвилину.

² 1 кгм/хв = 0,167 Вт, 1 Вт = 6 кгм/хв .

Таблиця 2

Оцінка фізичної працездатності осіб різного віку й статі

Бали	Фізична працездатність (кгм/хв × кг) залежно від віку (років)				
	20 – 29	30 – 39	40 – 49	50 – 59	60 >
<i>Чоловіки</i>					
5	> 16,6	> 15,8	> 15,0	> 14,1	> 13,6
4	15,6 – 16,5	14,8 – 13,5	14,1 – 14,9	13,3 – 14,0	12,9 – 13,5
3	14,2 – 15,2	13,4 – 12,6	12,6 – 14,0	11,9 – 13,2	10,2 – 12,8
2	13,3 – 14,1	12,5 – 11,3	11,7 – 12,5	10,9 – 11,8	9,1 – 10,1
1	< 13,2	< 12,4	< 11,6	< 10,8	< 9,0
<i>Жінки</i>					
5	> 13,4	> 12,7	> 12,1	> 11,2	> 10,2
4	12,4 – 13,3	11,8 – 12,6	11,2 – 12,0	10,4 – 11,1	9,3 – 10,1
3	11,1 – 1,9	10,8 – 11,7	9,8 – 11,1	8,6 – 10,3	7,5 – 9,2
2	10,0 – 11,0	9,5 – 10,6	8,7 – 9,7	7,5 – 8,5	6,4 – 7,4
1	< 9,9	< 9,4	< 8,6	< 7,4	< 6,3

Таблиця 3

**Фізична працездатність спортсменів чоловіків
за тестом PWC₁₇₀**

Вид спорту	PWC ₁₇₀ (кгм/хв × кг)
Легка атлетика	24,2
Вільна боротьба	21,9
Футбол	21,7
Бокс	20,2
Баскетбол	18,7
Дзюдо	18,4
Теніс	18,4
Гімнастика	16,5
Важка атлетика	15,2

2. Визначення максимального споживання кисню (МСК).

МСК – це найбільша кількість кисню, яку людина здатна спожити протягом однієї хвилини. МСК – найважливіший показник, що характеризує стан системи транспорту кисню, ФП, граничні можливості аеробного енергоутворення (максимальна аеробна здатність).

Високі показники МСК свідчать про гарні функціональні можливості серцево-судинної та дихальної систем, високі рівні ФП.

Визначення МСК виконують прямим і непрямим методом. Частіше застосовують непрямий метод виміру МСК, що не вимагає складної апаратури, однак при обстеженні висококваліфікованих спортсменів рекомендується використовувати прямий метод виміру МСК, який має більшу точність.

Для визначення МСК *непрямим методом* випробуваному рекомендується однократне навантаження на велоергометрі або шляхом підйому на сходинку (висота сходинки – 40 см для чоловіків, 33 см для жінок; темп сходження – 22,5 циклу у хвилину) протягом не менше 5 хв. ЧСС фіксується безпосередньо після закінчення фізичного навантаження. Розрахунок МСК проводять за номограмою Astrand – Ryming, 1960 (рис. 1), знайдена величина збільшується на вікову поправку (див. табл. 4).

Залежно від розміру МСК із урахуванням віку К. Соорер (1970) виділяє п'ять категорій фізичного стану – дуже поганий, поганий, задовільний, гарний та відмінний (див. табл. 5).

Розмір МСК також можна розрахувати за результатами тесту PWC_{170} :

$$МПК = 2,2 \times PWC_{170} \text{ (кгм/мин)} + 1070.$$

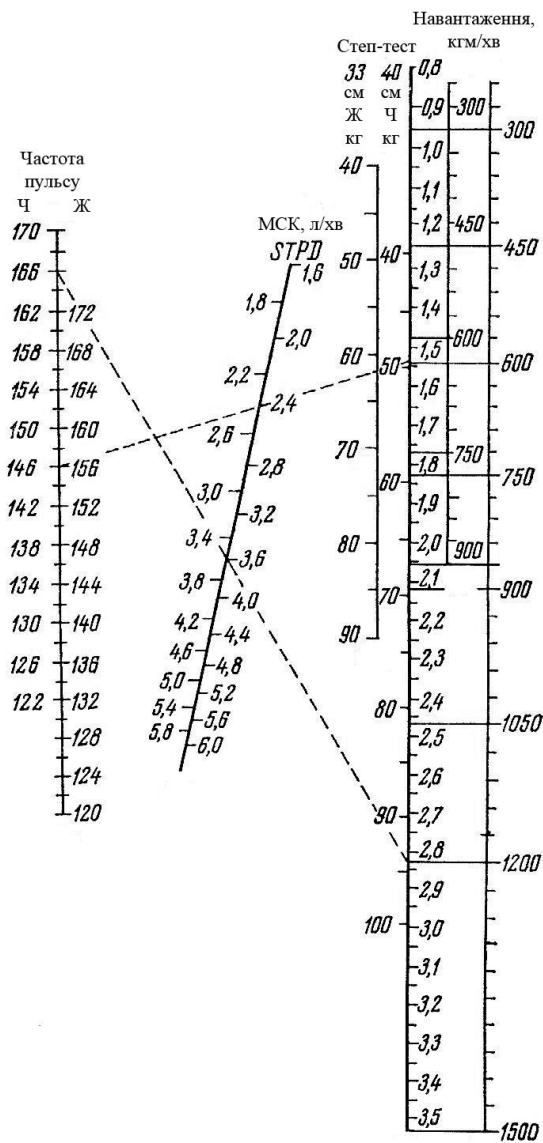


Рис. 1. Номограма Astrand – Ryhming (1960) для визначення розміру МСК

Таблиця 4

Вікові поправочні коефіцієнти до розміру МСК
(за номограмою Astrand – Ryming, 1960)

Вік (років)	15	25	35	40	45	50	55	60	65
Поправка	1,1	1,0	0,87	0,83	0,78	0,75	0,71	0,68	0,65

Таблиця 5

Оцінка фізичного стану за розміром МСК,
мл/хв/кг (Cooper K., 1970)

Група фізичного стану	Вік, років			
	< 30	30 – 39	40 – 49	50 >
I. Дуже поганий	< 25	< 25	< 25	–
II. Поганий	25,0 – 33,7	25,0 – 30,1	25,0 – 26,4	< 25
III. Задовільний	33,8 – 42,5	30,2 – 39,1	26,5 – 35,4	25,0 – 33,7
IV. Гарний	42,6 – 51,5	39,2 – 48	35,5 – 45	33,8 – 43
V. Відмінний	51,6 >	48,1 >	45,1 >	43,1 >

3. *Трьохмоментна комбінована функціональна проба* для оцінки адаптації організму спортсмена до швидкісної роботи й роботи на витривалість (проба Лептунова).

При проведенні проби досліджуваний виконує послідовно три навантаження:

- 1) 20 присідань за 30 секунд;
- 2) (виконується через 3 хв після першого) 15-секундний біг на місці в максимальному темпі;
- 3) (через 4 хв після другого навантаження) трихвилинний біг на місці в середньому темпі (180 кроків у хв).

Після закінчення кожного навантаження протягом усього періоду відпочинку реєструють відновлення ЧСС та артеріального тиску (АТ), пульс рахується за 10-секундними інтервалами з перерахуванням на хвилину. Дані про ЧСС і АТ заносять у таблицю:

Показник	Після першого навантаження			Після другого навантаження				Після третього навантаження				
	10"	1'	2'	10"	1'	2'	3'	10"	1'	2'	3'	4'
ЧСС												
АТ _{сист.}												
АТ _{диаст.}												

Перше навантаження в пробі Лептунова – це свого роду розминка для виконання більш напруженої м'язової роботи. Друге навантаження імітує швидкісний біг, третє – тривалу роботу, виконання якої пов'язане із тренуванням витривалості.

Результати проби оцінюються шляхом вивчення типів реакції:

Нормотонічний тип реакції характеризується збільшенням ЧСС (на 10-й сек. після першого навантаження до 100 уд. у хв, на 10-й сек. після другого й третього навантаження – до 125 – 140 уд. у хв), підвищенням систолічного (до 160 – 180 мм рт. ст.) і зниженням диастолічного тиску (до 50 – 60 мм рт. ст.). Повне відновлення після першого навантаження повинне спостерігатися на 2-й хв, після другого навантаження – на 3-й хв, після третього навантаження – на 4-й хв.

Така реакція вважається фізіологічною і відповідає гарній тренуваності (ФП).

Гіпертонічний тип реакції характеризується різким підвищенням систолічного тиску до 180 – 220 мм рт. ст., диастолічний тиск або не змінюється, або підвищується до 90 мм рт. ст. і вище, спостерігається значне підвищення ЧСС. Відновлювальний період затягується.

Такий тип реакції оцінюється як незадовільний, він може бути ознакою перевтоми або перетренованості.

Гіпотонічний (астенічний) тип реакції, характеризується різким збільшенням ЧСС

(до 170 – 190 уд. у хв) після другого й третього навантаження, незначним підвищенням систолічного тиску. Час відновлення ЧСС і АТ вповільнений.

Цей тип реакції вважається несприятливим.

Дістонічний тип реакції характеризується значним підвищенням систолічного (до 180 – 200 мм рт. ст.) і диастолічного артеріального тиску, який після припинення навантаження може знижуватися до нуля («феномен нескінченного тону»), значним збільшенням ЧСС. Період відновлення вповільнений.

Цей тип реакції вважається несприятливим.

Східчастий тип реакції характеризується східчастим підйомом систолічного тиску на 2 – 3-й хв відновлювального періоду. Така реакція найчастіше спостерігається після другого навантаження. Відновлювальний період затягується.

Така реакція серцево-судинної системи відображає неповноцінність регуляторної системи кровообігу або погіршення функціонального стану спортсмена.

Цей тип реакції вважається несприятливим.

4. Функціональна проба Руф'є (згідно із Наказом Міністерства охорони здоров'я України та Міністерства освіти і науки України від 20.07.2009 р., № 518/674) дозволяє оцінити функціональні можливості серцево-судинної системи.

Методика проведення

Після 3 – 5 хв відпочинку, у положенні сидячи, в обстежуваного підраховують пульс кожні 15 сек., доки не буде отримано 2 – 3 однакові цифри. Отримані дані записують до протоколу, і пропонується виконати навантаження – 30 присідань з витягнутими вперед руками протягом 45 сек.

Під час виконання проби необхідно стежити за збереженням стандартних умов виконання навантаження, за зовнішніми ознаками втоми.

Після закінчення присідань обстежений сідає, і проводиться підрахунок пульсу за перші 15 сек. та останні 15 сек. першої хвилини відновлення.

Розрахунок індексу Руф'є проводять за формулою:

$$IP = \frac{4 \times (ЧСС_1 + ЧСС_2 + ЧСС_3) - 200}{10},$$

де IP – індекс Руф'є, ЧСС₁ – частота серцевих скорочень за 15 сек. у стані спокою, ЧСС₂ – частота серцевих скорочень за перші 15 сек. першої хвилини відновлення, ЧСС₃ – частота серцевих скорочень за останні 15 сек. першої хвилини відновлення.

Рівні функціонального резерву серця визначаються з урахуванням п'яти градацій:

менше 3 – високий рівень;

4 – 6 – вище середнього (добрий);

7 – 9 – середній;

10 – 14 – нижче середнього (задовільний);

більше 15 – низький.

Контрольні питання:

1. Вплив фізичного навантаження на діяльність внутрішніх органів.

2. Гемодинамічні зміни при фізичних навантаженнях.

3. Різновиди навантажувальних тестів.

4. Підготовка до проведення навантажувальних тестів.

5. Вибір навантаження при проведенні тестів.

6. Оцінка функції серцево-судинної та дихальної систем з використанням функціональних тестів (тести з фізичним навантаженням, тести із затриманням дихання, фармакологічні тести).

7. Оцінка фізичної працездатності з використанням навантажувальних тестів.

8. Методика вимірювання артеріального тиску (пальпаторний та аускультативний методи).

Література:

1. Амосов Н. М. Физическая активность и сердце / Н. М. Амосов, Я. А. Бендет. – К. : Здоров'я, 1989. – 216 с.
2. Анатомия и физиология ребенка : метод. указания к практ. занятиям / Е. Д. Боярчук, Н. В. Лунина, С. М. Полищук, В. И. Шейко – Луганск, 2001. – 33 с.
3. Геселевич В. А. Медицинский справочник тренера / В. А. Геселевич. – М. : Физкультура и спорт, 1976. – 270 с.
4. Физиология человека / под ред. Г. И. Косицкого. – М. : Медицина, 1985. – 544 с.

Лабораторна робота № 2

Тема: Оцінка функції зовнішнього дихання. Спірографія.

Мета заняття: оволодіти методиками проведення спірографії, навчитися аналізувати спірограму та оцінювати функцію органів зовнішнього дихання.

Обладнання: спірограф, згубники, затискач для носа.

Хід роботи:

Спірографія (лат. *spiro* – дихати та гр. *grapho* – писати, зображувати) – метод дослідження функції легенів шляхом графічної реєстрації в часі змін їх об'єму при диханні. Графічне зображення, отримане в ході спірографії, називають спірограмою (рис. 2, 3).

Спірографічне дослідження починають із запису дихання в стані спокою, для одержання достовірного результату вона проводиться не менш 3 – 5 хв. При цьому реєструють частоту дихання (ЧД), дихальний об'єм (ДО) і розмір споживання кисню.

Потім після короткої перерви (1 – 2 хв) послідовно записують життєву ємність легенів (ЖЄЛ), форсовану життєву ємність легенів (ФЖЄЛ) і максимальну вентиляцію легенів (МВЛ). Кожний з цих показників визначають не менш 3 разів до одержання максимальних значень.

При реєстрації ЖЄЛ рекомендують максимально глибоко вдихнути й потім максимально глибоко видихнути.

При реєстрації ФЖЄЛ слід виконати максимально глибокий вдих і після невеликої затримки подиху (на 1 – 2 с) максимально швидко й максимально глибоко видихнути (максимальне зусилля повинно бути досягнуте на початку видиху й підтримуватися упродовж всього видиху).

Для визначення МВЛ обстежуваному пропонують дихати щосили – якнайчастіше й у той же час якнайглибше. Час реєстрації МВЛ, щоб уникнути гіпокапнії, яка проявляється

запамороченням, непритомністю та іншими симптомами, не повинен перевищувати 10 – 15 с.

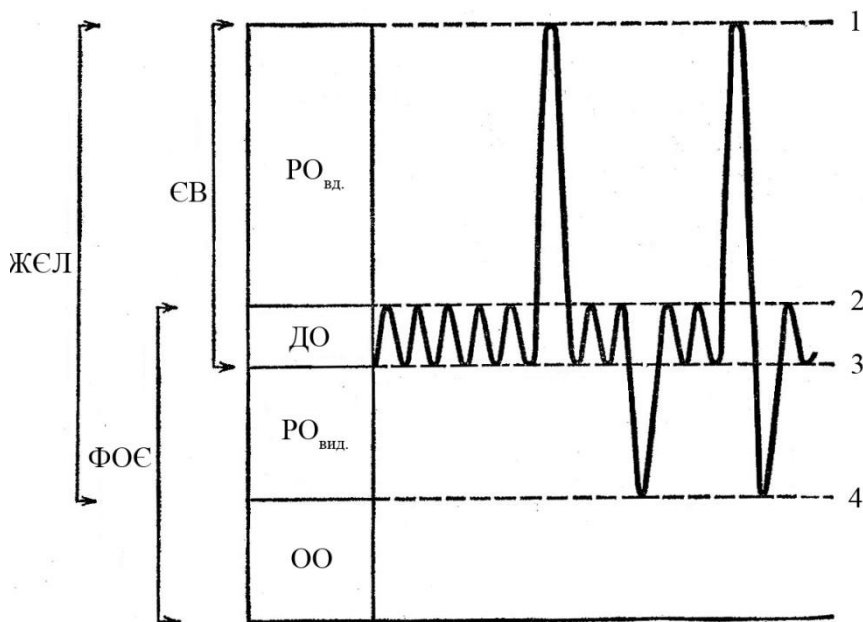


Рис. 2. Нормальна спірограма (схема):

1 – рівень максимального вдиху, 2 – рівень спокійного вдиху,
3 – рівень спокійного видиху, 4 – рівень максимального видиху,

РО_{вд.} – резервний об’єм вдиху, ДО – дихальний об’єм,

РО_{вид.} – резервний об’єм видиху, ОО – остаточний об’єм,

ЄВ – ємність вдиху, ФОЄ – функціональна остаточна ємність,

ЖЄЛ – життєва ємність легенів

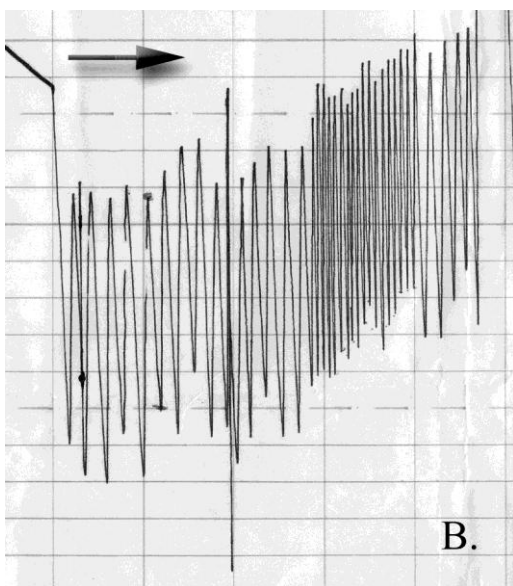
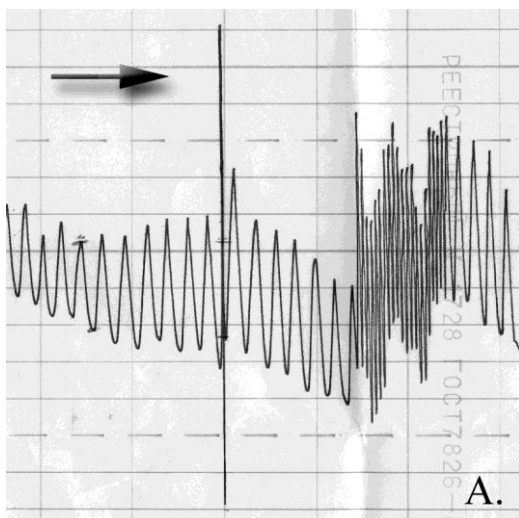


Рис. 3. Спірограма:

А – до фізичного навантаження; В – після фізичного навантаження.

Стрілкою показано напрямок запису спірограми

Для оцінки стану органів зовнішнього дихання методом спірографії найчастіше використовують наступні показники:

1. *Частота дихання* (ЧД; RR – Respiration Rate) – кількість дихальних циклів за хвилину.

Частота дихання залежно від віку представлена в таблиці 6.

Таблиця 6

Частота дихання в залежності від віку
(за В. А. Єренковим, 1984)

Вік	Частота дихання	Співвідношення ЧД / ЧСС
Новонароджені	60 – 40 за хв	1 / 2
1 – 6 міс.	45 – 35 за хв	1 / 2,5 – 3
7 – 12 міс.	40 – 35 за хв	
2 – 6 років	30 – 25 за хв	1 / 3,5 – 4
7 – 12 років	23 – 18 за хв	1 / 4 – 5
> 12 років	20 – 16 за хв	

2. *Тривалість нормального вдиху та видиху* – вимірюється при бистрому русі паперу (150 – 200 мм/с), у нормі співвідношення тривалості фази вдиху к тривалості фази видиху у дорослих дорівнює 1 : 1,2.

3. *Дихальний об'єм* (ДО; TV – Tidal Volume) – об'єм повітря який вентилюється через легені при кожному дихальному циклі, у нормі у дорослого він дорівнює 300 – 900 мл, в середньому – 500 мл.

4. *Резервний об'єм вдиху* (PO_{вд.}; IRV – Inspiratory Reserve Volume) – максимальний об'єм повітря, який можна вдихнути після спокійного вдиху, у нормі дорівнює 1000 – 2000 мл.

5. *Резервний об'єм видиху* (PO_{вид.}; ERV – Expiratory Reserve Volume) – максимальний об'єм повітря, який можна видихнути після спокійного видиху, у нормі дорівнює 1000 – 1500 мл (25 % от ЖЄЛ).

6. *Життєва ємність легенів* (ЖЄЛ; VC – Vital Capacity) – максимальна кількість повітря, яке можна вдихнути після максимального видиху, у нормі дорівнює 3000 – 5000 мл.

ЖЄЛ визначається за формулою:

$$ЖЄЛ = ДО + РО_{\text{вд.}} + РО_{\text{вид.}}$$

Належна життєва ємність легенів (НЖЄЛ) визначається за формулою:

для чоловіків: $НЖЄЛ = ОО_n \times 2,6$ (формула Антоні)

або $НЖЄЛ = (21,63 - 0,112 \times \text{вік}) \times \text{зріст}$;

для жінок: $НЖЄЛ = ОО_n \times 2,3$ (формула Антоні)

або $НЖЄЛ = (21,78 - 0,101 \times \text{вік}) \times \text{зріст}$,

де $ОО_n$ – належний основний обмін³.

Нормою вважається відхилення ЖЄЛ від НЖЄЛ на $\pm 15 - 20 \%$.

7. *Остаточний об'єм* (ОО; RV – Residual Volume) – кількість повітря, яке залишається в легенях після максимального видиху, у нормі дорівнює 1000 – 1500 мл.

Для визначення належного ОО (у мл) множать перші чотири цифри третій ступені зросту (в см) на 0,38.

8. *Загальна ємність легень* (ЗЄЛ; TLC – Total Lung Capacity) – кількість повітря, що знаходиться в легенях після максимального вдиху, у нормі дорівнює 3,5 – 6 л.

ЗЄЛ визначається за формулою:

$$ЗЄЛ = ЖЄЛ + ОО,$$

де ОО – остаточний об'єм (див. п. 7).

Належна загальна ємність (НЗЄЛ) визначається за формулою Антоні:

$$НЗЄЛ = НЖЄЛ \times 1,32,$$

³ Основний обмін визначають за формулами:

для чоловіків: $h = 66,473 + 13,752w + 5,003s - 6,755a$;

для жінок: $h = 65,096 + 9,563w + 1,850s - 4,676a$,

де h – величина основного обміну, w – маса тіла, кг., s – зріст, см.,
 a – вік, роки.

Нормою вважається відхилення ЗЄЛ від НЗЄЛ на $\pm 15 - 20 \%$.

9. *Хвилинний об'єм дихання* (ХОД; LVV – Low Voluntary Ventilation) – кількість повітря, вентиляованого через легені за хвилину, у нормі ХОД коливається в межах 3,2 – 10 л.

ХОД визначається за формулою:

$$ХОД = ЧД \times ДО,$$

де ЧД – частота дихання у хв.

Належний хвилинний об'єм дихання (НХОД) визначають за формулою:

$$НХОД = \frac{ОО_{н.}}{7,07 \times КПО_2},$$

де КПО₂ – коефіцієнт поглинання кисню (див. п. 12), ОО_{н.} – належний основний обмін (див. п. 6)

10. *Поглинання кисню* (ПО₂) – кількість кисню, який організм людини поглинає за хвилину, у нормі дорівнює 200 – 300 мл.

ПО₂ визначають за рівнем нахилу спірограми (рис. 4).

Належне ПО₂ визначається за формулою:

$$НПО_2 = \frac{ОО_{н.}}{7,07},$$

де ОО_{н.} – належний основний обмін (див. п. 6).

У нормі припустимі відхилення від середньої належної величини на $\pm 20 \%$.

11. *Дихальний еквівалент* (ДЕ) – абстрактна величина, яка відображає кількість літрів повітря, яке необхідно провентилювати через легені, щоб використати 100 мл кисню, у нормі ДЕ дорівнює 1,8 – 3,0, у середньому – 2,4.

ДЕ визначають за формулою:

$$ДЕ = \frac{ХОД}{НПО_2} \times 10,$$

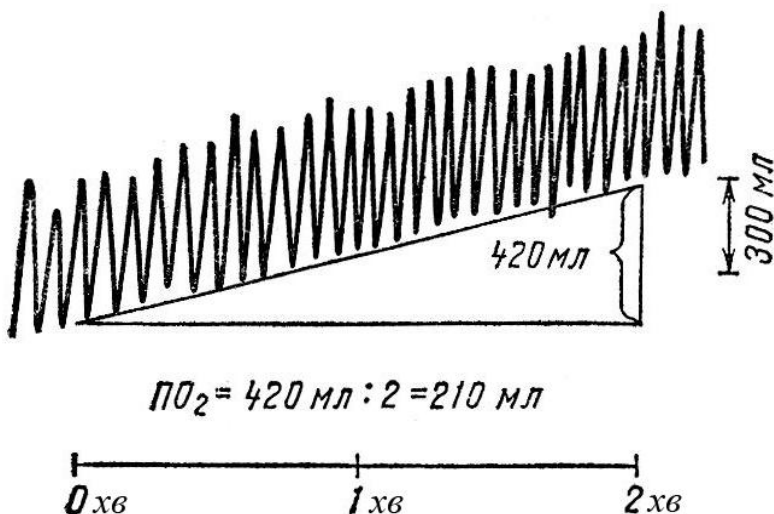


Рис. 4. Схема для визначення кількості кисню, який поглинається за хвилину

12. *Коефіцієнт поглинання кисню* (КПО₂) – кількість кисню, поглиненого із одного літру вентилязованого через легені повітря, у нормі КПО₂ дорівнює 35 – 40 мл/л.

КПО₂ визначається за формулою:

$$КПО_2 = \frac{ПО_2 (\text{мл} / \text{хв})}{ХОД (\text{л} / \text{хв})}.$$

13. *Максимальна вентиляція легень* (МВЛ; MVV – Maximal Voluntary Ventilation) – максимальна кількість повітря, яке може бути провентильоване через легені протягом хвилини, у нормі МВЛ дорівнює 50 – 180 л.

Належна максимальна вентиляція (НМВЛ) визначається за формулами:

для осіб 18 – 29 лет: $HMBЛ = \text{поверхня тіла}^4 \times 60$,
 для осіб 30 – 39 лет: $HMBЛ = \text{поверхня тіла} \times 55$,
 для осіб 40 – 49 лет: $HMBЛ = \text{поверхня тіла} \times 50$.

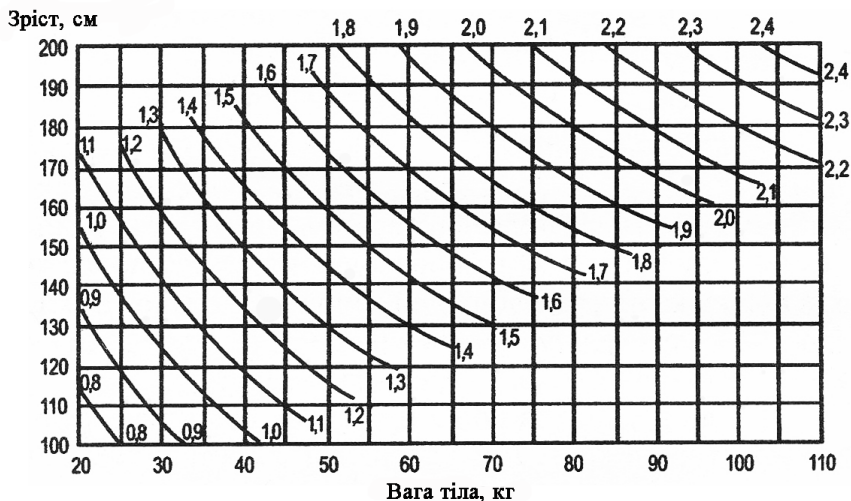


Рис. 5. Номограма Dubois для визначення площі поверхні тіла

14. *Резерв дихання* – показує, наскільки обстежуваний може збільшити легеневу вентиляцію, у нормі резерв дихання становить 85 – 90 % от МВЛ.

Резерв дихання (різниця між МВЛ и ХОП) виражають у процентах від МВЛ.

15. *Форсована життєва ємність легенів* (ФЖЄЛ; проба Тіффно; FVC – Forced Vital Capacity) – об’єм повітря, що видихається при максимально швидкому та потужному видиху.

⁴ Визначається за номограмою (рис. 5) або за формулою:

$$S = 0,0087 \times (\alpha + P) - 0,26,$$

де S – поверхня тіла в m^2 , α – зріст в см, P – маса тіла в кг.

ФЖЄЛ у здорових людей практично відповідає ЖЄЛ, у нормі різниця між ЖЄЛ и ФЖЄЛ у чоловіків дорівнює ± 200 мл, у жінок – ± 130 мл.

Для оцінки кривої форсованого видиху на практиці частіше використовують об'єм форсованого видиху за 1 с (ОФВ₁), який у чоловіків у положенні сидячи у віці 18 – 30 років становить 3,3 л/с (із зниженням у кожному наступному десятилітті на 0,3 л/с). У жінок ОФВ₁ становить 2,35 л/с.

Співвідношення ОФВ₁ / ЖЄЛ у чоловіків і жінок в усіх вікових групах становить в середньому 70 % (55 – 90 %). За помірне відхилення приймають ОФВ₁ / ЖЄЛ до 45 %, за значне – від 45 до 35 % і нижче 35 % – за різке.

16. *Альвеолярна вентиляція (АВ)* – об'єм повітря, що потрапляє в альвеоли, у нормі АВ становить 66 – 80 % від МОД.

Альвеолярну вентиляцію визначають за формулою:

$$AB = (DO - MP) \times ЧП,$$

де МП – мертвий простір, у нормі відповідає анатомічному мертвому простору й становить в середньому 150 мл (спосіб не дає надійних результатів в тих випадках, коли величина мертвого простору не відповідає розміру анатомічного мертвого простору и при низькому ДО).

Контрольні питання:

1. Анатомічна й фізіологічна характеристика процесу зовнішнього дихання.
2. Нервова і гуморальна регуляція дихання.
3. Вікові особливості зовнішнього дихання.
4. Особливості подиху при м'язовій роботі.
5. Легеневі об'єми й ємності.
6. Спірографія, сутність методу. Нормальна спірограма.
7. Апаратура для проведення спірографії.

8. Недостатність дихання, визначення, класифікація, причини виникнення.
9. Спірографічні критерії дихальної недостатності.

Література:

1. Геселевич В. А. Медицинский справочник тренера / В. А. Геселевич. – М. : Физкультура и спорт, 1976. – 270 с.
2. Зиневич А. Н. Приборные методы исследования органов дыхания / А. Н. Зиневич. – Л. : ЛенГИДУВ, 1991. – 18 с.
3. Симоненко В. Б. Функциональная диагностика / В. Б. Симоненко, А. В. Цоколов, А. Я. Фисун. – М. : Медицина, 2005. – 304 с.
4. Физиология человека / под ред. Г. И. Косицкого. – М. : Медицина, 1985. – 544 с.
5. Функциональная диагностика в практике терапевта / А. А. Бова, С. С. Горохов и др. – М. : МИА, 2007. – 240 с.

Лабораторна робота № 3

Тема: Дослідження функціонального стану серцево-судинної системи. Електрокардіографія.

Мета заняття: оволодіти методами оцінки функціонального стану серцево-судинної системи, навчитися оцінювати електрокардіограму.

Обладнання: електрокардіограф.

Хід роботи:

Електрокардіографія – метод дослідження стану серця шляхом реєстрації електричних потенціалів, що виникають у серцевому м'язі під час його скорочення. Основоположником електрокардіографії вважається голландський фізіолог, професор Утрехтського університету Віллем Ейнтховен (W. Einthoven; Нобелівська премія, 1924 р.; рис. 6, 7).

Електрокардіограма (ЕКГ) – графічна крива, що відображає динаміку змін різниці потенціалів збуджених ділянок міокарда протягом серцевого циклу (рис. 8, 9).

Для реєстрації електрокардіограми використовують електрокардіографи, у яких різниця потенціалів, що відводиться від тіла, подається на вхід електронного підсилювача. Ділянки тіла, від яких відводиться різниця потенціалів, позначаються терміном «електрокардіографічне відведення» або просто «відведення».

Стандарт електрокардіографічного дослідження включає обов'язкову реєстрацію 12 відведень:

Біполярні відведення	Уніполярні відведення	
	від кінцівок	грудні відведення
I відведення	aVR	$V_1 - V_6$
II відведення	aVL	
III відведення	aVF	



Рис. 6. Віллем Ейнтховен (Willem Einthoven, 1860 – 1927)

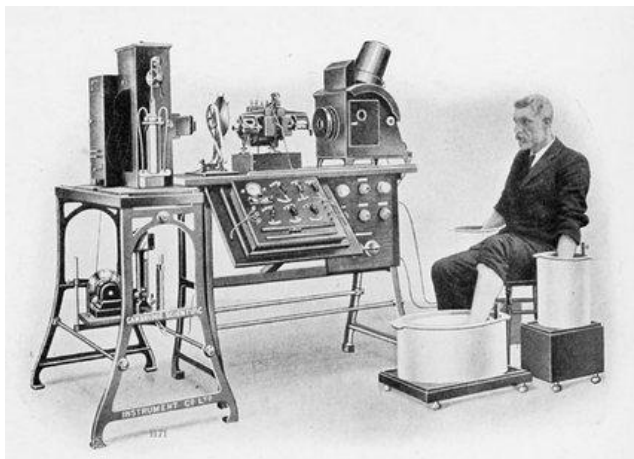


Рис. 7. Перший електрокардіограф сконструйований
В. Ейнтховеном (1903 р.)

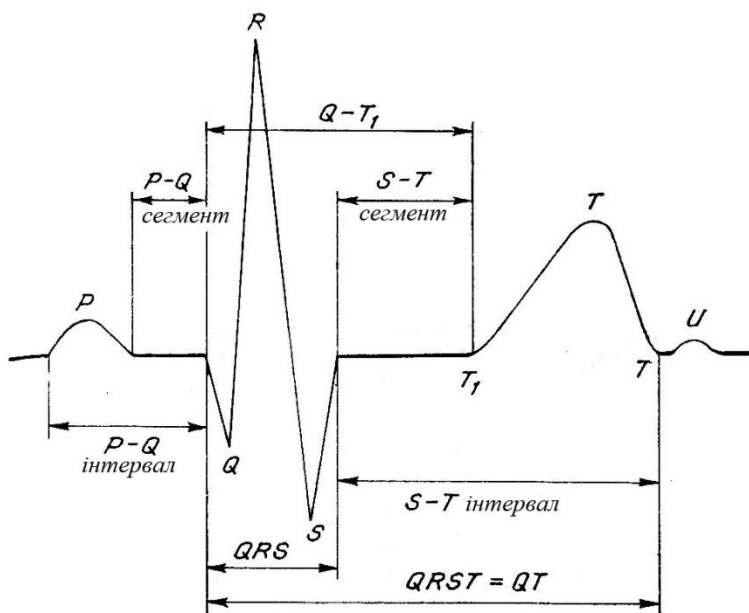


Рис. 8. Електрокардіограма (схема)

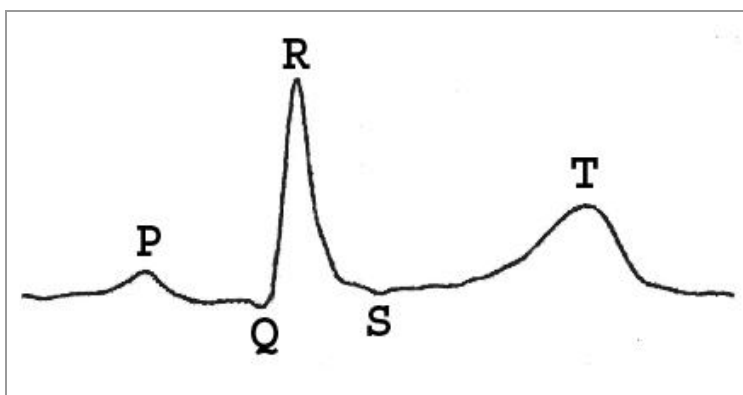


Рис. 9. Фрагмент електрокардіограми (II відведення; програма «Cardio Master»)

Електроди для кінцівок мають прямокутну форму і за загальноприйнятими правилами мають таке маркування:

для *лівої руки* електрод жовтого кольору, позначений літерою L;

для *правої руки* – червоного кольору, позначений літерою R;

для *лівої ноги* – зеленого кольору, позначений літерою F;

для *правої ноги* – чорного кольору.

Для грудних відведень використовують круглі вакуумні електроди, які маркують літерою С (chest) й встановлюють таким способом (рис. 10):

для V_1 – у четвертому лівому міжребровому проміжку біля правого грудинного краю;

для V_2 – у четвертому лівому міжребровому проміжку біля лівого грудинного краю;

для V_3 – посередині лінії, що з'єднує V_2 і V_4 ;

для V_4 – у п'ятому лівому міжребровому проміжку середньоключичної лінії;

для V_5 – по передній пахвовій лінії на рівні V_4 ліворуч;

для V_6 – по середній пахвовій лінії на рівні V_4 ліворуч.

Для зменшення шкірно-електродного опору між шкірою й електродом розташовують марлеві прокладки, змочені розчином електроліту. При використанні спеціальних паст можна накладати електроди без марлевих прокладок.

Аналіз ЕКГ включає такі етапи:

1. Аналіз частоти й ритму серцевих скорочень.
2. Визначення електричної осі серця.
3. Аналіз окремих елементів ЕКГ, які характеризують процеси виникнення й поширення збудження по міокарду шлуночків і передсердь.
4. Формулювання електрокардіографічного висновку.

1. *Визначення частоти серцевих скорочень (ЧСС) на електрокардіограмі.*

Для визначення ЧСС на електрокардіограмі використовують таку формулу:

$$\text{ЧСС} = \frac{60}{R - R},$$

де $R - R$ – відстань (в секундах⁵) між двома найближчими зубцями R (вимірюють тривалість трьох інтервалів $R - R$, з обчислюванням середньої арифметичної).

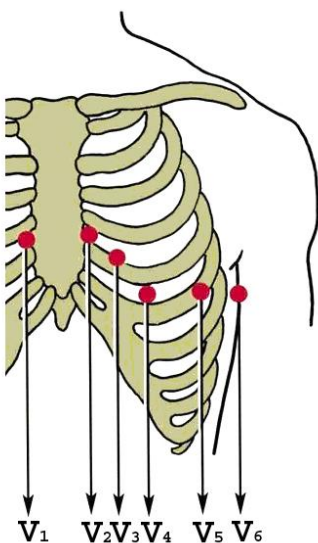


Рис. 10. Електрокардіографічні відведення
(схема розташування електродів):
 V_{1-6} – ліві грудні відведення

⁵ При швидкості руху стрічки 50 мм/с відстань між двома ближніми вертикальними рисами електрокардіографічної стрічки дорівнює 0,02 с, при швидкості 25 мм/с – 0,04 с, при швидкості 100 мм/с – 0,01 с. В умовах стандартного підсилення 1 мВ дорівнює 10 мм амплітуди.

Для прискореного визначення ЧСС використовують спеціальні вимірювальні лінійки.

У нормі ЧСС становить 60 – 85 ударів за хвилину.

2. *Визначення електричної осі серця* по електрокардіограми.

Для визначення положення електричної осі серця необхідно вирахувати алгебраїчну суму позитивного та негативного відхилень QRS в I и III відведеннях, отримані дані наносяться на діаграму Dinaide (рис. 11).

Відповідно до напрямку електричної осі серця розрізняють такі типи електрокардіограми:

- індиферентний ($30 - 60^\circ$);
- напіввертикальний ($60 - 85^\circ$), вертикальний ($85 - 95^\circ$) і правий ($> 95^\circ$) – зустрічається у осіб астеничної конституції, особливо часто у молодих людей, при схудненні або низькому стоянні діафрагми;
- напівгоризонтальний ($30 - 5^\circ$), горизонтальний [$+5 - (-5^\circ)$] і лівий ($< -5^\circ$) – спостерігається при гіперстенічної конституції, при ожирінні або високому стоянні діафрагми.

3. *Аналіз окремих елементів електрокардіограми.*

P-хвиля – у нормі має куполоподібну форму і плавні контури, може бути двогорбою або зазубреною (у нормі обидві вершини розділені між собою інтервалом, не перевищуючим 0,03 с). У відведеннях I, II, aVF, $V_3 - V_6$ P-хвиля завжди позитивна, в aVR – завжди негативна.

Тривалість – 0,1 с (від 0,07 до 0,1 с), амплітуда – 0,5 – 2,5 мм (максимальна у II відведенні).

PQ (PR)-інтервал – інтервал відображає час переходу збудження від передсердь к шлуночкам, вимірювання інтервалу найчастіше проводять у II відведенні. Тривалість інтервалу P – Q у нормі становить 0,12 – 0,20 с (до 0,21 с при брадикардії)

й залежить від віку, тонусу вегетативної нервової системи⁶, від ЧСС – що більше частота, то коротше інтервал.

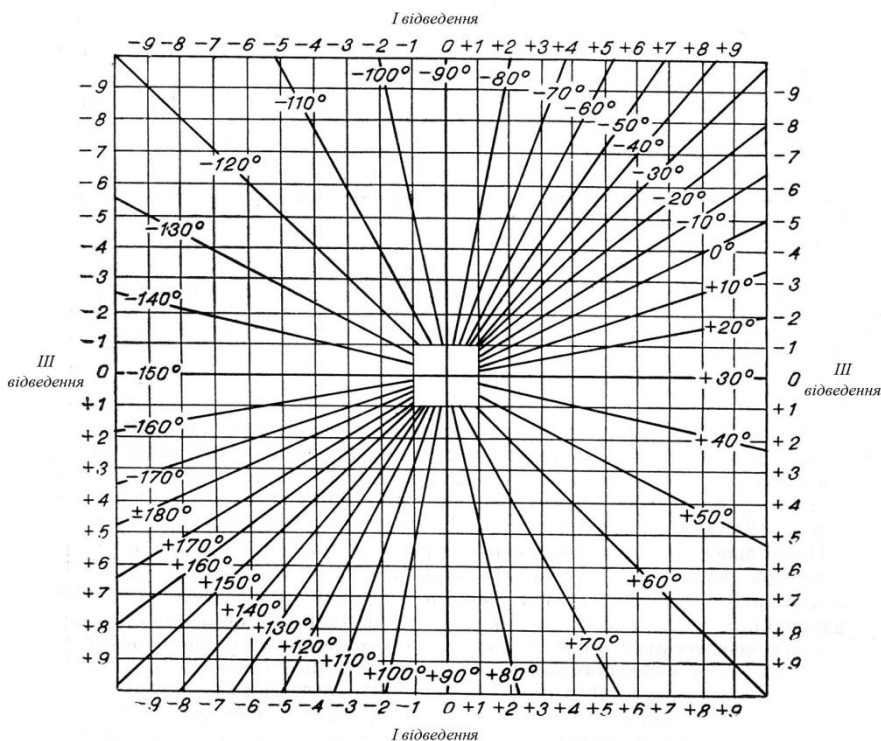


Рис. 11. Діаграма Dienaide для визначення положення електричної осі серця

На практиці зручно визначати RQ-інтервал у процентах відносно норми при відповідній ЧСС. Для цього

⁶ Підвищення активності симпатичної нервової системи (симпатикотонія) відзначається збільшенням амплітуди Р-хвилі, скороченням інтервалу RQ, збільшенням ЧСС. Ваготонія (перевага тону парасимпатичної нервової системи) відзначається зменшенням амплітуди Р-хвилі, подовженням інтервалу RQ, уповільненням серцевого ритму.

використовують спеціальну номограму (рис. 12), у нормі PQ-інтервал становить 80 – 115 % від норми при відповідній ЧСС.

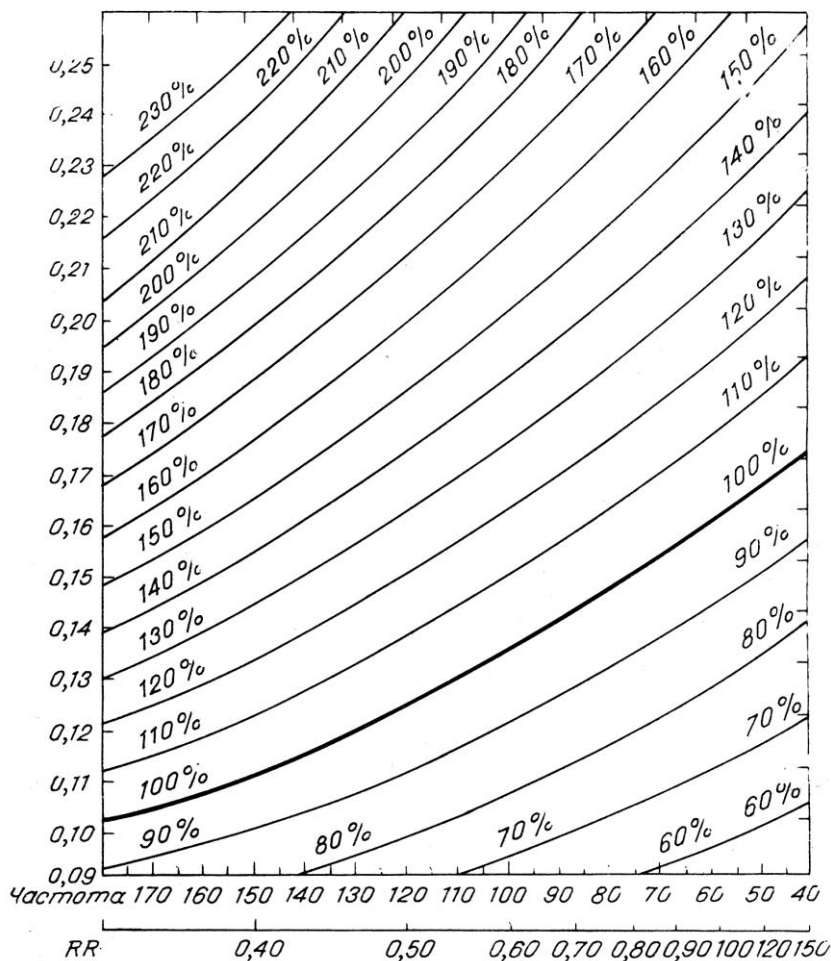


Рис. 12. Номограма для визначення PQ-інтервалу в процентах відносно норми при відповідній ЧСС

QRS-комплекс – складається з наступних необов'язкових зубців: Q, R, S. Зубці Q та S – негативні (спрямовані вниз), зубець R – позитивний (спрямований угору). Залежно від виразності зубців використовують великі або малі літери латинського алфавіту (рис. 13).

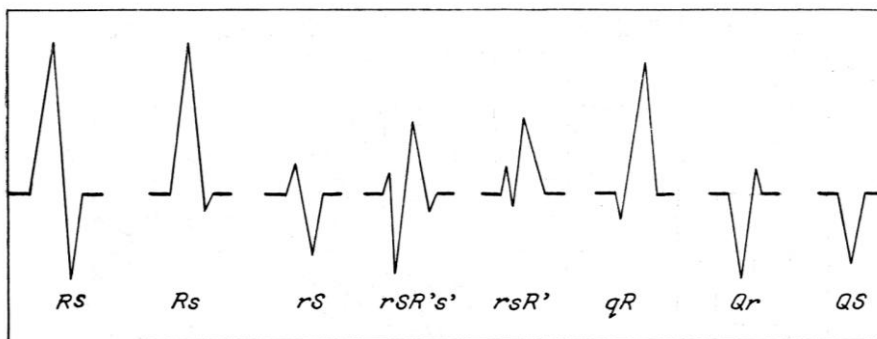


Рис. 13. Різновиди QRS-комплексу залежно від кількості та виразності зубців

Амплітуда й тривалість QRS-комплексу. Загальний вольтаж QRS вимірюється від верхівки R до точки найбільшого негативного відхилення – S- або Q-зубця. ЕКГ вважається низьковольтажною, якщо в жодному стандартному відведенні загальний вольтаж не перевищує 0,6 мВ, а в прекардіальних відведеннях – 1 мВ.

Тривалість QRS-комплексу в нормі не більше 0,08 – 0,1 с.

Зазубреність або вузлуватість зубців QRS із амплітудою > 0,5 мВ у двох і більше відведеннях, розширення QRS-комплексу свідчать про порушення шлункової провідності.

Характеристика окремих елементів шлуночкового комплексу. Зубець Q може реєструватися у відведеннях I, II, III,

aVL, aVF, aVR; обов'язкова його присутність у відведеннях $V_4 - V_6$.

Тривалість нормального зубця Q не більше 0,03 с, амплітуда не більше 25 % амплітуди зубця R у цьому ж відведенні (крім відведення aVR, де в нормі може реєструватися комплекс у вигляді QS або Qr).

Зубець R може бути відсутнім у відведеннях aVR, aVL (при вертикальному положенні електричної осі серця) та у відведенні V_1 . Амплітуда зубця R не перевищує 20 мм у відведеннях від кінцівок та 25 мм у грудних відведеннях.

Зубець S має максимальну амплітуду у відведенні V_1 або V_2 , яка поступово зменшується у відведеннях $V_5 - V_6$ (де в нормі зубець може бути відсутнім). Як правило, у відведеннях від кінцівок амплітуда зубця S не перевищує 5 – 6 мм, середня тривалість становить 0,04 с.

ST-сегмент – відображає разом з Т-хвилею процес реполяризації міокарду. У нормі ST знаходиться на ізоелектричній лінії. Горизонтальне зниження або підвищення ST на 0,1 мВ у стандартних відведеннях, на 0,2 мВ в V_1 і V_5 , та до 0,4 мВ в V_2 зустрічається у здорових осіб. Відхилення вище вказаних величин вважаються патологічними та розцінюються як «гіпоксія».

Т-хвиля – характеризується плавними й гладкими контурами, пологим висхідним та більш крутим спадним плечем.

Амплітуда Т у нормі не перевищує 5 – 6 мм у відведеннях від кінцівок та 15 – 17 мм у грудних відведеннях (у відведеннях $V_5 - V_6$ амплітуда Т становить $\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$ висоти зубця R у цих відведеннях). У випадках гіпоксії Т-хвиля стає низькою, нівельованою або інверсійною (має напрямок зворотний нормальному).

QT-інтервал – тривалість QT зворотно пропорційна ЧСС. Нормальний QT-інтервал можна обчислити за формулою Hegglin – Holzmann:

$$QT = 0,37\sqrt{R - R}.$$

Інтервал QT вважається нормальним, якщо його фактична величина не перевищує належну більш ніж на 0,04 с.

4. *Оцінка серцевого ритму* за електрокардіограмою та формулювання електрокардіографічного висновку.

Критерії правильного синусного ритму:

- наявність Р-хвилі перед кожним QRS-комплексом;
- Р-хвилі позитивні в I, II відведеннях, негативні в aVR відведенні та характеризуються сталістю форми в кожному відведенні;
- PQ (R)-інтервал знаходиться у межах 0,12 – 0,19 с, постійний;
- частота серцевого ритму в спокої 60 – 85 за хв;
- відмінність величин максимальних й мінімальних інтервалів R – R (P – P) у межах 0,05 – 0,15 с.

Контрольні питання:

1. Анатомічні та електрофізіологічні характеристики міокарду.
2. Електрокардіографія, сутність методу. Електрокардіографічні відведення.
3. Технічні умови електрокардіографічного дослідження.
4. Апаратура для реєстрації ЕКГ.
5. Елементи нормальної ЕКГ.
6. Зміни на ЕКГ при фізичних навантаженнях.
7. Порушення ритму серцевої діяльності. Класифікація аритмій.
8. ЕКГ критерії порушення внутрішньосерцевої провідності.
9. ЕКГ критерії перевантаження передсердь та шлуночків.
10. ЕКГ критерії ішемічної хвороби серця.

Литература:

1. Геселевич В. А. Медицинский справочник тренера / В. А. Геселевич. – М. : Физкультура и спорт, 1976. – 270 с.
2. Мурашко В. В. ЭКГ / В. В. Мурашко, А. В. Струтынский. – М. : МЕДпресс-информ, 2004. – 320 с.
3. Орлов В. Н. ЭКГ / В. Н. Орлов. – М. : ООО «Медицинское информационное агентство», 2006. – 528 с.
4. Симоненко В. Б. Функциональная диагностика / В. Б. Симоненко, А. В. Цоколов, А. Я. Фисун. – М. : Медицина, 2005. – 304 с.
5. Струтынский А. В. ЭКГ / А. В. Струтынский. – М. : МЕДпресс-информ, 2005. – 224 с.
6. Физиология человека / под ред. Г. И. Косицкого. – М. : Медицина, 1985. – 544 с.
7. Функциональная диагностика в практике терапевта / А. А. Бова, С. С. Горохов и др. – М. : МИА, 2007. – 240 с.
8. Хэмптон Дж. Р. Основы ЭКГ / Дж. Р. Хэмптон. – М. : Мед. лит., 2006. – 224 с.

Лабораторна робота № 4

Тема: Реєстрація та оцінка ЕКГ із використанням комплексу автоматизованої реєстрації та аналізу електрокардіограм «ЭКГ-100/2»

Мета заняття: оволодіти методикою роботи з комплексом автоматизованої реєстрації та аналізу електрокардіограм «ЭКГ-100/2», ознайомитися із програмним забезпеченням – «ЭКГ для взрослых», «ЭКГ для детей», «Cardio Master».

Обладнання: комплекс автоматизованої реєстрації та аналізу електрокардіограм «ЭКГ-100/2».

Хід роботи:

Комплекс автоматизованої реєстрації та аналізу електрокардіограм «ЭКГ-100/2» призначений для зняття біопотенціалів серця за 12 стандартними відведеннями з відображення їх на екрані відеомонітору в реальному часі (рис. 14), автоматичного розпізнавання елементів ЕКГ (виявлення зубців та їх вимірювання), постановки діагнозу, а також збереження результатів дослідження в пам'яті ПЕОМ та їх роздрукування, з можливістю редагування медичного висновку (рис. 15, 16).

Комплекс може бути використаний у відділеннях функціональної діагностики медичних установ усіх профілів.

Обладнання та принцип роботи

Конструктивно комплекс являє собою ПЕОМ, у з'єднувач системної плати якої встановлений контролер К-01М, що з'єднаний за допомогою сполучного кабелю з перетворювачем біоелектричних потенціалів ПБЭС-1. До перетворювача підключений кабель відведень, що має колірне та символічне маркування: N (чорний) – заземлення; F (зелений) – ліва нога; L (жовтий) – ліва рука; R (червоний) – права рука; C₁ – C₆ (білий) – грудні відведення.

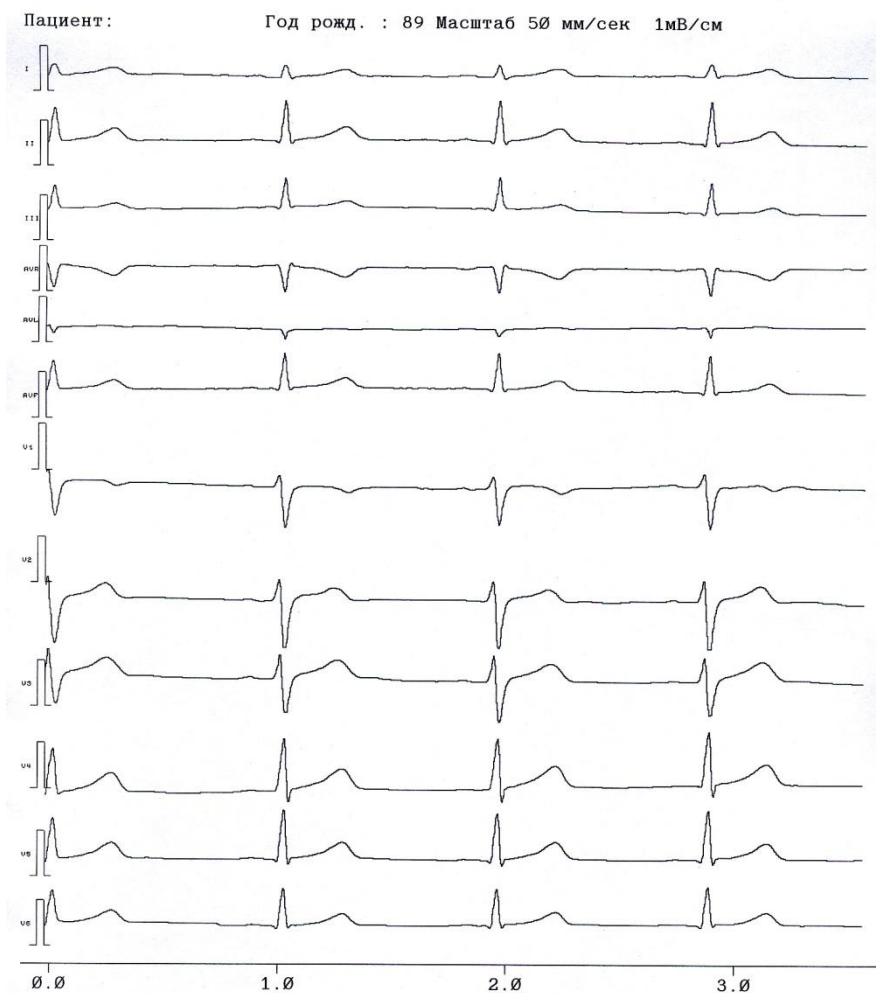


Рис. 14. Електрокардіографічна крива, яка записана за допомогою комплексу автоматизованої реєстрації та аналізу електрокардіограм «ЭКГ-100/2»

Покой

ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ЭКГ

Ф.И.О. : 0001425 Возраст : 18 Пол : м
Дата обследования : 25.4.2007

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭКГ

Угол отклонения ЭОС : 78 град.
Частота сердечных сокращений : 61 уд/мин
Колебания продолжительности интервала R-R : 11%

Интервал	R-R	P-Q	Q-T	Зубец P	Комплекс QRS
Длительность, сек.	0.940	0.128	0.374	0.054	0.096

АМПЛИТУДЫ (мм)

	P+	P-	Q	R	R1	S	T+	T-	ST
I	0.16			2.80		-0.48	1.32		0.44
II	0.20			9.52		-0.68	2.44		0.96
III		-0.12		6.96			1.12		0.52
AVR		-0.12	-5.92	0.64				-1.88	-0.44
AVL			-0.68	0.12		-0.92	0.20		0.16
AVF	0.04			8.36		-0.20	1.72		0.72
V1	0.20			2.48		-9.20		-1.00	0.24
V2	0.24			4.68		-11.84	2.24		1.00
V3	0.20			5.32		-8.36	3.24		1.40
V4	0.12			11.76		-2.72	3.80		1.28
V5	0.12			11.04		-1.16	2.96		0.96
V6	0.08			8.88			2.28		0.68

Ширина зубца Q (сек.)

I	II	III	AVR	AVL	AVF	V1	V2	V3	V4	V5	V6
0.000	0.000	0.000	0.039	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Синусовый ритм. Число сердечных сокращений = 61 уд/мин.
2. Вертикальное положение электрической оси сердца : 78 град.

Врач

Рис. 15. Приклад електрокардіографічного висновку виконаного за допомогою програми «ЭКГ для взрослых»

Пациент :

Возраст : Пол :

Дата обследования :

Примечание:

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭКГ

1. Частота сердечных сокращений = 81 уд/мин

2. Колебания продолжительности интервала R-R = 3%

3. Угол отклонения электрической оси сердца = 75.0 град.

ДЛИТЕЛЬНОСТИ (сек)

R - R = 0.732

Зубец P = 0.075

P - Q = 0.156

Комплекс QRS = 0.069

Q - T = 0.356

(Норма Q-T = 0.326 - 0.390)

АМПЛИТУДЫ (мм)

	P+	P-	Q	R	Rl	S	T+	T-	ST
I	0.74			4.73		-0.12	2.59		0.59
II	1.31		-0.10	18.44		-1.40	2.40		0.48
III	0.73		-1.23	15.27		-0.66			0.24
aVR		-1.11	-10.70	4.37				-2.42	-0.51
aVL			-6.23	2.40			1.43		-0.02
aVF	1.03		-0.45	16.74		-0.95	1.18		0.47
V1		-0.96		0.58		-14.16		-1.26	-0.18
V2		-0.53		2.61		-20.81	1.85		0.34
V3				3.90		-17.09	3.64		0.83
V4				14.43		-2.99	2.37		0.23
V5	0.63			12.76		-1.24	2.34		-0.16
V6	0.61		-0.07	11.52		-0.49	1.90		0.55

ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Регулярный синусовый ритм

Частота сердечных сокращений = 81 уд/мин

Колебания продолжительности интервала R-R = 3%

Вертикальное положение электрической оси сердца

Врач _____

Рис. 16. Пример электрокардіографічного висновку виконаного за допомогою програми «Cardio Master»

Перетворювач біоелектричних сигналів ПБЭС-1 у складі комплексу виконує такі функції: посилення біоелектричних потенціалів, що знімаються з тіла пацієнта; пригнічення синфазної перешкоди; формування необхідних кардіологічних сигналів; перетворення ЭКС у час-імпульсну послідовність; передачу час-імпульсного сигналу через спеціальний інтерфейс до ПЕОМ; гальванічну розв'язку пацієнта від інших струмоведучих частин комплексу.

Керування роботою комплексу, відображення ЕКГ у реальному часі, зберігання інформації про пацієнта та його ЕКГ, цифрова обробка сигналів, відображення та вимірювання параметрів сигналів, формування діагностичного висновку та вивід інформації на друк здійснюється за допомогою програмного забезпечення «ЭКГ для взрослых», «ЭКГ для детей», «Cardio Master».

Порядок роботи:

- увімкніть ПЕОМ;
- накладіть електроди для зняття електрокардіограми на пацієнта згідно з маркуванням на кабелях відведень;
- запустіть програму автоматизованої реєстрації та аналізу електрокардіограм відповідно до *додатка 1* або *додатка 2*;
- після проведення дослідження здійсніть дезінфекцію електродів серветкою, змоченою 3 % розчином перекису водню з додаванням 0,5 % мийного засобу.

Контрольні питання:

1. Основні принципи автоматизованої реєстрації та аналізу ЕКГ.
2. Класифікація систем для автоматизованої реєстрації та аналізу ЕКГ.
3. Основні вимоги до електрокардіоаналізаторів.

4. Методика роботи с комплексом автоматизованої реєстрації та аналізу ЕКГ «ЭКГ-100/2».
5. Принципи добового моніторингу ЕКГ по Холтеру.

Література:

1. Мурашко В. В. ЭКГ / В. В. Мурашко, А. В. Струтынский. – М. : МЕДпресс-информ, 2004. – 320 с.
2. Хэмптон Дж. Р. Основы ЭКГ / Дж. Р. Хэмптон. – М. : Мед. лит., 2006. – 224 с.
3. Орлов В. Н. ЭКГ / В. Н. Орлов. – М. : ООО «Медицинское информационное агентство», 2006. – 528 с.
4. Струтынский А. В. ЭКГ / А. В. Струтынский. – М. : МЕДпресс-информ, 2005. – 224 с.
5. Физиология человека / под ред. Г. И. Косицкого. – М. : Медицина, 1985. – 544 с.

Додатки

Додаток 1

Робота на комплексі автоматизованої реєстрації та аналізу ЕКГ «ЭКГ-100/2» з використанням програмного забезпечення «ЭКГ для взрослых», «ЭКГ для детей»

Для початку роботи необхідно на робочому столі Windows знайти ярлик «ЭКГ ДЛЯ ВЗРОСЛЫХ» для зняття електрокардіограми (ЕКГ) у дорослих або ярлик «ЭКГ ДЛЯ ДЕТЕЙ» для зняття кардіограми у дітей та два рази підряд натиснути на ньому лівою кнопкою миші. Запуститься програма реєстрації та аналізу ЕКГ. На екрані монітора з'явиться вікно, у верхній частині якого розташований рядок меню з пунктами: «РАБОТА», «ЕСГ ЗА ДЕНЬ», «АРХИВ», «АППАРАТУРА», а в нижній частині – рядок підказок оператору. Опція, що активна, підсвічується. При першому завантаженні програми активна опція «РАБОТА». Вибір необхідної опції здійснюється переміщенням курсору клавішами, на яких зображені стрілки вправо і (або) вліво та натисканням клавіші <ENTER>. При виборі опції «РАБОТА» на екрані монітора з'являються кілька пунктів щодо методики реєстрації ЕКГ, а саме: «ЭКГ», «НЭБ», «СПЛАК». Виберіть методику кардіограми, що реєструється, і натисніть <ENTER>.

Після цього на екрані монітора з'являється таблиця вводу паспортних даних пацієнта: «Фамилия», «Инициалы», «Год рождения» (для дорослих) «Лет» (уводиться кількість повних років), «Месяцев» (уводиться кількість повних місяців для дітей до року) (для дітей), «Пол», «Примечания».

Ім'я файлу, що відображає порядковий номер електрокардіограми, у який будуть записані ЕКГ і діагностичні висновки, встановлюється автоматично та висвічується у верхній частині вікна запитів.

У процесі роботи створюються файли з іменем, що включають порядковий номер і версію кардіограми у вигляді «...-N», де N – номер знятої кардіограми для даного пацієнта, починаючи з 1. Файли мають розширення .ecg, .gaz і .zak та містять відповідно цифрову характеристику ЕКГ, текст розширеного висновку та текст стислого висновку.

При реєстрації для одного пацієнта декількох кардіограм підряд натисканням функціональної клавіші F1 зберігається порядковий номер даної ЕКГ, виводяться на екран монітора інформаційні дані про пацієнта, набрані раніше, а номер версії збільшується на одиницю.

Перехід між вікнами («Фамилия», «Инициалы», «Год рождения», «Пол», «Примечания») при введенні інформації про пацієнта здійснюється натисканням клавіші <ENTER>.

Допускається редагування вже введенного запиту згідно з рядком підказки.

Натискання клавіші <ENTER> в останньому рядку запитів («Примечания») призводить до готовності зняття ЕКГ.

Накладіть електроди на пацієнта та натисніть клавішу <ALT>.

На екрані монітора з'являється «змінні» графіки ЕКГ (моніторинг), що відповідають шести стандартним відведенням. Якщо замість вмикання моніторингу видається повідомлення «Не подключен кардиограф», слід переконатися в наявності електричного контакту в з'єднаннях кабелю. Перемикання між шістьма стандартними та шістьма грудними відведеннями здійснюється натисканням клавіші <ПРОБЛ>. Моніторинг грудних відведень візуально характеризується наявністю пунктирної лінії унизу екрана монітора.

Моніторинг зупиняється при натисканні оператором будь-якої буквенної клавіші. Одночасно відбувається запис даних за останні 5 секунд знімання ЕКГ. Пуск моніторингу здійснюється повторним натисканням будь-якої клавіші.

Для автоматичного розрахунку ЕКГ-зубців і одержання автоматичного діагностичного висновку після зупинки моніторингу необхідно натиснути клавішу <ALT>.

На екрані монітора з'являються повідомлення: «Идет распознавание зубцов», «Идет формирование заключения» (залежно від швидкості роботи комп'ютера ці повідомлення можуть бути відсутні), після чого на екрані монітора з'являється діагностичний висновок (на екрані з'явиться третя екранна сторінка висновку) і рядок підказки. За допомогою кнопок <Page Up>, <Page Down> здійснюється перехід між чотирма екранними сторінками.

На першій екранній сторінці відображаються паспортні дані пацієнта та таблиця інтервалів, на другій – таблиця амплітуд зубців (деякі гнізда цієї таблиці можуть залишатися порожніми), на третій – кут відхилення електричної осі серця, ЧСС і варіант діагностичного висновку, який видано програмою за досліджуваною кардіограмою.

Діагностичний висновок може бути розширеним і стислим. Перемикання між ними здійснюється натисканням будь-якої клавіші.

Діагностичний висновок, що перебуває на екрані монітора (розширений або стислий), готовий до роздрукування після появи його на екрані.

Для перегляду графіків ЕКГ необхідно їх відобразити натисканням клавіші <ПРОБІЛ>, після чого на екрані монітора з'являться графіки основних відведень ЕКГ. Перемикання між основними та грудними відведеннями відбувається цією ж клавішею. Натискання клавіші <0> на додатковій клавіатурі праворуч зменшує масштаб графіків ЕКГ удвічі, повторне натискання повертає вихідний масштаб. Щоб повернутися до діагностичного висновку, слід натиснути будь-яку буквену клавішу.

Перед видачею результатів аналізу ЕКГ на друк необхідно увімкнути принтер і вставити папір. Одночасне

натискання лівих клавіш <Ctrl> + <Shift> приводить до друку діагностичного висновку. Графіки ЕКГ друкуються у форматі 50 мм/с, 1 мВ/см цими ж клавішами. Рекомендується починати друк знятої електрокардіограми з відведень, для чого перед натисканням клавіш <Ctrl> + <Shift> на екран монітора необхідно вивести відведення натисканням клавіші <ПРОБІЛ>.

«Пробел – отв.» – натискання клавіші <ПРОБІЛ> використовується для перемикання візуалізації грудних і стандартних відведень;

«Люб. кл. – Рас./Зак.» – при наявності на екрані монітора діагностичного висновку перемикання між розширеною і стислою формою останнього проводиться натисканням будь-якої буквеної клавіші;

«PgUp PgDn – стр.» – натискання клавіш <PgUp> або <PgDn> приводить до перемикання сторінок діагностичного висновку;

«Редакт. it» – натискання клавіш <стрілка вгору> або <стрілка вниз> призводить до переходу в режим редагування діагностичного висновку. У режимі редагування з'являється нове вікно підказки. Вихід з режиму редагування проводиться при натисканні клавіші <Esc>.

У режимі редагування на екрані монітора з'являється курсор, який можна переміщати за допомогою клавіш-стрілок. Режим редагування надає такі можливості:

- одночасне натискання клавіш <Ctrl> + <Y> призводить до видалення рядка, на якому перебуває курсор;

- одночасне натискання клавіш <Ctrl> + <N> призводить до вставки порожнього рядка;

- перемикання режиму редактора <вставка/заміна> проводиться натисканням клавіші <Insert>, що відображається в правому куті.

При виборі опції «ЭКГ ЗА ДЕНЬ» на екрані монітора з'являється списки пацієнтів, обстежених протягом поточного дня, підказки та вікно, що відображає кількість знятих ЕКГ.

У вікні списку пацієнтів указуються прізвища та ініціали пацієнтів, номери файлів, у яких записані дані про пацієнта та його ЕКГ, а також дані, введені оператором у рядок «Примечания».

Для одержання інформації з поточного запису у вікні списку пацієнтів необхідно натиснути клавішу <ENTER>, після чого з'являється вікно з повідомленням «Ожидайте», а потім виводиться діагностичний висновок.

Вибір поточного запису проводиться перемиканням підсвіченого вікна запису клавішами-стрілками. Перегляд запису ЕКГ проводиться клавішею <ENTER>.

Швидкий перехід у початок або кінець списку проводиться клавішами <Home> + <End> відповідно.

Друк списку проводиться при одночасному натисканні лівих клавіш <Ctrl> + <Shift>.

Вихід з цієї опції проводиться натисканням клавіші <Esc>.

Робота в опції «АРХИВ» аналогічна роботі в опції «ЭКГ ЗА ДЕНЬ» за винятком того, що до списку вносяться дані про пацієнтів та їх ЕКГ за попередні дні. Список може містити дані не більш ніж про 5000 пацієнтів. Комплекс програм ЕКГ відслідковує наявність вільної пам'яті на жорсткому диску та повідомляє про його нестачу.

Для швидкого пошуку в архіві інформації про необхідного пацієнта необхідно натиснути клавішу <Tab>. Після цього на екрані монітора висвітиться вікно «Введите фамилию / имя файла». Оператору необхідно ввести із клавіатури потрібну інформацію або для скасування режиму натиснути клавішу <Esc>. Якщо інформація в архіві присутня, знайдений запис буде підсвічений, інакше у верхньому лівому куті екрана термінала висвітиться вікно з повідомленням «Ошибка» і на екрані знову з'явиться список пацієнтів, уведених в архів. У випадку наявності двох і більшої кількості

однофамільців, а так само декількох кардіограм одного пацієнта, пошук можна продовжити натисканням клавіші <Tab>.

Опція «АППАРАТУРА» призначена для службового користування.

Увага! Щоб уникнути виходу комплексу програм з ладу користуватися опцією «АППАРАТУРА» користувачеві ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ.

*Робота на комплексі автоматизованої реєстрації
та аналізу ЕКГ «ЭКГ-100/2» з використання програмного
забезпечення «Cardio Master»*

*1. Призначення програмного забезпечення
«Cardio Master»*

Програма «Cardio Master» працює в складі комплексу автоматизованої реєстрації та аналізу ЕКГ «ЭКГ-100/2» і призначена для знімання електрокардіограми (ЕКГ), збереження ЕКГ в архіві та одержання діагностичного висновку за ЕКГ.

2. Робота із програмою

2.1. Для вмикання програми необхідно увімкнути комп'ютер, завантажити Windows і запустити файл *Cardiomaster.exe*.

Після завантаження на екрані монітора з'явиться головне вікно програми, у нижній частині якого розташовані кнопки: «РАБОТА», «АРХИВ», «АППАРАТУРА», «НАСТРОЙКА».

Вибір потрібного режиму виконується лівою клавішею миші. Кнопка «АППАРАТУРА» не активна та призначена для службового користування.

2.2. При виборі режиму «РАБОТА» на екрані монітора з'являється діалогове вікно «Регистрационная карточка», яке містить дві панелі «ЛИЧНЫЕ ДАННЫЕ ПАЦИЕНТА» і «МЕТОДИКА», а також три активні кнопки «МОНИТОРИНГ», «ОЧИСТИТЬ» і «ОТМЕНА».

У панелі «ЛИЧНЫЕ ДАННЫЕ ПАЦИЕНТА» оператором із клавіатури вводяться особисті дані пацієнта, який обстежується, заповнюються інформаційні поля «Фамилия», «Имя», «Отчество», «Пол», «Год рождения», «Дополнительные сведения». Перемикання курсору між інформаційними полями здійснюється клавішами <Tab>, <Shift> + <Tab> або мишею.

Допускається редагування інформації в уже заповненому інформаційному полі. Кнопка «ОЧИСТИТЬ» дозволяє видалити введені раніше дані пацієнта. У неактивному полі «Дата» перебуває інформація про поточну дату обстеження пацієнта, яка визначається програмою автоматично за системним годинником ПЕОМ.

У панелі «МЕТОДИКА» перестановкою мітки (здійснюється мишею) вибирається необхідна методика ЕКГ-дослідження.

При натисканні на кнопку «ОТМЕНА» закривається вікно «Регистрационная карточка» і відбувається повернення до головного вікна програми.

2.3. Натискання на кнопку «МОНИТОРИНГ» відкриває графічне вікно моніторингу. У правій частині вікна перебуває панель керування, на якій розташовані кнопки керування режимами моніторингу, індикатори режимів і параметрів моніторингу.

2.3.1. Кнопки керування режимами мають наступні функціональні призначення:

кнопка «ВЫХОД» – вихід з вікна моніторингу в головне вікно програми;

кнопка «ПУСК» – запуск режиму моніторингу з одночасним записом ЕКГ;

кнопка «СТОП» – зупинка моніторингу з одночасним переходом у режим перегляду записаної та поміщеної в архів ЕКГ;

кнопка «ПАУЗА» – тимчасова зупинка моніторингу. Повторне натискання на кнопку – продовження моніторингу;

кнопка «ОТВЕДЕНИЯ» – перемикання відведень видимих на екрані (основні / грудні) з одночасною індикацією на індикаторі «Отведения». Аналогічну функцію виконує клавіша <ПРОБІЛ> клавіатури;

кнопка «ОБНУЛЕН» – обнуління підсилювальних каналів перетворювача біопотенціалів під час моніторингу (дія аналогічна кнопці -○- на перетворювачі біопотенціалів).

2.3.2. При натисканні на кнопку «ПУСК» починається моніторинг – на екрані прорисовуються графіки ЕКГ шести основних відведень.

Якщо замість умикання моніторингу видається повідомлення «Нет связи с устройством», слід повністю вийти із програми, переконавшись в наявності електричного контакту в з'єднувачах кабелю підключення перетворювача біопотенціалів до ПЕОМ і знову запустити моніторинг.

Перемикання між шістьма основними і шістьма грудними відведеннями здійснюється натисканням кнопки «ОТВЕД.» панелі керування або клавіші <ПРОБЛ>.

Табло «Таймер» показує поточний час моніторингу.

Швидкість моніторингу (25 або 50 мм/с) перемикається клавішею <Shift> з одночасною індикацією відповідного значення на індикаторі «Скорость».

Масштаб ЕКГ (0,5; 1,0; 2,0 мВ) перемикається клавішами <+>, <-> цифрової клавіатури.

При необхідності клавішами <F1>, <F2> включаються або вимикаються програмні фільтри – режекторний 50 Гц і антитреморний 35 Гц відповідно.

2.3.3. При натисканні на кнопку «СТОП» зупиняється моніторинг, відкривається вікно перегляду архіву, у якому відображається останній п'ятисекундний відрізок щойно записаної ЕКГ.

У вікні перегляду перемикання відведень (основні / грудні) і параметрів ЕКГ (швидкість, масштаб) здійснюються аналогічно режиму моніторингу.

Клавішами <1>, <2>, <3>, <4> можна дискретно розтягувати ЕКГ по осі часу.

Для детального перегляду кожного відведення в окремому вікні слід зробити клацання лівою клавішею миші в

зоні вікна перегляду та у контекстному меню вибрати номер відведення. Аналогічний вибір можна здійснити, натиснувши одну із клавіш <F1>, <F2> ... <F12>.

2.3.4. Для автоматичних розрахунків тимчасових і амплітудних параметрів ЕКГ та одержання діагностичного висновку слід натиснути кнопку «ДИАГНОЗ» на панелі керування. Після чого на екрані монітора з'являються результати розрахунків параметрів ЕКГ і можливий діагностичний висновок.

Клавішами <←→> і <→> здійснюється перегляд записаної ЕКГ (п'ятисекундними проміжками часу) із одночасною індикацією на табло таймера.

Автоматичний діагностичний висновок ставиться за п'ятисекундному відрізу ЕКГ видимого на екрані монітору.

Для перегляду результатів розпізнавання ЕКГ-зубців слід натиснути кнопку «ОТВЕД.» або клацнути правою клавішею миші в зоні висновку та у контекстному меню вибрати пункт «Показати відведення». Для повернення до екрана з висновком слід натиснути кнопку «ВИСНОВОК» або вибрати в контекстному меню пункт «Показать отведения».

За розсудом лікаря текстову частину діагностичного висновку припустимо редагувати. Перемикання мови клавіатури, залежно від налаштувань Windows, здійснюється комбінацією клавіш <Alt> + <shift> або <Ctrl> + <shift>.

2.3.5. Діагностичний висновок готовий до друку після появи його на екрані. Друк здійснюється при натисканні на кнопку «ПЕЧАТЬ» або при виборі пункту «Печать заключения» контекстного меню, що супроводжується появою стандартного вікна друку Windows.

2.4. При натисканні кнопки «АРХИВ» у головнім вікні програми відкривається діалогове вікно «Архив Cardio Master».

Для вибору ЕКГ, що зберігається в базі даних, слід клацнути мишею по відповідному рядку в таблиці. При цьому обраний рядок виділиться синім кольором і дані пацієнта

з'являться в інформаційних полях панелі «ЛИЧНЫЕ ДАННЫЕ ПАЦИЕНТА». Після натискання на кнопку «ПРОСМОТР» відкриється вікно перегляду ЕКГ.

2.5. При натисканні на кнопку «НАСТРОЙКА» відкривається вікно «Установки». У ньому перебувають закладки, у яких, за бажанням користувача, можна здійснювати попередню установку режимів моніторингу, друку та інших параметрів, а також уводити додаткову службову інформацію.

Увага! Режимом «НАСТРОЙКА» користуватися не рекомендується.

*Питання для самостійного опрацювання курсу
«Функціональна діагностика»*

1. Функціональна діагностика як медична наукова дисципліна. Визначення, мета й завдання, об'єкти дослідження. Класифікація методів функціонального дослідження.
2. Електрокардіографія. Принцип методу. Апаратура для електрокардіографічного дослідження.
3. Уніполярні та біполярні відведення.
4. Методика електрокардіографічного дослідження. Помилки, які виникають при реєстрації електрокардіограми (ЕКГ) та методи їх усунення.
5. Елементи нормальної ЕКГ. Критерії правильного синусного ритму.
6. Вікові особливості ЕКГ.
7. Патологічні зміни на ЕКГ: симптоми перевантаження передсердь; АВ-блокади; патологічні зміни QRS-комплексу; порушення внутрішньополункової провідності; WPW-синдром; перевантаження шлуночків; електрокардіографічні признаки гіпоксії; електрокардіографічні признаки інфаркту міокарда; порушення серцевого ритму (аритмії, екстрасистоли).
8. Зміни ЕКГ при фізичних навантаженнях. Особливості ЕКГ спортсмена.
9. Фонокардіографія.
10. Показники легеневої вентиляції: легеневі об'єми та ємності; анатомічні (стаціонарні) та функціональні (динамічні) показники.
11. Апаратура для оцінки показників зовнішнього дихання.
12. Зміни показників зовнішнього дихання при фізичних навантаженнях.
13. Діагностика дихальної недостатності.

14. Клінічна електроміографія. Патологічні зміни електроміограми.
15. Електроенцефалографія.
16. Оцінка функціонального стану серцево-судинної та дихальної систем із використанням навантажувальних тестів.
17. Електрокардіографічна оцінка навантажувальних тестів.
18. Оцінка фізичної працездатності з використанням навантажувальних тестів: тест PWC (Physical Working Capacity); визначення максимального споживання кисню; проба Лептунова; Гарвардський степ-тест, функціональна проба Руф'є.

Навчально-методичне видання

ВИНОГРАДОВ Олег Олександрович

ФУНКЦІОНАЛЬНА ДІАГНОСТИКА

**Методичні рекомендації до проведення
лабораторних робіт**

За редакцією автора
Комп'ютерний макет – Виноградов О. О.
Коректор – Виноградов О. О.

Формат 60×84 1/16. Папір офсет. Гарнітура Times New Roman.
Друк ризографічний. Ум. друк. арк. 3,3. Наклад 100 прим.

Видавець і виготовлювач
Видавництво Державного закладу
«Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»
вул. Оборонна, 2, м. Луганськ, 91011, Тел. / факс: (0642) 58-03-20
E-mail: alma-mater@list.ru
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3459 від 09.04.2009 р.