**ДИСЦИПЛІНА «ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ»**

**ГРУПА 271М – МЕДИЦИНА**

*Лекція* «**Система кровообігу**» (надається угугл клас)

План:

1. Серце. Фізіологічні властивості міокарда
2. Роль судин у кровообігу
3. Регуляція системного кровообігу
4. Регіональний кровообіг
5. Лімфатична система, лімфа
6. Вікові особливості кровообігу

*Література:*

1. Фізіологія. За ред.. В.Г.Шевчука. Навчальний посібник. Вінниця: Нова книга, 2018. – 448с.

2. Вильям Ф. Ганонг Фізіологія людини: Підручник/Пер. з англ. - Львів: БаК, 2002. –784с.

3. Фізіологія. За редакцією І.М.Карвацького. Навчальний посібник до практичних занять і самостійної роботи студентів. 2 том. – К.Фенікс, 2019.

Лабораторна робота № 6.

***ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЯ***

**Мета** Провести реєстрацію та аналіз електрокардіограми людини.

**Прилади та матеріали.** Електрокардіограф, електроди, 10% розчин хлориду натрію, марлеві салфетки.

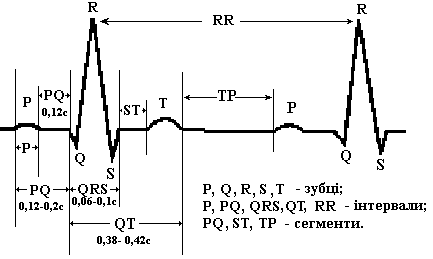
**Об’єкт дослідження** Людина.

**Питання для теоретичної підготовки** Електрокардіографія, її принципи. Електрокардіографічні відведення. Характеристика електрокардіограми. Основні тони серця, їх походження. Динаміка серцевих скорочень.

**Завдання 1** Електрокардіографія.

Реєстрація електрокардіограми (ЕКГ) провадиться за допомогою електрокардіографа.

На електрокардіограмі розрізняють зубці P, Q, R, S, T, з яких P, R, T спрямовані вверх від ізоелектричної лінії (позитивні), зубці Q і S – униз (негативні). Розрізняють також інтервали P-Q, Q-T, S-T, R-R і комплекси QRS і QRST (мал. 7).



Мал. 6. Основні зубці та інтервали електрокардіограми.

Амплітуду зубців вимірюють в мілівольтах (мВ). При цьому прагнуть встановити підсилення так, щоб 1 мВ відповідав відхиленню від ізоелектричної лінії на 1 см. Ширину зубців та тривалість інтервалів вимірюють в секундах. При швидкості руху стрічки 50 мм за секунду, 1 мм відповідає 0.02 с (5 мм - 0.1 с), а при швидкості стрічки 25 мм/с, 1 мм відповідає 0.04 с (5 мм - 0.2 с). Ширину зубців та тривалість інтервалів оцінюють за тим відведенням, де ці параметри мають найкращу вираженість (переважно за 11 відведенням).

**Зубець Р** відображає збудження передсердь. В нормі зубець позитив­ний (спрямований вгору) у всіх відведеннях. За амплітудою він, як правило,не перевищує 0.25мВ (приблизно амплітуда до 2,5 мм)**,** а за тривалістю — 0,06-0,11 с.

**Інтервал Р-Q (P-R)** відлічується від початку зубця Р (тобто включає в себе ширину останнього) до початку зубця Q (при його відсутності — до початку зубця R). Цей інтервал відображає час, який необхідний для деполяризації передсердь (зубець Р), проведення імпульсу крізь атріовентрикулярне з'єднання, пучок Гісса та його гілки (інтервал від кінця зубця Р до початку комплексу QRS, що називається також сегментом Р-Q). Таким чином, інтервал Р-Q характеризує проходження імпульсу по найбільшій ділянці провідної системи серця. Тривалість інтервалу Р- Q прямо пропорційно залежить від частоти серцевого ритму, однак, в нормі він не повинен бути коротшим 0.І2 с і не повинен перевищувати 0.2с (табл.2).

*Таблиця 2.* Залежність травалості інтервалу Р- Q від частоти серцевого ритму.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Число  серцевих скорочень,уд/хв | Тривалість  інтервалу  Р-Q, с | Число  серцевих скорочень, уд/хв | Тривалість  інтервалу  Р-Q, с |
| 40 | 0,2 | 90 | 0,145 |
| 50 | 0,19 | 100 | 0,135 |
| 60 | 0,175 | 110 | 0,13 |
| 70 | 0,16 | 120 | 0,125 |
| 80 | 0,15 | 130-160 | 0,12 |

**Зубець Q***.* є першим спрямованим вниз зубцем шлуночкового комплек­су, який передує зубцю R.

Зубець Q відображає деполяризацію міжшлуночкової перегородки. Цей зубець є не обов'язковим елементом ЕКГ. У багатьох людей він відсутній.

У нормі зубець Q не перевищує за глибиною 25% амплітуди зубцяR (амплітуда зубця Q до 2,5 мм)**,** а тривалість не повинна перевищувати 0.03 с. Наявність зубцяQ**,** який має відмінні параметри, як правило, вказує на патологічні зміни міокарду.

**Зубець R** — будь-який позитивний зубець комплексу QRS (розташова­ний вище ізометричної лінії). Цей зубець відображає деполяризацію верхівки, передньої, задньої та бокової стінок шлуночків серця. Висота зубця R в нормі варіює в широких межах: 0.5-2.5 мВ. Амплітуда цього зубця від 6 до 16 мм. Розщеплення зубця R на два або більше зубців є патологічною ознакою.

Важливе значення дня аналізу ЕКГ має показник **"час внутрішнього відхилення" (інтервал Q- R )**, який вимірюється проміжком від початку шлуночкового комплексу (зубця Q ) до проекції вершини зубця R на ізоелектричну лінію. Час внутрішнього відхилення для грудних відведень становить в нормі 0.03-0.05 с.

**Зубець** **S** визначається як будь-який наступний за зубцем R негативний зубець комплексу QRS. Цей зубець відображає процес збудження основи шлуночків серця. Його амплітуда змінюється в широких межах ( від 0 до 6 мм) в залеж­ності від відведення, розташування електричної осі серця та інших факторів. Максимальна глибина зубця S у відведенні, де він найбільш виражений, в нормі не повинна перевищувати 2.5 мВ.

**Комплекс** **QRS** відображає процес деполяризації шлуночків. Три­валість комплексу QRS вимірюють від початку зубця Q до кінця зубця S (в нормі він від 0,06 до 0,09 с). Максимальна амплітуда комплексу QRS у нормі не перевищує 2,6 мВ.

**Сегмент S -Т (R -Т)** - це відрізок від кінця комплексу QRS до початку зубця Т. Він відповідає періоду згасання шлуночків і початку повільної реполяризації. В нормі сегмент S-Т, як правило, розташований на ізоелектрічній лінії, хоча може спостерігатись незначне (0,1-0.2 мВ) його зміщення. Тривалість інтервалу коливається від 0 до 0.15с і залежить від всього шлуночкового комплексу.

**Зубець Т** відображає процес швидкої реполяризації шлуночків. Зубець у більшості відведень в нормі позитивний (в III відведенні може бути негативним). Амплітуда зубця Т знаходиться у певному співвідношенні з амплітудою зубця R. В нормі амплітуда зубця Т, як правило, становить 1/ 8 - 2/3 амплітуди зубця R, хоча можуть спостерігатись коливання у той чи інший бік. Тривалість зубця Т коливається від 0,1 до 0,25 c.

**Інтервал Q -Т** вимірюється від початку зубця Q (R ) до кінця зубця Т. Він відповідає електричній систолі шлуночків. Тривалість інтервалу залежить від частоти серцевих скорочень та ряду інших факторів.

Для визначення нормальної тривалості інтервалу Q -Т при певній частоті серцевих скорочень запропоновані різноманітні формули, номограми, розрахункові та емпіричні таблиці.

Значного поширення на­була формула Базета (*належ­на електрична систола*):

**Q –Т = К \* r** , де К - коефіцієнт, який у чоловіків становить 0.37, а для жінок 0.40, r - квадратний корінь з величини R-R.

Для практичної роботи до­цільніше скористатись дани­ми таблиці усереднених величин тривалості інтервалу **Q -Т** *(належної електричної систо­ли)*в нормі при різній частоті серцевин скорочень (не пе­редбачається врахування не­суттєвих в практичній роботі відмінностей для дітей, чоловіків та жінок) (Табл.3).

Для нормального стану серця відмінності між фактичною (експериментально встановленою) та належною ( розрахованою за таблицею або формулою ) систолою становлять не більше 15% у той чи інший бік, що свідчить про нормальне поширення хвиль збудження по серцевому м’язу.

Поширення хвиль збудження по серцевому м’язу характеризує також *систолічний показник (СП)* , який є відношенням тривалості електричної систоли до тривалості всього серцевого циклу (у відсотках):

**СП = ( Q-T / R-R) \* 100%**

Відхилення від норми, яка визначається за тією ж формулою з використанням Q-T належної, не повинне перевищувати 5% в обидва боки.

**Інтервал Т-Р —** це відрізок електрокардіограми від кінця зубця Т до початку зубця Р. Цей інтервал відповідає стану спокою міокарда. У більшості випадків цей інтервал співпадає з ізоелектричною лінією.

**Інтервал R-R** відображає тривалість серцевого циклу в секундах.

*Хід роботи.* Ввімкнути прилад і при нульовому положенні перемикача відведень дати прогрітися 10-15 хв. Відрегулювати підсилення так, щоб калібрувальному сигналу в 1 мВ відповідало відхилення плечика на 1 см. Піддослідного поміщають на кушетку.

Накладають електроди у відповідності з описаними видами накладан­ня при біполярних відведеннях і одночасно закріплюють електрод зазем­лення на правій нозі. Він є індиферентним і призначений для заземлення піддослідного. Для забезпечення доброго електричного контакту між електродами і шкірою місце накладання електродів знежирюють спиртом і на нього помішають марлеві серветки, змочені 10%-ним розчином NаСІ.

*Таблиця 3.* Усереднені величини тривалості інтервалу **Q -Т** в нормі при різній ЧСС.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ЧСС, уд/хв | Тривалість Q –Т, с | ЧСС, уд/хв | Тривалість Q –Т, с |
| 40-41 | 0,42-0,51 | 80-83 | 0,3-0,36 |
| 42-44 | 0,41-0,5 | 84-88 | 0,3-0,35 |
| 45-46 | 0,4-0,48 | 89-90 | 0,29-0,34 |
| 47-48 | 0,39-0,47 | 91-94 | 0,28-0,34 |
| 49-51 | 0,38-0,46 | 95-97 | 0,28-0,33 |
| 52-53 | 0,37-0,44 | 98-100 | 0,27-0,33 |
| 54-55 | 0,37-0,44 | 101-104 | 0,27-0,32 |
| 56-58 | 0,36-0,43 | 105-106 | 0,26-0,32 |
| 59-61 | 0,35-0,42 | 107-113 | 0,26-0,31 |
| 62-63 | 0,34-0,41 | 114-121 | 0,25-0,3 |
| 64-65 | 0,34-0,4 | 122-130 | 0,24-0,29 |
| 66-67 | 0,33-0,4 | 131-133 | 0,24-0,28 |
| 68-69 | 0,33-0,39 | 134-139 | 0,23-0,28 |
| 70-71 | 0,32-0,39 | 140-145 | 0,23-0,27 |
| 72-75 | 0,32-0,38 | 146-150 | 0,22-0,27 |
| 76-79 | 0,31-0,37 | 151-160 | 0,22-0,26 |

Записують калібровочний сигнал.Для зручності і точності розшифруванняЕКГ регулятор швидкості протяжки стрічки встановлюють на 100 або 50 мм/с. Після цих попередніх установок роблять запис в певному відведенні, відмічаючи на стрічці вид відведення.

**При аналізі ЕКГ визначається :**

1. *Правильність серцевого ритму*. Оскільки в нормі водієм ритму є синусний вузол і збудження передсердь передує збудженню шлуночків, зубець Р повинен бути перед шлуночковим комплексом. Тривалість інтервалів R-R має бути однаковою.
2. *Частота серцевого ритму*. Для цього слід визначити тривалість одного серцевого циклу (інтервал R-R) і обчислити, скільки таких циклів уміститься в одній хвилині. Для цього необхідно розділити 60 (число секунд у хвилині) на тривалість інтервалу R-R в секундах. Якщо ритм серця правильний (інтервали R-R однакові), тоді отримана частка буде відповідати числу серцевих скорочень за хвилину. Для отримання тривалості інтервалу R-R в секундах необхідно помножи­ти число клітинок, які розташовані в середині одного R-R інтервалу, на її часовий еквівалент:

0.02 с — при запису зі швидкістю стрічки 50 мм/с,

0,04 с — при запису зі швидкістю стрічки 25 мм/с.

Наприклад, якщо в одному R-R інтервалі поміщаються 43 міліметрові клітинки (при записі ЕКГ з швидкістю 50 мм/с), тоді один серцевий цикл відбувається за 43\*0.02=0,86 с. При цьому частота ритму становитиме 60:0.86=69.77=70 скорочень за хвилину

1. *Вольтаж ЕКГ*. Вимірюють амплітуду зубців R у стандартних відведеннях. Якщо амплітуда найвищого зубця R у стандартних відведеннях не перевищує 5 мм, або сума амплітуд цих зубців в усіх трьох відведеннях менша 15 мм, то вольтаж ЕКГ вважається зниженим.
2. *Проводиться вимірювання тривалості та величини окремих елементів ЕКГ*.

Зубця Р, інтервалу Р-Q , комплексів QRS , QRST . Вимірювання проводять у 11 стандартному відведенні. Визначають напрям зубців Р і Т, які можуть бути позитивними і негативними. Ретельно аналізують форму шлуночкового комплексу в усіх відведеннях. Відзначають ізоелектричність інтервалу S-T.

5. *Визначення частоти серцевих скорочень* .

Результати занотуйте у таблицю.

**Питання для самопідготовки та контролю**

1. На чому основана електрокардіографія?
2. Який поряд проведення аналізу ЕКГ?
3. Які відведення застосовують при проведенні електрокардіографії?
4. Які зміни у серці відображають зубці Р, R, S, T?
5. Які фази серцевого циклу?
6. Механічні та звукові прояви серцевої діяльності
7. У хворого знайшли уповільнення атріовентрикулярної провідності. Як це встановили?

*Таблиця 4.* Результати аналізу ЕЕГ у різних відведеннях.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Компоненти ЕКГ | 1 відведення | 11 відведення | 111 відведення |
| P |  |  |  |
| Q |  |  |  |
| R |  |  |  |
| T |  |  |  |
| P-Q |  |  |  |
| QRS |  |  |  |
| Q-T |  |  |  |
| Належна систола |  |  |  |
| СП |  |  |  |
| Фактична систола |  |  |  |
| R-R |  |  |  |
| ЧСС |  |  |  |

Лабораторна робота № 7

***ВИМІРЮВАННЯ КРОВЯНОГО ТИСКУ У ЛЮДИНИ.***

**Мета** Засвоїти методику вимірювання тиску крові у людини за способом Короткова

**Прилади та матеріали.** Сфігмоманометр, фонендоскоп.

**Об’єкт дослідження** Людина.

**Питання для теоретичної підготовки** Функціональна структура різних ділянок судинного русла. Судини амортизаційні, резистенні, обмінні, емкісні, шунтуючі. Зміна опору, тиску крові і швидкості кровотоку в різних ділянках судинного русла. Крива артеріального тиску: хвилі 1-го, 2-го і 3-го порядків. Фактори, що зумовлюють величину кров’яного тиску.

**Завдання 1** Аускультативний метод вимірювання артеріального тиску крові (за способом Короткова)

Для вимірювання кров’яного тиску у людини використовується сфігмоманометр (тонометр). Основними частинами його є порожниста гумова манжета, нагнітальна гумова груша і пружинний (або ртутний) манометр. Усі частки приладу з’єднані герметично. Додається фонендоскоп.

Досліджуваний сідає боком до столу, руку вільно кладе на стіл долонею вверх. На оголене плече щільно (однак, щоб не стискувала тканини) накладають манжетку сфігмоманометра. На гумовій груші закривають гвинтовий клапан. В ліктьовій ямці знаходять пульсуючу плечову артерію, на яку ставлять фонендоскоп. Грушею в манжетку нагнітають повітря до зникнення пульсу, потім ще нагнітають повітря створюючи тиск явно вище максимального (на 20-30 мм рт. ст,).

Легенько привідкривають гвинтовий кран і випускають повітря з манжетки. Відмічають появу тонів Короткова, які прослухуються в ритмі серцевих скорочень. Величина тиску в манжетці в момент появи тонів відповідає *систолічному тиску.*

Продовжуючи прослуховування тонів, спостерігають за подальшим зникненням тонів. Момент зникнення тону відповідає *діастолічному тиску* крові.

Повторюють визначення. Вимірювання тиску не слід робити довше одної хвилини, тому що тривале стиснення судин призводить до збільшення об’єму дистальної частини кінцівки і кровообіг у ній порушується.

При вимірюванні тиску крові визначають такі величини:

1. Максимальний (систолічний ) тиск.
2. Мінімальний (діастоличний ) тиск.
3. Пульсовий тиск – визначається за різницею між систолічним і диастоличним тиском.
4. Середній тиск – для визначення його підсумовується величина діастоличного тиску і 1/2 (для центральних артерій) або 1/3 (для периферичних артерій) пульсового тиску.

Нормальними величинами артеріального тиску крові для осіб молодого віку вважають 110-120 мм рт. ст. – максимальний і 70-80 мм рт. ст. – мінімальний тиск. З віком тиск крові дещо зростає. Належні величини тиску для різних вікових груп можна визначити за формулами Волинського:

Систолічний тиск = 102 мм рт. ст. + (0,6 × вік).

Діастоличний тиск = 63 мм рт. ст. + (0,4 × вік).

Нижню межу “норми” систолічного тиску можна визначити за формулою:

для чоловіків – 65 мм рт. ст. + вік;

для жінок – 55 мм рт. ст. + вік.

**Завдання 2** Вимірювання тиску крові при різних функціональних станах організму.

Виміряти артеріальний тиск за способом Короткова у досліджуваного:

1. на правій та лівій руці (отримані результати порівняти між собою);
2. у положенні лежачі;
3. у положенні стоячи;
4. після фізичного навантаження.

Вимірювання артеріального тиску у досліджуваного при різних положеннях проводять не знімаючи з плеча манжетку, а лише роз’єднавши її з манометром.

Пропонують таке фізичне навантаження: 15-20 присідань або біг на місці протягом 1 хв. Одразу ж після цього швидко приєднують манжетку до манометра і вимірюють кров’яний тиск при вертикальному положенні досліджуваного. Повторне вимірювання слід зробити через 1-3 хв., після фізичного навантаження.

Записати одержані в усіх випадках величини максимального і мінімального тиску, обчислити пульсовий та середній тиск (табл. 5).

*Таблиця 5*. Результати вимірювання показників АТ .

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Стан досліджуваного | Кров’яний тиск, мм рт. ст. | | | |
| мінімальний | максимальний | пульсовий | середній |
| У спокої |  |  |  |  |
| У положенні лежачи |  |  |  |  |
| У положенні стоячи |  |  |  |  |
| Одразу після фізичного навантаження |  |  |  |  |
| Через 1-3 хвилини |  |  |  |  |

**Питання для самопідготовки та контролю**

1. Що таке максимальний, мінімальний, пульсовий, середній кров’яний тиск?
2. Як виміряти артеріальний тиск за способом Короткова?
3. Яким має бути систолічний, діастоличний і пульсовий тиск у здоровой людини 25 років?
4. У який частині судинної системи відбувається різке падіння артеріального кров’яного тиску і чому?
5. Які фактори впливають на рівень кров’яного тиску?
6. Криві артеріального тиску: хвилі 1-го, 2-го і 3-го порядків.
7. Вимірюють АТ трьома способами: 1. Вводять до судини голку, що поєднана з манометром (голка повернута отвором проти струму крові); 2. Теж саме, але голка повернута вістрям по струму крові; 3. По Короткову. У якому випадку величина тиску буде найбільшою, а у якому – найменьшою?

Лабораторна робота № 8.

***ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСТОТИ ПУЛЬСУ І ШВИДКОСТІ КРОВОТОКУ.***

**Мета** Виявити залежність швидкості руху крові від м’язового тонусу, спостерігати швидкість кровонаповнення капілярів. Визначення частоти пульсу пальпаторним методом.

**Прилади та матеріали.** Секундомір, гумовий джгут, лампочка, 2 гумових кільця, лінійка

**Об’єкт дослідження** Людина.

**Питання для теоретичної підготовки** Механізм ство­рення артеріального пульсу. Швидкість поширення пуль­сової хвилі та швидкість руху крові в артеріях. Нормаль­на частота і ритмічність пульсу у людини. Методи вимі­рювання пульсу. Швидкість кровотоку.

**Завдання 1** Швидкість руху крові по венам та капілярам.

1. Нажати на ніготь великого пальця так, щоб він став білим. При цьому із капілярів, які знаходяться під нігтем кров буде вижата. Визначити довжину шляху, який пройшла кров. Для цього потрібно вимірити довжину нігтя від його кореню до частини, де закінчується рожеве забарвлення.

1. Перетягнути передпліччя піддослідного гумовим джгутом. Визначити час, який потрібен для наповнення вен при умові, коли кисть руки зжимається у кулак та розжимається. Визначити час наповнення, коли кисть піддослідної руки знаходиться у стані спокою. Отримані результати занести у таблицю 6 .

*Таблиця 6.* Показники руху крові по венам та капілярам.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Довжина шляху крові | Час заповнення | Швидкість руху |
|  |  |  |

**Завдання 2.** Доказ редукції оксигемоглобіну у тканинах (дослід Стокса).

У піддослідного на основі його безіменного пальця та мізинця накручують по гумовому кільцю. Середній та вказівний пальці вільни. Через 1 хвилину положіть руку на лампочку і ввімкніть світло. Порівняйте кольорові смуги між вільними та перетягнутими пальцями. Де пальці без перетяжки – просвічується яскраво-червона смуга, де з перетяжкою – темно червона. Дайте пояснення цьому досліду.

**Завдання 3**.Підрахунок пульсу пальпаторним ме­тодом.

В основі великого пальця руки нащупують паль­цями (вказівним, середнім, підмізинним одночасно) про­меневу артерію (за її пульсацією), злегка притискують до кості, а потім відпускають до найбільш відчутних ко­ливань і підраховують частоту пульсу за 1 хв. Повторю­ють підрахунок після фізичного навантаження (10—20 присідань), завважують відмінності у частоті пульсу.

**Завдання 4.** Визначення тривалості серцевого циклу за пульсом***.***

Нащупують пульс променевої артерії в себе або у коле­ги. Підраховують кількість пульсових ударів за 5 с (кіль­ка разів протягом 3 хв). Розділивши 5 с на кожне число підрахованих пульсових ударів, визначають тривалість одного серцевого циклу за кожні 5 с підрахунку. Потім визначають кількість пульсових ударів за 1 хв, 60с ділять на це число — знаходять середню тривалість сер­цевого циклу в секундах. Завважують, чи є різниця у тривалості серцевого циклу при різних способах підра­хунку.

**Питання для самопідготовки та контролю**

1. Від чого залежить швидкість кровотоку?
2. Які особливості мікроциркуляції?
3. Як здійснюється регуляція руху крові по судинам?
4. Чи є відмінності у частоті пульсу в стані спокою, після фізичного навантаження, при глибокому вдиху та видиху?
5. Чи має місце аритмія діяльності серця і як при цьому змінюється тривалість серцевого циклу?
6. Яку перевагу має методика визначення тривалості серцевого циклу шляхом підрахунку пульсу за кожні 5 с порівняно з методикою підрахунку протягом 1 хвилини?
7. Як зміниться швидкість пульсової хвилі при старінні людини?