МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
МЕДИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ФІЗІОЛОГІЇ ТА ПАТОФІЗІОЛОГІЇ

Савка Ю.М., Поляк-Митровка І.І., Сливка Я.І., Бугір І.В.

Фізіологічні основи електрокардіографії

НАВЧАЛЬНО - МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК

до лабораторних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни за вибором «Основи електрокардіографії» для студентів 3-го курсу медичного факультету

Ужгород - 2020 рік

Навчально-методичний посібник рекомендований до видання на засіданні кафедри фізіології та патофізіології (протокол № 3 від 5 листопада 2020 р.) та на медичного факультету ДВНЗ «Ужгородського національного університету» (протокол № 1 від 14.01.2021)

Навчально-методичний посібник «Фізіологічні основи електрокардіографії» до лабораторних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни за вибором «Основи електрокардіографії» для студентів 3-го курсу медичного факультету / Савка Ю.М., Поляк-Митровка І.І., Сливка Я.І., Бугір І.В.- Ужгород, 2020. – с.41

Рецензент: д.мед.н., проф. Горленко О.М., д.мед.н., проф. Сірчак Є.С.

ЗМІСТ

1. Практична робота № 1. Фізіологічні властивості міокарду. Автоматизм серця та його іонні механізми.	3
2. Практична робота № 2. Векторний принцип аналізу ЕКГ. Походження та характеристика окремих елементів ЕКГ.	9
3. Практична робота № 3. ЕКГ- відведення на осі фронтальної і горизонтальної площини.	16
4. Практична робота № 4. Метод ритмокардіографії та його використання для оцінки функціонального стану автономної нервової системи.	21
5. Практична робота № 5. Функціональні тести з використанням ЕКГ.	26
6. Практична робота № 6. ЕКГ прояви порушення серцевого ритму.	30
7. Практична робота № 7. ЕКГ діагностика уражень міокарду.	36
Рекомендована література	41

Практична робота № 1

На тему : Фізіологічні властивості міокарду. Автоматизм серця та його іонні механізми.

Мета практичної роботи:

Знати: будову та функції серцево – судинної системи, фізіологічні властивості міокарда.

Уміти: схематично зобразити провідникову систему серця, потенціал дії (ПД) типових і атипових кардіоміоцитів.

Теоретичні питання:

1. Фізіологічні властивості серцевого м'яза.
2. Автоматія серця. Уявлення про природу і градієнт автоматії.
3. Особливості потенціалу дії типових та атипових кардіоміоцитів.
4. Проведення збудження в різних відділах міокарда.
5. Особливості скоротливої функції міокарда.

Робота 1. Пальпаторний метод визначення пульсу.

Визначаючи пульс поверхнево розташованих артерій, дають характеристику: а) частоти його (кількість коливань за 1 хв); б) швидкості (швидкість підйому пульсової хвилі); в) напруженості (сила, з якою треба стиснути артерію, щоб пульс зник); г) амплітуди пульсової хвилі (висота коливань стінки судини); д) ритму (чи однакові інтервали між пульсовими коливаннями стінки судини).

Для роботи потрібні секундомір або годинник з секундною стрілкою.

Хід роботи: Знайти пальцями лівої руки пульс променевої артерії. Пульс визначають за допомогою II, III і IV пальців. Пацієнт стоїть або сидить обличчям до дослідника. Підрахунок пульсу починають з моменту пуску секундоміра. Рахунок ведуть за певний відрізок часу (10-15 с.). Показники знімають тричі. У спортивній практиці пульс рахують за десятисекундними інтервалами часу протягом 1 хв. Підрахунок частоти пульсу провести двічі: у стані спокою і після дозованого фізичного навантаження (20 присідань за 30 с.).

Рекомендації щодо оформлення результатів роботи. Записати результати підрахунку пульсу у стані спокою і після навантаження. Отримані результати записати у таблицю.

Характеристика пульсу у людини.

Показники	Характеристика показника
Наявність	Є, нема
Частота за 1 хв.	60, 72, … 86 …
Ритмічність	Ритмічний, аритмічний
Напруга	Нормальний, напружений, м'який
Висота амплітуди	Високий, низький, нитковидний

Додаток №1

Маса серця дорослої здорової людини - близько 250-300 г. Серце складається з двох передсердь і двох шлуночків. Передсердя служать як резервуар, для приймання крові з вен, у період систоли шлуночків, а шлуночки при скороченні викидають кров у велике і мале кола кровообігу.

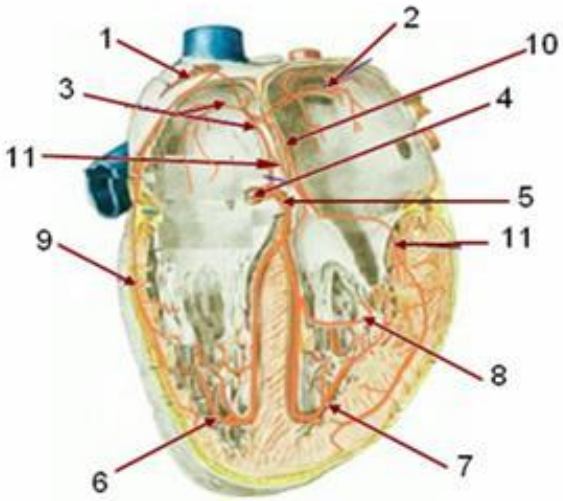
До фізіологічних властивостей міокарда належать:

- Збудливість;
- Провідність;
- Рефрактерність;
- Автоматизм;
- Скоротливість.

Автоматизм - це здатність серцевого м'яза самостійно генерувати потенціал дії. Цю функцію виконують атипові кардіоміоцити, що розташовані в провідниковій системі серця. В анатомічному відношенні провідникова система серця складається з синусного вузла, що розміщений у правому передсерді. Синусний вузол - пейсмекер I порядку, він генерує імпульси з частотою 60-80 ПД/хв. і передає збудження до пейсмекера II порядку - атріовентрикулярного вузла, який генерує ПД з частотою - 40-50 за хв. Наступна структура - пучок Гіса - 20-30 ПД/хв., він має дві ніжки праву і ліву та волокна Пуркіньє, які не генерують імпульси, а тільки проводять до міокарду шлуночків зі швидкістю -1,5-4 м/с.

Схема провідної системи серця

1 - синусно-передсердний вузол;
2 - міжпередсердний пучок Бахмана;
3 - міжвузлові провідні тракти (Бахмана, Венкебаха, Тореля);
4 –передсердно-шлуночковий вузол;
5 - пучок Гіса;
6 - права ніжка пучка Гіса;
7 - передня гілка лівої ніжки пучка Гіса;
8 – задня гілка лівої ніжки пучка Гіса;
9 – пучок Кента;
10 - пучок Джеймса;
11 - пучок Махейма.



Збудливість.

Міокард належить до типових збудливих тканин. Скоротливі кардіоміоцити, на відміну від атипових, мають ***фазу спокою*** подібно до нервових клітин та скелетних і гладеньких м'язів. У цій фазі мембрана проникна переважно для іонів K^+ та меншою мірою - для іонів Na^+, які встановлюють мембранний потенціал

спокою приблизно на рівні -90 мВ. Початок генеруванню потенціалу дії (ПД) дає деполяризація мембрани, зумовлена надходженням збудження від волокон провідникової системи чи сусіднього м'язового волокна через нексуси.

Амплітуда ПД у міокарді шлуночків дорівнює 120 мВ. Одна з найсуттєвіших відмінностей міокарда від нервової клітини й скелетного м'яза - тривалий ПД: у лівому шлуночку він становить близько 250 мс, тоді як у посмугованому м'язі - 1-3 мс. Перша фаза потенціалу дії скоротливих кардіоміоцитів – ***фаза деполяризації*** – формується - Na^+ струмом всередину кардіоміоцита через відкриті швидкі Na^+ канали мембрани. Ці канали залишаються відкритими до моменту досягнення рівня заряду мембрани близько +30 мВ. Після цього вони інактивуються, але одночасно відкривається один із субтипів калієвих каналів, що дає початок короткочасній другій фазі ПД – ***фазі швидкої ранньої реполяризації.*** Вона триває до досягнення рівня заряду мембрани приблизно +10 – +15 мВ за рахунок дифузії іонів калію із клітини. В цей момент відкриваються повільні кальцієві канали L-типу, які зумовлюють вхід іонів кальцію в клітину. Два конкурентні іонні струми - K^+ із клітини та Ca^{+2} в клітину – формують третю найдовшу фазу ПД **– *фазу повільної реполяризації (плато)***, у якій заряд мембрани протягом приблизно 150 мс залишається близьким до 0 і повільно дрейфує в сторону мембранного потенціалу спокою. При досягненні рівня заряду мембрани -5 – -10 мВ, повільні кальцієві канали L-типу закриваються і вхід іонів кальцію у міокардіоцит поступово припиняється. Одночасно відкривається ще один субтип калієвих каналів, який включає додатковий потік іонів K^+ із клітини, завершуючи реполяризацію мембрани до базального рівня і формуючи четверту фазу ПД – ***фазу швидкої кінцевої реполяризації***.

Таким чином, головною особливістю ПД скоротливих кардіоміоцитів є фаза плато, вирішальну роль у якій відіграють повільні кальцієві канали L-типу.

Рефрактерність.

Період рефрактерності запобігає виникненню надто частих повторних збуджень серця. Такі збудження в скелетних м'язах призводять до тетанусу, але виникнення тетанусу в серцевому м'язі зробило б неможливою нагнітальну функцію серця. Під час рефрактерності шлуночки встигають розслабитись і починають заповнюватись кров'ю.

Скоротливість. Особливістю міокарду в порівнянні із скелетним м'язом є те, що у ньому збудження не тільки запускає процес скорочення, а й підтримує його протягом практично усього потенціалу дії. Цей зв'язок прийнято називати ***електро-механічним спряженням*** (excitation-contraction coupling). У його реалізації провідну роль відіграють іони Ca^{+2} та механізми їх транспорту.

Особливості участі іонів кальцію у електро-механічному спряженні в міокарді обумовлюють ще одну його суттєву відмінність від скелетного м'язу. Так, відомо, що поодиноке скорочення скелетного м'язу і окремого м'язового волокна відповідає закону "все або нічого» - тобто у відповідь на стимуляцію ці структури генерують скорочення максимально можливої сили. В той же час, у міокарді залежно від сили стимулу виділяється різна кількість іонів кальцію із саркоплазматичного ретикулуму і відповідно залучається різна кількість

поперечних мостиків до скорочення. Тому міокард за умови порогової і надпорогової стимуляції скорочується з силою, пропорційною величині стимулу.

Додаток № 2

Контрольні питання по темі: «Фізіологічні властивості міокарду. Автоматизм серця та його іонні механізми.»

1. Яка фаза потенціалу дії типового міокардіоцита забезпечує його найбільшу тривалість?
2. Яке значення має тривалий рефрактерний період клітин міокарда?
3. В яку фазу повинен діяти подразник, щоб викликати екстрасистолу?
4. Що таке екстрасистола?
5. Які відмінності проведення збудження в серцевому та скелетному мязі?
6. Яке значення для діяльності серця має дифузне проведення збудження в міокарді?
7. Що називають автоматією серця? Як довести її наявність?
8. Як називається тканина, що утворює провідникову систему серця? Яка властивість клітин цієї тканини забезпечує автоматію серця?
9. Які водії ритму називаються істинними і потенційними?
10. Опишіть послідовність поширення збудження по серцю.
11. З якою швидкістю поширюється збудження по атріовентрикулярному вузлу? Яке це має значення для серцевої діяльності?
12. З якою швидкістю поширюється збудження по пучку Гіса та волокнах Пуркіньє?
13. Яка середня частота скорочень серця людини якщо водієм ритму є синоатріальний вузол, атріовенотрикулярний вузол, пучок Гіса?
14. Назвіть основні особливості ПД кардіоміоцита провідникової системи серця.
15. Як пояснити більшу чутливість міокарда до гіпоксії порівняно зі скелетним м’язом?

Відповіді по темі: «Фізіологічні властивості міокарду. Автоматизм серця та його іонні механізми.»

1. Фаза реполяризації (повільна її частина-плато). Тривалий рефрактерний період.
2. Запобігає виникненню тетанічного скорочення, що важливо для забезпечення насосної функції серця.
3. У фазу розслаблення, оскільки у фазу скорочення серцевий м’яз не збудливий.
4. Позачергове скорочення серця.
5. У міокарді дифузний характер поширення збудження, швидкість проведення нижча, ніж у скелетному м’язі.
6. На дію підпорогового подразника серце не відповідає, а на порогів і надпороговий подразник реагує максимальним скороченням.

7. Здатність серця скорочуватись під дією імпульсів, що виникають в ньому. Ізольоване із організму серце продовжує ритмічно скорочуватись.

8. Атипова м’язева тканина. Здатність до спонтанної генерації збудження у зв’язку з наявністю повільної спонтанної деполяризації її клітин в діастолі серця.

9. Істинний водій ритму міокарда генерує імпульси з більшою частотою, ніж потенційний, а він реалізує власну автоматичну активність лише при відсутності імпульсів, що виходять від істинного водія ритму.

10. Збудження виникає в синусному вузлі, поширюється по провідниковій системі і міокарду передсердь, атріо-вентрикулярному вузлі, пучку Гіса, його ніжках і волокнах Пуркіньє до міокарду шлуночків.

11. Зі швидкістю - 0,02-0,05м/с, що забезпечує необхідну послідовність скорочення передсердь і шлуночків.

12. Зі швидкістю біля 1,5-4м/с. Це забезпечує синхронне збудження і скорочення клітин скоротливого міокарда шлуночків. Підвищує ефективність нагнітальної функції серця.

13. 60-70/хв., 40-50/хв., 20-30/хв..

14. Низький рівень мембранного потенціалу(на 20-30 мВ нижче ніж в робочих кардіоміоцитах), наявність повільної спонтанної діастолічної деполяризації.

15. Енергетичне забезпечення серцевого м’яза, на відміну від скелетного, здійснюється в основному за рахунок аеробного окиснення жирних кислот і вуглеводів; анаеробний гліколіз відіграє меншу роль, тому міокард більш чутливий до гіпоксії.

Практична робота № 2

На тему : Векторний принцип аналізу ЕКГ. Походження та характеристика окремих елементів ЕКГ.

Мета практичної роботи:
Знати: електрофізіологічні основи ЕКГ, алгоритм інтерпретації ЕКГ у 12-ти осьовій системі відведень.
Уміти: пояснити динаміку інтегрального електричного вектору серця протягом серцевого циклу та характеристику окремих елементів.

Теоретичні питання:

1. Електрофізіологічні основи ЕКГ.
2. Дипольний вектор. Динаміка сумарного електричного вектора.
3. Походження зубців P, Q, R, S, T , інтервалів P-Q, S-T, T-P та сегментів P-Q та S-T електрокардіограми.
4. Передсердний комплекс ЕКГ та його характеристика.
5. Шлуночків комплекс ЕКГ та його характеристика.

Робота 1. Реєстрація та аналіз ЕКГ у людини.

Для запису ЕКГ від кінцівок електроди розміщують на лівому і правому зап'ястках і на лівій нозі відповідно до маркування, зазначеного на панелі приладу. Ще один електрод розташовують на правій нозі для заземлення пацієнта (права рука – червоний колір, ліва рука – жовтий колір, ліва нога – зелений, права нога – чорний колір) . При реєстрації ЕКГ у стандартних відведеннях від кінцівок електроди розташовують таким чином: I відведення – ліва рука (+) і права рука (-); II відведення – ліва нога (+) і права рука (-); III відведення – ліва нога (+) і ліва рука (-).

Записують кілька серцевих циклів у кожному з відведень і здійснюють аналіз ЕКГ.

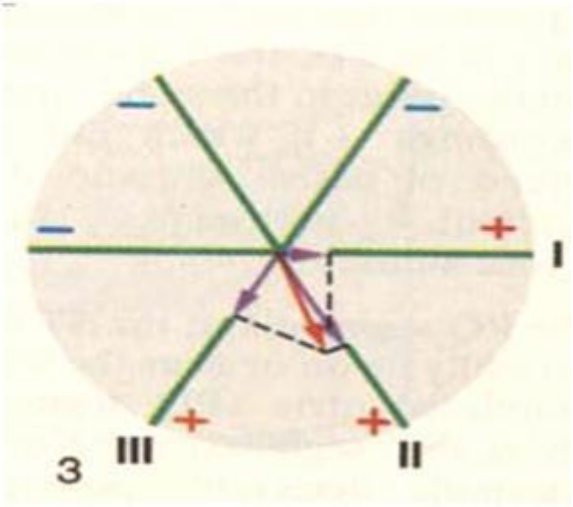
При аналізі ЕКГ звертають увагу на вираженість (амплітуду) зубців P, Q, R, S, T в мВ та їх тривалість (в секундах), тривалість інтервалів та сегментів ЕКГ (в сек). Отримані результати порівнюють з фізіологічною нормою цих показників.

Рекомендації щодо оформлення результатів роботи. Вклеїти у протоколи ЕКГ записану у різних відведеннях, зробити необхідні розрахунки. У висновках вказати, що є водієм ритму серця.

Додаток №1

ШЕСТИОСНА СИСТЕМА БЕЙЛІ

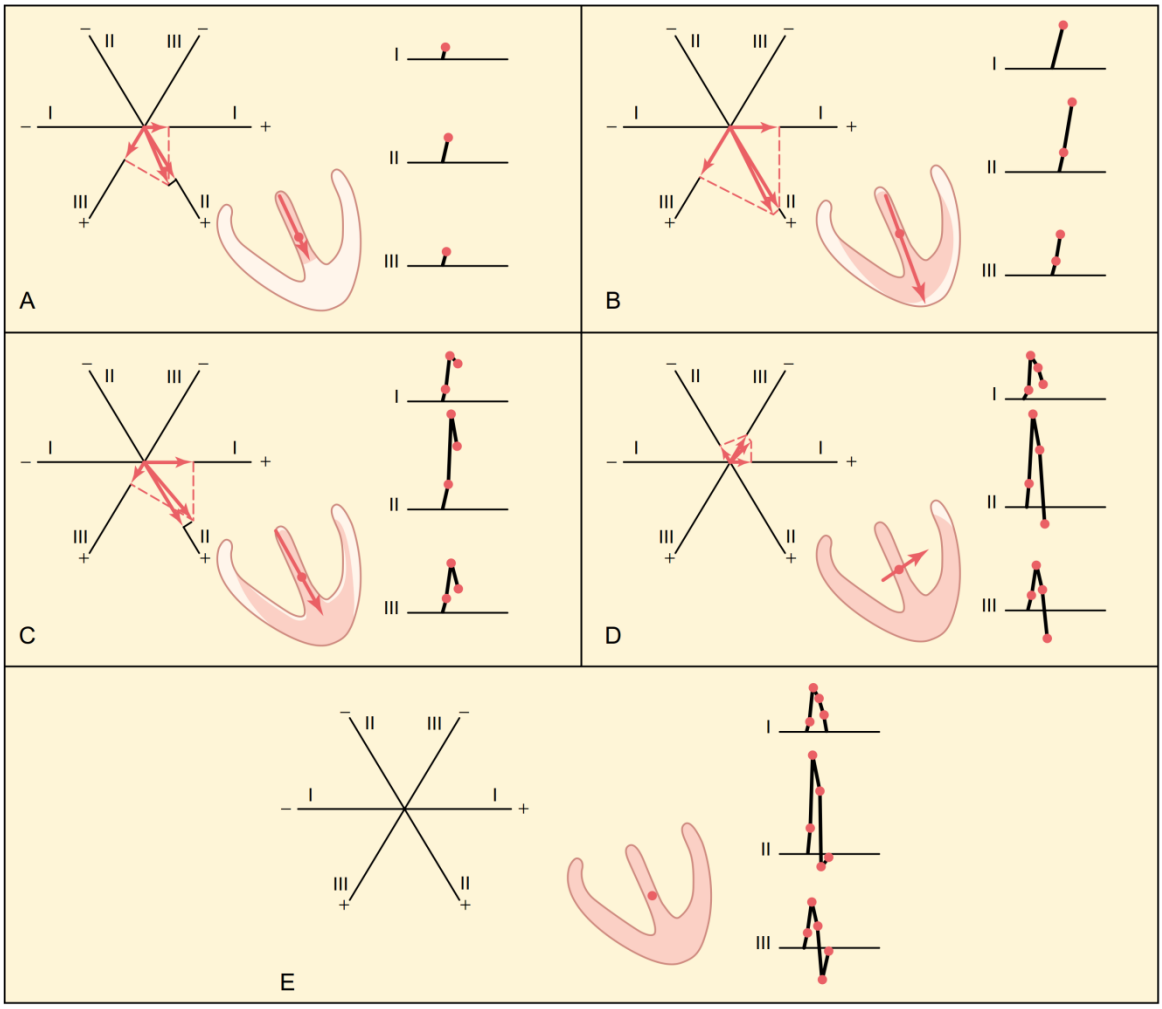
Графічний метод.
Вирахувати алгебраїчну суму амплітуд зубців комплексу QRS у I і III стандартних відведеннях. Відкласти її у довільно взятих величинах, на осях відповідних відведень шестиосної системи координат Бейлі.
З кінців цих проекцій провести перпендикуляри. Їх точку пересікання з'єднати з центром системи. Ця лінія є електричною віссю серця. Кут *α* визначають між цією лінією і позитивною частиною осі I стандартного відведення



Кожне серцеве волокно можна представити, як елементарний дипольний вектор, що має значення і напрям. В певний момент часу збудження всього серця характеризує сумарний електричний вектор, який є геометричною сумою елементарних дипольних векторів.

Електрокардіографія – графічна реєстрація змін різниці електричних потенціалів, які виникають на поверхні тіла внаслідок діяльності серця. Відображає збудження, а не скорочення серцевого м'язу.

Перші 0,1с. збудження в серці генерується вектор, що реєструється на ЕКГ зубцем - Р, відображає збудження передсердь, він спрямований зверху вниз, справа наліво, ззаду на перед. Наступні 0,08-01с. збудження розповсюджується по провідниковій системі до міокарду шлуночків і сумарний електричний вектор близький до 0, на ЕКГ реєструється ізолінія - інтервал P-Q. Початковий (перегородковий) вектор Q виникає в перші 0,03 с деполяризації шлуночків і відображає збудження міжшлуночкової перегородки. Його напрям зліва направо, знизу вверх, ззаду наперед, на ЕКГ- зубець Q. Основний вектор комплексу R виникає в наступні 0,03-0,04 с, він відображає деполяризацію основної маси шлуночків і орієнтований вниз і вліво. На ЕКГ він позитивний і найбільший з усіх зубців. Кінцевий вектор - S- відображає деполяризацію основ шлуночків наступні 0,03-0,04с. І останній вектор - Т, що відображає реполяризацію шлуночків, тривалість 0,16-0,22с.

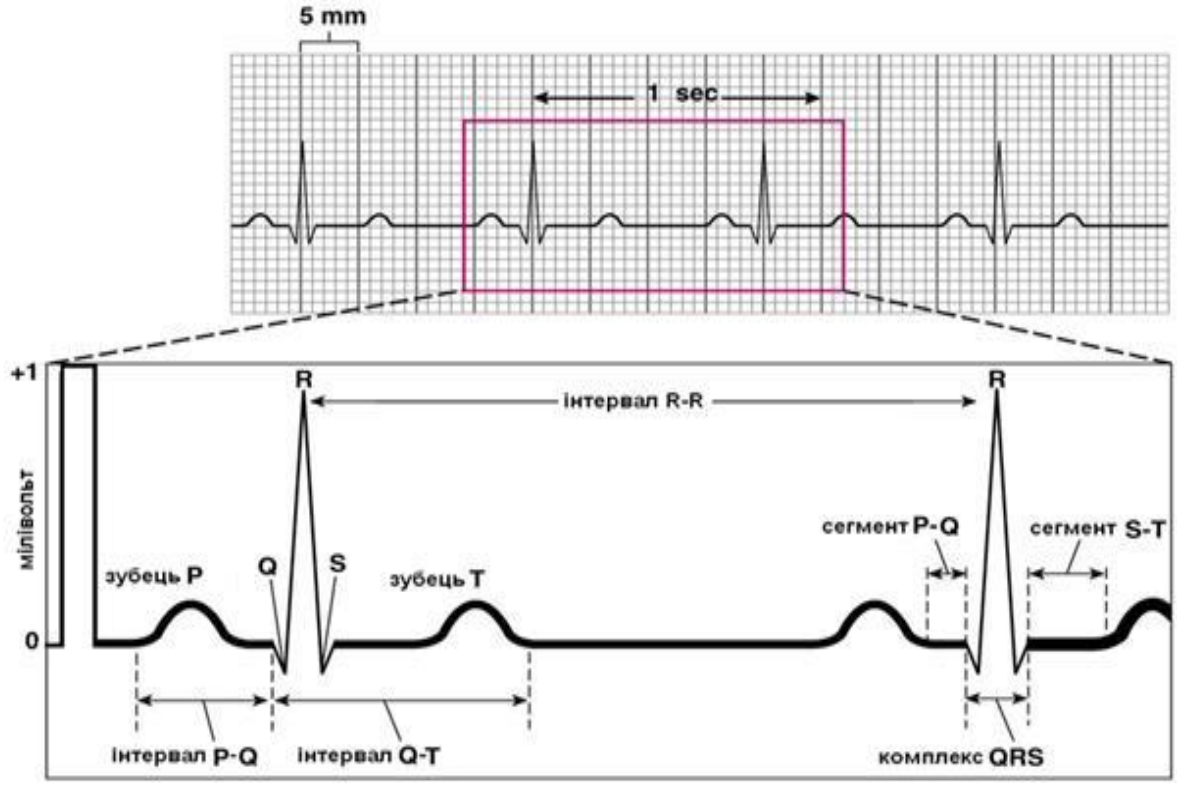


Мал.7.11. Векторний аналіз механізму формування шлуночкового комплексу в стандартних відведеннях від кінцівок.

A - інтегральний вектор та комплекс QRS через 0,01 с після початку деполяризації;
B - інтегральний вектор та комплекс QRS через 0,02 с після початку деполяризації;
C - інтегральний вектор та комплекс QRS через 0,035 с після початку деполяризації;
D - інтегральний вектор та комплекс QRS через 0,05 с після початку деполяризації;
E - деполяризація завершена через 0,06 с після її початку.

Реконструйовано з: Textbook of medical physiology/ A.Guyton et al. - 11th ed. - p.135

Схема ЕКГ



Характеристика нормальної електрокардіограми:

На електрокардіограмі виділяють зубці:

1) P, Q, R, S, ,T, інколи після зубця Т, реєструється зубець U;

2) сегменти –- відрізки між зубцями на ізолінії: P-Q (від кінця зубця Р до початку зубця Q) та S-T (від кінця зубця S до початку зубця Т;

3) інтервали - характеризують певний часовий проміжок серцевої діяльності: P-Q – від початку зубця Р до початку зубця Q, Q-T – від початку зубця Q до кінця зубця Т;

4) два комплекси: передсердний, який по суті представлений зубцем Р та шлуночковий ORST.

а) зубець Р;

Зубець Р у здорової людини у відведеннях I, П, aVF, V_2–V_6 завжди позитивний, у відведеннях Ш, aVL, V_1 – може бути позитивним, двофазним. у відведенні aVR - завжди негативний. Амплітуда зубця Р до 2,5 мм, а тривалість його не перевищує 0,1 с.

б) інтервал і сегмент P-Q (R);

Інтервал P-Q відображає тривалість атріовентрикулярного проведення, тобто час поширення збудження передсердями, атріовентрикулярним вузлом, пучком

Гіса і його розгалуженнями. Тривалість інтервалу P-Q коливається від 0,12 до 0,20 с в залежності від частоти серцевих скорочень.

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

в) шлуночковий комплекс QRST;

Шлуночковий комплекс ORST відображає складний процес поширення (комплекс ORS) і згасання (сегмент QS-T, S-T і зубець Т) збудження міокардом шлуночків. Якщо амплітуда зубців комплексу ORS перевищує 5 мм, їх позначають великими буквами алфавіту (Q, R, S), якщо менша 5 мм – прописними буквами (q,r, s). Тривалість шлуночкового комплексу не перевищує 0,1 с.

г) зубець Q;

Зубець Q у здорової людини не повинен перевищувати 1/4 амплітуди зубця R, а його тривалість – 0,03 с. Виняток складають відведення aVR, в якому реєструються глибокі і широкі зубці Q, та відведення V_1, V_2, в яких він практично відсутній.

д) зубець R;

Зубець R у нормі реєструється у всіх стандартних і підсилених відведеннях. У відведенні aVR зубець R погано виражений або відсутній зовсім. У грудних відведеннях амплітуда зубця R поступово збільшується від $V_1 – V_4$, а потім дещо зменшується в V_5 - V_6. Висота зубця R у відведеннях від рук та ніг не перевищує звичайно 20 мм, а в грудних – 25 мм.

е) зубець S;

Зубець S. У здорової людини його амплітуда в різних відведеннях коливається в широкому діапазоні, не перевищуючи 20 мм. У грудних відведеннях зубець Sзменшується від V_1, до V_6. Таким чином, у нормі в грудних відведеннях спостерігається поступове збільшення амплітуди зубця R і зменшення амплітуди зубця S.

є) сегмент RS-T;

Сегмент S-T – відповідає повному охопленню збудженням обох шлуночків. Тому в нормі в стандартних і підсилених однополюсних відведеннях від кінцівок, сегмент знаходиться на ізолінії і його зміщення не перевищує 0,5 мм. У грудних $V_1 – V_3$ може спостерігатися невелике зміщення від ізолінії вверх до 2 мм, а у $V_{4,5,6}$ –вниз не більше 0,5 мм.

ж) зубець Т;

Зубець Т. У нормі завжди позитивний у відведеннях I, II, aVF, $V_2 – V_6$, причому $T_1 > T_{III}$, а $T_{V6} > T_{V1}$. Має пологе висхідне і дещо більш круте низхідне коліно. У відведеннях III, aVL і V_1, зубець Т може бути позитивним, двофазним або негативним. Негативним зубець Т, як правило, буває у відведенні aVR. Амплітуда зубця Т у відведеннях від кінцівок не перевищує 5–6 мм, а в грудних відведеннях 15–17 мм. Тривалість зубця Т – 0,16–0,24 с.

3) інтервал Q-T;

Інтервал Q-T. Це електрична систола шлуночків. Тривалість інтервалу Q-T залежить від частоти серцевих скорочень. Нормальна тривалість інтервалу Q-T визначаєься за формулою Базетта:

$$Q\text{-}T=K*\sqrt{R\text{-}Rc}$$

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

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

Деколи на ЕКГ, особливо в правих грудних відведеннях, після зубця Т реєструється невеликий позитивний зубець U. Вважають, що зубець U відповідає періоду короткочасного підвищення збудливості міокарда шлуночків (фаза екзальтації), яка наступає після закінчення електричної систоли лівого шлуночка.

Додаток № 2

Контрольні питання по темі: «Векторний принцип аналізу ЕКГ. Походження та характеристика окремих елементів ЕКГ.»

1. Що називають електрокардіографією?
2. Опишіть суть дипольної концепції електрокардіографії.
3. Що називають вектором єдиного серцевого диполя? Як умовно позначають його орієнтацію в просторі?
4. Які елементи розрізняють на ЕКГ? Дайте визначення кожного з них.
5. Від чого залежить величина і напрямок зубців на ЕКГ ?
6. В яких випадках на ЕКГ реєструють позитивний зубець, а в яких – негативний?
7. Які сегменти розрізняють на кривій ЕКГ?
8. Вкажіть інтервали ЕКГ та їх елементи.
9. Що відображає інтервал PQ, яка його тривалість.
10. Що відображає зубець Р на ЕКГ, яка його амплітуда і тривалість?
11. Що відображає комплекс QRS, яка його тривалість?
12. Який нормальний діапазон відхилення сегмента ST від ізолінії?
13. Які елементи ЕКГ називаються електричною систолою і діастолою шлуночків?
14. Як розрахувати ЧСС по ЕКГ?
15. Що називають синусовим ритмом серця. Якими ЕКГ – ознаками він характеризується?

Відповіді по темі: «Векторний принцип аналізу ЕКГ. Походження та характеристика окремих елементів ЕКГ.»

1. ЕКГ-реєстрація електричної сумарної активності серця з певних ділянок тіла.
2. Згідно дипольної концепції серце умовно розглядається як точкове джерело струму, єдиний серцевий диполь, що створює в об’ємному його провіднику (тілі) електричне поле.

3. Геометрична сума векторів всіх одиночних джерел струму, що існують в серці в даний момент. Позначають стрілочкою в напрямку від негативного полюса диполя до позитивного.
4. Зубці – відхилення кривої ЕКГ від ізолінії, сегменти - відрізки ізолінії між зубцями, інтервали - відрізки, що складаються із сегментів та зв'язаних з ними зубцями.
5. Від величини і напрямку моментного вектора електрорушійної сили і його проекції на вісь відведення ЕКГ.
6. Позитивний – якщо проекція моментного вектора серця спрямована до позитивного електрода відведення; від'ємний - проекція моментного вектора спрямована до негативного електрода.
7. Сегмент P-Q та S-T . Позначають відсутність різниці потенціалів між електродами в даний момент.
8. Інтервал P-Q , включає зубець Р та сегмент P-Q; інтервал Q-T, включає комплекс зубців QRST, сегмент S-T.
9. Поширення збудження по передсердях, атріовентрикулярному вузлі, пучку Гіса, його ніжках і волокнах Пуркіньє 012-0,2с.
10. Процес поширення збудження по провідниковій системі і скоротливому міокарду правого і лівого передсердя. Амплітуда-не перевищує 2,5мм, тривалість – 0,1с.
11. Q- початковий вектор деполяризації шлуночків, R- поширення збудження по міокарду правого і лівого шлуночка, S- деполяризація основи шлуночків. 0,06-0,09с.
12. Не перевищує 0,5мм. Процес реполяризації скоротливого міокарда шлуночків.
13. Електрична систола-сукупність елементів ЕКГ від Q до Т, по часу співпадає з механічною систолою шлуночків. Електрична діастола - сукупність елементів від кінця Т до початку Q.
14. При правильному ритмі за формулою ЧСС= 60 : (R- R), де R- R середня тривалість інтервалу в секундах. В нормі 60-80 уд/хв.
15. Ритм серцевих скорочень, «водієм» ритму якого є синусів вузол, його ознаки: у всіх стандартних відведеннях кожному комплексу QRS передує позитивний зубець Р; постійна, однакова форма всіх зубців Р.

Практична робота № 3

На тему : ЕКГ- відведення на осі фронтальної і горизонтальної площини.

Мета практичної роботи:
Знати: основи ЕКГ, електрокардіографічні відведення, положення електричної осі серця.
Уміти: визначити на ЕКГ положення електричної серця, швидкість проведення збудження.

Теоретичні питання:

1. Метод електрокардіографії.
2. Електрокардіографічні відведення на осі фронтальної та горизонтальної площини.
3. Електрична вісь серця, визначення її положення.
4. Використання ЕКГ в діагностиці захворювань серця
5. Аналіз електрокардіограми.

Додаток №1

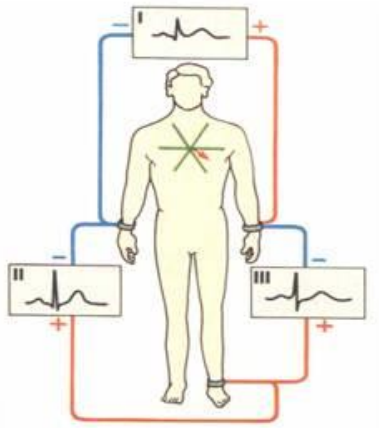
Кожне серцеве волокно можна представити, як елементарний дипольний вектор, що має значення і напрям. В певний момент часу збудження всього серця характеризує сумарний електричний вектор, який є геометричною сумою елементарних дипольних векторів.

Електрокардіографія – графічна реєстрація змін різниці електричних потенціалів, які виникають на поверхні тіла внаслідок діяльності серця. Відображає збудження, а не скорочення серцевого м’язу.

Перші 0,1с. збудження в серці генерується вектор, що реєструється на ЕКГ зубцем - Р, відображає збудження передсердь, він спрямований зверху вниз, справа наліво, ззаду на перед. Наступні 0,08-01с. збудження розповсюджується по провідниковій системі до міокарду шлуночків і сумарний електричний вектор близький до 0, на ЕКГ реєструється ізолінія - інтервал P-Q. Початковий (перегородковий) вектор Q виникає в перші 0,03 с деполяризації шлуночків і відображає збудження міжшлуночкової перегородки. Його напрям зліва направо, знизу вверх, ззаду наперед, на ЕКГ- зубець Q. Основний вектор комплексу R виникає в наступні 0,03-0,04 с, він відображає деполяризацію основної маси шлуночків і орієнтований вниз і вліво. На ЕКГ він позитивний і найбільший з усіх зубців. Кінцевий вектор - S- відображає деполяризацію основ шлуночків наступні 0,03-0,04с. І останній вектор - Т, що відображає реполяризацію шлуночків, тривалість 0,16-0,22с.

СТАНДАРТНІ ЕКГ-ВІДВЕДЕННЯ (ЗА ЕЙНДХОВЕНОМ)

I відведення
(+) ліва рука –
(-) права рука;
II відведення
(+) ліва нога –
(-) права рука;
III відведення
(+) ліва нога –
(-) ліва рука.



Для запису ЕКГ від кінцівок електроди розміщують на лівому і правому зап'ястках і на лівій нозі, електрод заземлення розташовують на правій нозі (права рука-червоний, ліва рука-жовтий, ліва нога-зелений, права нога-чорний).

Стандартні відведення

Відведення	підключення до «+» полюса гальванометра	підключення до «-» полюса гальванометра
I	**ліва рука**	**права рука**
II	**ліва нога**	**права рука**
III	**ліва нога**	**ліва рука**

Стандартні посилені

Відведення	підключення до «+» полюса гальванометра	підключення до «-» полюса гальванометра
aVR	**права рука**	**ліва рука та ліва нога**
aVL	**ліва рука**	**права рука та права нога**
aVF	**ліва нога**	**права та ліва рука**

При реєстрації грудних відведень, активний електрод (+) розташовують у визначених точках на поверхні грудної клітки, а негативний (-) є об’єднаний, який утворюється за рахунок з’єднання трьох кінцівок.

	Грудні	
Відведення	підключення до «+» полюса гальванометра	підключення до «-» полюса гальванометра
V_1	**четверте міжребер'я (праворуч)**	**негативний об'єднаний електрод Вільсона**
V_2	**четверте міжребер'я (ліворуч)**	**негативний об'єднаний електрод Вільсона**
V_3	**рівень четвертого міжребер'я між V_2 та V_4**	**негативний об'єднаний електрод Вільсона**
V_4	**п'яте міжребер'я по лівій СКЛ**	**негативний об'єднаний електрод Вільсона**
V_5	**п'яте міжребер'я по лівій ППЛ**	**негативний об'єднаний електрод Вільсона**
V_6	**п'яте міжребер'я по лівій СПЛ**	**негативний об'єднаний електрод Вільсона**

Електрична вісь серця.

В нормі електрорушійна сила серця має напрямок, що співпадає з II відведенням, якщо її вектор розмістити у рівнобедренному трикутнику Ейнтховена, який будується об'єднанням трьох точок основних стандартних відведень, а саме: правої руки (червоний електрод) і лівої руки (жовтий електрод) – **I - відведення**; правої руки і лівої ноги (зелений електрод) – **II відведення** та лівої руки і лівої ноги **– III–відведення.** Трикутник побудований на законі розподілу електричних струмів у провідниках другого порядку, яким і є людське тіло. При нормальному положенні електричної осі в трикутнику найвищим є зубці II відведення. Отже, при нормограмі $R_{II} > R_I > R_{III}$, коли ж електрична вісь повертається вліво, у нормі у гіперстеніків, вона стає майже горизонтальною – це лівограма $R_I > R_{II} > R_{III}$, при правограмі – висяче серце (у дітей, або у астеніків), електрична вісь відхиляється у трикутнику вправо, відповідно збільшується III відведення. Воно стає більшим за II відведення, або йому дорівнює, найменше I відведення. Отже, $R_{III} \geq R_{II} > R_I$ – правограма.

Додаток № 2
Контрольні питання по темі: «ЕКГ- відведення на осі фронтальної і горизонтальної площини.»

1. Які системи відведень для повного ЕКГ обстеження використовують в клініці?
2. Які відведення і чому називають двополюсними, а які однополюсні? Який з електродів (+) або (-) є активним в однополюсних відведеннях?
3. Що називають віссю відведення? В яких одиницях і як визначають її напрямок?
4. Вкажіть напрямок осей стандартних відведень.
5. Вкажіть напрямок осей однополюсних підсилених відведень від кінцівок (aVL, aVR, aVF).
6. Які ознаки нормального положення осі серця в стандартних відведеннях?
7. Які ознаки горизонтального положення осі серця в стандартних відведеннях?
8. Які ознаки вертикального положення осі серця в стандартних відведеннях?
9. ЕКГ – ознаки відхилення електричної осі серця вліво. При яких захворюваннях це характерно?
10. Назвіть ознаки на ЕКГ при відхиленні електричної осі серця вправо. При яких захворюваннях це характерно?
11. Вкажіть основну особливість ЕКГ при повній блокаді проведення збудження в атріовентрикулярному вузлі.
12. Порівняти амплітуду зубця R у грудних відведеннях.
13. Де знаходиться перехідна зона на ЕКГ?
14. Назвіть додаткові грудні відведення, які використовуються для діагностики патології серцево-судинної системи.

Контрольні відповіді по темі: «ЕКГ- відведення на осі фронтальної і горизонтальної площини.»

1. Стандартні двополюсні відведення від кінцівок по Ейнтховену (1,2,3), посилені однополюсні відведення від кінцівок по Гольдбергеру (aVR, aVL, aVF) і грудні однополюсні відведення по Вільсону (V1-V6).
2. Стандартні від кінцівок – двополюсні, оскільки обидва електроди активні, тобто реєструють зміни потенціалу в двох певних точках електричного поля серця. Посилені відведення від кінцівок і грудні однополюсні, оскільки один електрод (+) активний, а другий (-) індиферентний, або нульовий.
3. Вісь відведення – умовна лінія, що з'єднує два електроди даного ЕКГ відведення. Напрямок осі відведення визначають величиною кута, утвореного позитивною піввіссю даного відведення і позитивною піввіссю I стандартного, умовно прийнята за 0.
4. I стандартне відведення 0^0, II стандартне - $+60^0$, III стандартне $+120^0$.
5. aVR - 150^0, aVL -30^0, aVF$+90^0$.
6. $R_{II} > R_I > R_{III,}$ у III відведенні зубці R , S приблизно рівні.
7. Кут α від 0^0- + $29^{0,}$ $R_1 > R_{II} > R_{III,}$ та R ≥ S.
8. Кут α $+70^0$ - + $90^{0.}$
9. Високий зубець R в I відведенні; $R_1 > R_{II} > R_{III}$; глибокий зубець S в aVF відведенні. Кут α – 0^0- - 90^0 · Збільшенні лівого шлуночка, прогресуванні серцевої недостатності, артеріальній гіпертензії, що супроводжується патологією великих судин і підвищенням в'язкості крові.
10. Високий зубець R в III відведенні; $R_{III} > R_{II} > R_{I,}$ а I відведенні R=S. Кут α – + $91^{0\,-}$ ±$180^{0.}$ Гіпертрофія правого шлуночка. Подібні зміни розвиваються при деяких захворюваннях органів дихання - при бронхіальній астмі або хронічній обструктивній хворобі легень, стеноз легеневої артерії, недостатність трикуспідального клапана.
11. Повне неузгодженість збудження передсердь і шлуночків, оскільки водії ритму у них різні: синусний і атріовентрикулярний вузли відповідно.
12. Зубець R має тенденцію до збільшення з V_1 до V_4, а з V_4 до V_6 амплітуда його зменшується.
13. Перехідна зона - це порівняння зубців R і S та пошук грудного відведення в якому зубець R буде дорівнювати зубцю S.
14. До додаткових відведень належать $V_7 – V_9$ – розміщені по задній паховій, лопатковій та паравертебральній лінії. Використовують для більш точної діагностики вогнищевих змін міокарда в заднє базальних відділах лівого шлуночка. Відведення по Небу- для діагностики вогнищевих змін міокарда задньої стінки, передньобокової, та верхніх відділів передньої стінки.

Практична робота № 4

На тему : Метод ритмокардіографії та його використання для оцінки функціонального стану автономної нервової системи.

Мета практичної роботи:

Знати: дослідити і оцінити варіабельність серцевого ритму,

Уміти: визначити варіабельність серцевого ритму, проаналізувати дані дослідження.

Теоретичні питання:

1. Ритмокардіографія. Варіабельність серцевого ритму (ВРС).
2. Статистичні та спектральні показники ритмокардіограми, їх характеристика.
3. ВРС як важливий показник автономної регуляції функції організму.
4. Дослідження варіабельності серцевого ритму при різних функціональних пробах.

Робота 1. Дослідження реакції вегетативної нервової системи на психологічний стресор.

Досліджуваному записують протягом 5 хвилин кардіоритмограму у положенні лежачи після 5 хвилинного відпочинку за допомогою приладу «Варіокард». Для цього на кінцівки накладають електроди за тією ж схемою, як для запису ЕКГ. Аналізують запис та роблять висновки про тонус різних відділів вегетативної нервової системи. Протягом наступних 2 хвилин запису в умовах дефіциту часу досліджуваному пропонують вирішувати нескладні математичні завдання (віднімання цифр 17 або 13 від тризначного числа), зауважують помилки. Продовжують запис кардіоритмограми ще 3 хвилини, аналізують запис. Відмічають зміни кардіоінтервалів під час навантаження.

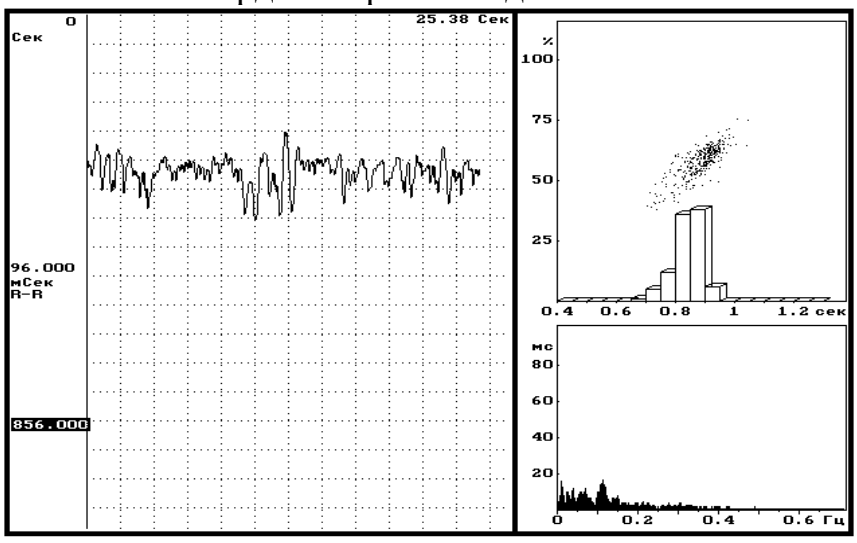


Рис. 1. Ритмокардіограма, отримана з допомогою приладу „Варіокард”.

В результаті обробки приладом кардіосигналу визначали статистичні і спектральні показники ВСР (рис.2).

Мода – Мо (мс.) – значення тривалості кардіоциклів у максимальному розряді гістограми. Цей показник вказує на домінуючий рівень функціонування синусного вузла.

Амплітуда моди – Амо (%) – показник, що характеризує процентне відношення кардіоінтервалів у максимальному розряді гістограми до всієї вибірки та відображає активність симпато-адреналової системи.

Варіаційний розмах - ВР (с.) - різниця між максимальним та мінімальним значеннями тривалості кардіоінтервалів. Даний показник відображає ступінь варіації або розмах коливань значень кардіоінтервалів і свідчить про рівень парасимпатичної регуляції.

Індекс напруження регуляторних систем - ІН (ум. од.) - основний інтегральний показник, розраховується за формулою АМо/2*(Мо*ВР). Він характеризує активність механізмів симпатичної регуляції та стан центрального контуру управління серцевим ритмом. Активація цього контуру, підсилення симпатичної регуляції під час психічних або фізичних навантажень проявляється стабілізацією ритму, зменшенням розмаху тривалості кардіоінтервалів, збільшенням кількості однотипних за тривалістю циклів. В нормі ІН дорівнює 80-150 ум. од. Цей показник надмірно чутливий до посилення тонусу симпатичної нервової системи.

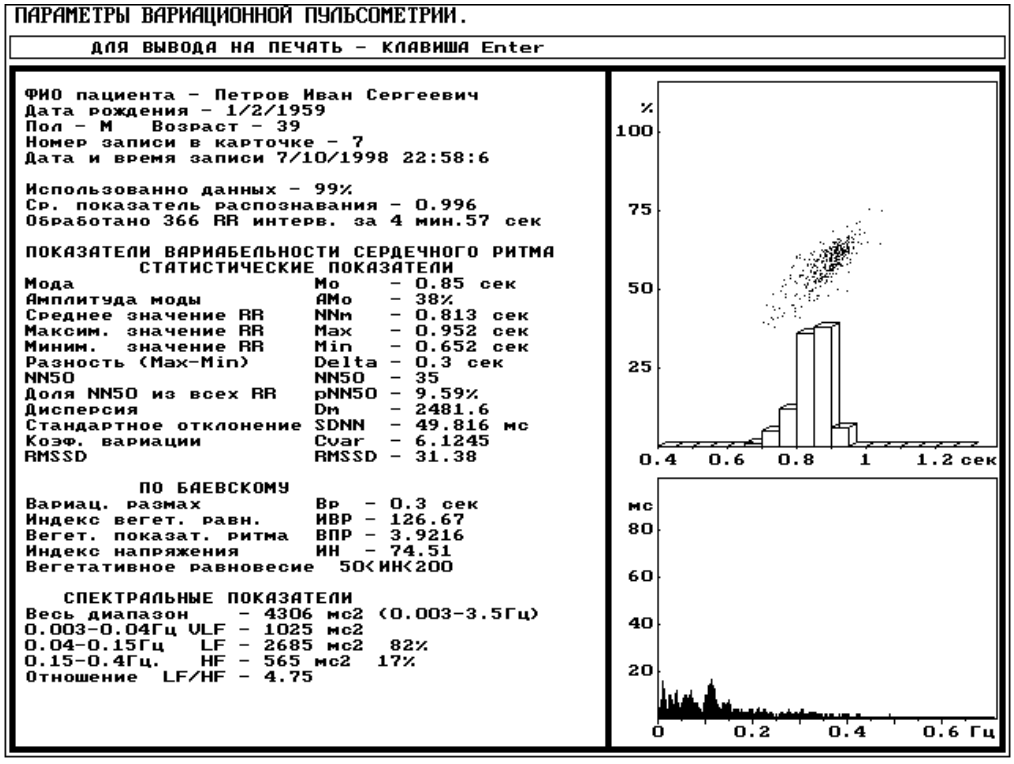


Рис.2. Результати комп'ютерної обробки ритмокардіограми, зареєстрованої впродовж 5 хвилин.

Спектральний аналіз СР надає інформацію про розподіл потужності в залежності від частоти коливань. В спектрі, отриманому при аналізі коротких записів (5 хвилин), розрізняють три головних спектральних компоненти:

HF (0,15-0,4 Гц.) - потужність у діапазоні високих частот. Згідно класичній фізіологічній інтерпретації для коротких ділянок стаціонарного запису високочастотний компонент спектру відображає, перш за все, рівень дихальної синусової аритмії та парасимпатичної активності на серцевий ритм. Абсолютна величина дихальної складової спектру, як правило, дорівнює близько 1000 мс^2. Вона складає 15-25% сумарної потужності спектру.

LF (0,04-0,15 Гц.) - потужність у діапазоні низьких частот (повільні хвилі 1-го порядку або вазомоторні хвилі). Думки вітчизняних та західних дослідників-науковців стосовно впливів, які відображаються низькочастотними коливаннями серцевого ритму, розходяться. За даними Р.М. Баєвського потужність повільних хвиль 1-го порядку виявляє активність підкіркового судинного центру. В нормі частка вазомоторних хвиль в положенні лежачи становить від 15 до 35-40%.

VLF (0-0,04 Гц.) - потужність у діапазоні дуже низьких частот (повільні хвилі 2-го порядку). Амплітуда VLF тісно пов'язана з психоемоційним напруженням. Існують дані, що потужність цих хвиль відображає активність ренін-ангіотензинової системи і модулюється як симпатичною, так і парасимпатичною нервовими системами. В нормі за умов спокою потужність у діапазоні дуже низьких частот складає 15-35% від сумарної потужності спектру.

Спектральний аналіз включає також визначення індексу вагосимпатичної взаємодії (LF/HF) та відсоткового вкладу потужності хвиль усіх трьох діапазонів у загальну потужність спектру серцевого ритму (Total Power – TP, мс^2).

HF%=HF*100/TP; LF%=LF*100/TP; VLF%=VLF*100/TP.

Рекомендації щодо оформлення результатів роботи: в результатах записати, як змінилися показники кардіоритмограми під час виконання навантаження. У висновках відмітити зміни тонусу вегетативної нервової системи під час навантаження.

Додаток № 1

На сьогодні одним із найпоширеніших методів оцінювання адаптації є її дослідження на підставі даних варіабельності серцевого ритму. У результаті численних фізіологічних і клінічних досліджень доведено можливість застосування даних вимірювання сукупності функціональних показників серцево-судинної системи як індикатора адаптивних р еакцій цілісного організму і показника ризику розвитку захворювань. Використання такого підходу є можливим, оскільки система кровообігу слугує сполучною ланкою між усіма органами та системами організму, між «центрами керування» й «елементами керування».

Ритмокардіографія - це запис варіабельності ритму серця, який є медичною технологічною оцінкою функціонального стану організму і відхилень, що виникають в регулюючих системах.

По ритмограмі можна судити про здатність до адаптації, це індикатор стану регулюючих систем і адаптаційних реакцій організму, міра регуляції і здоров’я.

При ритмокардіографії оцінюється і аналізується функція автоматизму серцево-судинної системи. ЧСС являється багаточисленними регуляторними механізмами гіпоталамуса, стовбура мозку та спинного мозку, вегетативної нервової системи (стовбурові і спинномозкові нервові центри, периферичні вегетативні вузли).

На підставі даних спектрального аналізу серцевого ритму розраховують два важливі показники: індекс централізації та індекс активації підкіркових нервових центрів. Індекс централізації відображає ступінь переважання недихальних складових синусової аритмії над дихальними. Фактично це кількісна характеристика співвідношень між центральним і автономним контурами регуляції серцевого ритму.

Індекс активації підкіркових нервових центрів характеризує активність серцево-судинного підкіркового центру щодо більш високих рівнів управління. Підвищена активність підкіркових центрів виражається його зростанням. За допомогою цього індексу можна оцінити процеси гальмування в корі головного мозку.

Р.М. Баєвський запропонував проводити комплексне оцінювання варіабельності серцевого ритму за показником активності регуляторних систем (ПАРС). Показник розраховують у балах за алгоритмом, що враховує показники гістограми й дані спектрального аналізу кардіоінтервалів .

Розрахунковий алгоритм для ПАРС містить 5 критеріїв:
А. Сумарний ефект регуляції за показником частоти серцевих скорочень.
Б. Сумарна активність регуляторних механізмів за середнім квадратичним відхиленням – SD (або за сумарною потужністю спектра – TP).
В. Вегетативний баланс за комплексом показників: IH, RMSSD, HF, IC.
Г. Активність вазомоторного центру, що регулює судинний тонус, за потужністю спектра повільних хвиль першого порядку (LF).
Д. Активність серцево-судинного підкіркового нервового центру або надсегментарних рівнів регуляції за потужністю спектра повільних хвиль другого порядку (VLF).

Так, Р.М. Баєвський і А.П. Берсенева (1997) запропонували виокремити 3 зони функціональних станів за результатами ПАРС

Таким чином, на сьогодні дані свідчать про можливість за показниками варіабельності серцевого ритму визначати функціональну активність різних ланок регуляції серцевого ритму та ступінь напруження загальних адаптаційних процесів у організмі людини, завдяки чому цей метод є інформативним і необхідним для характеристики адаптації в цілому.

Практична робота № 5

На тему : Функціональні тести з використанням ЕКГ.

Мета практичної роботи:
Знати: функціональні тести, які використовують для оцінки серцево- судинної системи, їх значення в діагностиці патологій.
Уміти: провести функціональні проби, оцінити їх результати і на основі даних поставити діагноз.

Теоретичні питання:

1. Класифікація функціональних тестів.
2. Холтерівське моніторування серцевого ритму та артеріального тиску.
3. Тестування з дозованим фізичним навантаженням.
4. Велоергометрія (ВЕМ). Степ-тест. Тредміл-тест.
5. Респіраторні функціональні проби.
6. Фармакологічні функціональні проби.

Робота 1. Аналіз ЕКГ при різних функціональних пробах.

При аналізі ЕКГ звертають увагу на вираженість (амплітуду) зубців P, Q, R, S, T в мВ та їх тривалість (в секундах), тривалість інтервалів та сегментів ЕКГ (в сек). Отримані результати порівнюють з фізіологічною нормою цих показників.

Додаток №1

ДОБОВЕ МОНІТОРУВАННЯ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ

Добове моніторування артеріального тиску – це інформативний, безпечний метод діагностики, при якому протягом доби здійснюється вимірювання артеріального тиску (АТ), запис його значень.
Цей метод дозволяє :

• виявити захворювання, що характеризуються змінами АТ.

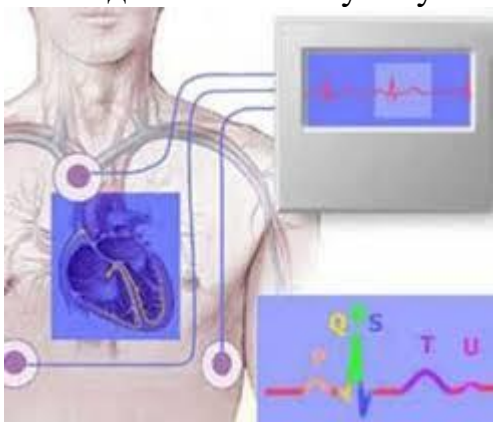
• вибрати терапію при артеріальній гіпертензії та оцінити її ефективність.

• оцінити коливання артеріального тиску протягом доби в умовах звичного режиму людини, при різних навантаженнях (фізичних та емоційних) і в стані спокою, у нічний час.

• може бути використаний для оцінки причин виникнення болю в грудній клітці, непереносимості фізичних навантажень, різних видах запаморочень, втраті свідомості.

Для проведення добового моніторингу пацієнту надягають на руку манжету та невеликий реєстратор (вагою 80 грамів, який пацієнт носить із собою на ремені через плече або на поясі) протягом доби. Час моніторингу умовно розділяється на два періоди: денний та нічний. Рекомендований інтервал між вимірюваннями в денний період доби становить 15 хв, нічний період — 30 хв.

У досить значного числа хворих при візиті до лікаря під час одноразових вимірюваннях виявляються високі цифри артеріального тиску, іноді на 20-40 мм рт.ст. вище, ніж при вимірюванні вдома. Іноді це помилково трактується як гіпертензія, але частіше — як «ефект білого халата». Амбулаторне добове моніторування АТ в умовах звичайної життєдіяльності людини допомагає виключити цей ефект, поліпшити якість діагностики і правильно визначити необхідність і тактику лікування.



Тредміл-тест проводиться на діагностичному комплексі Valiant. На цій установці можна проводити реєстрацію ЕКГ і пробу з дозованим фізичним навантаженням з використанням "бігової" доріжки, що рухається з різною швидкістю й під різними кутами підйому полотна, під час проведення якої проводиться контроль електрокардіографічних показників, а також пульсу й артеріального тиску.

Застосовується для:

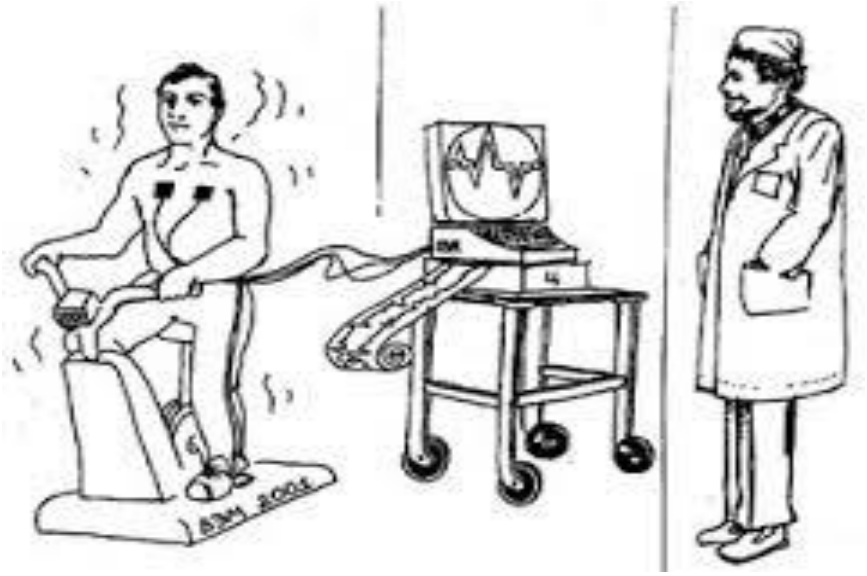
- виявлення схованої коронарної недостатності,
- уточнення функціонального класу стенокардії,
- порушень ритму й провідності серця,
- для контролю над ефективністю лікувальних і реабілітаційних заходів.

Метод дозволяє виявити невідповідність між коронарним кровотоком і споживанням кисню міокардом, не спостережуване в стані спокою.

Велоергометрія (ВЕМ) – це діагностичний метод електрокардіографічного дослідження для виявлення латентної (прихованої) коронарної недостатності та визначення індивідуальної толерантності до ступінчасто-зростаючого фізичного навантаження, яке виконують на велоергометрі.

В основі цього методу лежить той факт, що ішемія міокарду, яка виникає при фізичному навантаженні в осіб з ішемічною хворобою серця, супроводжується характерними змінами на ЕКГ (депресією чи елевацією сегменту ST, змінами зубців Т та/або R, порушеннями серцевої провідності та/чи інервації, пов'язані з фізичним навантаженням).

Велоергометрія належить до проб з дозованим фізичним навантаженням, серед яких також відомі степ-тест та тредміл. При виконанні степ-тесту хворий/клієнт почергово наступає на дві сходинки, заввишки 22,5 см. Проба на тредмілі є своєрідним видом бігу на рухливій доріжці, в якої час-від-часу міняється кут нахилу.



Проби з дозованим фізичним навантаженням

Незважаючи на істотне вдосконалення методів ангіографії, підходів до візуалізації серця та коронарних артерій, проба з дозованим фізичним навантаженням (ПДФН) залишається ключовим етапом скринінгового обстеження, діагностики, оцінки тяжкості хронічної ішемічної хвороби серця (ІХС) та ефективності антиішемічної терапії. Навантаження — чутливий засіб виявлення та відтворення порушень з боку серцево-судинної системи, яких немає у спокої.

Інформативність ПДФН оцінюють за допомогою низки стандартних критеріїв. Параметри чутливості та специфічності дають змогу оцінити ефективність методу дослідження з відокремлення пацієнтів із захворюванням від здорових осіб, тобто наскільки він є корисним для діагностики захворювання. Чутливість — відсоток пацієнтів із захворюванням, в яких за даними певного методу дослідження можна виявити патологію. На чутливість ПДФН впливають тяжкість захворювання, рівень фізичних зусиль та застосування протиішемічних засобів. Специфічність — відсоток осіб без захворювання, в яких результат дослідження є негативним. На специфічність ПДФН можуть впливати такі препарати, як дигоксин, певні вихідні особливості ЕКГ, а також наявність гіпертрофії лівого шлуночка (ГЛШ). Загалом, чутливість і специфічність пов’язані між собою зворотно: у разі підвищення чутливості знижується специфічність, і навпаки. Тому для досягнення оптимального співвідношення чутливості та специфічності завжди обирають відповідний дискримінантний критерій. Для діагностики ІХС таким критерієм є горизонтальна або косонизхідна депресія сегмента ST на 0,1 мВ (1 мм). Діагностичне значення методу дослідження оцінюють за показниками відносного ризику та передбачувальної (предиктивної) цінності. Передбачувальна цінність — відсоток пацієнтів з/без захворювання, яке діагностують правильно. На цей показник істотно впливає поширеність захворювання в обстежуваній популяції. Оцінка наявності захворювання після виконання дослідження залежить від імовірності захворювання перед дослідженням та того, що дослідження дає істинний результат.

Практична робота № 6

На тему : ЕКГ прояви порушення серцевого ритму.

Мета практичної роботи:

Знати: виявити на ЕКГ порушення ритму серця, провідності, автоматизму

Уміти: провести диференціальну діагностику за ЕКГ –даними і поставити правильний діагноз.

Теоретичні питання:

1. Порушення функції автоматизму. Синусова тахікардія. Синусова брадикардія.
2. Міграція водія ритму. Ектопічні порушення автоматизму серця.
3. ЕКГ- прояви екстрасистолічної аритмії та пароксизмальної тахікардії.
4. ЕКГ- ознаки тріпотіння і миготіння пердсердь та шлуночків.
5. Порушення функції провідності. ЕКГ – прояви блокад серця.

Робота 1. Аналіз ЕКГ при порушеннях серцевого ритму.

При аналізі ЕКГ звертають увагу на вираженість (амплітуду) зубців Р, Q, R, S, Т в мВ та їх тривалість (в секундах), тривалість інтервалів та сегментів ЕКГ (в сек). Отримані результати порівнюють з фізіологічною нормою цих показників.

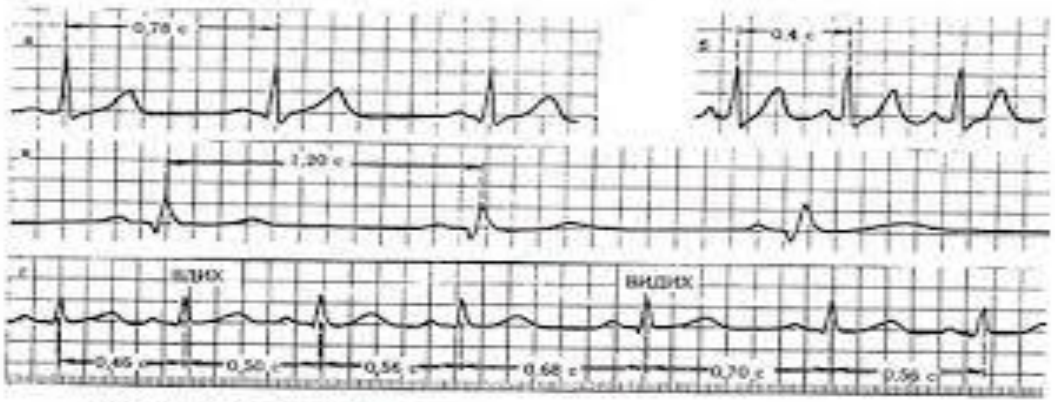
Додаток №1

Аритмія - це порушення серцевого ритму та провідності, а у вузькому понятті - порушення ритму серцевої діяльності.

Класифікація аритмій серця (Кушаковский М.С., 2002):

I. Порушення утворення імпульсу.

А. Порушення автоматизму СА-вузла (Номотопние аритмії):



Номотопні порушення ритму:

1. Синусова тахікардія – збільшення ЧСС від 90-180/хв. при збереженні правильного синусового ритму.

2.Синусова брадикардія - зменшення ЧСС - 40-60/хв., при збереженні правильного синусового ритму.

3. Синусова аритмія - неправильний синусовий ритм, що характеризується періодами поступового почастішання і порідшання ритму. Найчастіше зустрічається синусова дихальна аритмія, при якій частота збільшується на вдосі і зменшується на видосі.

4. Синдром слабкості синусового вузла, в його основі лежить зниження функції автоматизму синусного вузла.

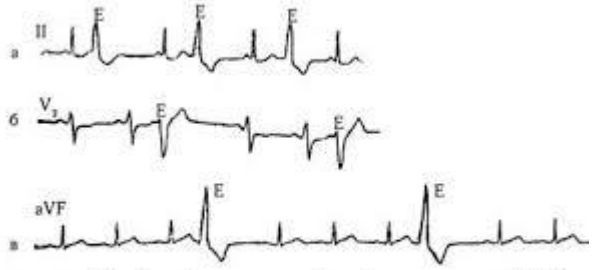
Б. Ектопічні (гетеротопні) ритми, обумовлені переважанням автоматизму ектопічних центрів:

І. Повільні (заміщають) вислизають комплекси і ритми: а) передсердні; б) з АВ-з'єднання; в) шлуночкові.

2. Прискорені ектопічні ритми (непароксизмальні тахікардії): а) передсердні; б) з АВ-з'єднання; в) шлуночкові.

3. Міграція суправентрикулярного водія ритму.

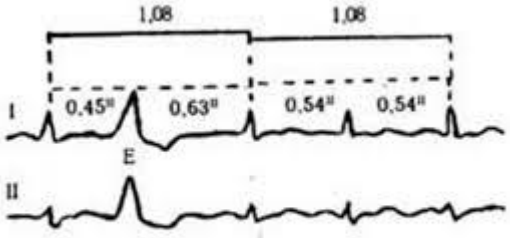
В. Ектопічні (гетеротопні) ритми, обумовлені механізмом повторного входу хвилі збудження:



Різні варіанти алоритмічної екстрасистолії (Е):
а – бігемінія; б – тригемінія; в – квадригемінія.

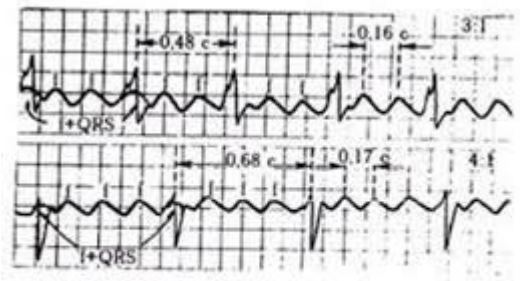
1. Екстрасистолія - передчасне позачергове збудження серця, зумовлене механізмом повторного входу або підвищеною осцилярною активністю клітинних мембран, що виникає в передсердях, атріовентрикулярному вузлі або в різних ділянках провідникової системи шлуночків.

а) передсердна, б) з АВ- з'єднання, в) шлуночкова



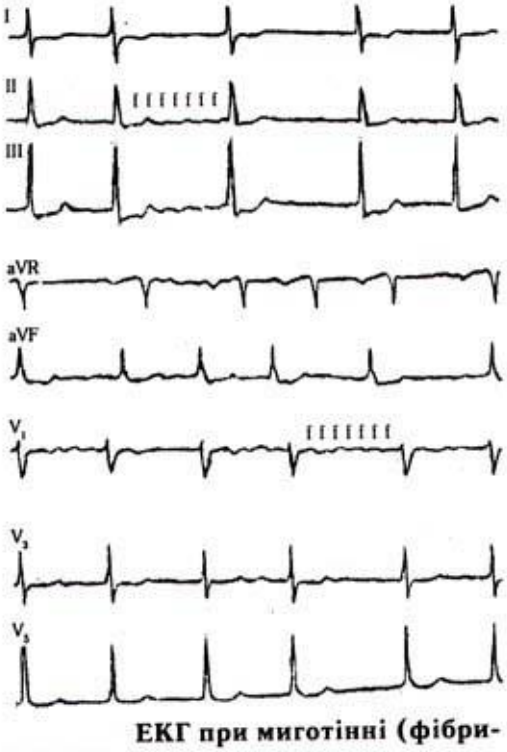
Шлуночкова екстрасистола і повна компенсаторна пауза.

2. Пароксизмальна тахікардія характеризується такими ЕКГ- ознаками ЧСС-120-250/хв., які раптово починаються і так само раптово закінчуються.
а) передсердна, б) з АВ-з'єднання, в) шлуночкова.



ЕКГ при тріпотінні передсердь: а – 3:1; б – 4:1.

3. Тріпотіння передсердь.
4. Миготіння (фібриляція) передсердь.

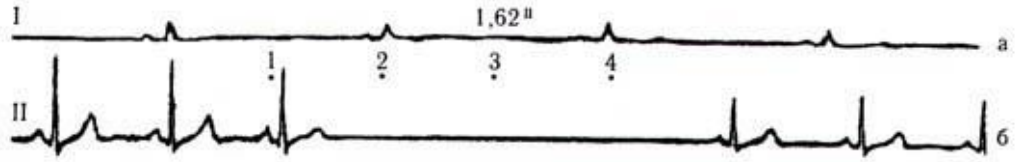


ЕКГ при миготінні (фібриляції) передсердь.

Тріпотіння і миготіння (фібриляція) шлуночків.

II. Порушення провідності.

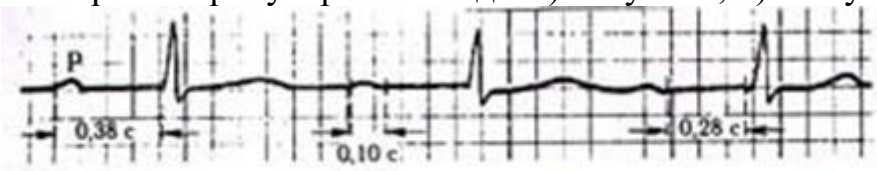
1. Синоатріальна блокада.



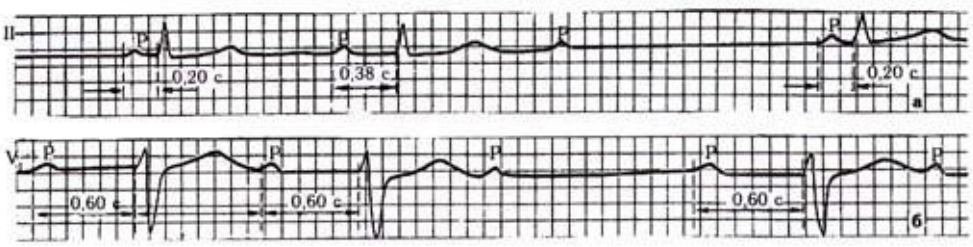
Синоатріальна блокада (а – блокада 2:1; б – блокада 4:1).

2. Внутрішньопередсердну (міжпередсердна) блокада.

3. Атріовентрикулярна блокада: а) I ступеня; б) II ступеня; в) III ступеня

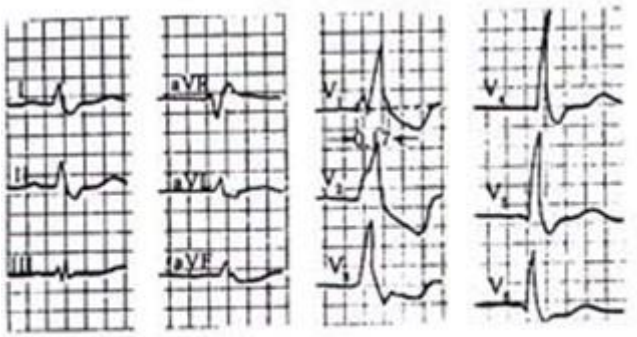


ЕКГ при атріовентрикулярній блокаді I ступеня.



ЕКГ при атріовентрикулярній блокаді II ступеня: а – I тип (з періодами Самойлова-Венкебаха) (3:2); б – II тип.

4. Внутрішньошлуночкові блокади (блокади гілок пучка Гіса): а) однієї гілки (однопучкова, або монофасцікулярна), б) двох гілок (двопучкова, або біфасцікулярна), в) трьох гілок (трипучкова, або трифасцікулярна).



ЕКГ при повній блокаді правої ніжки пучка Гіса.

5. Асистолія шлуночків.

6. Синдром передчасного збудження шлуночків:

а) синдром Вольфа-Паркінсона-Уайта (\ VP \ V),

б) синдром укороченого інтервалу P-P (R) (CLC)- в основі лежить наявність додаткового аномального шляху проведення електричного імпульсу між передсердям і пучком Гіса – пучок Джеймса.

III. Комбіновані порушення ритму.

1. Парасистолія.
2. Ектопічні ритми з блокадою виходу.
3. Атріовентрикулярні дисоціації.

ЕКГ - ознаки різних видів порушень.

ЕКГ-характеристика синусової тахікардії:

- ✓ Вкорочення інтервалу R- R
- ✓ Правильне чергування зубця P та комплексу QRS у всіх циклах
- ✓ Постійна однакова форма зубців P.

Пароксизмальна тахікардія характеризується такими ЕКГ- ознаками

- ✓ ЧСС-120-250/хв., які раптово починаються і так само раптово закінчуються,
- ✓ Збережені ознаки передсердного ритму,
- ✓ Розщеплені деформовані комплекси QRS.

АВ-блокада I ступеня:

- ✓ Збільшення інтервалу P- Q більше 0,2с.,
- ✓ Форма і тривалість QRS без змін.

АВ-блокада II ступеня Мобіц I:

- ✓ Поступове подовження інтервалу P- Q
- ✓ Наступне випадіння QRS
- ✓ Нормалізація провідності і відновлення циклу знову.

АВ-блокада тип II Мобіц II

- ✓ Нормальні або подовжені P- Q
- ✓ Випадіння комплексів QRS, може бути як регулярним так і безпорядковим
- ✓ QRS можуть бути розширені і деформовані.

III тип неповна АВ- блокада:

- ✓ Випадають або кожен другий, або два і більше підряд комплексів QRS
- ✓ Різна шлуночкова брадикардія

- ✓ Комплекси QRS можуть бути розширені і деформовані.

АВ-блокада тип III- повна:

- ✓ Повне розходження ритмів передсердь і шлуночків
- ✓ Зубці Р реєструються в різні моменти систоли і діастоли шлуночків, інколи нашаровуються на QRS
- ✓ Інтервали Р-Р і R-R постійні, але R-R більші
- ✓ Комплекси QRS можуть бути розширені і деформовані.

ЕКГ- ознаки повної блокади правої ніжки пучка Гіса:

- ✓ Наявність в правих грудних відведеннях V_{1-2} комплексу QRS типу rSR або rsR, М-подібної форми, причому R> r.
- ✓ Наявність у лівих грудних відведеннях $V_{5-6,}$ I, aVL розширеного, часто зазубреного зубця S.
- ✓ Збільшення тривалості комплексу QRS більше 0,12с.

ЕКГ-ознаки лівої ніжки пучка Гіса:

- ✓ Розширені деформовані шлуночкові комплекси у відведеннях $V_{5-6,,}$ I, aVL типу R з розщепленою або широкою вершиною.
- ✓ Розширені деформовані шлуночкові комплекси у відведеннях V_{1-2}, III, aVF типу QS або rS з розщепленою вершиною зубця S.
- ✓ Збільшення загальної тривалості комплексу QRS більше 0,12с.
- ✓ Наявність у відведеннях $V_{5-6,,}$ I, aVL дискордантного по відношенню до QRS зміщення сегменту R (ST) і від'ємних або двофазних асиметричних зубців Т.

Практична робота № 7

На тему : ЕКГ діагностика уражень міокарду.

Мета практичної роботи:

Знати: виявити на ЕКГ ознаки ішемії або некрозу міокарда, провести диф. діагностику ЕКГ картини при ураженні міокарда.

Уміти: за даними ЕКГ встановити правильний діагноз.

Теоретичні питання:

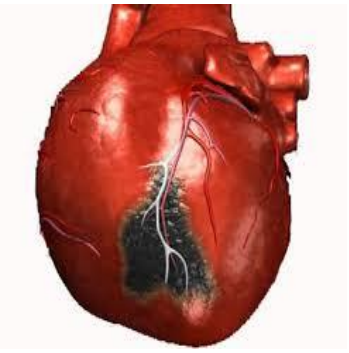
1. ЕКГ – прояви ішемії міокарда.
2. ЕКГ- ознаки стенокардії напруги в період нападу.
3. Стадії інфаркту міокарда. ЕКГ-ознаки неQінфаркту міокарда.
4. Ознаки гіпертрофії лівого та правого шлуночка.
5. ЕКГ- ознаки при гіпертрофії передсердь. «P-mitrale», «P- pulmonale».
6. Зміни ЕКГ при порушенні електролітного обміну.

Робота 1. Аналіз ЕКГ при інфаркті міокарда.

При аналізі ЕКГ звертають увагу на вираженість (амплітуду) зубців P, Q, R, S, T в мВ та їх тривалість (в секундах), тривалість інтервалів та сегментів ЕКГ (в сек). Отримані результати порівнюють з фізіологічною нормою цих показників.

Додаток 1

Інфаркт міокарда- ішемічний некроз серцевого м'яза, зумовлений оклюзією коронарної артерії, найчастіше внаслідок тромбозу.



Клінічна класифікація гострого інфаркту міокарда:

- Гострий інфаркт міокарда.
- Гострий інфаркт міокарда з наявністю патологічного зубця Q (трансмуральний, великовогнищевий).
- Гострий інфаркт міокарда без патологічного зубця Q (дрібновогнищевий).
- Гострий субендокардіальний інфаркт міокарда.
- Гострий інфаркт міокарда (невизначений).
- Рецидивуючий інфаркт міокарда (від 3 до 28 діб).
- Повторний інфаркт міокарда (після 28 діб).

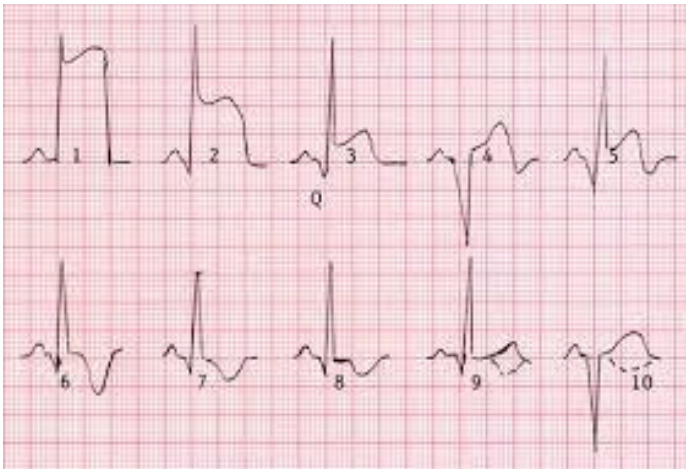
- Гостра коронарна недостатність.

Відповідно до морфологічних змін в міокарді на ЕКГ відображають 3 зони:

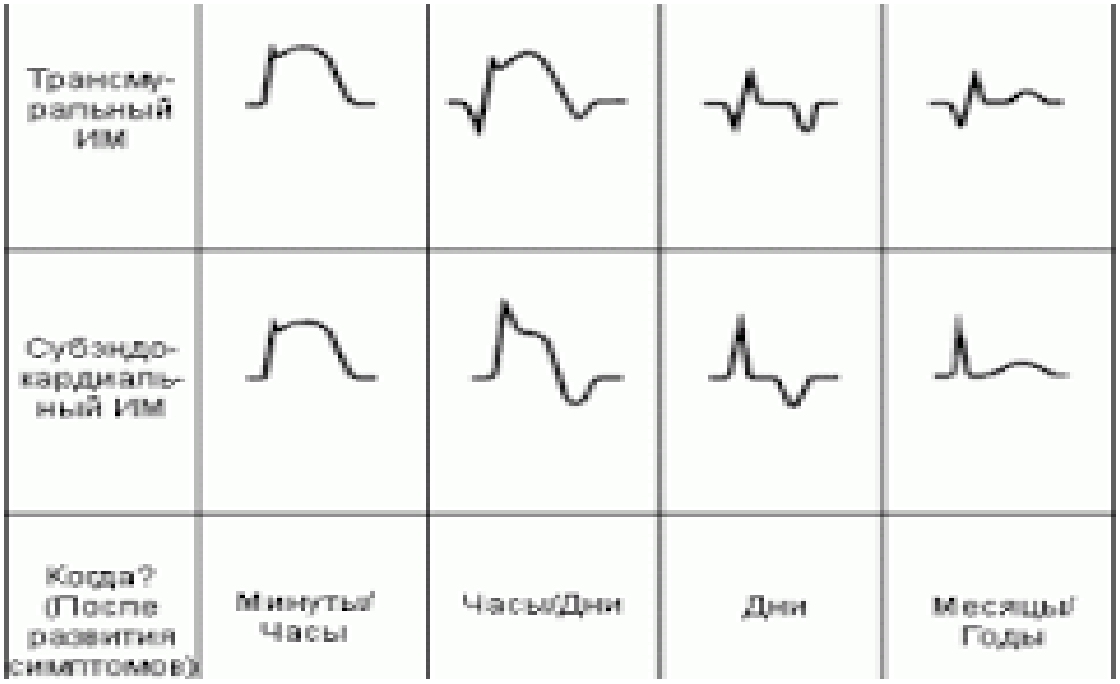
1. Зона некрозу - наявність патологічного зубця Q.
2. Зона ішемічного пошкодження - елевація сегмента ST.
3. Зона ішемії - транзиторні зміни сегмента ST та зубця Т.

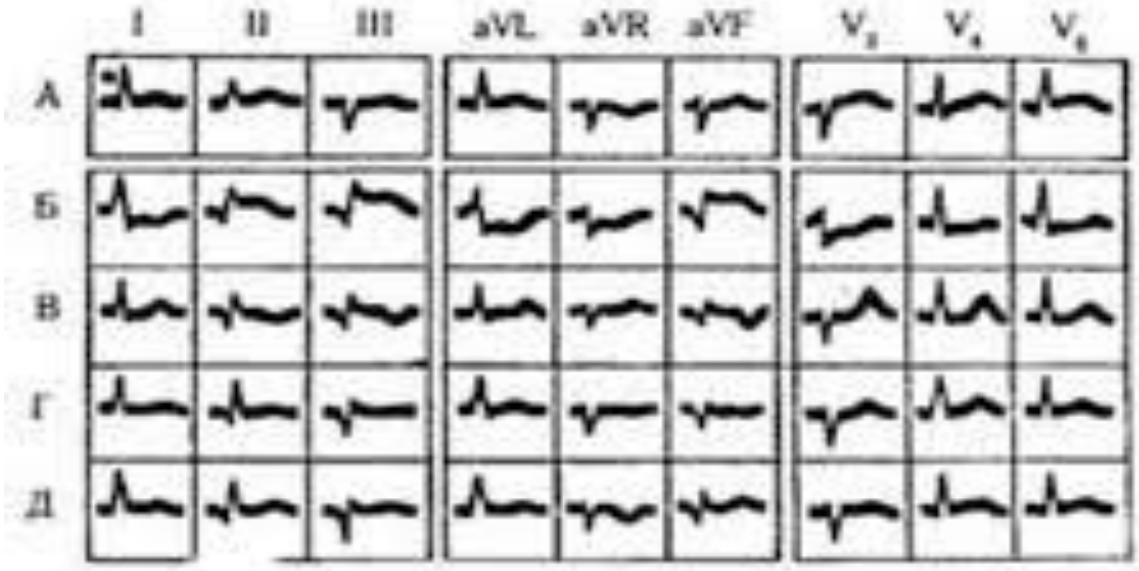
ЕКГ стадії розвитку інфаркту міокарда

1. Ішемічна стадія розвитку інфаркту міокарда.
2. Найгостріша (стадія пошкодження).
3. Гостра стадія інфаркту міокарда (стадія некрозу).
4. Підгостра стадія.



Динаміка ЕКГ при різних стадіях розвитку різних видів інфаркту.





Послідовні зміни ЕКГ при інфаркті міокарда задньої стінки: А – норма; Б – інфаркт в гострій стадії; В – інфаркт в підгострій стадії; Г – рубцева стадія; Д – рубцеві зміни в міокарді.

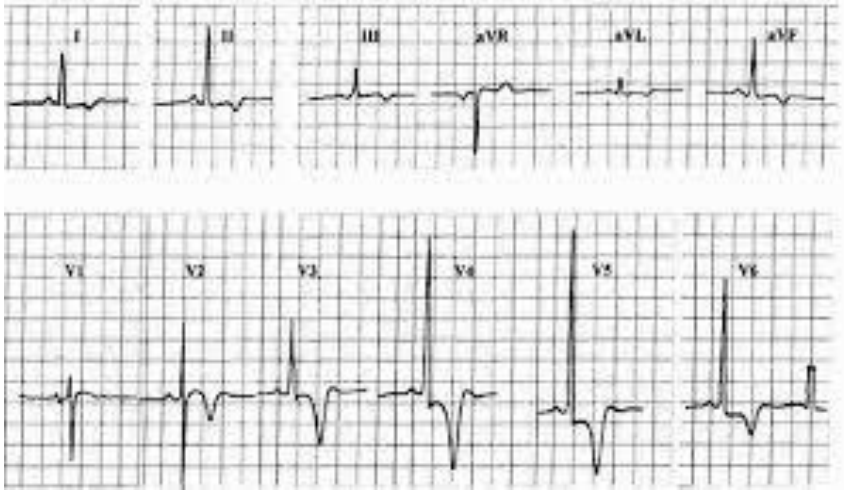
Для інфаркту *передньої стінки* характерна поява патологічних ознак (зубець Q або комплекс QS) у I, aVL, V_1—V_6 відведеннях (передньобоковий

— I, aVL,V_5—V_6; передньоперегородковий — I, aVL, V_1—V_3; передньоверхівковий — V_3, V_4).

Для інфаркту *задньої стінки* характерна поява патологічних змін у відведеннях III, II, aVF. Ні в одному з грудних відведень V_1—V_6 при некрозі задньої стінки не виявляються патологічні зубці Q або комплекс QS. Ці найбільш достовірні ознаки некрозу можуть бути зареєстровані у додаткових відведеннях V_7—V_8. Тоді як у відведеннях V_1—V_6 будуть реєструватися реципрокні ("дзеркальні") зміни ЕКГ

Ознаки гіпертрофії лівого шлуночка.

1. Збільшення часу внутрішнього відхилення в лівих грудних відведеннях V5 і V6 більше 0,05 с.
2. Збільшення амплітуди зубця К в лівих відведеннях - I, aVL, V5 і V6.
3. Зсув сегмента S-T нижче ізоелектричної лінії, інверсія або двуфазность зубця Т в лівих відведення - I, aVL, V5 і Vб.
4. Порушення провідності по лівій ніжці пучка Гіса: повні або неповні блокади ніжки.
5. Відхилення електричної осі серця вліво (лівограмма)



Ознаки гіпертрофії правого шлуночка.

1. Збільшення часу внутрішнього відхилення в правих грудних відведеннях V1 і V2 більше 0,03 с.
2. Збільшення амплітуди зубця К в правих відведеннях III, aVF, V1 і V2.
3. Зсув сегмента S-T нижче ізоелектричної лінії, інверсія або двохфазність зубця Т в правих відведення - III, aVF, V1 і V2.
4. Порушення провідності по правій ніжці пучка Гіса: повні або неповні блокади ніжки.
5. Відхилення електричної осі серця вправо (правограмма).

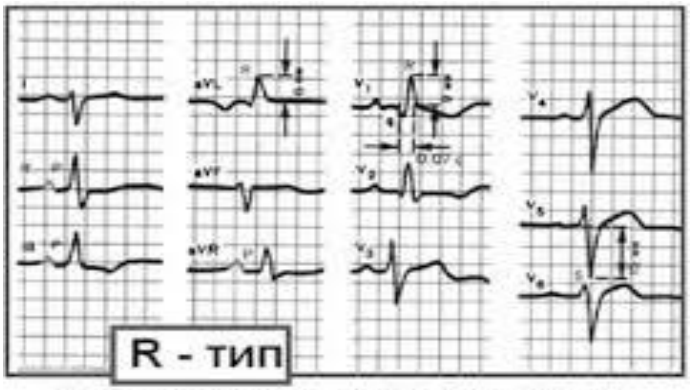


Рисунок 2. Електрокардіограма хворого з хронічним легеневим серцем (P-pulmonale та R-тип гіпертрофії правого шлуночка; адаптовано за В.В. Мурашко, А.В. Струтинським, 1991)

Гіпертрофія правого передсердя.

Компенсаторна гіпертрофія правого передсердя розвивається внаслідок патологічних змін у малому колі кровообігу, що пов'язані із захворюванням легень чи судинної системи та супроводжуються підвищенням в ньому тиску.

На ЕКГ при гіпертрофії правого передсердя у відведеннях II, III, aVL, V_1, V_2 реєструються високоамплітудні чи помірно збільшені із загостреною вершиною позитивні зубці Р, амплітуда яких деколи перевищує 2,5 мм. Така конфігурація зубців Р отримала назву P-pulmonale, тому що найчастіше вони реєструються на ЕКГ при хронічному легеневому серці. Одночасно у відведеннях I, aVR, V_5, V_6 фіксується сплощений зубець Р.

При гіпертрофії правого передсердя помітного розширення зубця Р не буває. Це пояснюється тим, що в нормі збудження правого передсердя починається і закінчується раніше від лівого. Тому збільшення тривалості збудження правого передсердя при його гіпертрофії приводить до того, що деполяризація обох передсердь закінчується майже одночасно, а загальна тривалість зубця Р не змінюється.

Гіпертрофія лівого передсердя.

Причиною гіпертрофії лівого передсердя частіше буває мітральний стеноз, значно рідше — мітральна недостатність та аортальні вади серця.

У нормі процес збудження лівого передсердя починається і закінчується на 0,02-0,03 с пізніше від правого. Ця різниця настільки маленька, що на ЕКГ збудження обох передсердь проявляється одним зубцем Р. Гіпертрофія лівого передсердя супроводжується сповільненням його збудження, що викликає значне збільшення тривалості зубця Р. У результаті чого на ЕКГ у відведеннях I, II, aVL, V_5, V_6 з'являється розширений і двогорбий зубець Р. Така форма зубця Р називається P-mitrale, тому що вона частіше зустрічається при мітральних вадах серця. Одночасно в правих (III,aVF,V1,V2) відведеннях відмічається широкий і негативний зубець Р.

Рекомендована література.

1. Нормальна фізіологія. За ред. В.І. Філімонова, К.: Здоров'я, 1994. - 608 с.
2. Фекета В.П. Курс лекцій з нормальної фізіології: Навчальний посібник. - Ужгород: Гранда - 2006. – 296 с.
3. Фізіологія. За ред. В.Г. Шевчука. Навчальний посібник. Вінниця: Нова книга. 2005. – 564 с.
4. Фізіологія людини. Вільям Ф. Ганонг. Переклад з англ. Львів: БаК, 2002. - 784 с.
5. Основи практичної електрокардіографії. Фатула М. І., Шютєв М.М., Свистак В.В., Рішко О. А., Чекан К. А. Навчальний посібник.-Ужгород УжНУ-2007. – 79 с.
6. Функціональні методи діагностики в кардіології. М.М. Кишко, М.В. Бичко. Навчальний посібник.- Ужгород -2002.-255с.
7.http://medbib.in.ua/obschaya-harakteristika-metodov-issledovaniya.html
8.http://www.ifp.kiev.ua/doc/journals/upj/04/pdf04-3/33.pdf
9.http://ukrhealth.net/elektrokardiograma-dopomozhe-postaviti-diagnoz/
10.http://www.bbc.co.uk/science/humanbody/body/index.shtml