

ТЕМА 8. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ КРОВІ ТА КРОВООБІГУ У РІЗНІ ВІКОВІ ПЕРІОДИ

Лабораторне заняття № 12

ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ СИСТЕМИ КРОВІ ТА РОБОТИ СИСТЕМИ КРОВООБІГУ

Мета: розглянути вікові особливості системи крові; оволодіти методами інтегральних показників роботи серця.

Матеріали і обладнання: фонендоскоп, сфігмоманометр, секундомір, годинник, пульсоксиметр, ваги медичні або напольні.

Запитання для самопідготовки:

1. Кров та її значення для організму. Склад крові.
2. Формені елементи крові.
3. Еритроцити. Вікові особливості.
4. Лейкоцити. Вікові особливості.
5. Тромбоцити. Вікові особливості.

6. Вікові особливості фізико-хімічних властивостей крові.
7. Імунна система та імунітет у різні вікові періоди. Поняття про вроджений і набутий імунітет.
8. Кровообіг плода.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ДО ТЕМИ

Поряд з постійним надходженням поживних речовин і виведенням продуктів метаболізму, для усіх тканин організму для повноцінного протікання біохімічних реакцій необхідний кисень. З кожним вдихом в легені нагнітається повітря, що містить, крім азотної основи і незначного домішку інших газів, 21-23% вільного кисню. Захоплювані червоними кров'яними тільцями (еритроцитами), молекули кисню у зв'язаному вигляді транспортується з током збагаченої артеріальної крові. Ступінь сатурації крові (SaO_2 , насиченість киснем, оксигенація еритроцитів) відноситься, – як і частота серцевих скорочень (ЧСС, пульс), – до критично важливих показників загального стану і життєздатності організму.

У нормі SaO_2 становить від 95% до 98% (у людей, старших за 70 років – 94–98 %), а при кисневій терапії може досягати 99–100 %. Процедура вимірювання ЧСС і SaO_2 носить назву «пульсоксиметрія» і є незамінним контрольним методом, - зокрема, в хірургії та невідкладної медицини.

Пульсоксиметрія (Рис. 21) – простий неінвазивний метод моніторингу насичення (сатурації) гемоглобіну артеріальної крові киснем SaO_2 , (якщо вимірюється за допомогою газометрії, то використовують символ SpO_2) і пульсу. В основі методу лежить застосування трансмісійної спектрофотометрії, що базується на використанні різних оптичних властивостей окисленого і відновленого гемоглобіну. З метою вимірювання використовують периферичні датчики, які кріпляться на різні частини тіла, зокрема: палець, вушна раковина, чоло, крило носа.



Рис. 21. Метод пульсоксиметрії: застосування та механізм дії

Комп'ютерна пульсоксиметрія (Рис. 22) – це пульсоксиметр протягом тривалого часового проміжку. Зазвичай більше 5 годин.



Рис. 22. Комп'ютерна пульсоксиметрія

Застосування нічної пульсоксиметрії дозволяє підібрати тактику лікування. Застосовується комп'ютерна пульсоксиметрія і кардіо-сатураційний моніторинг для таких груп захворювань:

- Важкий ХОЗЛ з дихальною недостатністю;
- Серцева недостатність;
- Будь-які види хронічної дихальної та серцевої недостатності.

Основні обмеження вимірювань: рухові артефакти і знижена периферична перфузія крові; завищення результату (SpO_2) за рахунок карбоксигемоглобіну, а при реальному рівні $<85\%$ також за рахунок метгемоглобіну, який занижує результат при рівні $>85\%$; заниження результату, спричинене змінами нігтьових пластинок (темний лак необхідно змити перед вимірюванням, грибок нігтів).

Величину артеріального тиску (АТ, мм рт. ст.) прийнято розглядати як гомеостатичний показник, у зв'язку з чим його відхилення в той або інший бік може свідчити про певні зміни в загальному функціональному стані організму.

Наприклад, фізична робота, як правило, дещо знижує артеріальний тиск, а психічна напруга, навпаки, сприяє його збільшенню. У процесі охолодження і зниження атмосферного тиску спостерігається тенденція до підвищення АТ, а під час перегріву й підвищення атмосферного тиску, часто спостерігається деяке зниження величини означеного параметра.

Істотно змінюється АТ при захворюваннях серцево-судинної й ендокринної систем. Відомо, наприклад, що підвищення артеріального тиску є основним симптомом захворювання при артеріальній гіпертензії (гіпертонічній хворобі), гострих нефритах тощо. Зниження АТ є ознакою падіння серцевої діяльності й тону периферичних артерій, спостерігається при гострих інфекційних захворюваннях, втратах крові, гострій судинній недостатності будь-якої етимології.

Розрахункові методи визначення основних показників серцево-судинної системи застосовуються, в основному, під час проведення масових обстежень, коли у зв'язку зі значними витратами часу, використання більш тонких апаратних методик є недоцільним. Окрім цього, дані методики застосовуються в системі медико-біологічного контролю за функціональним станом організму з метою отримання оперативної інформації про стан системи кровообігу.

Не дивлячись на об'єктивно меншу, порівняно з експериментальними методами, репрезентативність, розрахункові методи в цілому дозволяють отримати необхідну інформацію про стан провідних гемодинамічних параметрів і їх динаміку.

Вікові зміни у крові людини. Зміни з віком кількості і властивостей еритроцитів. Одна з основних функцій еритроцитів – постачання всіх клітин і тканин організму киснем. При нестачі кисню, поза залежністю від причини, що викликала його, має місце компенсаторна реакція організму, що виражається в збільшенні числа червоних кров'яних тілець. Саме цим можна пояснити підвищений вміст еритроцитів і гемоглобіну в крові немовляти: постачання киснем плоду в останні дні ембріонального розвитку і під час пологів недостатньо. Тому відразу після – народження дітей його кров містить значно більше гемоглобіну й еритроцитів, чим кров дорослих. Так, у першу добу після народження вміст гемоглобіну в середньому складає 130г% (від 100 до 145г%), кількість еритроцитів – 7 200 000 (від 4 500 000 до 7 500 000). Після народження поліпшуються умови газообміну. У зв'язку з цим «зайві» еритроцити піддаються розпаду. На сьомий день після народження число еритроцитів у середньому зменшується до 6 400 000, а гемоглобіну до 122г%. Для новонароджених дітей характерна наявність у крові еритроцитів, різних за величиною (від 3,25 до 10,25 мкм), у той час як розмір еритроцитів крові дорослих є досить постійним. У наступні періоди розвитку дітей кількість гемоглобіну й еритроцитів продовжує зменшуватися, так що до 5-го– 6-го місяця гемоглобін досягає 65–80г%, а еритроцитів – 4 000 000 – 4 500 000. В другому півріччі життя новонароджених кількість еритроцитів і гемоглобіну практично залишається постійним, випробуючи лише невеликі коливання. З року починається збільшення вмісту еритроцитів і гемоглобіну, що продовжується аж до періоду статевого дозрівання. Відразу ж після народження діаметр еритроцитів зменшується і до двох місяців стає таким самим, як у дорослих.

Зміни з віком кількості і властивостей тромбоцитів. За вмістом тромбоцитів кров дітей значно відрізняється від крові дорослих тільки в період новонародженості (табл. 22). Після закінчення періоду новонародженості, протягом усього подальшого життя кількість кров'яних пластинок приблизно

залишається постійною. Тромбоцити в період новонародженості мають різні розміри і функція їх не зовсім повноцінна.

Таблиця 22

Зміни вмісту тромбоцитів у крові немовляти

Період	Перші 5годин життя	5денів життя	10 днів життя
Кількість тромбоцитів у 1мм ³	219 000	175 000	200 800

Зміни з віком кількості і властивостей лейкоцитів. Посилений розпад еритроцитів у першу добу життя дітей є стимулом для утворення білих кров'яних тілець, що, виконують фагоцитарну функцію. У зв'язку з цим упершу добу життя нарастає кількість лейкоцитів в 1мм³ від 20 500 до 29 300. З другої доби життя число лейкоцитів починає падати, досягаючи до 12-дня життя в середньому 11 200 в 1мм³. Така кількість лейкоцитів зберігається до кінця першого року життя, після чого вона починає падати, наближаючись до 13–15 років до таких самих величин, як і в дорослих.

Основна функція лейкоцитів – фагоцитарна – у дітей відрізняється деякими особливостями. Фагоцитарна активність лейкоцитів у дітей значнонижче, ніж у дорослих. Фагоцитарний показник – кількість тих чи інших мікробів, захоплених одним лейкоцитом, з віком збільшується. Крім того, з віком зменшується той час, протягом якого досягається максимальна фагоцитарна активність лейкоцитів. Така мала здатність лейкоцитів крові дітей захоплювати мікробів залежить як безпосередньо від властивостей самих лейкоцитів – недостатньої їх активності, так і від малої активності антитілсироватки крові, що у дітей перших 6 місяців у 5 разів нижча, ніж у дорослих. Функціональна неповноцінність білих кров'яних тілець виявляється також ослабкості їх ферментних систем. Це приводить до того, що навіть поглинені лейкоцитами мікроби і різні чужорідні тіла не можуть бути цілком розщеплені. Розщеплення ж є необхідним, тому що саме на продукти розщеплення антигенів утворюються в крові спеціальні захисні антитіла.

Вікові особливості імунних реакцій і складу плазми. У перші 3 місяці життя дітям властива майже повна несприйнятливості до інфекційних захворювань. Потім сприйнятливості починає поступово зростати, і до 9 місяців дитячий організм уже сприйнятливий до всіх інфекцій. Причина як повної несприйнятливості в перші 3 місяці, так і малої сприйнятливості в наступні місяці криється насамперед у фізіологічній ареактивності дітей в цей період. Причиною ареактивності є функціональна незрілість і слабкість нервових і гуморальних механізмів, так само як і недостатня зрілість елементів ретикулоендотеліальної системи. Крім цього, до деякої міри несприйнятливості

пояснюється наявністю в перші місяці життя імунних тіл, що перейшли в кров плоду з крові матері і поступово одержані дитиною в грудному періоді з молоком матері. Останні мають менше значення в підтримці несприйнятливості.

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 1.

Пульсоксиметрія. Ознайомлення з методом.

Методичні вказівки. Визначити показники сатурації крові та ЧСС у стані спокою і одразу після фізичного навантаження (20 присідань у темпі 1 присідання за 1 с). Показники зареєструвати у зошиті, оцінити отримані значення у вигляді висновку.

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 2.

Визначення інтегральних показників системи кровообігу

Методичні вказівки. У двох досліджуваних студентів (бажано різної статі) за допомогою сфігмоманометра і фонендоскопа визначити показники артеріального тиску, зареєструвати величину пульсу у стані спокою. Визначити показник маси тіла.

Оцінити показники артеріального тиску та величину ЧСС (*дивитися пояснення нижче*).

За умови дистанційного навчання розглянути і розв'язати ситуаційні задачі.

Ситуаційна задача 1. Юнак 19 років, маса тіла 75,5 кг, величина АТ у спокої 110/70 мм рт.ст, величина ЧСС – 75 уд./хв. Визначити та оцінити інтегральні показники системи кровообігу та оцінити їх.

Ситуаційна задача 2. Жінка 62 роки, маса тіла 78 кг, величина АТ у спокої 145/95 мм рт.ст, величина ЧСС – 85 уд./хв. Визначити та оцінити інтегральні показники системи кровообігу та оцінити їх.

Пояснення до виконання завдання. Виділяють основні види артеріального тиску, величини яких виміряють за допомогою непрямого методу Н.С.Короткова (сфігмоманометрія) з використанням сфігмоманометра і фонендоскопа:

- **АТс** – артеріальний тиск систолічний, мм рт.ст;
- **АТд** – артеріальний тиск діастолічний, мм рт.ст;
- **АТп** – пульсовий артеріальний тиск, який розраховується як різниця між величинами артеріального тиску систоли і діастоли, мм. рт. ст.;
- **АТсер.** – середній артеріальний тиск, який визначається за формулою: $АТсер. = АТд + 0,33 \times АТп.$

Артеріальний тиск систолічний (АТс) є одним із найбільш інформативних функціональних параметрів організму. Згідно з останніми експериментальними

даними, виявлення АТс >120 мм рт. ст. у жінок і >125 мм рт. ст. у чоловіків, обстежуваного доцільно відносити до групи з чинником ризику порушення регуляції артеріального тиску.

Критеріями зриву адаптації, незалежно від віку, слід вважати величини АТс >150 мм рт.ст. у жінок і >170 мм рт.ст. у чоловіків.

Артеріальний тиск діастолічний (АТд) залежить, у свою чергу, від тонусу дрібних і середніх судин і пов'язаний з активністю парасимпатичної іннервації та станом судинної стінки. Збільшення АТд понад 80 мм рт. ст. як у чоловіків, так і у жінок (у молодому віці понад 75 мм рт. ст.) слід вважати прогностично несприятливим. Критерієм зриву адаптації систем, що регулює рівень артеріального тиску діастоли, можна визначити:

АТд > 95 мм рт. ст. у чоловіків і > 85 мм рт. ст. у жінок.

Розрахунок норми *артеріального тиску* можна провести за формулами:

$$\text{АТс} = 1,7 \times \text{вік} + 83;$$

$$\text{АТд} = 1,6 \times \text{вік} + 42.$$

Відхилення артеріального тиску систолічного (відх. АТ, мм рт. ст.)

визначають за такими формулами:

$$\text{Відх. АТс} = \text{фАТс} - (91 + 0,5 \times \text{В} + 0,10 \times \text{МТ}) \text{ (для чоловіків);}$$

$$\text{Відх. АТс} = \text{фАТс} - (88 + 0,7 \times \text{В} + 0,15 \times \text{МТ}) \text{ (для жінок),}$$

де відх. АТс – величина відхилення фактичного значення артеріального тиску систолічного від належного, мм рт. ст.;

фАТс – фактична (реєстрована в цей момент часу) величина артеріального тиску систолічного, мм рт. ст.;

В – вік, роки;

МТ – маса тіла, кг.

Нормальні величини відх. АТс складають від 0 до 30 мм рт. ст.

Відхилення артеріального тиску діастолічного (відх. АТд, мм рт. ст.)

визначають за формулами:

$$\text{Відх. АТд} = \text{фАТд} - (58 + 0,10 \times \text{В} + 0,15 \times \text{МТ}) \text{ (для чоловіків);}$$

$$\text{Відх. АТд} = \text{фАТд} - (62 + 0,17 \times \text{В} + 0,10 \times \text{МТ}) \text{ (для жінок),}$$

де відх. АТд – величина відхилення фактичного значення артеріального тиску діастолічного від належного, мм рт.ст.; фАТд – фактична (реєстрована в цей момент часу) величина артеріального тиску діастолічного, мм рт. ст.; В – вік, роки; МТ – маса тіла, кг.

Нормальні величини відх. АТд складають від 0 до 30 мм рт. ст.

Поширеним розрахунковим параметром є *коефіцієнт економічності системи кровообігу (КЕК, у.о.)*, величина якого визначається за такою формулою: $\text{КЕК} = \text{ЧСС} \times \text{АТп}$;

де КЕК – коефіцієнт економічності кровообігу, у.о.;

ЧСС – частота серцевих скорочень, уд./хв;

АТп – пульсовий артеріальний тиск, який розраховується як різниця між артеріальним тиском систолічним і діастолічним, мм рт. ст.

Низькі значення КЕК свідчать про високі потенційні можливості системи кровообігу. В нормі у здорових нетренованих чоловіків величина КЕК складає 2400-3200 у.о., у жінок – 2600-3400 у.о.

Результати дослідження зареєструвати у робочому зошиті у вигляді таблиці 23.

Таблиця 23

Результати дослідження

Показники	Чоловіча стать	Жіноча стать
АТс (мм рт. ст.)		
АТд (мм рт. ст.)		
АТп (мм рт. ст.)		
АТсер. (мм рт. ст.)		
Відх. АТс (мм рт. ст.)		
Відх. АТд (мм рт. ст.)		
КЕК (у.о.)		

Здійснити порівняльний аналіз отриманих результатів із віковими нормами.

Висновки: _____

САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТА

1. Розглянути рисунок кровообігу плода, який розміщений нижче (рис. 21). Зробити підписи у робочому зошиті:

Рис. 21. Схема кровообігу плода: 1-_____, 2 - _____,
3 - _____, 4 - _____, 5 - _____, 6 - _____,
7 - _____, 8 - _____, 9 - _____, 10 - _____,
11 - _____.

2. Дати визначення поняттям:

- Кольоровий показник крові –
- Специфічний імунітет –
- Неспецифічний імунітет –
- Активний імунітет –
- Пасивний імунітет –

3. Використовуючи текст навчальних посібників, заповнити таблицю 24.

Таблиця 24

Вікові зміни показників крові людини

Вікові особливості крові. Вік	Еритроцити, $10^{12}/л$	Гемоглобін, г/л	Лейкоцити, $10^9/л$	Тромбоцити, $10^9 / л$	ШОЕ, мм/год	Кольоровий показник	ОЦК, мл/кг
-------------------------------	-------------------------	-----------------	---------------------	------------------------	-------------	---------------------	------------

2-4 тижні							
5-6 міс.							
10-11 міс.							
1-3 роки							
5-6 років							
9-10 років							
11-12 років							
14-15 років							
Зрілий вік							
Похилий вік							

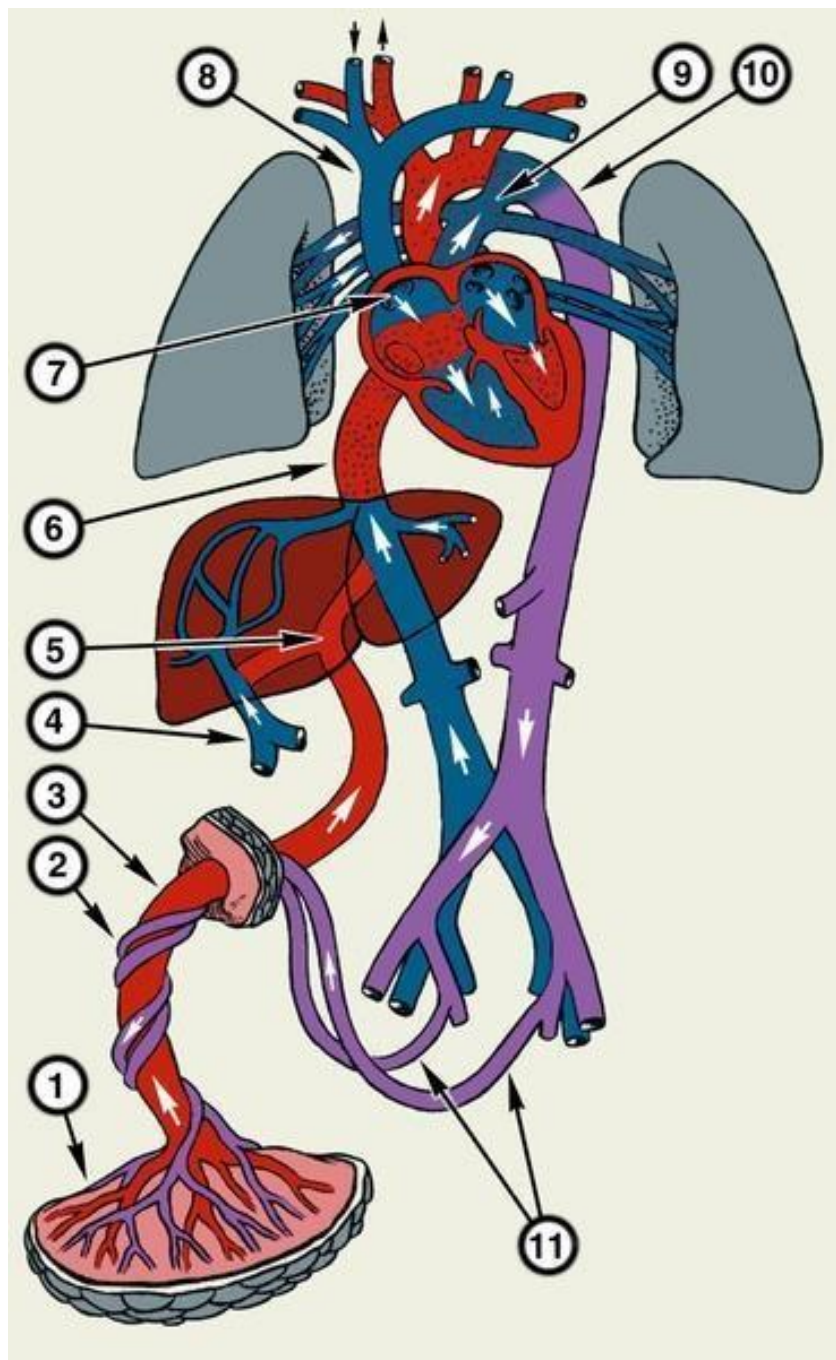


Рисунок 21. Схема кровообігу плода людини

Лабораторне заняття № 13

ОЦІНКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

Мета: розглянути вікові особливості серцево-судинної системи, оволодіти методами оцінки функціонального стану серцево-судинної системи

Матеріали і обладнання: секундомір, метроном, пульсотохometr, сфігмоманометр, медичні ваги, ростомір, сходинка висотою 50 см, 45 см.

Запитання для самопідготовки:

1. Поняття про жовтковий і плацентарний кровообіг у плода. Особливості серця та судинного русла плода.
2. Функціональне значення та особливості змішування крові у плода.
3. Зміни у системі кровообігу одразу після народження дитини.
4. Вікові особливості морфології серця.
5. Вікові особливості артеріального русла.
6. Вікові особливості вен великого кола кровообігу.
7. Вікові зміни показників діяльності серця: ЧСС, СОК і ХОК.
8. Вікові зміни та статеві відмінності показників артеріального тиску у дітей.
9. Загальні закономірності руху крові по судинам у дитячому віці. Особливості розвитку серця у підлітків.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ДО ТЕМИ

Оптимальне забезпечення кров'ю органів і тканин організму – умова їх нормальної діяльності. Система кровообігу – сукупність виконавчих органів та апарат регуляції, які забезпечують хвилинний об'єм крові, адекватний потребам організму. Серце у системі виконує функцію насоса, судини є шляхами транспорту крові. Апарат регуляції включає як нервові, так і гуморальні механізми. Важливою умовою підтримання постійності внутрішнього середовища є забезпечення руху крові по кровоносних судинах великого і малого кіл кровообігу. Завдяки руху крові стає можливою реалізація усіх тих функцій, які притаманні крові. Окрім серця і кровоносних судин до системи кровообігу входять і лімфатичні судини. Система кровообігу разом з системою крові утворюють транспортну систему організму.

Дослідження функціонального стану транспортної системи організму широко використовується в медичній практиці для діагностування захворювань людини, в спортивній практиці для тестування функціональної підготовленості спортсменів та цілеспрямованого регулювання тренувальних навантажень.

При вимірюванні артеріального тиску враховують такі показники. Систолічний АТ – верхня межа, яка дозволяє визначити силу тиску під час

викиду крові. Діастолічний АТ – нижня межа, яка свідчить про стан кровоносних судин в паузі між скороченнями серця.

Нормою артеріального тиску у дорослих прийнято вважати значення 120/80 мм рт. ст. Але всі ми унікальні, а тому не слід покладатися виключно на цей числовий показник. Щоб дізнатися, яке артеріальний тиск вважається нормою в певному віковому періоді, скористайтеся таблицями 25-27.

Таблиця 25

НОРМА ТИСКУ ЛЮДИНИ ПО ВІКУ		
Вік	Чоловіки	Жінки
20	123/76	116/72
До 30	126/79	120/75
30 – 40	129/81	127/80
40 – 50	135/83	137/84
50 – 60	142/85	144/85
Старше 70	142/80	159/85

Таблиця 26

Діапазон величин артеріального тиску у різні вікові періоди

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

ТАБЛИЦЯ ТИСКУ У ДІТЕЙ

ВІК	Артеріальний тиск			
	систолічне		діастолічне	
	min	max	min	max
до 2 неділь	60	96	40	50
2-4 неділі	80	112	40	74
2-12 міс.	90	112	50	74
2-3 роки	100	112	60	74
3-5 років	100	116	60	76
6-9 років	100	122	60	78
10-12 років	110	126	70	82
13-15 років	110	136	70	86

З наведених вище таблиць видно, що чим старша людина, тим вище нормативні показники артеріального тиску. Цей факт пов'язаний з віковими змінами в роботі серцево-судинної системи.

Артеріальна гіпертензія (АГ) – одне з найпоширеніших хронічних захворювань людини. Виникнення і перебіг АГ тісно пов'язані з наявністю факторів ризику.

1. **Вік.** Існує позитивна залежність між АГ і віком. У цілому рівень діастолічного АТ підвищується до 55 років, потім змінюється мало. Систолічний АТ постійно зростає з віком.

2. **Стать.** Середні рівні АТ і поширеність АГ в жінок молодого і середнього віку дещо менші, ніж у чоловіків. Пізніше ця залежність змінюється аж до реверсії.

3. **Спадковість** — один із найвпливовіших факторів майбутнього розвитку АГ. Виявлено тісну кореляцію між АТ найближчих родичів (батьки, брати, сестри).

4. **Маса тіла.** Кореляція між масою тіла і рівнем АТ пряма, значна і стійка. Надлишкова маса асоціюється з 2–6-кратним підвищенням ризику виникнення АГ.

5. Аліментарні фактори:

- кухонна сіль — її вживання понад фізіологічну норму позитивно корелює з рівнем АТ;

- інші мікроелементи — існує зворотний зв'язок між уживанням K^+ , Ca^{2+} та Mg^{2+} і рівнем АТ;

- макроелементи: білки, жири, вуглеводи, харчові волокна. Переважання в харчовому раціоні овочів та фруктів, риби, білого курячого м'яса, обмеження вживання тваринних жирів, холестерину та солодоців сприяє зменшенню рівня АГ;

- кава та кофеїн – відновлення пресорного ефекту кофеїну відбувається через декілька годин після вживання кави. АГ виникає втричі частіше серед тих, хто вживає від 1 до 5 чашок кави на день, порівняно з тими, хто не вживає кави взагалі. Кофеїн, що міститься в міцній каві, підвищує ДАГ у чоловіків із гіпертензією на 8 мм рт.ст., а в осіб із нормальним АГ — на 3 мм рт.ст.;

- алкоголь – уживання алкоголю прямо корелює з рівнем АГ, причому як епізодичне, так і хронічне. Залежність між уживанням алкоголю та поширеністю АГ має вигляд J-подібної кривої. Частота АГ найменша серед осіб, які вживають алкоголь в окремих випадках, і поступово зростає залежно від зростання щоденної кількості вживаних алкогольних напоїв.

6. **Паління.** Нікотин різко підвищує АГ навіть у завзятих курців. Ефект кожної сигарети триває близько 30 хвилин. Вже на 1-й хвилині після її випалювання САГ підвищується на 15 мм рт.ст., а на 4-й – на 25 мм рт.ст. При однакових рівнях АГ мозковий інсульт та ІХС в осіб, які палять, виникає в 2–3 рази частіше, ніж у тих, хто не палить.

7. **Психосоціальні фактори.** Стрес сприяє підвищенню АГ. Проте поки що невідомо, чи призводить тривалий стрес до довготривалого підвищення АГ.

8. **Соціально-економічний статус.** У країнах із розвинутою економікою визначається зворотний зв'язок між АГ і рівнем освіти, доходів та професійним статусом. Разом із тим у країнах перехідного і доперехідного періоду визначається значна поширеність АГ серед забезпечених верств населення. Досвід більшості країн свідчить, що зі зростанням економіки в суспільстві реєструється неухильне підвищення рівнів АГ і поширеності АГ серед малозабезпечених верств населення.

9. **Фізична активність.** В осіб, які ведуть малорухомий спосіб життя, ризик виникнення АГ на 20–50 % вищий, ніж у фізично активних. Фізичні навантаження під час виконання професійних обов'язків сприяють підвищенню АГ, а фізична активність у години дозвілля – навпаки. Регулярні аеробні фізичні навантаження є досить ефективним засобом немедикаментозного лікування АГ.

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 1

Визначення й оцінка рівня функціонального стану системи кровообігу

Методичні вказівки. У двох досліджуваних студентів (бажано різної статі) за допомогою сфігмоманометра і фонендоскопа визначити показники артеріального тиску, зареєструвати величину пульсу у стані спокою. Визначити показник маси і довжини тіла.

Застосувати отримані показники для оцінки рівня функціонального стану системи кровообігу (*дивитися пояснення нижче*).

За умови дистанційного навчання розглянути і розв'язати ситуаційні задачі.

Ситуаційна задача 1. Юнак 19 років, маса тіла 75,5 кг, зріст 185 см, величина АТ у спокої 110/70 мм рт. ст, величина ЧСС – 72 уд./хв. Визначити та оцінити рівень функціонального стану системи кровообігу.

Ситуаційна задача 2. Жінка 45 років, маса тіла 72 кг, зріст 175 см, величина АТ у спокої 115/75 мм рт. ст, величина ЧСС – 75 уд./хв. Визначити та оцінити рівень функціонального стану системи кровообігу.

Пояснення до виконання завдання. **Рівень функціонального стану системи кровообігу (РФСкр.)** визначається за показниками ЧСС і артеріального тиску з урахуванням віку, маси тіла і зросту обстежуваних. Вихідні показники обстеження визначаються в один і той же час, в умовах відсутності попередніх емоційних і фізичних перенапружень. Розрахунки РФСкр. проводять за формулою:

$$\text{РФСкр.} = \frac{700 - 3 \times \text{ЧСС} - 2,5 \times \text{АТср.} - 2,7 \times \text{В} + 0,28 \times \text{МТ}}{350 - 2,6 \times \text{В} + 0,21 \times \text{Р}}$$

де ЧСС – частота серцевих скорочень за 1 хв. у стані спокою;

АТср. – середньодинамічний артеріальний тиск, визначається як сума АТдіастоліч. і 1/3АТпульсового;

В – вік, років;

МТ – маса тіла, кг;

Р – довжина тіла, см.

Оцінку отриманих показників обстежуваного здійснити за шкалою у таблиці 28.

Таблиця 28

Оцінка рівня функціонального стану кровообігу

РФСкр.	Чоловіки	Жінки
Низький	0,225-0,375	0,157-0,260
Нижче середнього	0,376-0,525	0,26 і-0,365
Середній	0,526-0,675	0,366-0,475
Вище середнього	0,676 - 0,825	0,476 - 0,575
Високий	0,826 і вище	0,576 і вище

Результат дослідження обох обстежуваних:

РФСкр. = _____

Висновок: за результатами кожного обстежуваного і в порівнянні

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 2

Дослідження змін основних показників роботи серця в умовах фізичних навантажень

Функціональна проба Руф'є (згідно із Наказом Міністерства охорони здоров'я України та Міністерства освіти і науки України від 20.07.2009 р., №518/674 застосовується у навчальних закладах і закладах первинної ланки медичного обслуговування населення).

З метою вивчення рівня фізичної працездатності використовуються результати функціональної проби Руф'є, яка характеризує готовність організму до динамічного навантаження і його здатність до відновлення. Також, за даними наукової літератури, результати проби Руф'є дозволяють опосередковано судити про ступінь розвитку витривалості і корелюють з тестами, які характеризують розвиток кардіо-респіраторної системи.

Методичні вказівки. Після 3–5 хв. відпочинку, у положенні сидячи, в обстежуваного підраховують ЧСС за пульсом кожні 15 сек., доки не буде отримано 2-3 однакові цифри. Отримані дані записують до протоколу, і пропонується виконати навантаження – 30 присідань з витягнутими вперед руками протягом 45 с (швидкість присідань – 1 присідання за 1,5 с).

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

Після закінчення присідань обстежений сідає, і проводиться підрахунок ЧСС за пульсом за перші 15 с та останні 15 с першої хвилини відновлення.

Розрахунок індексу Руф'є проводять за формулою:

$$IP = \frac{4 \times (ЧСС1 + ЧСС2 + ЧСС3) - 200}{10}$$

де: IP – індекс Руф'є;

ЧСС1 – частота серцевих скорочень за 15 с у стані спокою;

ЧСС2 – частота серцевих скорочень за перші 15 с 1-ї хв відновлення;

ЧСС3 – частота серцевих скорочень за останні 15 с 1-ї хв відновлення.

Рівні функціонального резерву серця за показником IP у школярів визначаються з урахуванням п'яти градацій:

менше 3 – високий рівень;

1 – 6 – вище середнього (добрий);

7 – 9 – середній;

10 – 14 – нижче середнього (задовільний);

більше 15 – низький.

Розширена оцінка IP представлена у таблиці 29.

Таблиця 29

Оцінка фізичної працездатності за значеннями індексу Руф'є

Показник	Оцінка	Характеристика
< 3	Висока працездатність	Атлетичне серце
4-6	Добра працездатність	Дуже добре серце
7-9	Середня працездатність	Добре серце
10-14	Задовільна працездатність	Серцева недостатність середнього ступеня
15 і >	Погана працездатність	Серцева недостатність сильного ступеня

На думку окремих дослідників, існує необхідність модифікації запропонованої шкали оцінювання з урахуванням віку дітей та підлітків та особливостей функціонування їхньої серцево-судинної системи (Табл. 30).

Таблиця 30

Оцінка проби Руф'є в дітей (за А.А. Гусевой и др., 2005)

Оцінка результату	Вік (роки)				
	>15	13-14	11-12	9-10	7-8
Незадовільно	15	16,5	18	19,5	21
Погано	11-15	12,5-16,5	14-18	15,5-19,5	17-21
Задовільно	6-10	7,5-11,5	9-13	10,5-14,5	12-16
Добре	0,5-5	2-6,5	3,5-8	5-9,5	6,5-11
Відмінно	0	1,5	3	4,5	6

Для дорослих теж застосовують дещо відмінні критерії оцінювання індексу Руф'є (Табл. 31).

Таблиця 31

Оцінка значень індексу Руф'є для дорослих

Значення індексу	Оцінка
≤ 0	атлетичне серце
0,1-5,0	відмінно
5,1-10,0	добре
10,1-15,0	задовільно
15,1-20,0	серцева недостатність

Результат дослідження:

IP = _____

Висновок: з обґрунтуванням.

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 3

Визначення фізичної працездатності за індексом Гарвардського степ-тесту

Фізична працездатність характеризується максимальною роботою, яку може виконати обстежуваний. Фізичну працездатність пов'язують з певним обсягом м'язової роботи, яка може бути виконана без зниження заданого (або встановленого на максимальному рівні для певної особи) рівня функціонального

стану організму, в першу чергу серцево-судинної та дихальної. Тому, існує припущення, що фізичні можливості організму – це той рівень фізичної працездатності, який може бути досягнутий без перенапруги та виснаження механізмів адаптації.

Встановлено, що найбільше уявлення про функціональні резерви організму може бути висвітлене в умовах навантаження, які включають не менш 2/3 м'язового масиву. Таке навантаження забезпечує крайню інтенсифікацію усіх фізіологічних систем і дозволяє виявити не лише глибокі механізми забезпечення працездатності, але й граничний з нормою стан і приховану нестачу функцій. Подібні тести-навантаження досить популярні у клінічній практиці, фізіології праці та спорту.

Всесвітньою організацією охорони здоров'я висунуті такі вимоги до тестування з навантаженням:

- навантаження повинно кількісно вимірюватися;
- при повтореннях точно відтворюватися;
- забезпечувати роботою близько 2/3 м'язового масиву та максимальну інтенсифікацію фізіологічних систем;
- бути простою та виключати високо координовані рухи;
- забезпечувати змогу реєстрації фізіологічних показників під час виконання тесту.

Фізичну працездатність визначають за зміною та відновленням пульсу при дозованому навантаженні. Цей спосіб ґрунтується на тому, що збільшення ЧСС в певних межах відповідає інтенсивності фізичної роботи. Тривалість відновлення ЧСС свідчить про працездатність організму.

До тестів на відновлення відносяться різні варіанти тесту зі сходінкою (*step-test*), серед яких виділяють Гарвардський степ-тест.

Методичні вказівки. Обстежуваний студент виконує гарвардський степ-тест. Сутність гарвардського степ-тесту у підйомах на сходінку висотою 50 см для чоловіків і 43 см для жінок упродовж 5 хвилин у заданому темпі. Темп руху постійний і дорівнює 30 циклам за хвилину. Кожен цикл складається з чотирьох кроків. Темп задається метрономом або за командою дослідника – 120 ударів за хвилину. За командою «раз» обстежуваний ставить ногу на сходінку, «два» – стає на неї двома ногами і випрямляється, «три» – опускає на підлогу ту ногу, з якої починав хід, і «чотири» – стає на підлогу двома ногами і приймає вертикальне положення. Хід рекомендується починати з тієї ж ноги. За 5 хвилин можна кілька разів змінювати ногу.

Якщо обстежуваний втомлюється та відстає від ритму на 20 секунд, дослідження припиняється, та фіксується час виконаної роботи.

Після завершення тесту обстежуваний сідає на стілець і на першій половині другої хвилини (**а2**), на першій половині третьої хвилини (**а3**) і на

першій половині четвертої хвилини (**a4**) за 30 секунд реєструють його ЧСС за пульсом.

Фізичну працездатність або індекс гарвардського степ-тесту (ІГСТ) обчислюють за формулою:

$$\text{ІГСТ} = ((\text{час підйому в секундах}) \times 100) / ((a2 + a3 + a4) \times 2).$$

Критерії оцінки результатів гарвардського степ-тесту зведено в таблиці 32.

Таблиця 32

Оцінка	ІГСТ
Відмінно	90
Добре	80 – 89,9
Середнє	65 – 79,9
Слабко	55 – 64,9
Погано	55

За умови дистанційного навчання розглянути і розв'язати ситуаційну задачу.

Ситуаційна задача 1. Студент 20 років виконував Гарвардський степ-тест протягом 4 хвилин; ЧСС одразу по завершенню навантаження становила 148 уд./хв. Під час відпочинку у положенні сидячи проводили моніторинг динаміки ЧСС протягом 4 хвилин, отримали наступні показники ЧСС за 30 с: на першій половині другої хвилини – **57 уд./хв**, на першій половині третьої хвилини – **49 уд./хв** і на першій половині четвертої хвилини – **40 уд./хв**.

Результат дослідження записати у робочий зошит, обрахувати і оцінити величину індексу (ІГСТ) для іспитованого, у висновку пояснити отримані результати:

ІГСТ = _____

Висновок: _____

САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТА

1. Опрацювати теоретичний матеріал з навчальних посібників. Описати у робочому зошиті морфо-функціональні зміни у системі кровообігу одразу після народження дитини.

2. Використовуючи текст навчальних посібників, заповнити таблицю 33.

Таблиця 33

Вікові зміни показників роботи серця

Вік, роки (місяці)	Величини показника, одиниці вимірювання				
	ЧСС, уд/хв	СОК, мл	ХОК, мл/хв	АТ, мм рт ст	
				АТ сист.	АТ діаст.
1 міс.					

1 рік					
3 роки					
5 років					
7 років					
12 років					
14-17 років					
Зрілий вік					
Похилий вік					