**Лабораторна робота № 12.**

**Тема:** Вимірювання артеріального тиску, частоти пульсу, та швидкості кровотоку.

**Мета:** Визначити основні кількісні показники діяльності серцево-судинної системи.

**Обладнання:** таблиці і малюнки по будові серця, фонендоскоп, тонометр, секундомір, зразки запису ЕКГ здорової і хворої людини.

**Література**

1. Лекційний матеріал.

2. Голяка С.К., Бевзюк В.В., Маляренко І.В. Фізіологія людини : методичний посібник. Херсон, 2014. 68 с.

3. Шмалєй С.В., Гайдай М.І., Гасюк О.М., Кравченко Ю.В. Методичні розробки лабораторних занять з фізіології людини та тварин. У ІІ ч. Ч. ІІ. Херсон: Вид-во ХДПУ, 2002. 80 с. Режим доступу: http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Metod\_r\_lab\_zan\_z\_fiziol\_lud\_ta\_tvarin2. doc?id=250aef3e-b44b-4e7a-8990-2cded1f3289a

**Короткі теоретичні відомості**

Серце - центральний орган системи кровообігу. Нагнітальна функція його зв'язана зі скороченнями м'яза серця-міокарда, чергуванням скорочень передсердь і шлуночків та надійною роботою клапанів. Робота серця полягає в перекачуванні крові. Серце, що складає в людини близько 0,5 % маси його тіла (приблизно 300 г) перекачує в добу близько 7000 л крові. Розміри серця залежать від віку, статі, ваги, довжини тіла і тренованості. Об'єм серця в чоловіків дорівнює 700-900 см3 , у жінок 500-600 см3 . Однією з відмінних рис серцевого м'яза – достатня кількість мітохондрій у його клітинах, що пов'язано з інтенсивно протіканням в них процесів обміну речовин. У результаті обміну речовин і вивільняється енергія, яка необхідна для роботи серця. Серце посилено забезпечується кров'ю, коронарний рух крові (рух крові у системі судин серця) складає 8-11 % від всього серцевого викиду. У зв'язку з цим він у 10-15 разів інтенсивніше, ніж в інших органах людини. У спокої коронарний рух крові дорівнює 200-250 мл/хв, а при інтенсивній м'язовій роботі 3-4,5 л/хв. Серце - порожнистий м'язовий орган, що складається з правого і лівого передсердь, правого і лівого шлуночка. Передсердя сполучені зі шлуночками через отвори, що закриваються і відкриваються за допомогою клапанів серця: тристулкового в правому шлуночку і двостулкового в лівому. Призначення клапанів серця – не допускати проникнення крові з шлуночків назад у 56 передсердя під час їх скорочення. З передсердь кров надходить у шлуночки, а з шлуночків у великі судини: в аорту з лівого шлуночка й у легеневу артерію (кров венозна) - із правого шлуночка. У місцях відходження цих судин знаходяться півмісяцеві клапани, що відкриваються тільки убік аорти і легеневої артерії і перешкоджають зворотному токові крові. Серцевий м'яз (міокард) складається з поперечно-посмугованих м'язових волокон. Стінки шлуночків товстіші стінок передсердь. Це обумовлено тим, що шлуночки серця виконують більшу роботу, чим передсердя. Вони виштовхують кров у великий і малий кола кровообігу, а передсердя - лише в шлуночки серця. Найбільше навантаження приходиться на лівий шлуночок. Товщина його стінки - 10-15 мм. Товщина стінки правого шлуночка - 5-8 мм, а передсердь - 2-3 мм. Основні властивості серцевого м'яза автоматія серця, його збудливість, провідність і скоротність. Фази діяльності серця. Діяльність серця складається зі скорочень і розслаблень міокарда, що йдуть один за одним. Це забезпечує безперервне надходження крові в судини. Поряд з цим безперервності руху крові по судинах сприяє еластичність стінок артерій і опір струму крові, що виникають у дрібних кровоносних судинах. Серцевий цикл складається зі систоли (скорочення), діастоли (розслаблення) і паузи. Систола серця - це послідовні скорочення передсердь і шлуночків. Діастола серця - це послідовні розслаблення передсердь і шлуночків. Пауза, або спокій - період, коли розслаблені одночасно і передсердя і шлуночки. У працюючому серці діастола передсердь частково збігається з діастолою шлуночків. Це і є третя фаза - пауза. При частоті скорочень серця 75 за хвилину тривалість серцевого циклу складає 0,8 с, а при частоті скорочень 150 у хвилину тривалість серцевого циклу 0,4 с. У період систоли передсердь шлуночки розслаблені й з них переходить кров з передсердь. А під час систоли шлуночків передсердя розслаблені. У них надходить кров із судин: у праве передсердя з нижньої і верхньої порожньої вени, а в ліве - з чотирьох легеневих вен (кров артеріальна). Таблиця 10. Тимчасові співвідношення фаз діяльності серця Тривалість фаз, в секундах систола діастола пауза Передсердя 0,15 0,65 0,3 Шлуночки 0,35 0,45 Показники серцевої діяльності 1. Одним з показників серцевої діяльності є частота серцевих скорочень (пульс), яку можна визначити шляхом підрахунку серцевих поштовхів, ліворуч у п'ятому міжребер'ї, по середньоключичній лінії. Для цих же цілей використовується запис ЕКГ і підрахунку пульсу на променевій, сонній або скроневій артерії. Пульс - це ритмічне коливання стінки артерії в результаті скорочень серця. У спокої пульс дорівнює 60-75 уд. у 1 хв. Частота пульсу може змінюватися у великому діапазоні і залежить від віку, стану здоров'я, 57 тренованості, психічного стану тощо. 2. Систолічний об'єм крові - важливий показник діяльності серця. Систолічним або ударним об'ємом крові називається кількість крові, що виштовхується кожним шлуночком за одне скорочення. У спокої систолічний об'єм дорівнює 60-80 мл, а під час напруженої м'язової роботи збільшується до 170 мл. Величина систолічного об'єму визначається розмірами серця, кількістю крові, що притікає до серця і силою серцевих скорочень. При скороченні шлуночків не вся кров, що знаходиться в них викидається в судинну систему. Частина її залишається в шлуночках - це резервний об'єм. Систолічне м'язове тренування призводить до збільшення резервного об'єму серця, що позитивно позначається на працездатності людини. 3. Хвилинний об'єм крові — це кількість крові, що виштовхується кожним шлуночком у судинну систему за 1 хв. Хвилинний об'єм у спокої дорівнює 3-6 л, а при значній фізичній роботі в тренованих спортсменів 30-35 л. Хвилинний об'єм крові може зрости як за рахунок одночасного збільшення ЧСС і систолічного об'єму, так і внаслідок переважного збільшення або ЧСС, або систолічного об'єму. При кожному скороченні серця в артерії викидається певна кількість крові, що називають систолічним або ударним об'ємом крові. Серце, викидаючи кров в аорту і легеневу артерію під час систоли, створює в них тиск, необхідний для просування крові по всьому судинному руслу. Вільному пересуванню крові по судинах перешкоджає ряд факторів: опір периферичних судин, тертя часток крові об стінки судин. Величина кров'яного тиску залежить головним чином від систолічного об'єму крові і діаметра судин. У свою чергу систолічний об'єм крові залежить від сили скорочень серця: чим сильніше скорочення, тим більше об'єм крові, що викидається. Тому тиск в артеріях буде тим вище, ніж сильніше скорочення серця. Величина кров'яного тиску тим вище, ніж уже просвіт судинного русла. Кров'яний тиск неоднаково в різних ділянках судинного русла. Найбільша величина кров'яного тиску в аорті, трохи менше - у великих артеріях. Кров'яний тиск по мірі видалення судин від серця поступово знижується. Його величина тим менше, ніж далі судина від артеріального відділу серця і чим ближче вона до венозного. У порожніх венах воно іноді стає навіть нижче атмосферного. Тиск в артеріях неоднаковий в різних фазах серцевого циклу. Він найбільший під час систоли і називається систолічним або максимальним тиском. У стані спокою в дорослої людини систолічний тиск у плечовій артерії в середньому складає 120 мм рт. ст. Під час діастоли тиск крові найменший, він називається діастолічним або мінімальним тиском. У середньому в плечовій артерії він складає 70 мм рт. ст. Різниця між систолічним і діастолічним тиском отримала назву пульсового тиску. Він є важливим показником функціонального стану серцево-судинної системи. У людини можна визначити величину систолічного і діастолічного тиску методом Короткова за допомогою ртутного або пружинного манометра. Знаючи величину систолічного (СД), діастолічного (ДД) і пульсового (ПД) тиску крові, частоту серцевих скорочень (ЧСС), можна за формулою 58 розрахувати величину систолічного (у мл) і хвилинного (у л) об'ємів крові в людини. Електрокардіографія. Діяльність серця, як і будь-якої збудливої тканини, супроводжується електричними явищами. Усі збудливі тканини в спокої мають позитивний електричний заряд: коли виникає збудження, то електричний заряд збудженої ділянки змінюється на негативний. Тепер між збудженою, зарядженою негативно ділянкою і не збудженою, електропозитивною ділянкою, виникає різниця потенціалів. По мірі поширення збудження змінюється розташування електронегативних і електропозитивних ділянок. У зв'язку з цим у нових ділянках виникає різниця потенціалів. Ці електричні явища в збудженому органі можна зареєструвати, якщо з'єднати спеціальні чутливі прилади з працюючим органом. У серці збудження виникає спочатку в синусно-передсердному вузлі і звідси поступово поширюється на м’язи передсердь і шлуночків. У результаті поступового поширення хвилі збудження із синусно-передсердного вузла на інші ділянки серця створюються умови для виникнення різниці потенціалів у працюючому серці: ділянка серця, куди приходить хвиля збудження, на час стає електронегативною, а сусідні ділянки залишаються зарядженими позитивно. Метод реєстрації електричних явищ у працюючому серці отримав назву електрокардіографії. Чутливий прилад, за допомогою якого реєструють електричні явища в збудженому серці, називають електрокардіографом. У розробці теорії електрокардіографії і впровадженні її в медичну практику велика роль належить фізіологу А.Ф. Самойлову. Електрокардіограма. Відомо, що силові лінії електричного поля поширюються в усі сторони від місця виникнення різниці потенціалів. Тому що серце розташоване в грудній порожнині несиметрично, тоді несиметрично розташована і його електрична вісь. Для того, щоб зареєструвати різницю потенціалів, яка виникла в збудженому серці, треба прикласти електроди електрокардіографа до двох несиметричних щодо електричної осі точок на тілі людини. Найчастіше електрокардіограф з'єднують із правою і лівою руками (перше відведення), із правою рукою і лівою ногою (друге відведення) або з лівою рукою і лівою ногою (третє відведення). Різниця потенціалів, що виникає в збудженому серці, дуже невелика (тисячні частки вольта), і тому в електрокардіографі є посилюючі пристрої. При реєстрації електричної активності серця на паперовій стрічці електрокардіографа, що рухається, пишеться крива - електрокардіограма (ЕКГ). У серці здорової людини на електрокардіограмі чітко видно п'ять зубців, з яких три звернені догори (РRТ), а два - донизу (QS). Зубець Р відображає електричні явища в передсердях, а зубці QRSТ характеризують рух хвилі збудження в шлуночках серця. При цьому зубці QRS відображають початкову частину збудження шлунків тривалістю від 0,05-0,09 с, а зубець Т характеризує кінцеву частину збудження шлуночків. Інтервал від зубця Р до зубця Q відповідає часу проведення збудження від передсердь до шлуночків (0,12-0,18 с). Інтервал Q-Т характеризує загальну тривалість електричної систоли шлуночків. Вона майже збігається з тривалістю 59 механічної систоли. При порушенні діяльності серця виникає позачергова систола серця R, що називається електросистола. Метод електрокардіографії є одним з найбільш важливих методів об'єктивної реєстрації діяльності серця. Він дозволяє судити про послідовність поширення збудження по серцю і надає практичній медицині неоціненну послугу в питаннях діагностики порушення роботи серця. Так, при наявності в м'язі серця рубця після перенесеного раніше захворювання, викликаного порушенням кровообігу в серцевому м'язі (інфаркт міокарда), відповідна ділянка серця не охоплюється збудженням; це чітко виявляється на електрокардіограмі по змінах форми зубців Телеелектрокардіографія. Великі можливості для оцінки діяльності серця з'явилися з розвитком телеметрії. Телеметрія - це метод передачі біологічної формації на відстань. Телеелектрокардіограф дає можливість спостерігати за діяльністю серця в спортсменів під час змагань, у робітників при виконанні трудових операцій, у космонавтів під час тренувань і космічних польотів. При телеметрії широко використовують радіозв'язок. Електроди, закріплені на шкірі обстежуваної людини, з'єднуються з радіопередавачем, які знаходяться в кишені або в спеціальному легкому шоломі, що надягають на голову. Сигнали радіопередавача приймаються радіоприймачем, який знаходиться в телеелектрокардіографії, перетворять і записуються, на паперовій стрічці, що рухається, у вигляді електрокардіограми. Зміст і послідовність виконання роботи

Завдання 1. Замальовка і теоретичний розбір будови серця та клапанів, топографія провідної системи серця. З

авдання 2. Вивчення таблиці «Тимчасові співвідношення фаз серцевої діяльності».

Завдання 3. Ознайомтеся з будовою приладу, застосовуваного для виміру кров'яного тиску. Оголити ліву руку обстежуваного. Обгорнути манжету щільно навколо середини плеча обстежуваного так, щоб її нижній край знаходився на 2,5-3 см вище ліктьового згину. Манометр не повинен знаходитися в полі зору обстежуваного. Рівень ртуті в ньому (або положення стрілки пружинного манометра) повинен відповідати нулю. В області ліктьового згину на променевій артерії встановити фонендоскоп. Нагнітати повітря в манжету доти, поки манометр покаже 160 - 180 мм рт.ст. (до повного зникнення пульсу). Повільно випускати повітря з манжети. Знижуючи тиск у манжеті, уважно прослухувати фонендоскопом пульс та з появою першого звуку зафіксувати показання манометра. Це буде величина максимального (систолічного) тиску, тобто в цей момент тільки під час систоли кров проштовхується через здавлену ділянку судини. Продовжувати прослухування пульсових поштовхів. Вони поступово згасають, і у момент повного зникнення звуку зафіксувати показання манометра. Ця величина відповідає мінімальному (діастолічному) тискові. В цей час тиск у манжеті дорівнює діастолічному та кров безшумно починає протікати під манжетою не лише під час систоли, але й під час діастоли. 60

Завдання 4. Дослідіть вплив фізичного навантаження на величину кров'яного тиску і пульс. Для цього запропонувати обстежуваному зробити 10 присідань (глибоких та швидких), після чого протягом 10 із підрахувати його пульс та відразу ж визначите величину кров'яного тиску. Розрахувати частоту серцевих скорочень (ЧСС) за 1 хв, для чого отримане число ударів за 10 с помножити на 6. Це число знадобиться надалі для розрахунку хвилинного об'єму крові. Повторити підрахунки пульсу та визначення артеріального тиску після 20 присідань. Порівняти отримані дані. Зробити висновок про вплив фізичного навантаження на частоту пульсу і величину кров'яного тиску.

Завдання 5. Визначення систолічного і хвилинного об'ємів крові розрахунковим методом. У зв'язку з неможливістю широко використовувати існуючі лабораторні методи визначення систолічного (СОК) і хвилинного (ХОК) об'ємів крові в мілілітрах різні дослідники на підставі експериментальних даних вивели формули для їхнього розрахунку. Широке застосування одержала формула Старра: СОК = [(101 + 0,5 х ПТ) - (0,6 х ДТ)] - 0,6 А; де СОК - систолічний об'єм крові; ПТ - пульсовий тиск; ДТ - діастолічний тиск; А - вік обстежуваного. Встановлено, що розрахункові величині СОК, отримані за допомогою цієї формули, добре збігаються з даними, добутими класичними методами. Використовуючи отримані вами дані при визначенні артеріального тиску, розрахувати за формулою Старра величину СОК у спокої і після виконання фізичного навантаження. Розрахуйте також хвилинний об'єм крові в спокої і після роботи, для чого величину СО помножте на число скорочень серця в 1 хв: ХОК = СО х ЧСС Отримані дані занесіть у таблицю. Проаналізувати їх, зробити висновки. Таблиця 11. Зміна частоти серцевих скорочень і кров'яного тиску при фізичній роботі різної важкості Показники Спокій Після виконання 10 присідань 20 присідань ЧСС Систолічний тиск Діастолічний тиск Пульсовий тиск Систолічний об'єм крові Хвилинний об'єм крові

Завдання 6. Проаналізувати і дати характеристику електрокардіограми Вивчити запис електрокардіографії. На електрокардіограмі розрізняють зубці P, Q, R, S, T, з яких P, R, T спрямовані догори від ізоелектричної лінії 61 (позитивні), зубці Q і S – донизу (негативні). Розрізняють також інтервали P-Q, Q-T, S-T, R-R і комплекси QRS і QRST (мал. 10). Амплітуду зубців вимірюють у мілівольтах (мВ). При цьому прагнуть встановити підсилення так, щоб 1 мВ відповідав відхиленню від ізоелектричної лінії на 1 см. Ширину зубців і тривалість інтервалів вимірюють у 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). Мал. 10. Основні зубці та інтервали електрокардіограми Зубець Р відображає збудження передсердь. У нормі зубець позитивний (спрямований догори) в всіх відведеннях. За амплітудою він, як правило, не перевищує 0,25 мВ (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 у 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 передсердно-шлуночковий вузол, 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 0,12 с і не повинен перевищувати 0,2 с (табл. 11). Зубець Q. Є першим спрямованим вниз зубцем шлуночкового комплексу, який передує зубцю R. Цей зубець 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 зубця R (амплітуда зубця Q до 2,5 мм), а тривалість не повинна перевищувати 0,03 с. Наявність зубця Q, який має відмінні параметри, як правило, вказує на 62 патологічні зміни міокарду. Таблиця 11 Залежність тривалості 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 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. 63 Для визначення нормальної тривалості інтервалу Q-Т при певній частоті серцевих скорочень запропоновані різноманітні формули, номограми, розрахункові та емпіричні таблиці. Відхилення від норми, яка визначається за тією ж формулою із 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.

Контрольні питання

1. Чому у серці скорочення чергуються із розслабленням? 2. Що відбувається із рухом крові в серці у момент скорочення та розслаблення? 3. Чому кров з серця викидається поштовхами, тоді як у артеріях вона рухається безупинно? 4. Що таке пульс, його характеристики? Які чинники впливають на його параметри? 5. Чинники, які сприяють просуванню крові по артеріальній та венозній системі. 6. Охарактеризувати лінійну та об'ємну швидкість течії крові. Кровообіг в системі легеневих судин. 7. Що таке максимальний, мінімальний, пульсовий, середній кров’яний тиск? 8. На чому основана методика електрокардіографії? Що таке електрокардіограма? 9. Які відведення застосовують під час проведення електрокардіографії? 10. Які зміни в серці відображають зубці Р, R, S, T?