

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

**Медичний факультет № 2**

**КАФЕДРА ФІЗІОЛОГІЇ ТА ПАТОФІЗІОЛОГІЇ**

**РАЙКО О.Ю., Савка Ю.М.**

# **ФІЗІОЛОГІЯ ВІСЦЕРАЛЬНИХ СИСТЕМ**

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК  
для лабораторних занять та самостійної роботи  
студентів 1-го курсу медичного факультету  
спеціальності “Фармація, промислова фармація”**

Ужгород - 2023

Фізіологія вісцеральних систем. Навчально-методичний посібник для лабораторних занять та самостійної роботи студентів 1-го курсу медичного факультету, спеціальності «Фармація, промислова фармація» / Райко О.Ю., Савка Ю.М. / – Ужгород, 2023. – 139 с.

Рецензенти: д.мед.н., проф. Коваль Г.М., к.мед.н., доц. Ростока Л.М.

Навчально-методичний посібник рекомендований до видання на засіданні кафедри фізіології та патологічної фізіології (протокол № 13 від 10.02.2023 р.) та на Вченій раді медичного факультету № 2 ДВНЗ «Ужгородський національний університет» № 7 від 15.02.2023 р.).

ЗМІСТ		
1.	Вступ.	4
2.	Загальна характеристика крові. Фізико-хімічні властивості крові.	5
3.	Еритроцити. Еритропоез. Гемоглобін. Вчення про групи крові та резус-фактор.	13
4.	Лейкоцити та їх функції. Механізми захисту клітинного гомеостазу організму.	22
5.	Функції тромбоцитів. Згортальна та протизгортальна системи крові.	27
6.	Вентиляція легень та її механізми	31
7.	Дифузійний обмін дихальних газів у легенях та тканинах. Транспорт дихальних газів кров'ю.	38
8.	Регуляція дихання	45
9.	Загальна характеристика системи кровообігу. Електрична активність серця та її фізіологічне значення.	51
10.	Зовнішні прояви серцевої діяльності	57
11.	Регуляція нагнітальної функції серця	66
12.	Основні закони гемодинаміки та їх фізіологічна інтерпретація	72
13.	Регуляція гемодинаміки.	79
14.	Регіональний кровообіг та його регуляція ( <b>матеріали для самостійної роботи</b> ).	86
15.	Фізіологія лімфообігу ( <b>матеріали для самостійної роботи</b> ).	87
16.	Загальна характеристика травлення. Травлення в ротовій порожнині та шлунку.	90
17.	Роль підшлункової залози та печінки в травленні. Травлення в кишківнику.	96
18.	Всмоктування та його механізми. Регуляція травлення.	100
19.	Роль нирок у процесах виділення	106
20.	Процеси сечоутворення. Нейроендокринні механізми регуляції сечоутворення.	110
21.	Фізіологія обміну речовин та енергії.	117
22.	Терморегуляція та її механізми ( <b>матеріали для самостійної роботи</b> ).	123
23.	Тестові завдання для контролю Модуль 2.	125
24.	Рекомендована література	139

## ВСТУП

Навчально-методичний посібник «Фізіологія вісцеральних систем» містить матеріали для підготовки до лабораторних робіт та самостійної роботи студентів з тем змістових модулів Модуль 2:

1. Система крові.
2. Система дихання.
3. Система кровообігу
4. Система травлення.
5. Система виділення.
6. Обмін речовин та енергії. Терморегуляція.

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота								
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
3	3	3	3	3	3	3	3	3

Поточне оцінювання та самостійна робота									Модульна контрольна робота	Сума
T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	40	<b>100</b>

## МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА № 1.

**На тему:** *Загальна характеристика крові. Фізико-хімічні властивості крові.*

**Кількість годин:** 2 години.

**Місце проведення:** навчальна лабораторія.

**Навчальна мета:**

**Знати:** основні фізико-хімічні показники внутрішнього середовища організму, електроліти плазми, осмотичний тиск, функції білків плазми крові, онкотичний тиск, поняття про рН, буферні системи

**Уміти:** ознайомитися з методикою взяття крові із пальця, технікою визначення показника гематокриту, осмотичної резистентності еритроцитів, методикою визначення ШОЕ по методу Панченкова.

### Теоретичні питання для самопідготовки:

1. Загальна характеристика крові. Функції крові.
2. Хімічний склад плазми.
3. Фізико-хімічні властивості крові та плазми. Осмотичний та онкотичний тиск. Колоїдна стабільність. ШОЕ.
4. Поняття про буферні системи та їх роль у підтриманні КЛР.
5. Поняття про кровозамінні розчини.

**Ключові слова та терміни:** *внутрішнє середовище організму, гомеостаз, гомеокінез, норма, жорсткі, пластичні константи, гематокрит, нормоволемія, гіперволемія, гіповолемія, нормоцитемія, поліцитемія, олігоцитемія, гемоліз, осмотична резистентність еритроцитів, фізіологічний розчин, колоїдні кровозамінники, ацидоз алкалоз.*

### Практичні роботи:

#### **Робота 1. Ознайомлення студентів з технікою взяття крові з пальця у людини.**

Шкіру кінцевої фаланги 4 пальця протирають спиртом, а потім ефіром. Стискають м'якуш кінцевої фаланги з боків і швидким різким рухом одноразового стерильного скарифікатора роблять укол глибиною 2-3 мм. При правильно зробленому уколi кров витікає з рани вільно без натискання. Першу краплю крові витирають, бо вона містить значну кількість лімфи, а другу беруть для дослідження за допомогою мікропіпеток, попередньо оброблених стабілізаторами для запобігання згортання крові (гепарин, цитрат натрію). Після взяття крові місце уколу обробити 2 % розчином йоду.

#### **Робота 2. Визначення гематокритного показника.**

Проколюють палець, як було описано вище. Гематокритні капіляри або мікропіпетки промивають гепарином, заповнюють кров'ю і фіксують. Центрифугують протягом 5 хв. при 8000 об/хв. Знімають фіксатор. Формені елементи розташовуються в периферичних кінцях капіляру, а плазма – в центрі. Визначають процент формених елементів стосовно повного об'єму крові, тобто гематокритну величину. В нормі гематокритний показник складає від 40 до 48 %.

**Рекомендації щодо оформлення результатів роботи.** Замальовують в протокольних зошитах гематокритний капіляр, записують отриманий показник гематокриту. У висновках вказують, чи відповідає нормі отриманий показник та до яких змін в організмі можуть призвести його збільшення та зменшення

### **Робота 3. Визначення осмотичної резистентності еритроцитів по їх стійкості до гіпотонічних розчинів.**

Для визначення осмотичної резистентності еритроцитів використовують штатив з малими пробірками. В кожен пробірку піпеткою на 1 мл наливають 1 % розчин хлориду натрію та дистильованої води в наступній кількості:

№ п/п	NaCl	H <sub>2</sub> O	Конц. NaCl в %
1	0,60	0,40	0,60
2	0,50	0,50	0,50
3	0,45	0,55	0,45
4	0,35	0,65	0,35
5	0,30	0,70	0,30

Після цього розчини перемішують і в кожен пробірку вносять по краплі крові: (піпетки від гемометра Салі до мітки). Перемішують вміст, пробірки залишають на 1 годину, потім оцінюють результат. Якщо гемоліз не пройшов, еритроцити осядуть на дно, а над ними буде прозорий розчин. Якщо пройшов частковий гемоліз, розчин в пробірці буде червоноуватого відтінку. При повному гемолізі рідина в пробірці буде прозора, червоного кольору, на дні еритроцитів не буде (“лакова кров”).

Відмітити при якій концентрації розчину починається гемоліз (мінімальна резистентність) і при якій концентрації проходять повний гемоліз (максимальна резистентність).

В нормі мінімальна резистентність 0,44-0,48% NaCl, максимальна резистентність еритроцитів 0,32-0,34 % NaCl.

### **Робота 2. Визначення ШОЕ**

За допомогою капіляра та гумової груші набирають до відмітки Р на рівні 50 мм 5 % розчин цитрату натрію, видують його на дно пробірки, що в штативі. Знімають грушу і залишають капіляр у пробірці. Протирають м'якуш 4 пальця 96 % етиловим спиртом і проколюють голкою. Першу краплю крові витирають. У другу краплю занурюють капіляр, тримаючи його в горизонтальному положенні. Кров затікатиме в капіляр за законами капілярності. Дворазово набирають кров до відмітки К, що відповідає 100 мм. Обидві порції видують в 5 % розчин цитрату натрію, двічі ополоснувши піпетку розчином, що міститься в пробірці. Розчин крові перемішують і набирають його до відмітки 100 за допомогою груші. Обережно витягують капіляр з пробірки, витирають кров з носика і втискають його в гумову прокладку, що знаходиться в апараті Панченкова. Лише після цього знімають з капіляра грушу і ретельно закріплюють верхню частину капіляра в апараті. Через 1 год. визначають рівень осілих еритроцитів у капілярі.

**Рекомендації щодо оформлення результатів роботи:** Розрахувати і записати амплітуду мінімальної та максимальної осмотичної резистентності еритроцитів. У висновках відповісти, чи отримані показники відповідають нормі і пояснити механізми змін осмотичної резистентності еритроцитів та ШОЕ.

### **ДОДАТОК № 1.**

#### **Визначення основних термінів і понять:**

**Гематокрит** – процентна частина об'єму крові, яку займають формені елементи, переважно еритроцити. В нормі складає від 40 до 48 %. Розрізняють артеріальний, венозний та капілярний гематокрит, оскільки об'єм еритроцитів неоднаковий у різних відділах кровоносного русла. Найнижчий гематокрит в артеріальній крові.

Гематокрит відносно жорстка гомеостатична константа і його тривала і стійка зміна можлива тільки в умовах високогогір'я, коли пристосування до низького парціального тиску

кисню посилює еритропоез і збільшує частину об'єму крові, що припадає на клітинні елементи.

**Підвищення показника гематокриту** може бути обумовлене збільшенням об'єму еритроцитів (поліцитемія, підйом на висоти, трансфузії крові), або зменшенням об'єму плазми (зневоднення). Наслідки - збільшення в'язкості крові та навантаження на серцевий м'яз, збільшення загального периферичного опору судин, погіршення мікроциркуляції.

**Зниження показника гематокриту** зумовлене зменшенням об'єму еритроцитів (крововтрата, анемія), або збільшенням об'єму плазми (інфузії кровозамінників, гідратація). Наслідки – зменшення об'єму системного транспорту кисню, покращення умов мікроциркуляції.

**В'язкість крові** – це параметр, що характеризує внутрішню тертя рідини. Якщо прийняти в'язкість води за 1, то відносна середня в'язкість крові дорослої людини складе 3,5-5 одиниць, плазми – 1,5-1,8. Збільшення в'язкості крові призводить до підвищення навантаження на серцевий м'яз, погіршення мікроциркуляції в органах і тканинах.

**Гемоліз** – процес руйнування еритроцитів із звільненням з них гемоглобіну. В залежності від причини розрізняють осмотичний, механічний, токсичний, імунний гемоліз.

**Осмотична резистентність еритроцитів** – стійкість еритроцитів до дії гіпотонічних розчинів. Розрізняють мінімальну і максимальну осмотичну резистентність. При концентрації розчину хлориду натрію 0,46 % у нормі настає гемоліз лише найменш стійких еритроцитів (мінімальна резистентність). При зменшенні концентрації розчину хлориду натрію до 0,33 % руйнуються і найстійкіші еритроцити (максимальна резистентність).

**Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ).** У нормі у чоловіків становить 1-10 мм/год, у жінок 2-15 мм/год. Визначальними факторами, від яких залежить ШОЕ, вважають якісні та кількісні зміни білків у плазмі. Збільшення кількості великодисперсних білків (глобулінів) призводить до підвищення ШОЕ, а зменшення їх концентрації та збільшення вмісту альбумінів зумовлює її зниження. ШОЕ підвищується при значному зменшенні числа еритроцитів (гематокриту), оскільки при цьому знижується в'язкість крові. При збільшенні гематокриту спостерігається протилежна картина. На величину ШОЕ також впливають рН, кількість гемоглобіну, властивості еритроцитів. Застосування лікарських препаратів також може призводити до збільшення ШОЕ (наприклад, глюкокортикоїди, естрогени, аспірин).

**Активна реакція рідин** – це існуюча в організмі в даних умовах кислотність або лужність внутрішнього середовища (наприклад, рН артеріальної крові і т.д.). По величині рН можна судити про те, чи є концентрація в крові іонів водню нормальною чи вона змінена в якийсь бік.

**Кисотно-лужний стан** (кисотно-лужна рівновага, кисотно-лужний баланс) – це гомеостатична властивість внутрішнього середовища організму, що характеризується відносною сталістю співвідношення водневих і гідроксильних іонів та визначає оптимальний характер обмінних процесів, фізіологічних функцій.

Однією з умов для нормального перебігу біохімічних процесів є сталість концентрації водневих іонів, оскільки від неї залежить оптимальність дії ферментних систем, проникливість мембран, функціональний стан рецепторів тощо. На практиці концентрацію водневих іонів в біологічних середовищах виражають одиницями рН у зв'язку з тим, що вона є дуже малою.

**рН** – від'ємний десятковий логарифм концентрації водневих іонів. рН плазми артеріальної крові у здорової людини коливається в межах 7,35-7,45. Реакція крові слабколужна, незважаючи на постійне надходження в кров кислих продуктів метаболізму. Ця відносна сталість забезпечується буферними системами і фізіологічними механізмами.

**Буферна система** – це розчин, який зв'язує надлишок іонів водню або гідроксильних іонів без суттєвого відхилення величини рН. Складається з слабкої кислоти і її кон'югованої основи.

**Буферні основи** (BB buffer basis) – концентрація аніонів всіх слабких кислот, гідрокарбонатів та аніонних груп білків (норма 48 ммоль/л).

**Надлишок основ** (BE – base excess) – відхилення концентрації буферних основ від нормального рівня (від – 4 ммоль/л до + 4 ммоль/л).

**Основні фізіологічні показники кислотно-лужного стану:**

pH - 7,35-7,45;  
PaCO<sub>2</sub> - 35-45 мм рт.ст.  
[HCO<sub>3</sub>]- 22-28 ммоль/л;  
BB - 48 ммоль/л;  
BE - ± 4 ммоль/л.

**Показник PaCO<sub>2</sub>** характеризує стан альвеолярної вентиляції. Зниження його нижче 35 мм рт.ст. називається **гіпокапнією**. Причиною гіпокапнії є альвеолярна гіпервентиляція. Збільшення PaCO<sub>2</sub> понад 45 мм рт.ст. називається **гіперкапнією**, причиною якої є зниження альвеолярної вентиляції – альвеолярна гіповентиляція.

При гіпокапнії зменшується концентрація іонів водню і порушується кислотно-основна рівновага у бік алкалозу. Такий алкалоз називається респіраторним, оскільки першопричиною є порушення вентиляції легень. При гіперкапнії у крові зростає концентрація іонів водню і розвивається респіраторний ацидоз.

**Буферні основи (BB)** – це сумарна концентрація аніонів всіх слабких кислот. Величина цього показника первинно змінюється при порушеннях КЛС, пов'язаних із зміною концентрації нелетучих кислот в крові, а вторинно – як результат компенсаторних реакцій при респіраторних ацидозах і алкалозах.

**Надлишок або дефіцит основ (BE)** – це відхилення концентрації буферних основ від нормального рівня. За цим показником встановлюють наявність або відсутність нереспіраторних порушень КЛС, а також розраховують, скільки ммоль кислоти або основи необхідно ввести в організм, щоб довести рН артеріальної крові до 7,4. Первинне відхилення цього показника вказує на нереспіраторні порушення.

## ДОДАТОК № 2.

**Контрольні питання по темі: “Хімічний склад плазми крові і методи його дослідження”.**

1. Що називають внутрішнім середовищем організму?
2. Що називають гомеостазом? Яке біологічне значення має підтримання гомеостазу організму?
3. Що входить в поняття систему крові?
4. Назвіть основні особливості крові як тканини.
5. Яка кількість крові знаходиться в організмі людини (в літрах і процентах від маси тіла)?
6. З яких двох фаз складається кров? Що таке гематокрит? З якою метою і як його використовують?
7. Що називають показником гематокриту? Вкажіть його величину в нормі.
8. Перерахуйте основні функції крові.
9. В чому полягає захисна функція крові?
10. Яку частину крові складають вода, органічні сполуки, мінеральні солі?
11. Назвіть основні групи органічних речовин плазми крові (по наявності та відсутності в їхньому складі азоту).
12. Назвіть основні катіони і аніони плазми крові.
13. Яке фізіологічне значення мінеральних речовин плазми крові?
14. Як впливає надлишок калію і кальцію на діяльність ізольованого серця?

**Відповіді по темі: “Хімічний склад плазми крові і методи його дослідження”.**

1. Сукупність рідин (кров, лімфа, тканинна рідина), що приймають безпосередню участь в процесах обміну речовин і підтримання гомеостазу організму.
2. Динамічна постійність внутрішнього середовища організму; забезпечує відносно незалежне від змін зовнішнього середовища існування організму.



3. Сукупність органів кровотворення, периферичної крові, органів кроворуйнування, регулюючий систему крові нейрогуморальний апарат.
4. Кров – рідка тканина, між клітинами крові немає механічного зв'язку, знаходиться в постійному русі, складові частини крові утворюються і руйнуються поза нею.
5. 4,5-6,0 л, що складає близько 6-8% від маси тіла.
6. Із плазми і формених елементів. Гематокрит - пристрій, що являє собою скляний капіляр із 100 поділками. З його допомогою визначають процентне співвідношення плазми і формених елементів крові шляхом центрифугування.
7. Процентне співвідношення формених елементів і плазми. На долю формених елементів припадає 40-50% крові, на долю плазми – 55-60%.
8. 1) транспортна функція (перенесення поживних речовин, продуктів обміну, газів, води, регуляторних речовин, тепла); 2) захисна; 3) підтримання постійності рН.
9. Захист організму від інфекційних агентів і токсичних речовин, що попали в кров.
10. Вода 90-92%, органічні речовини 7-9%, мінеральні солі 0,9%.
11. Азотовмісні органічні речовини: білки і небілкові азотовмісні сполуки (амінокислоти і поліпептиди, продукти розпаду білків і нуклеїнових кислот – сечовина, креатинін та ін.), безазотні органічні речовини: вуглеводи, ліпіди (тригліцериди, фосфоліпіди, холестерин).
12. Катіони:  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  аніони:  $Cl^-$ ,  $HCO_3^-$ ,  $PO_4^{2-}$ .
13. Приймають участь у підтриманні рН, осмотичного тиску, транспорту газів, в процесах згортання крові.
14. Надлишок калію зменшує силу серцевих скорочень аж до зупинки серця в діастолі, надлишок кальцію посилює скорочення серця.

**Контрольні питання по темі: “Білки плазми крові і фізико-хімічні властивості крові та плазми”.**

1. Які групи білків і в якій кількості (у %) містяться в плазмі крові?
2. Вказати основні функції білків плазми крові.
3. Де утворюються білки плазми крові?
4. Назвіть основні групи біологічно активних речовин плазми крові.
5. Які властивості повинні мати кровозамінні розчини? Наведіть приклади розчинів кровозамінників.
6. Який розчин називають фізіологічним? Як зміниться стан тканини і робота внутрішніх органів при введенні великої кількості фізіологічного розчину в якості кровозамінника? Чому?
7. Перерахувати фізико-хімічні константи крові.
8. Чому дорівнює відносна питома вага і в'язкість цільної крові? В'язкість плазми?
9. Які фактори впливають на величину в'язкості крові?
10. Як змінюється в'язкість крові в залежності від діаметра судин, від швидкості кровотоку?
11. Чому дорівнює ШОЕ у чоловіків та жінок? Які фактори впливають на величину ШОЕ?
12. Що таке осмотичний тиск? Чим обумовлений осмотичний тиск плазми крові?
13. Яке фізіологічне значення має осмотичний тиск крові для організму?
14. Що називають гемолізом еритроцитів? Які види гемолізу розрізняють?
15. Що називають осмотичним гемолізом? При якій умові він виникає?
16. Що називають біологічним гемолізом? Наведіть приклади.
17. Що називають механічним і хімічним гемолізом? При яких умовах вони виникають? Наведіть приклади.
18. Що називають онкотичним тиском? Його величина в нормі.
19. Яке функціональне значення має онкотичний тиск плазми крові? Поясніть механізм.
20. Вкажіть фактори, що впливають на величину фільтрації води з крові в тканини.

**Відповіді по темі: “Білки плазми крові і фізико-хімічні властивості крові та плазми”.**

1. Альбуміни – 4,5%, глобуліни – 2,5%, фібриноген – 0,2-0,4%.
2. Утримують воду в кровоносному руслі, приймають участь в підтриманні рН крові, впливають на в'язкість крові, приймають участь в процесах імунітету, згортання крові, забезпечують транспорт різних речовин.
3. В печінці; глобуліни утворюються також в кістковому мозку, селезінці, лімфатичних вузлах.
4. Гормони, ферменти, вітаміни, простагландини, олігопептиди, метаболіти (наприклад, CO<sub>2</sub>).
5. Осмотичний тиск (ізотонічність), кількість іонів (ізоіонія), активна реакція (рН) і онкотичний тиск мають бути такими, як в плазмі крові. Плазма, поліглюкін, гемодез.
6. 0,9% розчин хлориду натрію. Розвиваються набряки тканин внаслідок підвищення артеріального тиску і зниження онкотичного тиску плазми крові (т.ч. підвищується фільтраційний тиск в капілярах); порушиться діяльність внутрішніх органів із-за порушення співвідношення іонів в крові.
7. Питома вага, в'язкість, рН, осмотичний тиск, онкотичний тиск, ШОЕ.
8. Питома вага цільної крові – 1,05 – 1,06; в'язкість – 4-5 одиниць відносно дистильованої води, в'язкість якої приймається за одиницю. В'язкість плазми – 2 одиниці.
9. Формені елементи крові (особливо кількість еритроцитів, їх форма і еластичність), якісний і кількісний склад білків, температура крові, швидкість кровотоку, діаметр судин.
10. В судинах, діаметр яких менше 150 мкм, в'язкість крові зменшується пропорційно зменшенню радіуса судини. Із збільшенням швидкості кровотоку в'язкість крові знижується.
11. У чоловіків – 1-10 мм/год., у жінок – 2-15 мм/год. Вміст в плазмі формених елементів, великомолекулярних білків (глобулінів і фібриногену).
12. Сила, що забезпечує рух розчинника через напівпроникну мембрану, що розділяє розчини з різною концентрацією речовин. Сумарною концентрацією різних частинок плазми крові (іонів і молекул).
13. Забезпечує розподіл води в тканинах і переміщення її між різними водними просторами організму (кров, тканинна рідина, внутрішньоклітинна рідина).
14. Руйнування оболонки еритроцитів і вихід їхнього вмісту в плазму крові. Осмотичний, біологічний, хімічний, термічний, механічний.
15. Гемоліз, викликаний поступленням надлишкової кількості води всередину еритроцита, що знаходиться в гіпотонічному розчині.
16. Гемоліз під впливом гемолізнів рослинного і тваринного походження (отрута бджіл, гадюк), бактерійні токсини, природні і імунні гемолізини крові.
17. Механічний гемоліз – під впливом механічних факторів (наприклад, при циркуляції крові в апаратах штучного кровообігу, штучної нирки, при трясці ампул крові під час транспортування). Хімічний – під впливом хімічних факторів (ефір, хлороформ, аміак).
18. Частина осмотичного тиску, що створюється білками плазми крові. Дорівнює 0,03-0,04 атм. (25-30 мм.рт.ст.).
19. Відіграє важливу роль в обміні води між плазмою крові і тканинами. Молекули білків через великі розміри не виходять з капіляра в тканину і по закону осмосу утримують воду в кровоносному руслі.
20. Гідростатичний і онкотичний тиск крові і тканинної рідини.

**Контрольні питання по темі: “Кислотно-лужний гомеостаз та механізми його підтримання.”**

1. Яке значення має постійність активної реакції крові для життєдіяльності організму?
2. Назвіть основні системи організму, необхідні для підтримання постійності активної реакції крові.

3. Що називають буферними системами крові? Перерахуйте буферні системи крові, вкажіть їх складові частини.
4. Поясніть механізм буферної дії білків плазми крові.
5. Поясніть механізм буферної дії гемоглобіну і напишіть відповідну хімічну реакцію. В яких клітинах організму протікає ця реакція? Яка частина буферної ємності крові обумовлена гемоглобіном?
6. Що називають некомпенсованим ацидозом і алкалозом?
7. Що називають компенсованим ацидозом і алкалозом?
8. Що називають лужним резервом? Як визначають його величину?
9. У скільки разів сироватка крові більш стійка до закислення і залужнення, ніж дистильована вода? В чому суть досліду Фріденталю, який доводить цей факт?
10. Яка біологічна суть більшої стійкості крові до закислення, ніж до залужнення? В яких умовах це найбільш важливо?

**Відповіді по темі: “Кислотно-лужний гомеостаз та механізми його підтримання.”**

1. Забезпечує оптимальні умови для діяльності ферментних систем організму.
2. Система органів виділення (легені, нирки, потові залози) і система крові (буферні системи).
3. Сукупність речовин, які запобігають зсуву рН крові. Буферна система гемоглобіну ( $\text{KHbO}_2$  і  $\text{HHb}$ ), карбонатна система ( $\text{Na HCO}_3$  і  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), фосфатна ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  і  $(\text{Na}_2\text{HPO}_4)$ ), буферна система білків плазми крові.
4. Білки є амфолітами у зв'язку з наявністю кінцевих ( $\text{NH}_2$  і  $\text{COOH}$  груп і деяких бокових груп пептидного ланцюга, одні з яких мають кислі, інші – основні властивості. Завдяки цьому білки можуть зв'язувати, як водневі, так і гідроксильні іони.
5. Відновлений гемоглобін ( $\text{HHb}$ ) зв'язує іони водню і є більш слабкою кислотою, ніж вугільна кислота  $\text{KHbO}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{HHb} + \text{HCO}_3 + \text{O}_2$ . В еритроциті 75%.
6. Стани, при яких вичерпуються буферні можливості крові, і рН зміщується в кислий (ацидоз) або в лужний (алкалоз) бік.
7. Стани, при яких немає зсуву рН крові, але змінюється її буферна ємність.
8. Кількість лужних солей слабих кислот, які містяться в крові. Визначають по кількості  $\text{CO}_2$ , яке може бути зв'язане з 100 мл крові при напрузі вуглекислого газу 40 мм рт.ст.
9. До закислення – в 300-400 разів до залужнення – в 40-70 разів. Титрування сироватки крові і дистильованої води кислотою або лугом в присутності індикаторів.
10. Більшість продуктів метаболізму – кислі, тому захист проти ацидозу має бути більш потужним, особливо при збільшенні активності органів, тканин або організму в цілому. При накопиченні великої кількості кислих метаболітів.

**Контрольні питання по темі: “Фізіологічні механізми регуляції кислотно-лужного стану організму.”**

1. У чому полягають відмінності між фізико-хімічними і фізіологічними механізмами регуляції рН?
2. Яка з буферних систем відіграє найважливішу роль у підтриманні рН крові і чому?
3. Як змінюється рН крові при м'язовій роботі?
4. Показник активної реакції крові (рН) в артеріальній крові дорівнює 7,4, у венозній 7,35, у клітині – 7,0 – 7,2. Як пояснити цю різницю?

**Відповіді по темі: “Фізіологічні механізми регуляції кислотно-лужного стану організму.”**

1. Фізико-хімічні механізми регуляції рН полягають в регуляції буферними системами; в розведенні, нейтралізації, руйнуванні, окисненні; в обміні іонами між кров'ю і тканинами. Фізіологічні механізми регуляції здійснюють легені, нирки, печінка, шлунково-кишковий тракт.

2. Бікарбонатна. Має високу активність і ємність, відображає стан інших буферних систем.
3. рН крові зміщується в кислу сторону за рахунок накопичення кислих продуктів метаболізму.
4. Різниця пояснюється накопиченням великої кількості кислих продуктів метаболізму в венозній крові та в клітині.

#### **Приклади тестових завдань.**

1. Щодо гематокриту вірними є наступні твердження:
  - це виражена в % частина об'єму крові, яку займає плазма;
  - це виражена в % частина об'єму крові, яку займають формені елементи;
  - в нормі в середньому складає 64%;
  - в нормі складає більше 53%;
  - в нормі складає до 30%
2. При поліцитемії характерним є:
  - збільшення величини гематокриту;
  - нормальна величина гематокриту;
  - збільшення об'єму крові в організмі;
  - збільшення частини об'єму крові, яку займає плазма;
  - зменшення кількості еритроцитів.
3. Вміст білків в крові становить:
  - 35-60 г/л;
  - 50-60 г/л;
  - 65-85 г/л;
  - 90-100 г/л;
  - 20-40 г/л.
4. До функцій альбумінів відносяться всі, КРИМ:
  - транспортна;
  - участь у створенні онкотичного тиску;
  - пластична;
  - підтримання колоїдної стабільності плазми;
  - регуляція глюкози в крові.
5. Концентрація глюкози в крові становить:
  - 3,3-6,0 ммоль/л;
  - 3,3-5,5 ммоль/л;
  - 3,3-5,0 ммоль/л;
  - 4,1-5,9 ммоль/л;
  - 2,2-3,3 ммоль/л.
6. Ізотонічними розчинами є:
  - 10% розчин NaOH;
  - 10% розчин NaCl;
  - 0,9% розчин NaCl;
  - 10% розчин глюкози;
  - 0,1% розчин глюкози.

#### **Приклади ситуаційних задач.**

1. Жінці 38-ми років після складної хірургічної операції була перелита однокрупна еритроцитарна маса в обсязі 800 мл. Які зміни з боку крові, найбільш вірогідно, будуть відмічатися?
  - A. Збільшиться гематокритне число.
  - B. Зменшиться гематокритне число.
  - C. Виникне лейкопенія.
  - D. Виникне тромбоцитоз.

- Е. Виникне масовий гемоліз еритроцитів.
2. У жінки напередодні пологів ШОЕ 40 мм/год. Така величина ШОЕ зумовлена тим, що в крові підвищений вміст:
- А. Еритроцитів.
  - В. Альбумінів.
  - С. Білків.
  - Д. Ліпопротеїнів.
  - Е. Фібриногену.
3. У людини внаслідок хронічного захворювання печінки суттєво порушена її білковосинтезуюча функція. До зменшення якого параметру гомеостазу це призведе?
- А. Осмотичного тиску плазми крові.
  - В. рН плазми крові.
  - С. Онкотичного тиску плазми крові.
  - Д. Щільності крові.
  - Е. Гематокритного показника.
4. У хворого виник спазм гладенької мускулатури бронхів. Яке порушення кислотно-лужної рівноваги може виникнути?
- А. Газовий ацидоз.
  - В. Газовий алкалоз.
  - С. Метаболічний ацидоз.
  - Д. Негазовий ацидоз.
  - Е. Метаболічний алкалоз.
5. У людини з хронічним захворюванням нирок порушена їх видільна функція. рН венозної крові становить 7,33. Який розчин доцільно ввести внутрішньовенно для корекції кислотно-лужного стану пацієнту?
- А. Бікарбонату натрію.
  - В. Хлориду натрію.
  - С. Глюкози.
  - Д. Хлориду калію.
  - Е. Хлориду кальцію.

#### **Завдання для самостійної роботи:**

1. Назвіть можливі причини зміни гематокритного числа.
2. Опишіть зміни еритроцитів в гіпер- і гіпотонічному розчинах.
3. Вкажіть нормальні величини ШОЕ у чоловіків і жінок та фактори, які впливають на ці показники.
4. Поясніть механізми виникнення «голодних набряків».

#### **МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА № 2.**

**На тему:** *Еритроцити. Еритропоез. Гемоглобін. Вчення про групи крові та резус-фактор.*

**Кількість годин:** 2 години.

**Місце проведення:** навчальна лабораторія.

**Навчальна мета:**

**Знати:** будову, функції еритроцитів, механізми регуляції еритропоезу, види, будову та функції гемоглобіну, антигенні властивості крові, групи крові і резус-фактор.

**Уміти:** оцінити показники стану червоної крові, пояснити роль еритроцитів у пристосувальних реакціях організму, володіти методикою підрахунку еритроцитів, визначати кількість гемоглобіну колориметричним способом (методом Салі) та розраховувати кольоровий показник, оцінювати реакцію аглютинації при гемотрансфузії.

### Теоретичні питання для самопідготовки:

1. Загальна характеристика еритроцитів. Вплив різних фізіологічних умов на кількість еритроцитів у крові.
2. Структура і функції гемоглобіну. Фізіологічні і патологічні сполуки гемоглобіну.
3. Еритропоез та його регуляція.
4. Антигенні властивості крові. Групи крові системи АВО та резус-фактору. Методики визначення груп крові системи АВО і резус- фактору.
5. Правила переливання крові. Резус-конфлікт і його профілактика.

**Ключові слова та терміни:** *еритропоез, еритропоезини, мегалобласт, фактори Кастла (зовнішній, внутрішній), кольоровий показник, фолієва кислота, анемія, гемоглобін, оксигемоглобін, карбгемоглобін, карб оксигемоглобін, метгемоглобін, гемоглобін типу А, F, киснева ємність гемоглобіну, ефект Холдена, трансферин, феритин, гемосидерин, солянокислий гематин.*

### Практичні роботи:

#### **Робота I. Методика підрахунку кількості еритроцитів за допомогою лічильної камери Горяєва.**

Сітка лічильної камери містить 225 великих квадратів, кожний третій поділений на 16 малих квадратиків.(див. мал.1). Поділених великих квадратів є 25. Сторона маленького квадрата дорівнює 1/20 мм, площа – 1/400 мм<sup>2</sup>, глибина камери 1/10 мм. Звідси об'єм камери над маленьким квадратом становить 1/4000 мм<sup>3</sup>.

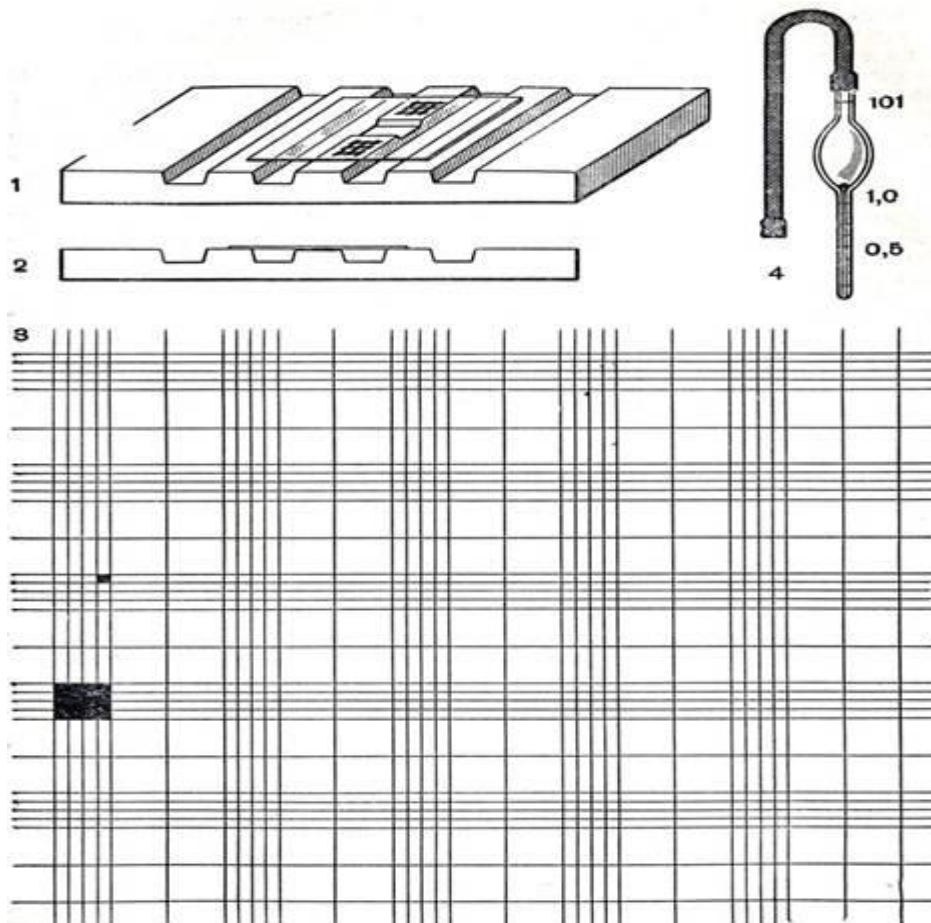
Після попередньої дезинфекції набирають кров з проколотої шкіри м'якуша 4 пальця лівої руки у спеціальну піпетку-змішувач до помітки 0,5. Занурюють кінчик змішувача в 3 % розчин натрію хлориду і за допомогою гумової груші набирають його в меланжер до помітки 101. Таким чином, кров буде розведена у 200 разів. Перемішують розчин крові, обережно струшуючи змішувач. Перші дві краплі розчину видують на вату, а наступні поміщають в камеру. Для цього кінчик меланжера ставлять на край камери біля покривного скла і легенько натискають на грушу. Розчин зайде під покривне скло в камеру і заповнить її. При малому збільшенні мікроскопа знаходять сітку камери. Потім переводять мікроскоп на велике збільшення. Підраховують еритроцити в 5 великих квадратах, що розділені на малі. Під час підрахунку необхідно дотримуватись правила Бюркера: у маленьких квадратах рахувати ті клітини, що містяться всередині квадрата, а також на його верхньому і лівому боках. Це потрібно для того, щоб двічі не рахувати еритроцити, що містяться на боках суміжних квадратиків.

Останнім часом використовують більш точні методи підрахунку без використання мікроскопу. Для прискорення підрахунку формених елементів крові використовуються спеціальні автоматичні прилади – целоскопи. Принцип методу полягає в тому, що при проходженні еритроцитів через мікроотвір приладу змінюється опір датчика і формуються електричні сигнали. Цифровий реєстратор рахує еритроцити в строго визначеному об'ємі проби. Кількість еритроцитів в розчині визначають також по ступеню розсіювання світлового променя, що проходить через розчин. Сучасні гематологічні автомати – КГ-2 та Cetrei-Counter (Франція), Cell-Counter (Німеччина), СС- 1006 (Японія).

Рекомендації щодо оформлення результатів роботи. Кількість еритроцитів у 1 мкл крові

$$X = (a \times 4000 \times 200) : 80$$

де X – кількість еритроцитів в 1 мкл; а – кількість еритроцитів у 80 малих квадратах; 4000 – коефіцієнт для приведення результату до 1 мкл крові (об'єм малого квадрата становить 1/4000 мкл; 200 – ступінь розведення крові; 80 – кількість підрахованих малих квадратів (5 x 16) = 80.

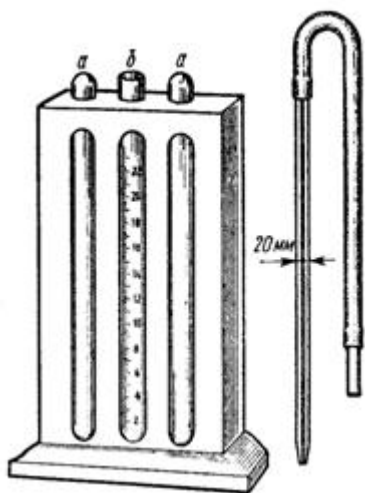


**Мал. 1.** 1, 2- лічильна камера Горяєва, 3 – сітка лічильної камери Горяєва, 4 – піпетка – змішувач.

**Робота 2. Визначення кількості гемоглобіну колориметричним методом (за А.Салі).**

Гемометр Салі складається з штативу з трьома пробірками. У крайніх запаяних пробірках міститься стандартний розчин солянокислого гематину. Центральна пробірка проградуєвана двома шкалами: з одного боку нанесені цифри, що вказують на відносну кількість гемоглобіну, з другого – абсолютну кількість гемоглобіну в 100 мл крові.

В градуєвану пробірку наливають 0,1 нормальний розчин соляної кислоти до нижньої мітки. Піпеткою беруть  $20 \text{ мм}^3$  крові із пальця, обтирають кінчик піпетки і видувають кров на дно пробірки. Не виймаючи піпетку, обмивають її кислотою. Після цього вміст пробірки перемішують і кладуть в штатив на 5-10 хв. За цей час гемоглобін повністю перетворюється в солянокислий гематин. Потім в пробірку додають по краплях дистильовану воду до тих пір, поки колір отриманого розчину не буде однаковим з кольором стандарту. Цифра, яка знаходиться на рівні отриманого розчину, показує вміст гемоглобіну в досліджуваній крові.



**Мал. 2.** Гемометр Салі: а - пробірки зі стандартним розчином, б - пробірка для визначення гемоглобіну.

### **Робота 3. Розрахунок кольорового показника крові.**

Кольоровий показник (КП) відтворює відносний вміст гемоглобіну в еритроцитах. Норма 0,85 – 1,05. Збільшення чи зменшення його свідчить про порушення насичення еритроцитів гемоглобіном і має певне діагностичне значення. Для розрахунку цього показника необхідно знати кількість еритроцитів і кількість гемоглобіну. КП розраховують за формулою:

$КП = (\text{кількість Нб (г/л)} \times 3) : \text{перші три цифри числа еритроцитів.}$

Наприклад, якщо кількість гемоглобіну становить 150 г/л, еритроцитів – 4500000, то  $КП = (150 \times 3) : 450 = 1$ .

**Рекомендації щодо оформлення результатів роботи:** пояснити принцип методу визначення кількості гемоглобіну в крові, записати визначену його кількість і вказати, чи відповідає отримана величина нормі. Записати величину отриманого кольорового показника і зрівняти його з показниками норми.

У протоколі записати хід розрахунку і вказати кількість еритроцитів в 1 л крові. У висновках вказати, чи відповідає нормі отримана кількість еритроцитів.

### **Робота 4. Визначення груп крові за стандартними сироватками**

Для роботи потрібні стандартні сироватки I, II, III груп двох серій, і четвертої групи, предметне скло, скляні палички.

На предметне скло послідовно наносять (не змішуючи) по краплі стандартної сироватки I, II та III груп. Скляною паличкою вносять незначну кількість крові в краплю сироватки першої групи, потім другим, чистим кінцем палички таку ж кількість крові вносять в сироватку другої групи. Іншою скляною паличкою вносять кров в сироватку третьої групи. Кожний раз розмішують кров в краплі сироватки до отримання рівномірної суміші.

Визначення групи крові проводять протягом 5 хв. при похитуванні скла. При наявності аглютинації крапля стає прозорою, а еритроцити склеюються у вигляді зерняток. При її відсутності суміш рівномірно забарвлена в рожевий колір.

#### **Оцінка результатів реакції ізогмаглютинації:**

1. Відсутність аглютинації, тобто коли всі суміші залишилися рівномірно забарвленими в рожевий колір свідчить, що кров належить до групи 0 (I).
2. Якщо аглютинація відбулася з сироватками I і III груп, що містять відповідно аглютиніни альфа, бета і альфа, то еритроцити досліджуваної крові містять аглютиноген А, то кров належить до групи А (II).
3. Якщо аглютинація відбулася з сироватками I і II груп, що містять аглютиніни альфа, бета і бета, це свідчить про наявність бета- аглютиногена в еритроцитах – кров групи В (III).



4. При наявності аглютинації з сироватками I, II та III груп еритроцити містять A і B аглютиногени – кров групи AB0 (IV).

#### **Робота 5. Визначення резус-фактора.**

На дно пробірки трьома піпетками вносять краплю антирезус-сироватки, краплю желатину, краплю крові. Пробірку поміщають у водяну баню при температурі 48<sup>0</sup>С. Через 5 хв. у пробірку добавляють 3 мл фізіологічного розчину, перемішують вміст пробірки. Розглядаючи пробірку на світлі, встановлюють наявність або відсутність аглютинації. При позитивному результаті аглютинати добре видно у вигляді червоних зерен або пластівців на безбарвному фоні рідини в пробірці. При негативному результаті в пробірці видно рівномірно забарвлену в рожевий колір рідину. Якщо відбулася аглютинація з сироваткою антирезус (D), то кров резус-позитивна, якщо аглютинації не відбулося, то кров резус-негативна.

**Рекомендації щодо оформлення роботи:** визначити, до яких груп належать досліджувані зразки крові, описати і зарисувати результати дослідження. Визначити резус-належність досліджуваної крові. Пояснити значення резус-фактора при переливанні крові.

Помилки при визначенні груп крові:

Відсутність аглютинації може спостерігатися внаслідок: 1) неправильного кількісного співвідношення між досліджуваною кров'ю і стандартною сироваткою; 2) гемолізу еритроцитів; 3) низького титру стандартних сироваток; 4) визначення при високій температурі навколишнього повітря (вище 25<sup>0</sup>С) і на протязі менше 5 хв.

Поряд з відсутністю аглютинації може спостерігатися неістинна аглютинація. Вона спостерігається, якщо визначення груп крові проводиться більше належного часу, при підсиханні крапель. Якщо визначення проводять при температурі нижче 15<sup>0</sup>С, може спостерігатися холодова аглютинація. Вона зникає при додаванні підігрітого до кімнатної температури фізіологічного розчину. При роботі з недоброякісною стандартною сироваткою може спостерігатися бактеріальна аглютинація.

### **ДОДАТОК № 1.**

#### **Визначення основних термінів і понять:**

- 1. Кількість еритроцитів:** 3,7 – 4,7 x 10<sup>12</sup> /л – у жінок; 4 - 5 x 10<sup>12</sup> /л - у чоловіків.
- 2. Вміст гемоглобіну:** 120 - 150 г/л – у жінок; 130 - 160 г/л – у чоловіків.
- 3. Кольоровий показник:** показує відносний вміст гемоглобіну в еритроцитах. При нормальному насиченні еритроцитів гемоглобіном кольоровий показник перебуває в межах 0,85-1,05.
- 4. Вміст ретикулоцитів:** 2 - 10 % від загальної кількості еритроцитів. Дає інформацію про інтенсивність еритропоезу.
- 5. Показник гематокриту:** це частина об'єму крові, яку займають формені елементи, в основному еритроцити. В нормі – від 40 до 48% (44%).

**Гемоглобін** - це складний білок, який утворює основу еритроцита. Кожна молекула гемоглобіну утворена білковою частиною - глобіном та 4 субодинамиціями, які представлені *гемом* - залізовмісним похідним порфірину.

Гемоглобін, білок якого складається із *двох альфа- та двох бета- поліпептидних ланцюгів* називається *гемоглобіном типу А* (від англ. adult - дорослий). У крові плода знаходиться в основному *гемоглобін типу F* (від англ. faetus - плід). Білкова його частина представлена двома альфа - та двома гама - поліпептидними ланцюгами. Цей гемоглобін має вищу спорідненість до кисню, але еритроцити з таким типом гемоглобіну мають меншу пластичність і менш стійкі до деформації. В крові здорових чоловіків в середньому міститься 145 г/л гемоглобіну, а у жінок - 130 г/л.

Гемоглобін має здатність зв'язувати і легко віддавати кисень. Ця його здатність кількісно характеризується таким показником, як *киснева ємність гемоглобіну* - об'єм кисню, який зв'язується 1 г гемоглобіну. Ця величина складає 1,34 мл O<sub>2</sub> на 1 г гемоглобіну.

**Оксигемоглобін** - це сполука кисню з гемоглобіном.

Білкова частина гемоглобіну має здатність зв'язувати вуглекислий газ в тканинах, утворюючи **карбгемоглобін**.

При отруєнні чадним газом утворюється його сполука з гемоглобіном, яка називається **карбоксигемоглобін**. У цій сполуці валентності заліза блоковані чадним газом і він втрачає здатність транспортувати кисень. Карбоксигемоглобін дуже стійкий і важко дисоціює.

Сильні окислювачі (типу перманганату калію, ціанідів і т.п.) переводять залізо гема із двовалентного стану в тривалентний. Такий гемоглобін називають **метгемоглобіном**. Він також втрачає здатність транспортувати кисень.

**Аглютиноген** - антиген на мембрані еритроцита, що викликає утворення антитіл проти себе, попадаючи в організм інших людей.

**Аглютиніни альфа та бета** - антитіла до антигенів А і В, що циркулюють в плазмі крові людини.

**Резус-позитивна кров** - кров, еритроцити якої містять резус-фактор.

**Резус-фактор**- складний антиген еритроцитів. Найбільш сильним антигеном, що визначає Rh- належність крові, є D- антиген.

## ДОДАТОК № 2

### **Контрольні питання по темі: “Еритроцити. Еритропоез.”**

1. Які формені елементи і в якій кількості містяться в 1 л крові?
2. Які основні функції еритроцитів?
3. Назвіть морфологічні особливості еритроцитів, що сприяють виконанню ними дихальної функції.
4. Які розміри еритроцитів, тривалість їхнього життя, місце руйнування?
5. Що таке еритропоез, де він проходить? Як називаються, де і під впливом яких факторів виробляються речовини, що стимулюють еритропоез?
6. Що називається осмотичною резистентністю еритроцитів? Чому дорівнює цей показник у нормі?
7. Які методи використовують для підрахунку формених елементів крові?
8. Чим і з якою метою розбавляють кров при підрахунку еритроцитів в камері Горяєва?

### **Відповіді по темі: “Еритроцити. Еритропоез.”**

1. Еритроцити ( $4,5 * 10^{12}/л$ ), лейкоцити ( $4-9 * 10^9/л$ ), тромбоцити ( $200-400 * 10^9/л$ ).
2. Дихальна функція (транспорт  $O_2$  і  $CO_2$ ), участь у згортанні крові, в забезпеченні буферних властивостей крові.
3. Форма подвійно ввігнутого диска, що збільшує дифузійну поверхню кожного еритроцита і зменшує дифузійну відстань від його поверхні до молекули гемоглобіну, відсутність ядра зменшує потребу еритроцита в кисні.
4. Розміри 7,2 -7,5 мкм, тривалість життя до 120 днів, руйнуються в мононуклеарно-фагоцитарній системі: фагоцити крові, печінки, кісткового мозку, селезінки, лімфовузлів, легень.
5. Процес утворення і розвитку еритроцитів здійснюється в червоному кістковому мозку. Еритропоезис в основному в нирках; зниження напруги кисню в крові (гіпоксемія), інші причини: погіршення кровозабезпечення нирок, наявність продуктів руйнування старих еритроцитів.
6. Здатність еритроцитів витримувати (не руйнуються) зниження осмотичного тиску оточуючого розчину 0,4% NaCl.
7. Підрахунок під мікроскопом в лічильній камері Горяєва або з допомогою целоскопів – апаратів-лічильників формених елементів.
8. Гіпертонічним (3%) розчином NaCl; еритроцити зморщуються і їх краще видно під мікроскопом.

**Контрольні питання по темі: “Гемоглобін”**

1. Функції гемоглобіну. Вміст його в крові чоловіків і жінок.
2. Назвіть фізіологічні сполуки гемоглобіну в крові і їх загальноприйняті позначення.
3. Які сполуки гемоглобіну і чому називаються патологічними? Наведіть приклади. Чи є вони в крові здорової людини?
4. Під впливом яких речовин утворюється метгемоглобін? Яка принципова зміна в молекулі гемоглобіну відбувається при цьому і яке це має значення?
5. Що таке кольоровий показник крові? Його величина в нормі.
6. Приведіть скорочену формулу для розрахунку кольорового показника крові, поясніть значення окремих його елементів.

**Відповіді по темі: “Гемоглобін”**

1. Забезпечує дихальну функцію крові – хімічний зв'язок  $O_2$  і  $CO_2$ , є головним буфером крові. В крові жінок 120-150 г/л і у чоловіків 130-160 г/л.
2. Оксигемоглобін ( $KHbO_2$ ), карбогемоглобін ( $HHbCO_2$ ) і відновлений гемоглобін (редукований, дезоксигемоглобін,  $HHb$ ).
3. Стійкі сполуки гемоглобіну, які перешкоджають здійсненню дихальної функції крові. Наприклад, карбоксигемоглобін – сполука гемоглобіну з чадним газом ( $HHbCO$ ), метгемоглобін – стійка сполука гемоглобіну з  $O_2$ . Відсутні або сліди.
4. Під впливом сильних окислювачів. Залізо гема з двовалентного перетворюється в тривалентне, що забезпечує стійкий зв'язок  $O_2$  з гемом, порушуючи дихальну функцію крові.
5. Ступінь насичення еритроцита гемоглобіном. Норма 0,85-1,05. Дорівнює  $X$  гем і  $X$  ер.- знайдена кількість гемоглобіну і еритроцитів.  $N$  гем і  $N$  ер.- нормальна або (ідеальна) кількість гемоглобіну і еритроцитів ( $Hb - 167$  г/л), еритроцити –  $5 \times 10^{12}$ /л.
- 6.

$$КП = \frac{\text{концентрація гемоглобіну } \left(\frac{г}{л}\right) \times 3}{\text{кількість еритроцитів (перші 3 цифри)}}$$

**Контрольні питання по темі: “Вчення про групи крові та резус-фактор.**

**Правила переливання крові”.**

1. Яка ознака лежить в основі класифікації груп крові за системою АВО?
2. У якій частині крові знаходяться аглютиногени і аглютиніни?
3. У якій групі крові відсутні аглютиногени А і В?
4. Чи можуть бути в одній і тій же групі крові однойменні аглютиніни і аглютиногени?
5. У чому полягає основний принцип визначення групової належності крові?
6. При яких умовах виникає резус-конфлікт у вагітних жінок?
7. Чому перше переливання резус-позитивної крові резус-негативному реципієнту не викликає реакції аглютинації?
8. У чому принципова різниця між системами Rh і АВО?
9. Дитина народилася з гемолітичною жовтяницею. Констатовано резус-конфлікт в процесі внутрішньоутробного розвитку. Група крові дитини А/ІІ; Rh +; група крові матері 0 (І), Rh<sup>-</sup>. Якої групи крові необхідно перелити новонародженому?

**Відповіді по темі: “Вчення про групи крові та резус-фактор.**

**Правила переливання крові”.**

1. Наявність в плазмі аглютинінів альфа- і бета, а в оболонці еритроцитів – аглютиногенів А і В.
2. Аглютиніни – в плазмі, аглютиногени – в оболонці еритроцита.
3. В першій групі.
4. Ні.
5. У виникненні реакції аглютинації.

6. Коли у матері, що має резус- негативну кров, розвивається плід з резус- позитивною кров'ю, в умовах повторної вагітності.
7. При першому переливанні в організмі реципієнта утворюється незначна кількість антитіл.
8. У системі резус відсутні аглютиніни.
9. A (II), Rh<sup>+</sup>

#### Приклади тестових завдань.

- Еритроцитів стосується все, окрім:
  - основна функція - транспорт газів крові;
  - не здатні змінювати форму;
  - еритроцити дорослої людини містять гемоглобін типу А;
  - 90% їх сухої маси становить гемоглобін;
  - діаметр становить в середньому 7,5 мкм.
- Синтез еритропоетину стимулюють:
  - зниження напруги кисню в крові;
  - підвищення напруги кисню в крові;
  - підвищення напруги вуглекислого газу крові;
  - гіпокапнія;
  - зниження концентрації натрію в плазмі.
- Внутрішнім фактором Кастла називають:
  - вітамін В<sub>12</sub>;
  - гастромукопротеїн;
  - еритропоетин;
  - вітамін В<sub>2</sub>;
  - трансфери.
- Вміст гемоглобіну в крові здорових людей становить:
  - чоловіки – 120-130 г/л, жінки – 120-150 г/л;
  - чоловіки – 120-150 г/л, жінки – 90-110 г/л;
  - чоловіки – 130-160 г/л, жінки – 120-140 г/л;
  - чоловіки – 120 г/л, жінки - 100 г/л;
  - ні одна відповідь не вірна.
- До першої групи відносять кров:
  - еритроцити якої містять аглютиноген А, а плазма аглютинін бета;
  - еритроцити якої містять аглютиноген В, а плазма аглютинін бета;
  - еритроцити якої містять аглютиноген Н, а плазма аглютинін альфа;
  - еритроцити якої містять аглютиноген А і В, а плазма аглютинін бета;
  - еритроцити якої містять аглютиноген Н, а плазма аглютиніни альфа і бета.
- У лікарні пацієнту з другою групою, резус-позитивною кров'ю можна переливати кров:
  - А(II), Rh (+);
  - АВ (IV), Rh (+);
  - В(III), Rh (-);
  - О (I), Rh (+);
  - ні одна відповідь не вірна.

#### Приклади ситуаційних задач.

1. У чоловіка 45 років через 3 роки після операції видалення шлунку вміст еритроцитів в крові складає  $2,0 \times 10^{12}/л$ , Нb - 85 г/л, кольоровий показник - 1,27. Порушення всмоктування якого вітаміну викликало зміни еритропоезу?
- А. С.  
В. Р.  
С. А.

- D. В<sub>6</sub>.  
 E. В<sub>12</sub>.
2. Людина довгий час проживала в умовах високогір'я. Які зміни в кровоносній системі будуть у неї?  
 A. Збільшення кількості лейкоцитів.  
 B. Збільшення діаметра кровоносних судин.  
 C. Зниження кількості лейкоцитів.  
 D. Збільшення кількості гемоглобіну.  
 E. Зменшення частоти пульсу.
3. При визначенні групи крові за системою АВ0 аглютинацію еритроцитів досліджуваної крові викликали стандартні сироватки I та II груп і не викликала III групи. Які аглютиногени містяться в цих еритроцитах?  
 A. A і B.  
 B. B.  
 C. A.  
 D. D.  
 E. Ні одна відповідь не вірна.
4. У спортсмена-альпініста перед тренувальними зборами в горах у крові знаходилось еритроцитів  $4,5 \times 10^{12}/\text{л}$ . Як зміниться кількість еритроцитів на висоті 2500 метрів над рівнем моря?  
 A. Абсолютна еритропенія.  
 B. Абсолютний еритроцитоз.  
 C. Відносна еритропенія.  
 D. Відносний еритроцитоз.  
 E. Не зміниться.
5. В процесі судово-медичного дослідження трупа встановлено, що причиною смерті виявилось отруєння синильною кислотою. Наявність якої сполуки в крові є приводом для такого висновку?  
 A. Карбоксигемоглобіну.  
 B. Метгемоглобіну.  
 C. Карбгемоглобіну.  
 D. Дезоксигемоглобіну.  
 E. Оксигемоглобіну.

#### **Завдання для самостійної роботи:**

1. Поясніть механізми осмотичного, хімічного, біологічного, імунного і фізіологічного гемолізу.
2. Що таке кольоровий показник, яка його нормальна величина? Розрахувати кольоровий показник за формулою, якщо кількість гемоглобіну складає 145 г/л, а кількість еритроцитів –  $4,5 \times 10^{12}/\text{л}$ . Поясніть отриманий результат.
3. До якої групи належить кров пацієнта, якщо її еритроцити аглютинуються стандартною сироваткою 2-ї та 3-ї груп крові?
4. До якої групи належить кров пацієнта, якщо її еритроцити аглютинуються стандартною сироваткою 1-ї та 2-ї груп крові?
5. До якої групи належить кров пацієнта, якщо її еритроцити аглютинуються стандартною сироваткою 1-ї та 3-ї груп крові?

### МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА № 3.

На тему: *Лейкоцити та їх функції. Механізми захисту клітинного гомеостазу організму.*

**Кількість годин:** 2 години.

**Місце проведення:** навчальна лабораторія.

**Навчальна мета:**

**Знати:** функції лейкоцитів, їхню будову та види, лейкоцитарну формулу, неспецифічні та специфічні механізми клітинного та гуморального імунітету; первинну та вторинну імунну відповідь, кооперацію імунокомпетентних клітин в імунній реакції.

**Уміти:** визначати кількість лейкоцитів у крові, диференціювати окремі форми лейкоцитів, методику розрахунку лейкоцитарної формули, оцінити показники стану білої крові. визначати індивідуальну сумісність крові донора та реципієнта,

#### **Теоретичні питання для самопідготовки:**

1. Загальна характеристика лейкоцитів.
2. Будова та функції окремих форм лейкоцитів.
3. Лейкоцитарна формула, її вікові та патологічні зміни.
4. Неспецифічні механізми клітинного та гуморального імунітету.
5. Специфічні клітинні та гуморальні механізми імунітету
6. Кооперація імунокомпетентних клітин в імунній відповіді.

**Ключові слова та терміни:** *лейкопоез, лейкоцитоз, лейкопенія, лейкопоетини, гранулоцити, агранулоцити, фагоцитоз, імунітет, імунна система, лейкоцитарна формула, клітинний та гуморальний імунітет, запалення, фагоцитоз, система комплементу, В-лімфоцити, Т-лімфоцити (Т-хелпери, Т-кілери, Т-супресори, плазматичні клітини, антитіла.*

#### **Практичні роботи:**

##### **Робота 1. Підрахунок кількості лейкоцитів**

Підготувати камеру Горяєва для підрахунку лейкоцитів (так як і для підрахунку еритроцитів). У окрему пробірку налити 1—1,5 мл 3 % розчину оцтової кислоти, забарвленого метиленовим синім. Протерти 96 % спиртом етиловим шкіру кінцевої фаланги IV пальця, проколоти шкіру, і у змішувач для лейкоцитів набрати кров за допомогою гумової груші до поділки 0,5. Набрати 3 % розчин оцтової кислоти з пробірки до поділки 11 (кров розбавиться у 20 разів). Ретельно перемішати кров у змішувачі. Перші 2 краплі розчину вилити на вату, а потім заповнити камеру так само, як і для підрахунку еритроцитів.

Рахувати лейкоцити потрібно під малим збільшенням мікроскопа в 25 великих квадратах сітки, що не поділені на маленькі. Для вищої точності підрахунок слід проводити по площині всієї сітки, починаючи з лівого верхнього краю. Під час підрахунку керуються правилом Бюркера. У такому разі кількість лейкоцитів у 1 мкл крові становитиме:

$$X = B \times 4000 \times 20 / 400,$$

де X - кількість лейкоцитів у 1 мкл крові; B – число лейкоцитів у 25 великих квадратах, що складають 400 маленьких квадратиків, 20 - розведення крові, 4000 - об'єм маленького квадрата.

Рекомендації щодо оформлення результатів роботи: записати підраховану кількість лейкоцитів і вказати, чи відповідає вона нормі.

##### **Робота 2. Визначення індивідуальної сумісності крові донора та реципієнта.**

У чашку Петрі наносять дві краплини сироватки реципієнта і додають до них краплину консервованої крові донора. Суміш перемішують і ставлять чашку у посудину з водою на 10 хв. при температурі 45<sup>0</sup> С. Якщо кров донора і реципієнта сумісні за групою і резус-фактором, то аглютинації не буде. Наявність аглютинації свідчить про групову несумісність або резус-несумісність крові.

**Рекомендації до оформлення результатів роботи.** Замалювати і описати результати роботи. У висновках відповісти на запитання: про що свідчить наявність (відсутність) аглютинації при проведенні дослідження? *Робота 1. Визначення індивідуальної сумісності крові донора та реципієнта.*

Описати результати роботи. У висновках відповісти на запитання: про що свідчить наявність (відсутність) аглютинації при проведенні дослідження?

### ДОДАТОК № 1.

#### Визначення основних термінів і понять:

Кількість лейкоцитів у крові –  $4-9 \times 10^9/\text{л}$ .

**Лейкоцитоз** – підвищення кількості лейкоцитів у крові понад  $9 \times 10^9/\text{л}$ .

**Лейкопенія** – зниження кількості лейкоцитів у крові нижче  $4 \times 10^9/\text{л}$ .

Причини фізіологічного лейкоцитозу: м'язова робота, сильні емоції, прийом їжі, особливо багаті білками, вагітність.

#### **Функції лейкоцитів.**

**Нейтрофільні гранулоцити.** Відносяться до мікрофагів. Здійснюють фагоцитоз бактерій та продуктів розпаду тканин. Після фагоцитування гинуть під дією власних лізосомальних ферментів. Першими мігрують у вогнище запалення. При масивному руйнуванні в тканинах викликають коліквацийний некроз (омертвіння), результатом чого є утворення гною.

**Еозинофіли.** Слабкі мікрофаги. Фагоцитують комплекси антиген-антитіло; приймають участь у реакціях гіперчутливості негайного типу, виробляють гістаміназу, яка розщеплює гістамін; продукують антитоксичні субстанції проти гельмінтів і їх личинок.

**Базофіли.** У гранулах містять гістамін і гепарін. На поверхні мають рецептори до імуноглобуліну типу Е. При взаємодії Ig Е з антигеном настає дегрануляція базофілів. Хвороби, зумовлені Ig Е називаються атопіями (бронхіальна астма, вазомоторний риніт, сінна гарячка).

**Лімфоцити.** Забезпечують клітинний (Т-лімфоцити) і гуморальний (В-лімфоцити) імунітет.

**Моноцити.** Рухливі макрофаги. Вони є джерелом тканинних макрофагів. Фагоцитують бактерії та ушкоджені клітини. Презентують антиген Т- і В- лімфоцитам. Синтезують ряд біологічно активних речовин: інтерферони, ендогенний піроген (викликає гарячку), компоненти системи комплементу.

**Лейкоцитарна формула** – це процентне співвідношення різних форм лейкоцитів.

**Зсув лейкоцитарної формули вліво** – це збільшення в крові молодих форм нейтрофільних гранулоцитів (юних і паличкоядерних). Свідчить про реактивну активізацію гранулоцитопоезу, якщо супроводжується загальним лейкоцитозом. Спостерігається при гострих запальних процесах, особливо таких, що супроводжуються значним розпадом тканин, при септичних станах, лейкоміях.

**Зсув лейкоцитарної формули вправо** характеризується переважанням зрілих форм нейтрофілів з великою кількістю сегментів (гіперсегментація ядер – 5-6) на фоні зникнення більш молодих форм. Може спостерігатися у 20 % здорових людей, але при наявності лейкопенії є показником пригнічення лейкопоезу. Виявляється при В<sub>12</sub> – і фолієводефіцитній анемії, променевої хворобі.

**Взаємозв'язок між загальною кількістю лейкоцитів у крові і лейкоцитарною формулою.**

Збільшення загальної кількості лейкоцитів супроводжується зміною лейкоцитарної формули. Висновок про абсолютний чи відносний характер цих змін можна зробити після визначення абсолютного вмісту різних форм лейкоцитів на 1 л. Для розрахунку необхідно знати загальну кількість лейкоцитів в 1 л крові та лейкоцитарну формулу. Наприклад, абсолютний нейтрофільний лейкоцитоз при гнійних запальних процесах супроводжується зменшенням кількості лімфоцитів в лейкоцитарній формулі. Але розрахунок абсолютної

кількості лімфоцитів на фоні загального лейкоцитозу дає змогу встановити відсутність пригнічення лімфопоезу.

**Фагоцитоз** – процес поглинання і перетравлення спеціалізованими клітинами – фагоцитами мікроорганізмів, залишків клітин та інших чужорідних частинок.

**Фагоцити** поділяються на макрофаги (моноцити та тканинні макрофаги) і мікрофаги (нейтрофіли та еозинофіли); рухливі (клітини крові – нейтрофіли, еозинофіли, моноцити) та фіксовані (тканинні макрофаги – клітини Купфера в печінці, остеокласти в кістках, гліальні макрофаги в нервовій тканині та ін.).

**Імунна система** включає комплекс первинних, вторинних імунних органів, клітин, речовин, які ними виробляються, генетичних і гуморальних механізмів регуляції. Однією з умов існування виду і індивідууму є захист від чужої генетичної інформації. Цей захист здійснюється з допомогою імунної системи, яка забезпечує здатність організму відповідати на дію антигенів клітинними і гуморальними реакціями з метою їх знищення.

**Функції імунної системи:**

1. Протиінфекційний захист.
2. Протипухлинний захист.
3. Видалення відмерлих структур організму.
4. Захист плоду під час вагітності.
5. Відторгнення трансплантату.
6. Участь у гемопоезі.

**Імунітет** поділяється на **клітинний та гуморальний**. Умовно кожен з них розділяють на **специфічний і неспецифічний**. Специфічний імунітет доповнює неспецифічний, оскільки останній (він вроджений) недостатній для збереження життя індивідуума. Неспецифічні механізми спрямовані проти будь-яких чужорідних факторів, специфічні – конкретно проти певного антигену.

**Неспецифічні механізми клітинного імунітету:**

1. Неімунний фагоцитоз, який здійснюється макрофагами, еозинофілами, нейтрофілами.
2. Запальний процес – спрямований на ліквідацію наслідків пошкодження тканин і на відновлення структури.
3. Пряме знищення клітин з чужою генетичною інформацією НК клітинами (природними вбивцями).

**Неспецифічні гуморальні механізми** захисту спрямовані в основному проти мікроорганізмів і включають:

1. Систему комплементу. Складається з 11 білків плазми, що здатні каскадно активуватися.
2. Інтерферони – противірусні сполуки.
3. Лізоцим (міститься у більшості рідин організму).
4. Система пропердіну.
5. К – клітини (гуморальні кілери).
6. Білки гострої фази запалення (С – реактивний білок, антитрипсин, церулоплазмін).
7. Лейкіни та бета-лізини (виділяються лейкоцитами).
8. Плакіни (виділяються тромбоцитами).

**Специфічні клітинні механізми** імунітету забезпечуються Т-лімфоцитами (тимус-залежними), а **гуморальні** – В-лімфоцитами (бурса-залежними).

При антигенній стимуляції Т-лімфоцитів останні активно діляться і трансформуються в ефекторні Т-лімфоцити, серед яких розрізняють:

1. Т-хелпери, що допомагають Т-лімфоцитам, а також В-лімфоцитам реагувати на антиген.
2. Т-супресори – гальмують імунну реакцію. При зниженні їхньої активності імунна відповідь стає надлишковою, що призводить до імунологічного пошкодження клітин “господаря”.
3. Т-кілери – здійснюють пряму цитотоксичну дію на чужорідні агенти.



4. Т-ампліфаєри – стимулюють проліферацію Т-кілерів.

В-лімфоцити активуються при проникненні антигену в внутрішнє середовище організму (гуморальний імунітет). При антигенній стимуляції вони трансформуються в плазматичні клітини, що синтезують *імуноглобуліни*. У людини відомо 5 класів *імуноглобулінів*: Ig M, Ig G, Ig A, Ig E, Ig D.

Висока активність відповіді на антиген (на одну молекулу антигену виробляється 100 тисяч молекул антитіл) пояснюється *кооперацією макрофагів* (вони презентують антиген лімфоцитам), Т- і В- лімфоцитів, а також допоміжних клітин імуногенезу: фібробластів, ендотеліальних клітин судин, дендроцитів епідермісу та ін.

## ДОДАТОК № 2.

### **Контрольні питання по темі: "Захисні функції крові. Лейкоцити."**

1. Де знаходиться основна маса лейкоцитів?
2. Назвіть місця утворення лейкоцитів.
3. Що таке лейкоцитарна формула?
4. Назвіть лейкоцити, що мають фагоцитарну активність.
5. За якими лейкоцитами оцінюють зсуви лейкоцитарної формули вправо і вліво?
6. Який вид лейкоцитів містить біологічно активні речовини гепарин та гістамін?
7. Які лейкоцити мають токсичний вплив на гельмінти та їх личинки?
8. Які клітини забезпечують формування клітинного та гуморального імунітету?
9. З яких клітин походять тканинні макрофаги?
10. Які важливі біологічно активні речовини синтезують макрофаги?
11. Перерахуйте фактори, які стимулюють лейкопоз?

### **Відповіді по темі: "Захисні функції крові. Лейкоцити."**

1. У тканинах організму.
2. Кістковий мозок, тимус, лімфоїдна тканина.
3. Процентне співвідношення різних форм лейкоцитів у периферичній крові.
4. Нейтрофіли, моноцити, еозинофіли.
5. За процентним співвідношенням юних та паличкоядерних форм нейтрофілів.
6. Базофіли.
7. Еозинофіли.
8. В-лімфоцити - гуморального імунітету, Т- лімфоцити - клітинного.
9. З моноцитів крові.
10. Компоненти системи комплементу, інтерферон, ендогенний піроген.
11. Продукти розпаду лейкоцитів, мікроби і їх токсини, які стимулюють утворення лейкопоезису.

### **Контрольні питання по темі: "Механізми захисту клітинного гомеостазу організму"**

1. Що таке антиген?
2. У чому різниця між специфічними та неспецифічними механізмами імунного захисту?
3. Функціональна різниця між Т- і В- лімфоцитами.
4. Основні класи імуноглобулінів.
5. Різниця між первинною та вторинною імунною відповіддю.
6. Роль макрофагів в імунній відповіді.
7. Чому в нормі імунна система не реагує на власні антигени?

### **Відповіді по темі: "Механізми захисту клітинного гомеостазу організму"**

1. Антиген – це речовина, що стимулює імунну систему.
2. Неспецифічні захисні механізми спрямовані проти всіх чужорідних факторів незалежно від їх природи, специфічні – спрямовані конкретно проти певного чужорідного фактору.
3. Т- лімфоцити забезпечують тканинний імунітет, В – гуморальний.

4. *Ig M, Ig G, Ig A, Ig D, Ig E.*
5. *Первинна імунна відповідь відбувається при першому попаданні антигену в організм і реалізується через певний латентний період. При повторному поступленні цього антигену в крові швидко (без латентного періоду) зростає кількість ефektorних Т-лімфоцитів та концентрація антитіл до нього. Це – вторинна імунна відповідь.*
6. *Презентація антигену Т-лімфоцитам імунологічної пам'яті, участь у знищенні антигенів в процесі імунної відповіді.*
7. *При контакті антигену в періоді внутрішньоутробного розвитку з імунною системою розвивається імунологічна толерантність до нього. Це пояснюється високим титром Т-супресорів до власних антигенів. Тому в нормі імунна система на своє не реагує.*

#### **Приклади тестових завдань.**

1. В імунному захисті організму вирішальне значення мають імунокомпетентні клітини. Вкажіть, які з наступних тверджень характеризують Т-лімфоцити?
  - вони диференціюються в плазмоцити;
  - вони є макрофагами;
  - вони є нейтрофілами;
  - вони забезпечують клітинний імунітет
  - вони забезпечують гуморальний імунітет.
2. Еозинофілія характерна для:
  - хронічних інфекційних станів;
  - гострих запальних процесів;
  - лейкозів;
  - глистних інвазій;
  - жодна відповідь не вірна.
3. Гранули базофілів містять:
  - компоненти системи комплементу;
  - гістамін;
  - норадреналін;
  - ендогенний піроген;
  - інтерферон.
4. Лейкоцитарна формула це:
  - числовий запис кількості різних форм лейкоцитів в одному літрі крові;
  - процентне співвідношення агранулоцитів у периферичній крові;
  - процентне співвідношення гранулоцитів у периферичній крові;
  - процентне співвідношення різних форм лейкоцитів у периферичній крові;
  - ні одна відповідь не вірна.
5. До неспецифічних механізмів клітинного імунітету відноситься:
  - система комплементу;
  - імуноглобуліни;
  - запальна реакція;
  - цитотоксична дія Т-лімфоцитів;
  - інтерферон.
6. Кількість лімфоцитів у лейкоцитарній формулі становить:
  - 1-5%
  - 2-10%
  - 20-40%
  - 45-70%
  - 1-5%
  - 0-1%

### Приклади ситуаційних задач.

1. Юнак 17 років скаржиться на болі в області живота. В загальному аналізі крові кількість лейкоцитів складає  $15 \times 10^9/\text{л}$ , через 2 год. -  $18 \times 10^9/\text{л}$ . Які процеси найбільш ймовірно привели до таких змін крові?
  - A. Важке фізичне навантаження.
  - B. Вживання значної кількості їжі.
  - C. Запальні процеси внутрішніх органів.
  - D. Емоційне збудження людини.
  - E. Розширення судин внутрішніх органів.
2. Клінічне дослідження крові рекомендовано проводити натщесерце. Зміни яких компонентів периферичної крові можливі, якщо здійснити забір крові після сніданку?
  - A. Збільшення числа лейкоцитів.
  - B. Зниження числа еритроцитів.
  - C. Збільшення білків плазми.
  - D. Збільшення числа еритроцитів.
  - E. Зниження числа тромбоцитів.
3. При профогляді у людини, що не має скарг на стан здоров'я, виявлено лейкоцитоз. Причиною цього може бути те, що кров для аналізу здана після:
  - A. Значного вживання води.
  - B. Значного фізичного навантаження.
  - C. Розумової праці.
  - D. Відпочинку на курорті.
  - E. Вживання алкоголю.
4. У літніх людей підвищується частота виникнення пухлин. Одна з основних причин цього:
  - A. Зростання порушення мітозів.
  - B. Зниження активності клітинного імунітету.
  - C. Підвищення утворення антитіл.
  - D. Зниження утворення антитіл.
  - E. Підвищення активності клітинного імунітету.
5. У пацієнта після пересадки чужорідного ниркового трансплантату розвинулась реакція відторгнення. Які основні ефекторні клітини беруть участь у даній імунологічній реакції?
  - A. Т-лімфоцити-супресори.
  - B. Плазмоцити.
  - C. Т-лімфоцити-цитотоксичні.
  - D. В-лімфоцити.
  - E. Т-лімфоцити-хелпери.

### Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:

1. Що таке лейкоцитоз, вкажіть причини фізіологічного лейкоцитозу?
2. Що називається зсувом лейкоцитарної формули вліво, вправо? Прокоментуйте.
3. Намалювати схему кооперації імунокомпетентних клітин в реалізації імунної відповіді.

### МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА № 4.

**На тему:** Функції тромбоцитів. Згортальна та протизгортальна системи крові.

**Кількість годин:** 2 години.

**Місце проведення:** навчальна лабораторія.

**Навчальна мета:**

**Знати:** характеристику механізмів зупинки кровотечі. первинний (судинно-тромбоцитарний), вторинний (коагуляційний гемостаз), протизгортальну систему крові та

патологічні стани, що супроводжуються недостатністю та надмірною активністю коагуляційного гемостазу.

**Уміти:** інтерпретувати методи клінічної оцінки згортальної системи крові.

### **Теоретичні питання для самопідготовки:**

1. Тромбоцити крові та їх функції.
2. Механізми первинного судинно-тромбоцитарного гемостазу.
3. Механізми коагуляційного гемостазу (зовнішній та внутрішній шляхи).
4. Протизгортальна система крові.
5. Методи клінічної оцінки згортальної системи крові.

**Ключові слова та терміни:** система гемостазу, коагуляція крові, гемостаз, клітинні та плазменні фактори зсідання крові, адгезія, агрегація, плазміноген, плазмін, фібриноліз, ретракція згустка, тромбоцитопенія, гемофілія.

### **Практичні роботи:**

#### **Робота 1. Визначення часу кровотечі по Дюке.**

Протирають м'якуш 4 пальця 96% етиловим спиртом і з допомогою стерильної голки-скарификатора роблять глибокий (3 мм) укол і відмічають час. Потім через кожні 30 секунд доторкуються до поверхні краплі крові фільтрувальним папером до тих пір, коли на папері вже не буде слідів крові. Тривалість кровотечі відмічають від початку появи першої краплі до припинення виділення крові. У нормі час кровотечі дорівнює 1-3 хв.

#### **Робота 2. Визначення часу зсідання крові по Мас-Магро.**

На годинникове скло, покрите парафіном, наносять краплю вазелінового масла. В піпетку від гемометра Салі, попередньо змочену всередині вазеліновим маслом (масло набирають в піпетку та знову видують), набирають 20 мм<sup>3</sup> крові і швидко видують в краплю масла на склі. Цей час відмічають на годиннику як початок дослідження. Кожні 2 хв. кров знову всмоктують в піпетку до тих пір, коли набрати кров в піпетку буде вже неможливо. Час зсідання крові за цим методом рівний 8-10 хв.

#### **Робота 3. Визначення часу зсідання крові по Моравіцу.**

На парафіноване годинникове скло наносять краплю крові. Кожні 30 секунд проводять по краплі скляним гачком. Відмічають час, коли за гачком потягнуться нитки фібрину. Час між нанесенням краплі на скло і появою фібринових ниток є часом зсідання крові.

За даним методом час зсідання дорівнює 4-6 хв.

**Рекомендації щодо оформлення результатів роботи:** записати, протягом якого часу була кровотеча та час зсідання крові і у висновках відповісти, чи відповідають нормі ці показники і дати їм фізіологічну інтерпретацію.

## **ДОДАТОК № 1.**

### **Визначення основних термінів і понять:**

#### **ПЛАЗМЕННІ ФАКТОРИ ЗСІДАННЯ КРОВІ ТА МІСЦЯ ЇХНЬОГО СИНТЕЗУ**

Згідно сучасних поглядів виділяють 12 факторів зсідання крові. VI фактор виключений з класифікації.

№	Назва	Місце синтезу
I	фібриноген	печінка
II	протромбін	печінка
III	тканинний тромбопластин	тканини
IV	іони кальцію	-----
V	проакцелерин	печінка
VII	проконвертин	печінка
VIII	антигемофільний глобулін А	ендотелій судин

IX	антигемофільний фактор В	печінка
X	фактор Стюарта-Прауера	печінка
XI	плазменний попередник тромбопластину	печінка
XII	контактний фактор (Хагемана)	невідоме
XIII	фібринстабілізуючий фактор	тромбоцити

Основні клітинні фактори.

Місце синтезу – тромбоцити.

Фактор 3 – фосфоліпіди мембрани; фактор 4 – зв'язує гепарин; фактор 5 – фібриноген; фактор 6 – тромбостенін; фактор 10 – серотонін; 11 – фактор агрегації.

## ДОДАТОК № 2.

### ***Контрольні питання по темі: Згортальна та протизгортальна системи крові.***

1. Чому циркулююча кров рідка?
2. Участь тромбоцитів в судинному компоненті гемостазу.
3. Яка різниця між часом кровотечі і часом зсідання крові?
4. Чому при больових подразненнях підвищується зсідання крові?
5. Що є спільним і відмінним у дії гепарину і лимоннокислого натрію на систему зсідання крові?
6. Як відобразатиметься на гемостазі підвищення тонуусу симпатичного відділу вегетативної нервової системи?
- 7.

### ***Відповіді по темі: "Згортальна та протизгортальна системи крові."***

1. Стабілізації рідкого стану крові сприяють фактори: цілісність і особливості будови стінок кровоносних судин; система протизгортання крові; просторове розділення плазменних і клітинних факторів зсідання крові.
2. Здійснюють адгезію, агрегацію; виділяють судиннозвужуючі речовини (серотонін, адреналін) та ін.
3. Час зсідання – це час від моменту взяття крові до появи ниток фібрину, час кровотечі – час від моменту проколу шкіри і виникнення кровотечі - до утворення тромбу.
4. При больових реакціях активується симпатичний відділ ВНС, підвищується концентрація адреналіну, який активує коагулянти.
5. Обидва препарати запобігають зсідання крові. Різниця – гепарин зв'язує ряд факторів зсідання крові, а лимоннокислий натрій зв'язує іони кальцію.
6. Гіперкоагуляцією.

### **Приклади тестових завдань.**

1. Всі характеристики щодо тромбоцитів вірні, КРІМ одної:
  - їх вміст в крові становить 200-400 x 10<sup>9</sup>/л.;
  - є ядерними клітинами;
  - легко змінюють свою форму;
  - беруть участь в системі гемостазу;
  - беруть участь у фібринолізі.
2. Первинний гемостаз:
  - здатний зупинити кровотечу з крупних судин
  - забезпечується в основному еритроцитами
  - починається з утворення протромбіназного комплексу;
  - реалізується на протязі перших хвилин кровотечі;
  - називається коагуляційний гемостаз;
3. Четвертий етап коагуляційного гемостазу:

- відбувається протягом перших 10 хвилин після травми;
- це ретракція кров'яного згустку, що стимулюється тромбостеніном;
- супроводжується утворенням плазми;
- активатором цього стану є калікреїн;
- всі відповіді вірні.

4. До основних функцій тромбоцитів відносяться всі, крім:

- участь у системі гемостазу;
- ангіотрофічна;
- транспортна;
- дихальна;
- захисна.

5. Кількість тромбоцитів в периферичній крові складає:

- $200-400 \times 10^9/\text{л}$ .
- $50-100 \times 10^9/\text{л}$ .
- $200-400 \times 10^{12}/\text{л}$ .
- $4-9 \times 10^9/\text{л}$ .
- $4,5-5,0 \times 10^{12}/\text{л}$ .

6. Ретракція кров'яного згустку забезпечується:

- тромбоксаном;
- протромбіном;
- тромбостеніном;
- проконвертином;
- тромбопластином.

### Приклади ситуаційних задач.

1. При аналізі крові у чоловіка 35 років виявили: еритроцити -  $3,7 \times 10^{12}$  л, гемоглобін - 130 г/л, тромбоцити -  $175 \times 10^9$  л, загальний час зсідання крові - 8 хвилин, час кровотечі за Дюке - 8 хвилин. Такі результати свідчать, перш за все, про сповільнення:

- A. Судинно-тромбоцитарного гемостазу.
- B. Коагуляційного гемостазу.
- C. Утворення прокоагулянтів.
- D. Утворення тромбіну.
- E. Утворення плазмінів.

2. Чоловік 27 років страждає спадковим порушенням зсідання крові – гемофілією. Дефіцит якого плазматичного фактору зсідання крові є причиною цього захворювання?

- A. I
- B. V
- C. VIII
- D. X
- E. VI

3. У хворого 37 років на фоні тривалого застосування антибіотиків спостерігається підвищена кровоточивість при невеликих пошкодженнях. У крові – зниження активності II, VII, X факторів зсідання крові; подовження часу зсідання крові. Нестачею якого вітаміну обумовлені ці зміни?

- A. Вітаміну C.
- B. Вітаміну E.
- C. Вітаміну K.
- D. Вітаміну D.
- E. Вітаміну A.

4. У людини 40 років з масою тіла 80 кг під час стресу виявили, що загальний час зсідання крові становив 2 хв., що є наслідком дії на гемокоагуляцію, перш за все:

- A. Катехоламінів.
- B. Кортизолу.
- C. Альдостерону.
- D. Соматотропіну.
- E. Вазопресину.

5. Пацієнт скаржиться на часті кровотечі з ясен. При аналізі крові виявлено дефіцит II фактору зсідання крові (протромбіну). Яка фаза зсідання крові порушена у людини, перш за все?

- A. Утворення тромбіну.
- B. Утворення протромбінази.
- C. Утворення фібрину.
- D. Фібриноліз.
- E. Ретракція згустку.

#### **Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. У хворого 37 років на фоні тривалого застосування антибіотиків спостерігається підвищена кровоточивість при невеликих пошкодженнях. У крові – зниження активності II, VII, X факторів зсідання крові; подовження часу зсідання крові. Пояснити, нестачею якого вітаміну обумовлені ці зміни?
2. Пояснить, які зміни відбудуться в процесі зсідання крові, якщо в систему ввести інгібітор плазміну, наприклад епсілонамінокапронову кислоту?

### **МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА № 5.**

**На тему: *Вентиляція легень та її механізми***

**Кількість годин:** 2 години.

**Місце проведення:** навчальна лабораторія.

**Навчальна мета:**

**Знати:** будову і функції системи дихання, її роль в організмі, механізми зовнішнього дихання та методи його дослідження, закони дифузії газів з одного середовища до іншого, морфологію та особливості легневих та судинних мембран, через які дифундують гази крові.

**Уміти:** дослідити показники зовнішнього дихання методом спірометрії розрахувати за спірограмою статичні показники одержані результати оцінити, порівняти з фізіологічними константами, Розрахувати за спірограмою динамічні показники зовнішнього дихання. Оцінити одержані результати, порівняти з фізіологічними константами.

#### **Теоретичні питання для самопідготовки:**

1. Етапи газопереносу в системі дихання. Недихальні функції легень.
2. Дихальні м'язи, біомеханіка дихального акту. Еластична тяга легень.
3. Фізіологічна роль сурфактантів. Механізм вдиху і видиху.
4. Функції повітроносних шляхів.
5. Статичні та динамічні показники вентиляції легень

**Ключові слова та терміни:** *вентиляція легень, дифузія, конвекція, інспірація, експірація, ателектаз пневмоторакс, сурфактанти, гістerezис легень, мертвий анатомічний та фізіологічний простір, дихальна зона легень, захисні дихальні рефлекс, газовий гомеостаз,*

## Практичні роботи: Робота 1. Спірометрія

Спірометрія - метод визначення життєвої ємності легень і його складових.

### I. Визначення статичних показників зовнішнього дихання

1. Життєва ємність легень (ЖЄЛ) - це найбільша кількість повітря, яку людина може видихнути після максимального вдиху. Мундштук спірометра протирають ваткою, змоченою в спирті. Досліджуваний після максимального вдиху робить максимальний видих у спірометр. По шкалі спірометра визначають ЖЄЛ. Точність результатів підвищується, якщо вимірювання ЖЄЛ роблять декілька раз і вираховують середню величину. При повторних вимірюваннях необхідно кожен раз встановлювати вихідне положення шкали спірометра. Для цього у сухого спірометра повертають шкалу виміру і нульову поділку шкали співставляють із стрілкою. ЖЄЛ визначають у стоячому положенні досліджуваного.

2. Визначення дихального об'єму (ДО). Спірометр привести до вихідного положення. Вдихаючи атмосферне повітря, зробити спокійний видих у спірометр. Дослід повторити кілька раз і записати середню величину дихального об'єму.

3. Визначення резервного об'єму видиху (РО вид.). Спірометр привести до вихідного положення. Після спокійного вдиху зробити максимальний глибокий видих у спірометр. Відмітити показник спірометра і відрахувати від нього ДО.

4. Визначення резервного об'єму вдиху (РО вд.).

Для визначення резервного об'єму вдиху проводять розрахунки із даних попередніх робіт.  $PO\text{ вд.} = ЖЄЛ - (ДО + PO\text{ вид.})$ .

### Робота 2. Визначення динамічних показників зовнішнього дихання

1. Визначення альвеолярної вентиляції (АВ).

Знаючи частоту дихання за 1 хв., дихальний об'єм та об'єм повітря в дихальних шляхах або мертвого простору (МП) можна розрахувати альвеолярну вентиляцію :

$AB = (ДО - МП) \times ЧДР$ , де АВ- альвеолярна вентиляція; ДО - дихальний об'єм; МП- мертвий простір (в сер. 150 мл); ЧДР- частота дихальних рухів;

2. Визначення коефіцієнту легеневої вентиляції (КЛВ).

Коефіцієнт легеневої вентиляції - це відношення об'єму повітря, що поступило в легені під час вдиху, до об'єму повітря, який вже знаходиться у цей час в легенях. КЛВ вказує, на скільки обновлюється повітря легень під час кожного дихального руху.

$$КЛВ = \frac{ДО-МП}{ФЗЄ}$$

ФЗЄ- функціональна залишкова ємність, тобто сума РО видиху і ЗО - залишкового об'єму.

**Рекомендації щодо оформлення результатів роботи:** Одержані результати показників записати у протоколи. Замалювати діаграму визначених об'ємів. У висновках відмітити, чи відповідають фактичні результати фізіологічним константам.

## ДОДАТОК № 1.

### Визначення основних термінів і понять:

*Апноє* - відсутність вдиху чи видиху;

*Ателектаз* - спадіння альвеол;

*Градiєнт тискiв* - різниця між рівнями тисків газів по обидві сторони біологічно мембрани;

*Сурфактанти* - комплекс речовин фосфоліпідної природи, що секретуються гранулярними пневмоцитами і забезпечують нормальні величини поверхневого натягу альвеол;

*Гістерезис легень* (hysteresis) - від грецького відставання, запізнення - затримка спадіння альвеол при видиху.

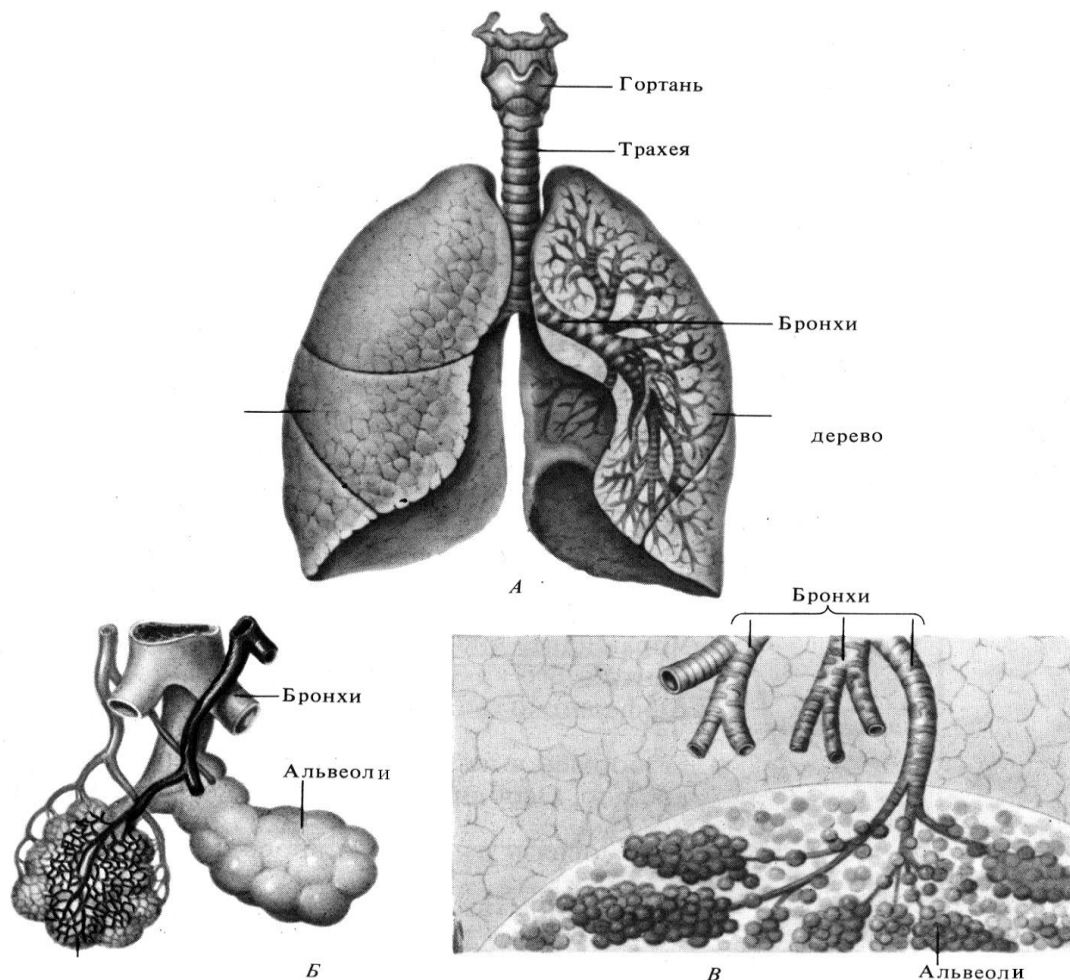


**Фізіологічний мертвий простір** - це сума анатомічного мертвого простору та об'єму альвеол в яких не відбувається газообміну.

**Градiєнт тисків газів** - різниця між рівнями тисків газів по обидві сторони біологічних мембран.

**Шунт** - кровотік із артерії у вени в обхід капілярів ,що не беруть участь у процесі газообміну.

**Ефект Холдена** - здатність відновленого гемоглобіну краще зв'язувати вуглекислий газ тканин, ніж оксигемоглобін.



Мал. 1. Будова легень. А. Повітроносні шляхи та респіраторні відділ. Б. Легеневі альвеоли та їх кровопостачання. В. Долька легень.

## ДОДАТОК № 2.

**Контрольні питання по темі:** “Зовнішнє дихання. Біомеханіка дихальних рухів.”

1. Що називають диханням?
2. Сукупність яких органів являє собою система дихання?
3. Перерахуйте 5 етапів дихального процесу в людині.
4. Сукупність яких органів забезпечує вентиляцію легень?
5. Назвіть головну функцію легень. Яке значення має дихання?
6. Перерахуйте негазообмінні функції легень.
- 7.Що називають повітроносними шляхами (мертвим простором)? Перерахуйте складові елементи, зазначте основні функції.
8. Яка роль грудної клітини в процесах дихання?
- 9.Що називають плевральною порожниною і негативним тиском у ній? Чому він дорівнює?

10. Що є причиною негативного тиску в плевральній щілині? У яких умовах він виникає? Яка роль серозної рідини, що вистилає листки плеври?
11. Що називають еластичною тягою легень? Чому вона дорівнює при вдиху і видиху?
12. Назвіть компоненти, що складають еластичну тягу легень.
13. Яку роль грають сурфактанти, що вистилають внутрішню поверхню альвеол?
14. Чому легені не спадаються, незважаючи на наявність еластичної тяги, що намагається їх стиснути?
15. Що таке пневмоторакс? Про що свідчить спадіння легень після пневмотораксу?
16. Яку роль у процесах вдиху і видиху грає негативний тиск у грудній порожнині?
17. Перерахуйте послідовно процеси, що забезпечують вдих. Пасивним або активним (із витратою енергії) він є?
18. Скільки відсотків енергії організм витрачає на роботу дихальних м'язів у стані спокою і при інтенсивній фізичній роботі (форсоване дихання). Назвіть головну причину цього збільшення наслідком чого вона є?
19. Перерахуйте компоненти нееластичного опору органів зовнішнього дихання.
20. Які м'язи здійснюють акт вдиху при спокійному і форсованому диханні?
21. Чому при скороченні зовнішніх міжреберних м'язів ребра піднімаються, незважаючи на те, що кожний міжреберний м'яз нижнє ребро тягне доверху, а верхнє донизу з однаковою силою? Напишіть відповідну формулу.
22. Які основні сили необхідно перебороти при спокійному вдиху? Яка з пасивних сил сприяє розширенню грудної клітини при вдиху?
23. Яке походження сили пружності грудної клітини, що сприяє вдиху, тобто розширенню грудної клітини до 60% обсягом життєвої ємності легень?
24. Назвіть головну і другорядну сили, що забезпечують розширення легень разом із розширенням грудної клітини при вдиху.
25. Перерахуйте послідовно процеси, у результаті яких здійснюється видих. Пасивними або активними вони є?
26. За рахунок яких сил зменшується об'єм грудної клітини при спокійному видиху?
27. Який механізм передачі сили еластичної тяги легень на грудну клітину, що стискує її і сприяє видиху?
28. Скорочення яких м'язів при форсованому диханні забезпечує активний видих? Чому скорочення внутрішніх міжреберних м'язів веде до опускання грудної клітини?
29. Сприяє або перешкоджає еластична тяга легень вдиху і видиху? Чому при скороченні м'язів діафрагми під час вдиху купол її зміщується вниз?
30. Назвіть типи дихання, у чому їх відмінність, які чинники визначають тип дихання, який переважно тип дихання в чоловіків і в жінок?
31. Які розрізняють легеневі об'єми? Що називають легеневими ємностями? Які розрізняють легеневі ємності.
32. Що називають дихальним об'ємом повітря, яка його частина (у мл) знаходиться у повітроносних шляхах?
33. Що називають резервним об'ємом вдиху? Яка його величина?
34. Що називають резервним об'ємом видиху? Яка його величина?
35. Що називають залишковим об'ємом (ЗО)? Яка його величина?
36. Що називають життєвою ємністю легень (ЖЕЛ)? Який її об'єм у чоловіків і в жінок?
37. Що називають загальною ємністю легень (ЗЕЛ)? Яка його величина?
38. Що називають функціональною залишковою ємністю легень (ФЗЕ)? З яких об'ємів вона складається, чому дорівнює її розмір?
39. Зазначте безпосередню причину надходження повітря в легені при вдиху, наслідком чого вона є? Що називають вентиляцією легень? Який показник характеризує її інтенсивність?
40. Назвіть основні методи штучного дихання.
41. Який склад атмосферного повітря?

**Відповіді по темі: “Зовнішнє дихання. Біомеханіка дихальних рухів.”**

1. Сукупність процесів, що забезпечують надходження в організм кисню, транспорт його в клітини, окислювання органічних речовин (звільнення енергії) і виділення вуглекислого газу.
2. Легені з повітроносними шляхами, грудна клітина з м'язами, що приводять її в рух, кров, серцево-судинна система й органи клітин, що реалізують тканинне дихання.
3. 1) вентиляція легень; 2) газообмін між легенями і кров'ю; 3) транспорт газів кров'ю; 4) газообмін між кров'ю і тканинами; 5) тканинне дихання.
4. Сукупність грудної клітини з м'язами, що приводять її в рух, легені з повітроносними шляхами.
5. Забезпечення газообміну між кров'ю організму і навколишнім середовищем. Звільнення енергії, необхідної для життєдіяльності організму.
6. 1) виділення води і чужорідних летких речовин, наприклад, лікарських; 2) вироблення біологічно активних речовин (гепарин, гістамін); 3) бар'єр від навколишнього середовища; 4) терморегуляційна; 5) депо крові; 6) резервуар повітря для голосоутворення.
7. Простір у якому не відбувається безпосереднього газообміну між повітрям і кров'ю; носоглотка, гортань, трахея, бронхи і бронхіоли (до газообмінної поверхні альвеол). Його функції: 1) транспорт повітря в зону газообміну; 2) очищення повітря; 3) обігрівання повітря; 4) зволоження повітря, що надходить у легені.
8. 1) Є герметично закритою порожниною, що забезпечує захист легень від механічних впливів і висихання; 2) забезпечує вентиляцію легень, надходження свіжого повітря в легені і вигнання видихуваного повітря з легень.
9. Капілярну щілину між вісцеральною і паріетальною листками плеври, покритим товстим прошарком серозної рідини. Негативним тиском у плевральній щілині умовно називають величину, на котру цей тиск нижче атмосферного; 8 мм рт.ст. на вдиху і 4 мм. рт. ст. на видиху.
10. Причина еластична тяга легень, що виникає при їх розтягненні. Умова герметичність плевральної щілини. Серозна рідина забезпечує ковзання листків плеври одна відносно одної, "зчеплення" цих листків.
11. Сила, із якою розтягнуті легені намагаються зменшити свій об'єм. При вдиху 8 мм рт.ст. а при видиху 4 мм рт.ст.
12. Розтягнуті еластичні волокна, гладком'язові елементи судин, бронхів і бронхіол, поверхневий натяг плівки сурфактанту, що вистилає внутрішню поверхню альвеол.
13. Знижують поверхневий натяг плівки, що вистилає альвеоли, завдяки чому легені при видиху не спадаються; зменшують еластичну тягу легень, полегшують вдих, мають бактеріостатичну активність.
14. Цьому перешкоджає атмосферний тиск, що діє на легені тільки через повітроносні шляхи і притискує легені до внутрішньої поверхні грудної клітини. Незначну роль грають сили зчеплення між вісцеральною і паріетальною листками плеври.
15. Надходження атмосферного повітря в плевральну порожнину при її герметичності. Проте, що легені увесь час знаходяться в розтягнутому стані і про наявність сили, що намагається викликати спадіння легень.
16. Забезпечує: 1) зменшення об'єму (стискання) грудної клітини при видиху; 2) куполоподібне розташування діафрагми (куполом доверху), що дає можливість зміщатися діафрагмі униз при вдиху; 3) підтримує бронхи і бронхіоли в розтягнутому стані, зменшуючи їхній опір повітряним потоком.
17. Скорочення м'язів вдиху, збільшення об'єму грудної клітини, розширення легень і зменшення тиску в них, надходження повітря в легені. Активним.
18. У стані спокою 2 - 3%, при інтенсивній роботі до 20%. Необхідність різкого посилення діяльності дихальних м'язів унаслідок різкого зростання нееластичного опору органів зовнішнього дихання.
19. Аеродинамічний опір повітроносних шляхів, опір тканин, інерційний опір.

20. При спокійному диханні діафрагма, зовнішні міжреберні і міжхрящеві м'язи: при форсованому додатково включаються м'язи плечового поясу, шиї, спини, м'язи живота, грудні м'язи.

21. Тому, що моменти сили, що піднімає ребра вгору, більше моменту сили, що опускає ребра вниз.

22. Сили еластичної тяги легень і стінки живота. Сила пружності грудної клітини.

23. Після розслаблення дихальних м'язів грудна клітина зменшується в об'ємі (стискується) за рахунок еластичної тяги легень, при цьому зростають сили пружності грудної клітини, що намагаються її розширити (рівноважний стан грудної клітини досягається при об'ємі, рівному 60% життєвої ємності легень).

24. Головна - односторонній атмосферний тиск, що діє на легені через повітроносні шляхи і притискує їх до внутрішньої поверхні грудної клітини. Другорядна сила - зчеплення між вісцеральними і парієтальними листками плеври.

25. Розслаблення дихальних м'язів, зменшення об'єму грудної клітини і об'єму легень, підвищення тиску в легенях і вигнання повітря з легень в атмосферу. Пасивним.

26. За рахунок еластичної тяги легень, еластичних сил стінки живота і ваги грудної клітини.

27. Створення градієнту атмосферного тиску на грудну клітину, зовні він більший, ніж всередині (що діє через повітроносні шляхи) на величину еластичної тяги легень.

28. Черевного пресу і внутрішніх міжреберних м'язів. Тому, що момент сили, що опускає ребра вниз, більше моменту сили, що піднімає їх вгору.

29. Вдиху перешкоджає, видиху сприяє. Тому, що точки прикріплення діафрагми до грудної клітини знаходяться нижче її купола.

30. Грудний і черевний. При грудному типі дихання розширення грудної порожнини відбувається переважно за рахунок скорочення грудних м'язів, при черевному переважно за рахунок діафрагми. Стать і вид праці. У чоловіків переважно черевний тип дихання, у жінок – грудний.

31. Дихальний об'єм, резервний об'єм вдиху, резервний об'єм видиху, залишковий об'єм. Легеневі ємності – сукупність двох або більше легневих об'ємів: загальна ємність легень, життєва ємність легень, функціональна залишкова ємність.

32. Об'єм повітря, що надходить у легені за перший спокійний вдих. 400-500 мл. Біля 150 мл (ємність повітроносного шляху мертвого простору).

33. Максимальний об'єм повітря, що можна додатково вдихнути після спокійного вдиху. 2000-3000 мл.

34. Максимальний об'єм повітря, що можна додатково видихнути після спокійного видиху. 800-1000 мл.

35. Об'єм повітря, що залишається в легенях після максимального глибокого видиху. 1100-1300 мл.

36. Максимальний об'єм повітря, що можна видихнути після максимального глибокого видиху. У чоловіків 4000-5000 мл, у жінок 3000-3500 мл.

37. Об'єм повітря, що знаходиться в легенях після максимального глибокого вдиху. Біля 6000 мл.

38. Об'єм повітря, що залишається в легенях після спокійного видиху. Включає резервний об'єм видиху і залишковий об'єм:  $1000 + 1300 = 2300$  мл.

39. Зменшення тиску в легенях внаслідок їхнього розширення. Газообмін між атмосферним і легневим повітрям. Хвилинний об'єм.

40. Ритмічне нагнітання повітря в легені через дихальні шляхи, штучне ритмічне розширення або стискання грудної клітини, ритмічна стимуляція дихальної мускулатури.

41. Кисень 20,93%, вуглекислий газ 0,03%, азот 79,04%.

### **Приклади тестових завдань.**

1. Мертвий анатомічний простір складають:

- останні 4 генерації бронхіол;

- кондуктивна( провідна ) зона;
  - 20-23 генерації бронхіол;
  - транзиторна зона;
  - альвеоли, які не вентилюються і не перфузуються.
2. Щодо сурфактантів правильними є наступні твердження:
- не забезпечують гістерезис легень;
  - забезпечують очищення альвеол;
  - за хімічною структурою є похідними амінокислот;
  - збільшують тонус бронхіальних м'язів;
  - збільшують поверхневий натяг рідини альвеол.
3. В нормі життєва ємність легень в середньому становить:
- 4000 мл.
  - 1500 мл.
  - 2500 мл.
  - 6000 мл.
  - 500 мл.
4. Щодо резервного об'єму вдиху правильними є наступні твердження:
- це максимальний об'єм повітря, який людина може вдихнути після нормального вдиху;
  - це максимальний об'єм повітря, який людина може видихнути після нормального видиху;
  - в нормі складає 3500 мл.;
  - в нормі складає 500 мл.;
  - це об'єм повітря, що надходить у легені за 1 спокійний вдих.
5. До динамічних показників вентиляції легень належать:
- дихальний об'єм;
  - альвеолярна вентиляція;
  - життєва ємність легень;
  - резервний об'єм вдиху;
  - резервний об'єм видиху.
6. Величина ЖЄЛ залежить від:
- віку;
  - статі;
  - росту, маси тіла;
  - фізичного розвитку;
  - всіх перелічених показників.

#### **Приклади ситуаційних задач.**

1. В пологовому залі клініки у новонародженого не змогли викликати перший крик. При з'ясуванні причини смерті встановлено, що при вільних повітроносних шляхах легені не розправились. Найбільш імовірною причиною цього є:
- A. Відсутність сурфактанту.
  - B. Звуження бронхів.
  - C. Розрив бронхів.
  - D. Потовщення плеври.
  - E. Збільшення розмірів альвеол.
2. У досліджуваного внутрілегеневий тиск 758мм рт.ст, тиск в міжплевральній щілині 730 мм рт.ст. Яка це стадія (фаза) дихання?
- A. Глибокий вдих.
  - B. Глибокий видих.
  - C. Нормальний вдих.
  - D. Нормальний видих.
  - E. Пауза між вдихом і видихом.

3. В результаті нещасного випадку виникла обтурація трахеї легені. Який етап дихання порушиться першим?
- Тканинне дихання.
  - Вентиляція легень.
  - Газообмін в легенях.
  - Газообмін в тканинах.
  - Транспорт кисню і вуглекислого газу.
4. На прохання лікаря хворий зробив максимально глибокий видих. Які з наведених м'язів приймають участь у такому видиху?
- Діафрагма.
  - М'язи живота.
  - Драбинчасті.
  - Грудино-ключично-сосковидні.
  - Трапецієвидні.
5. Людина зробила максимально глибокий видих. Як називається об'єм повітря, що знаходиться в її легенях?
- Залишковий об'єм.
  - Функціональна залишкова ємність легень.
  - Ємність вдиху.
  - Резервний об'єм видиху.
  - Альвеолярний об'єм.

#### **Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

- Розрахувати хвилинний об'єм дихання, якщо дихальний об'єм 450 мл, а частота дихальних рухів – 12.
- Розрахувати величину альвеолярної вентиляції, якщо дихальний об'єм 350 мл, а ЧДР – 14.
- Визначення поняття коефіцієнту легеневої вентиляції і, що він характеризує?
- Розрахувати коефіцієнт легеневої вентиляції, якщо  $DO = 500$ мл, а функціональна залишкова ємність – 2000 мл.

#### **МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА № 6.**

**На тему: Дифузійний обмін дихальних газів у легенях та тканинах. Транспорт дихальних газів кров'ю**

**Кількість годин:** 2 години.

**Місце проведення:** навчальна лабораторія.

**Навчальна мета:**

**Знати:** Закони дифузії газів з одного середовища до іншого, морфологію та особливості легеневих та судинних мембран, через які дифундують гази крові, обмін дихальних газів між різними середовищами, механізми узгодження вентиляції та кровозабезпечення альвеол.

**Уміти:** Роз'яснити механізми дифузії газів на межі легені - кров та кров -тканини, інтерпретувати фактори, які визначають дифузійну здатність легень.

#### **Теоретичні питання для самопідготовки :**

- Газообмін між атмосферним та альвеолярним повітрям.
- Дифузійна здатність легень. Співвідношення між кровозабезпеченням та вентиляцією альвеол.
- Транспорт кисню кров'ю.
- Крива дисоціації оксигемоглобіну та її фізіологічна характеристика. Фактори, що впливають на криву дисоціації оксигемоглобіну.
- Транспорт вуглекислого газу кров'ю

**Ключові слова та терміни:** дифузійна здатність легень, дифузія, перфузія, вентиляція, альвеолярна вентиляція, хвилинний об'єм дихання, напруга газів, парціальний тиск газів.

### **Практична робота: Робота 1. Спірографія**

Спірографія - це запис дихальних об'ємів повітря за допомогою спірографа. Вона дає змогу реєструвати і розраховувати ЖЄЛ і складові її об'єми, частоту, глибину і хвилинний об'єм дихання, а також величину поглинання кисню.

Основними елементами спірографа є водний спірометр (разом із трубопроводом, краном вентилятором і поглиначем CO<sub>2</sub> утворює замкнуту повітряну систему) і електричний кімограф.

Досліджуваний сідає і дихає повітрям, що знаходиться у замкнутій системі апарату. Включають кімограф і реєструють частоту і глибину дихання, резервний об'єм видиху, вдиху і ЖЄЛ у стані спокою.

По одержанні кривій - спірограмі розраховують параметри дихання. Для цього необхідно знати швидкість руху паперу (відмічається на осі абсцис) і величину зміщення спірограми ввєрх (відмічається на осі ординат). Зміщення спірограми ввєрх зумовлено зменшенням об'єму повітря у замкнутій системі спірографа, що відбувається із-за поглинання кисню піддослідним. В інструкції по експлуатації вказано, якому відрізку осі ординат відповідає поглинання 1 г O<sub>2</sub> (1 см = 200 мл повітря).

### **ДОДАТОК № 1.**

#### **Визначення основних термінів і понять :**

**Градiєнт тискiв газiв** - рiзниця мiж рiвнями тискiв газiв по обидвi сторони бiологiчних мембран.

**Напруга газу** - парціальний тиск у рiдинi.

**Парціальний тиск** - частина загального тиску газової суміші, яка пропорціональна долi вмісту певного газу.

**Перфузія** - кровотік через систему мікроциркуляції.

**Шунт** - кровотік із артерії у вени в обхід капілярів ,що не беруть участь у процесі газообміну.

**Газообмін** - це процес вирiвнювання нерiвностi парціальних тискiв газiв мiж двома середовищами.

**Гази кровi** - це розчиненi у плазмі кровi гази (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>), що визначають величини їх напруги. У поняття "гази кровi" включається і показник концентрації водних iонiв (H, рН).

**Оксигенація** - процес насичення кровi і тканин O<sub>2</sub>.

**Газообмін** - це процес вирiвнювання нерiвностi парціальних тискiв газiв мiж двома середовищами.

**Гази кровi** - це розчиненi у плазмі кровi гази (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>), що визначають величини їх напруги. У поняття "гази кровi" включається і показник концентрації водних iонiв (H<sup>+</sup>, рН).

**Сатурація гемоглобiну** - процент його насичення киснем.

**Карбгемоглобiн** – сполука гемоглобiну з CO<sub>2</sub>.

**Карбоангiдраза** – фермент еритроцитiв, який каталiзує реакцію гiдратації вуглекислого газу.

**Гiпервентиляція** – стан при якому об'єми легеневої вентиляції перевищують їх нормальні величини.

**Альвеолярна гiпервентиляція** – збiльшення об'єму атмосферного повітря або сумiш газiв, що досягають альвеол легень; характеризуються зменшенням напруги CO<sub>2</sub> в артерiальній кровi, тобто, гiпокапнiєю;

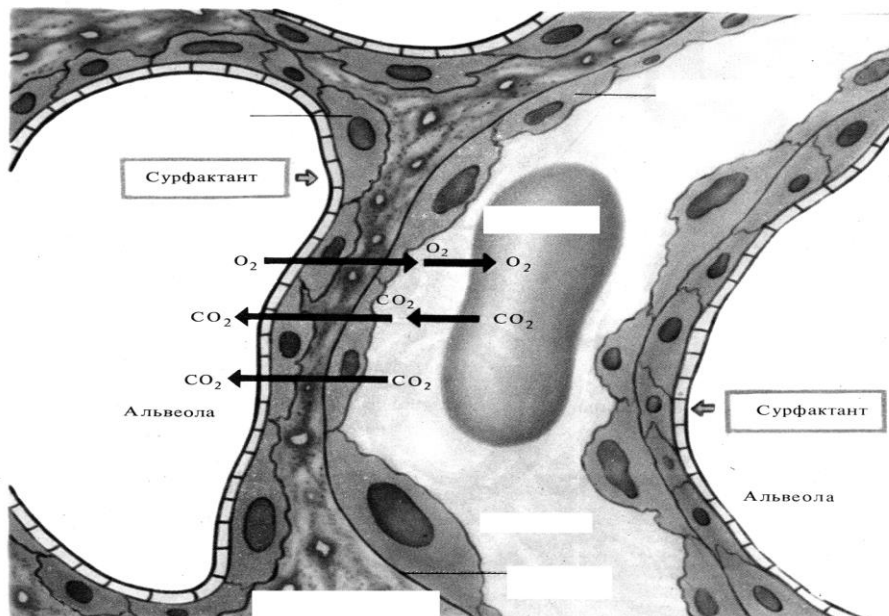
**Гіперкапія** – поняття, що характеризує величину напруги  $\text{CO}_2$  у плазмі артеріальної крові, яка перевищує 45 мм.рт.ст.

**Гіпокапія** – поняття, що характеризує величину напруги  $\text{CO}_2$  в плазмі артеріальної крові менше 35 мм.рт.ст.

**Гіпокемія** – зменшення величини напруги  $\text{O}_2$  у плазмі артеріальної і змішаної венозної крові відповідно нижче 80 і 40 мм.рт.ст.

**Гіпоксія** – кисневе голодування тканин.

**Коефіцієнт утилізації кисню** - процентне відношення артеріовенозної різниці до вмісту кисню в артеріальній крові. В нормі коливається від 30 до 40 % (стан спокою, 50-60% при фізичному навантаженні).



Мал. 1. Аерогематичний бар'єр.

## ДОДАТОК № 2.

### Контрольні питання по темі: “Транспорт газів кров'ю.”

1. Що називають хвилинним об'ємом повітря (ХОП), за допомогою якого приладу його можна виміряти. Зазначте число дихальних рухів за хвилину у стані спокою. Що означає термін "гіпервентиляція"?
2. Чому дорівнює хвилинний об'єм повітря (ХОП) у стані спокою? Чи надходить конвективним шляхом повітря в альвеоли в стані спокою? Що означає термін "гіперпноє"?
3. Що називають максимальною вентиляцією легень (МВЛ), чому вона дорівнює в тренуваній і нетренуваній людини?
4. Який склад видихуваного повітря?
5. Який склад альвеолярного повітря?
6. Чому склад альвеолярного повітря при спокійному диханні постійний?
7. Назвіть рушійну силу, що забезпечує перехід  $\text{CO}_2$  із венозної крові легень в альвеолярне повітря. Розрахуйте її величину.
8. Назвіть рушійну силу, що забезпечує перехід  $\text{O}_2$  з альвеолярного повітря у венозну кров (оксигенацію крові); розрахуйте її величину.
9. Перерахуйте чинники, що сприяють газообміну між альвеолярним повітрям і кров'ю організму.
10. Яке співвідношення між хвилинним об'ємом альвеолярної вентиляції (ХОАВ) і хвилинним об'ємом крові (ХОК) у малому колі кровообігу? Зазначте кількість  $\text{O}_2$ , що споживає людина за 1 хв.



11. Пояснити механізм кореляції між інтенсивністю кровообігу в легенях і їхньою вентиляцією.
12. Як називають бар'єр, через який відбувається газообмін між кров'ю і легенями? Назвіть його структурні елементи. Вкажіть його товщину.
13. Що називають парціальним тиском газу? Які показники необхідно знати для його розрахунку?
14. Розрахуйте парціальний тиск кисню в альвеолярному повітрі.
15. Який парціальний тиск кисню в альвеолярному повітрі і його напруга в артеріальній і венозній крові та у клітинах?
16. Який парціальний тиск  $\text{CO}_2$  в альвеолярному повітрі і його напруга в артеріальній і венозній крові та у інтерстиціальній рідині?
17. У яких станах знаходяться гази в крові? Від чого залежить кількість розчиненого  $\text{O}_2$  і  $\text{CO}_2$  в артеріальній і венозній крові?
18. Як називається сполука кисню з гемоглобіном? Що таке дисоціація оксигемоглобін, у яких умовах вона відбувається? Що називають відновленим гемоглобіном?
19. Намалюйте криву утворення і дисоціації оксигемоглобіну. Верхня або нижня частина кривої відображає процеси утворення оксигемоглобіну в легенях і дисоціацію його в тканинах?
20. Які чинники сприяють насиченню гемоглобіну киснем у легенях?
21. Які чинники сприяють дисоціації оксигемоглобіну при протіканні крові через тканини? У чому біологічний зміст великої швидкості дисоціації оксигемоглобіну при низькій напрузі  $\text{O}_2$ ?
22. У чому біологічний зміст малої залежності насичення гемоглобіну киснем при зменшенні парціального тиску кисню в крові від 100 до 60 мм рт.ст.
23. Яким методом можна визначити насичення гемоглобіну киснем? Який максимальний відсоток насичення гемоглобіну киснем? Що називають кисневою ємністю крові?
24. Скільки кисню (у % і мл/л) міститься в артеріальній і венозній крові? Розрахуйте артеріовенозну різницю кисню.
25. Скільки фізично розчиненого і хімічно зв'язаного кисню міститься в артеріальній крові при загальному вмісту його 20 % (200 мл/л)?
26. Що називають коефіцієнтом утилізації кисню? Чому він дорівнює в стані спокою і при м'язовій роботі?
27. Скільки кисню споживає людина за 1 хв. у стані спокою, при швидкій ходьбі і при важкій м'язовій роботі?
28. Що називають зовнішнім диханням? Які чотири етапи процесу дихання воно включає?
29. Як називаються сполуки гемоглобіну з чадним газом? У чому його особливість?
30. У видів яких хімічних сполук транспортується кров'ю  $\text{CO}_2$ ?
31. Як називається сполука гемоглобіну із  $\text{CO}_2$ ? Якими особливостями вона характеризується?
32. Назвіть етапи перетворення  $\text{CO}_2$  у бікарбонат у крові капілярів тканин. Вкажіть в еритроцитах або плазмі вони здійснюються.
33. У венозній або артеріальній крові об'єм еритроцитів більше? Чим це пояснюється?
34. За допомогою якого ферменту і де (в плазмі крові або еритроцитах) відбувається гідратація і дегідратація  $\text{CO}_2$ ? Який мікроелемент необхідний для цієї реакції?
35. Якими катіонами зв'язуються аніони  $\text{HCO}_3$  в еритроцитах і в плазмі крові? Як називаються ці сполуки?
36. Якими методами можна вилучити гази в крові? Назвіть авторів, що запропонували ці методи.
37. Скільки  $\text{CO}_2$  міститься у венозній крові фізично розчиненого і хімічно зв'язаного?

### **Відповіді по темі: "Транспорт газів кров'ю"**

1. Об'єм повітря, що проходить через легені за одну хвилину. За допомогою спірографа. 12-18 л/хв. Довільне посилення дихання, що не відповідає метаболічним потребам організму.
2. 6-7 л. У стані спокою в альвеоли повітря конвективним шляхом не надходить. Мимовільне посилення дихання в зв'язку з реальними потребами організму.

3. Максимальний об'єм повітря, що проходить через легені при максимальному форсованому диханні (максимальна частота і глибина дихання). 70-100л і 120-150л, відповідно.
4. Кисень 16,0%, вуглекислий газ 4,5 %, азот 79,5 %.
5. Кисень 14,0 %, вуглекислий газ 5,5 %, азот 80,5%.
6. Тому, що при спокійному диханні вдихається невеликий об'єм повітря і свіже повітря конвективним шляхом в альвеоли не надходить, їхня вентиляція здійснюється дифузійно безупинно у фазу вдиху і видиху.
7. Різниця між напругою  $\text{CO}_2$  у венозній крові (46 мм рт. ст.) і парціальним тиском його в альвеолярному повітрі (40 мм рт. ст.), тобто  $p\text{CO}_2$  46- 40 = 6 мм рт. ст.
8. Різниця між парціальним тиском  $\text{O}_2$  в альвеолярному повітрі (100 мм рт. ст.) і напругою його у венозній крові (40 мм рт. ст.), тобто  $p\text{O}_2$  100 - 40 = 60 мм рт.ст.
9. 1) Велика поверхня альвеол і легеневих капілярів; 2) велика швидкість дифузії газів через тонку легеневу мембрану; 3) інтенсивність кровообігу і вентиляції легень; 4) кореляція між інтенсивністю кровообігу в легенях і їхньою вентиляцією.
10. Приблизно 0,8 (ХОАВ децю менше ХОК у малому колі кровообігу). Біля 300 мл.
11. У малому колі кровообігу при нестачі кисню (у ділянках легень, що погано вентилуються) судини в стінках відповідних альвеол звужуються забезпечуючи зменшення кровотоку через цю ділянку легень. У альвеолах, що добре вентилуються судини розширені, і кровоток повноцінний.
12. Легенева мембрана, проширок ендотеліальних клітин, дві основні мембрани, проширок плоского альвеолярного епітелію, проширок сурфактанту. Біля 12 мкм.
13. Частина тиску газової суміші, що припадає на частку даного газу. Загальний тиск газової суміші і процентний вміст даного газу в цій суміші.
14.  $760 \times 21 = 159,6$  мм рт.ст.
- 100
- 760ммрт.ст.100% x 21%
- 2.
- $(760 \text{ мм рт.ст.} - 47 \text{ мм рт.ст.}) / 100\% \times 14\%$
- $(760-47) \times 14$
- $x = 100 \text{ мм рт.ст.}$
- 47 мм рт.ст.- парціальний тиск водяних парів в альвеолярному повітрі.
15. У альвеолярному повітрі й артеріальній крові 100 мм рт.ст. у венозній крові 40 мм рт.ст., у клітинах біля 1-10 мм рт.ст.
16. У альвеолярному повітрі й в артеріальній крові 40 мм рт.ст., у венозній крові 46 мм рт.ст., у інтерстиції 70-80 мм рт.ст.
17. У стані фізичного розчинення й у вигляді хімічних сполук. Від парціального тиску  $\text{O}_2$  і  $\text{CO}_2$  в крові, тобто в альвеолах легень і в тканинах, відповідно.
18. Оксигемоглобін. Віддача оксигемоглобіном кисню при зниженні його парціального тиску. Гемоглобін після відщеплення  $\text{O}_2$ .
19. Обидва процеси відображає верхня частина кривої, але вони йдуть у протилежних напрямках: у тканинах дисоціація оксигемоглобіну, у легенях утворення його.
20. Збільшення напруги  $\text{O}_2$  у крові, падіння напруги  $\text{CO}_2$ . збільшення р., зниження температури.
21. Падіння напруги  $\text{O}_2$  у крові, збільшення напруги  $\text{CO}_2$  зниження р., підвищення температури. У більш швидкій віддачі  $\text{O}_2$  тканинам.
22. У тому, що насичення гемоглобіну киснем у легенях буде достатнім для організму навіть при значному (до 60 мм рт. ст.) падінні парціального тиску  $\text{O}_2$  в альвеолярному повітрі.
23. Оксигемометрією. 96-98%. Максимальна кількість кисню (у мл), що зв'язується 100 мл крові.
24. У артеріальній 19-20 об.% (190-200 мл/л), у венозній 14,5-15,5 об.% (145-155 мл/л). Різниця 4,5 об. % (45 мл/л).
25. Фізично розчиненого 0,3 об.% (3 мл/л), хімічно зв'язаного 19,7 об.% (197 мл/л).
26. Відсоток кисню, що поглинається тканинами з артеріальної крові. У стані спокою 30-40%, при роботі до 50-60% кисню, що міститься в артеріальній крові.

27. У стані спокою 250-300 мл за хв., при швидкій ходьбі 2,5 л за хв., при важкій м'язовій роботі до 4 л за хв.
28. Процес газообміну між кров'ю організму і навколишнім середовищем. Включає вентиляцію легень і газообмін між легнями і кров'ю, транспорт газів кров'ю, газообмін між кров'ю і тканинами.
29. Карбоксигемоглобін. Це стійка сполука, що повільно дисоціює, у 150-300 разів більш міцна, ніж сполука гемоглобіну з  $O_2$ .
30. У вигляді бікарбонату натрію і калію, вугільної кислоти і іонів, у вигляді сполук із гемоглобіном (карбогемоглобін) і білками плазми крові (карбомінові сполуки).
31. Карбогемоглобін. Легко дисоціює при зниженні напруги  $CO_2$  у крові і знову утворюється при підвищенні напруги  $CO_2$  у крові.
32. 1) гідратація  $CO_2$  в еритроцитах, тобто утворення вугільної кислоти; 2) дисоціація вугільної кислоти на іони ( $H^+$  і  $HCO_3^-$ ) в еритроцитах; 3) утворення бікарбонатів в еритроцитах і плазмі.
33. У венозній. Це пояснюється надходженням води в еритроцити внаслідок накопичення іонів усередині еритроцитів і підвищення в них осмотичного тиску.
34. За допомогою карбоангідрази в еритроцитах. Цинк.
35. Катіоном  $K^+$  в еритроцитах, катіоном  $Na^+$  у плазмі. Бікарбонати.
36. Метод фізичного вилучення газів за допомогою створення торічеллієвої пустоти, тобто вакууму (метод Сеченова), витіснення газів із крові хімічним шляхом (метод Баркрофта), комбінацією цих методів (метод Ван-Слайка).
37. Фізично розчинено біля 3 об.% (30 мл/л), хімічно зв'язаного приблизно 55 об.% (550 мл/л).

### Приклади тестових завдань.

- Напруга напівнасичення:
  - це такий показник напруги, при якому сатурація гемоглобіну становить 50%;
  - в нормі цей показник становить 10 мм рт. ст.
  - в нормі напруга насичення становить 37 мм рт. ст.
  - це такий показник при якому напруга кисню становить 50 мм рт. ст.
  - ні одна відповідь не вірна.
- Якщо крива дисоціації зміщена вправо, то її  $P_{50}$  становить:
  - 37 мм рт. ст.
  - 21 мм рт. ст.
  - 17 мм рт. ст.
  - 25 мм рт. ст.
  - 15 мм рт. ст.
- Киснева ємність артеріальної крові становить:
  - 200 мл  $O_2$  на 1 л крові;
  - 100 мл  $O_2$  на 1 л крові;
  - 300 мл  $O_2$  на 1 л крові;
  - 120 мл  $O_2$  на 1 л крові;
  - 500 мл  $O_2$  на 1 л крові.
- Щодо транспорту  $CO_2$  кров'ю правильні такі твердження:
  - 95%  $CO_2$  транспортується у хімічно зв'язаному виді;
  - 1 л крові транспортує 200 мл  $CO_2$ ;
  - 70%  $CO_2$  транспортується у вигляді карбогемоглобіну;
  - 20%  $CO_2$  розчинено в плазмі;
  - всі твердження вірні.
- Напруга  $O_2$  і  $CO_2$  у венозній крові відповідно складає:
  - 40 мм рт. ст і 46 мм рт. ст.
  - 90 мм рт. ст і 40 мм рт. ст.
  - 46 мм рт. ст і 40 мм рт. ст.

- 100 мм рт. ст і 46 мм рт. ст.
  - 40 мм рт. ст і 60 мм рт. ст.
6. Дифузійна здатність легень характеризує:
- напругу кисню в альвеолярному повітрі;
  - напругу вуглекислого газу в артеріальній крові;
  - перфузію альвеол;
  - вентиляцію альвеол;
  - проникність легеневої мембрани для газів.

### **Приклади ситуаційних задач.**

1. Під час аускультатції хворого попрохали глибоко дихати. Після 10 дихальних рухів хворий відчув запаморочення. Це викликано:
  - A. Зниженням кількості еритроцитів.
  - B. Зниженням концентрації гемоглобіну.
  - C. Підвищенням буферної ємності крові.
  - D. Респіраторним ацидозом.
  - E. Респіраторним алкалозом.
2. Внаслідок отруєння чадним газом (CO) у людини виникли головний біль, задишка, запаморочення. Зниження вмісту якої сполуки у крові призвело до цього?
  - A. Оксигемоглобіну.
  - B. Карбоксигемоглобіну.
  - C. Карбгемоглобіну.
  - D. Метгемоглобіну.
  - E. Дезоксигемоглобіну.
3. Лікар швидкої допомоги констатував у потерпілого прояви отруєння окиснювачами в результаті якого кров потерпілого виявлена темно-шоколадного кольору. Яка сполука стала причиною цього?
  - A. Карбоксигемоглобін.
  - B. Карбгемоглобін.
  - C. Метгемоглобін.
  - D. Дезоксигемоглобін.
  - E. Оксигемоглобін.
4. Крива дисоціації оксигемоглобіну зміщена вправо. Які зміни в організмі людини можуть бути причиною цього?
  - A. Гіпертермія.
  - B. Зменшення концентрації 2,3-дифосфогліцерату в еритроцитах.
  - C. Алкалоз.
  - D. Гіпокапнія.
  - E. Гіпоксемія.
5. Під час диспансерного огляду пацієнт визнаний клінічно здоровим. Які значення напруги кисню у стані спокою для нього характерні (мм. ст. ст.)?
  - A. Венозна кров – 40, артеріальна кров – 100, тканини – 30.
  - B. Венозна кров – 40, артеріальна кров – 100, тканини – 130.
  - C. Венозна кров – 100, артеріальна кров – 60, тканини – 30.
  - D. Венозна кров – 46, артеріальна кров – 60, тканини – 40.
  - E. Всі відповіді неправильні.

### **Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Розрахувати коефіцієнт утилізації кисню в організмі людини в стані спокою якщо артеріовенозна різниця складає 80%, а киснева ємність крові – 200 мл.
2. Як зміниться спорідненість гемоглобіну до кисню, якщо P<sub>50</sub> кривої дисоціації оксигемоглобіну складає 36 мм рт.ст.?

3. Як зміниться спорідненість гемоглобіну до кисню, якщо  $P_{50}$  кривої дисоціації оксигемоглобіну складає 16 мм рт.ст.?
5. Обстежуваний із горизонтального положення перейшов у вертикальне. Чи змінилась перфузія легень кров'ю?

### МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА № 7.

**На тему:** *Регуляція дихання*

**Кількість годин:** 2 години.

**Місце проведення:** навчальна лабораторія.

**Навчальна мета:**

**Знати:** основні принципи регуляції дихання, мати уяву про структуру і діяльність дихального центру.

**Уміти:** визначити максимальну тривалість затримки дихання при різних пробах (Штанге, Генча та ін.) і проаналізувати механізми регуляції дихання.

#### Теоретичні питання для самопідготовки:

1. Дихальний центр та його участь у регуляції дихання.
2. Механорецепторні дихальні рефлекси.
3. Хеморецепторні дихальні рефлекси.
4. Вплив неспецифічних факторів на дихання.

**Ключові слова та терміни:** *гіпоксія, гіпоксемія, гіпервентиляція, гіповентиляція, апноє, асфіксія, гіперкапнія, гіпокапнія, дорсальна респіраторна група, вентральна респіраторна група, анейстичний центр, пневмотаксичний центр, рефлекс Герінга-Бреєра, пара ганглії каротидних тілець, аортальні тільця.*

#### Практичні роботи:

##### **Робота 1. Проба Штанге з максимальною затримкою дихання на вдиху**

Після глибокого вдиху (але не максимального глибокого) затримати якомога довше дихання, затиснувши ніс. Зафіксувати час початку затримки і тривалість затримки. Записати результат. Наступну пробу можна робити через 5 хв.

##### **Робота 2. Проба Генча за максимальною затримкою дихання на видиху**

Спокійно видихнути і зафіксувати час початку затримки дихання. Не дихати якомога довше. Визначити тривалість затримки. Записати результат. Через 5 хв. Провести наступну пробу.

##### **Робота 3. Проба з максимальною затримкою дихання після глибокого вдиху, який роблять після гіпервентиляції.**

Протягом кількох секунд провести гіпервентиляцію (глибоко і часто дихати), після чого зробити глибокий вдих і затримати дихання, зафіксувати тривалість цього періоду.

**Рекомендації щодо оформлення результатів роботи:** Одержані результати всіх трьох проб записати у протоколи. У висновках відмітити, чому у всіх трьох пробах різна тривалість періоду затримки?

### ДОДАТОК № 1.

#### Визначення основних термінів і понять:

**Гіпервентиляція** - стан при якому об'єми легеневої вентиляції перевищують їх нормальні величини.

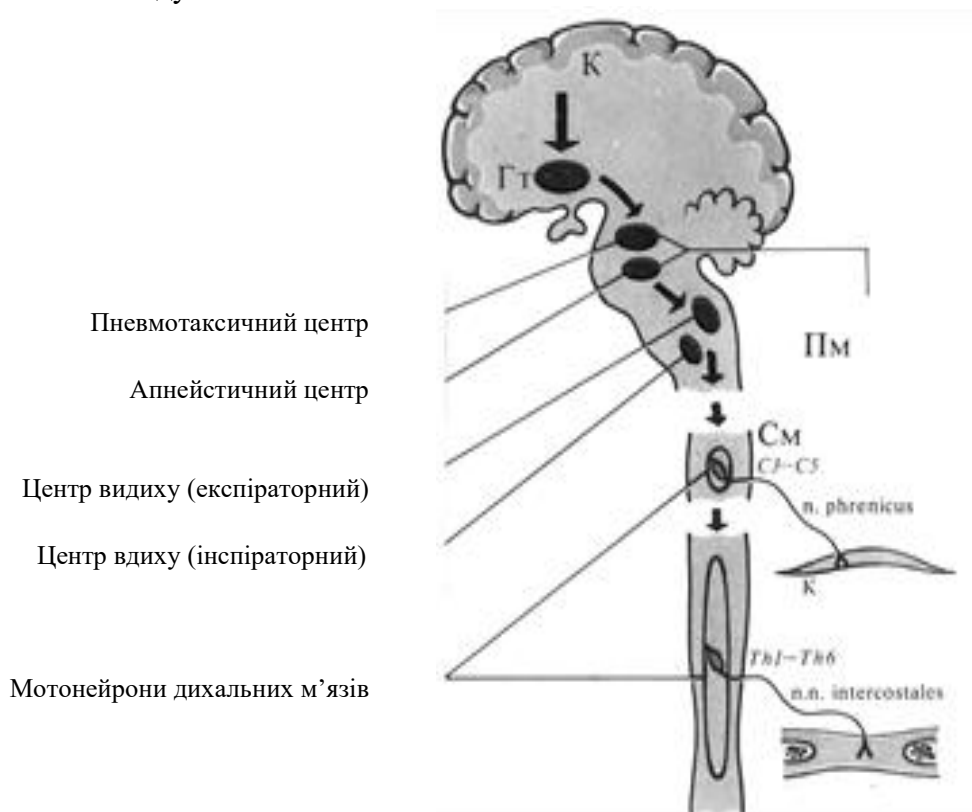
**Альвеолярна гіпервентиляція** - збільшення об'єму атмосферного повітря або суміш газів, що досягають альвеол легень; характеризуються зменшенням напруги  $CO_2$  в артеріальній крові, тобто, гіпокапнією;

**Гіперкапнія** - поняття, що характеризує величину напруги  $CO_2$  у плазмі артеріальної крові, яка перевищує 45 мм.рт.ст.

**Гіпокапнія** - поняття, що характеризує величину напруги  $CO_2$  в плазмі артеріальної крові менше 35 мм.рт.ст.

**Гіпоксемія** - зменшення величини напруги  $O_2$  у плазмі артеріальної і змішаної венозної крові відповідно нижче 80 і 40 мм.рт.ст.

**Гіпоксія** - кисневе голодування тканин.



**Мал. 1. Структура дихального центру**

**Зміна дихання після перетину на різних рівнях ЦНС.**

1. На рівні першого шийного сегменту спинного мозку – зупинка дихання;
2. Вище п'ятого шийного сегменту спинного мозку – зупинка дихання;
3. Нижче п'ятого шийного сегменту спинного мозку – дихання стане поверхневим і рідким;
4. Нижче шостого грудного сегменту спинного мозку – дихання не зміниться;
5. Між довгастим мозком і Варолієвим мостом – рідке і глибоке дихання;
6. Вище Варолієвого моста – дихання суттєво не зміниться.

**ДОДАТОК № 2.**

**Контрольні питання по темі: “Регуляція дихання.”**

1. У яких відділах стовбура мозку знаходяться групи нейронів дихального центру? Де розташована головна частина дихального центру?
2. До яких нейронів спинного мозку посилає імпульси дихальний центр, у яких відділах вони розташовані?

3. Що відбувається з диханням після перетину спинного мозку безпосередньо під довгастим мозком, після руйнування довгастого мозку?
4. Як зміниться дихання після перетину спинного мозку між шийними і грудними сегментами та між мостом і довгастим мозком?
5. По якій електрофізіологічній ознаці нейрони дихального центру поділяють на інспіраторні і експіраторні?
6. Перерахуйте чинники, що забезпечують і підтримують автоматію дихального центру.
7. Куди посилають імпульси ранні і пізні інспіраторні нейрони, який результат цієї взаємодії?
8. Які чинники викликають збудження інспіраторних нейронів?
9. Імпульси від яких джерел викликають гальмування інспіраторних нейронів? Які принципи структурно-функціонального зв'язку лежать в основі реалізації гальмівних впливів?
10. Що викликає збудження і гальмування експіраторних нейронів? За допомогою якого принципу регуляції здійснюється останнє?
11. Яку функцію в регуляції дихання виконують дихальні нейрони моста?
12. Яку роль грає гіпоталамус у регуляції дихання? Наведіть приклади.
13. Яка роль великих півкуль у регуляції дихання?
14. Як зміниться дихання після перетину задніх кінцівок спинного мозку в грудному відділі та перетину блукаючих нервів?
15. Що таке апарат Герінга-Брейнера, яке їхнє значення в саморегуляції дихання?
16. Назвіть основні периферичні і центральні хеморецептивні зони, яка їхня роль у регуляції дихання?
17. Як впливає на центральні і периферичні (артеріальні) хеморецептори зниження рН, зменшення напруги  $O_2$  і збільшення напруги  $CO_2$  у крові?
18. Де розташовуються ірритантні рецептори, які їхні функціональні особливості?
19. На які подразники реагують ірритантні рецептори дихальних шляхів і легень? Які реакції виникають при цьому?
20. Опишіть коротко дослід Фредеріка (підготовчу частину операції), що доказує роль газового складу крові в регуляції діяльності дихального центру.
21. Як і чому зміниться активність дихального центру в собаки із здавленою трахеєю в досліді Фредеріка?
22. Як і чому зміниться активність дихального центру в собаки без стискування трахеї в досліді Фредеріка?
23. Що доказує дослід Фредеріка з перехресним кровообігом у відношенні регуляції дихання?
24. Опишіть дослід Холдена, що доказує, що головним стимулятором дихання є вуглекислий газ?
25. Що відбувається з диханням після інтенсивної гіпервентиляції легень? Чому?
26. Що відбувається з насиченим гемоглобіну киснем після гіпервентиляції легень? Чому?
27. Що відбувається з диханням після довільної затримки дихання? Чому?
28. Чому довільна затримка дихання не може бути тривалою, як її можна продовжити?
29. У чому полягає принцип негативного зворотного зв'язку у регуляції дихання при зміні напруги  $CO_2$  у крові? До чого це веде?
30. Що подразнює хеморецептори каротидного синусу: зменшення загальної кількості кисню, спадіння його напруги?
31. Як впливають на дихання артеріальні барорецептори, що реагують на зміни артеріального тиску?
32. Підйом людини на яку висоту веде до виникнення гірської хвороби? Які прояви цієї хвороби?
33. Перерахуйте пристосувальні зміни, що відзначаються в крові при акліматизації до кисневого голодування?
34. Які зміни спостерігаються в організмі (крім змін у крові) при акліматизації до кисневого голодування?

35. При яких умовах виникає кесонова хвороба? В чому її сутність і небезпека?
36. З якою метою використовують гіпербаричну оксигенацію? Який механізм цього явища?

**Відповіді по темі: “Регуляція дихання.”**

1. У мосту і довгастому мозку.
2. До мотонейронів дихальних м'язів, розташованих у передніх рогах спинного мозку.
3. Дихання припиниться в обох випадках.
4. Дихання буде продовжуватися тільки за рахунок скорочення діафрагми; порушиться ритм дихання, частота дихання зменшиться за рахунок більш тривалого видиху.
5. По відповідності імпульсної активності дихальних нейронів і фазою дихального циклу.
6. Спонтанна активність нейронів дихального центру, гуморальні впливи на центр, аферентна імпульсація від хемо- і механорецепторів, взаємодія збудливих і гальмівних нейронів дихального центру
7. Ранні інспіраторні нейрони посилають імпульси до мотонейронів спинного мозку, що іннервують м'язи вдиху, і до пізніх інспіраторних нейронів. Останні посилають імпульси до ранніх інспіратор нейронів і гальмують їх, забезпечуючи тим самим зміну вдиху та видиху.
8. Збільшення  $p\text{CO}_2$ , зниження  $p\text{H}$  (через збудження периферичних артеріальних і центральних хеморецепторів), зниження  $p\text{O}_2$  (тільки через збудження артеріальних хеморецепторів), низхідні впливи нейронів мосту.
9. Аферентні імпульси від рецепторів розтягнення легень за принципом зворотного зв'язку, а також від пізніх інспіраторних нейронів за принципом реципрокного зв'язку, низхідні впливи нейронів мосту за принципом прямого зв'язку.
10. Збуджуючи імпульси від центральних хеморецепторів і від рецепторів розтягнення легень гальмуючі імпульси від інспіраторних нейронів за принципом реципрокного зв'язку.
11. Спричиняють тонічний збудливий вплив на ранні і пізні інспіраторні нейрони довгастого мозку.
11. Забезпечує посилення дихання при різноманітних видах діяльності і станах організму. Потребують збільшення метаболічної активності (наприклад, при загальній захисній реакції, під час фізичної роботи, при емоційному збудженні, при підвищенні температури тіла).
12. Пристосування дихання до умов зовнішнього середовища, що змінюються, довільним керуванням дихання.
13. Дихання стане поверхневим (неглибоким) або рідким і глибоким, відповідно.
14. Рефлекси, що виникають із механорецепторів легень при розтягненні їх на вдиху здійснюються через афферентні волокна блукаючих нервів; сприяють ритмічній зміні вдиху і видиху.
15. Дуга аорти, каротидний синус, стовбур довгастого мозку. Сприяють зміні  $p\text{H}$  і напруги дихання до потреб організму.
16. Зниження  $p\text{H}$  і збільшення  $p\text{CO}_2$  збуджують і ті і інші рецептори; зменшення  $p\text{O}_2$  збуджують артеріальні рецептори.
17. У епітелії і субепітеліальному прошарку всіх дихальних шляхів; мають властивості механорецепторів.
18. Частинки пилу, пари їдких речовин (ефір, аміак), сильний вдих і видих, патологічні процеси в дихальних шляхах і легенях. Кашель, дряпання у горлі, печія, задишка.
19. Дослід виконаний на двох собаках із «перехресним» кровообігом: голова кожної собаки постачається кров'ю від тулуба іншої («перехрест» сонних артерій і яремних вен, відповідно).
20. Загальмується внаслідок надходження в її голову крові, що бідна вуглекислим газом від собаки зі здавленою трахеєю.
21. Різко посилюється внаслідок надходження в її голову крові, збагаченої вуглекислим газом бідної на кисень від собаки зі здавленою трахеєю.



22. *Наявність гуморальної регуляції дихання, що здійснюється при дії на дихальний центр зміненого газового складу крові ( $p\text{CO}_2$ ,  $p\text{O}_2$ ,  $p\text{H}$ ).*
23. *При диханні повітрям у замкнутому просторі (вміст  $\text{O}_2$  падає, а  $\text{CO}_2$  зростає) спостерігається посилене дихання – гіперпноє; при такому ж диханні, але в умовах поглинання надлишку  $\text{CO}_2$  гіперпноє не розвивається.*
24. *Короткочасне припинення дихання (апное) у зв'язку з різким зменшенням напруги  $\text{CO}_2$ .*
25. *Не зміниться, тому що гемоглобін максимально насичений киснем у здорової людини і при спокійному диханні.*
26. *Гіперпноє, тобто більш часте і більш глибоке дихання в результаті накопичення  $\text{CO}_2$  у крові.*
27.  *$\text{CO}_2$ , що накопичується у крові збуджує інспіраторні нейрони дихального центру у результаті чого виникає непереборне бажання вдиху. Попередньою гіпервентиляцією або регулярним тренуванням.*
28. *Гіперкапінія викликає посилення активності дихального центру, збільшення вентиляції легень і, як наслідок, зменшення вмісту  $\text{CO}_2$  у крові. Гіпокапінія викликає протилежні ефекти. В результаті напруга  $\text{CO}_2$  у крові підтримується на постійному рівні.*
29. *Тільки зменшення напруги  $\text{O}_2$  (тобто кількість фізично розчиненого в крові кисню).*
30. *Посилення активності барорецепторів при підвищенні артеріального тиску супроводжується зменшенням вентиляції легень, при зниженні артеріального тиску вентиляція легень збільшується.*
31. *Звичайно на висоту 3-4 км над рівнем моря і вище. Слабкість, головна біль, ціаноз(синюшність шкіри), внаслідок зменшення глибини дихання, зниження частоти серцевих скорочень та артеріального тиску.*
32. *1) Збільшення кількості еритроцитів у крові; 2) збільшення вмісту гемоглобіну в тромбоцитах; 3) прискорення дисоціації гемоглобіну в тканинних капілярах.*
33. *1) збільшення вентиляції легень; 2) підвищення щільності кровеносних капілярів; 3) підвищення стійкості клітин, особливо нервових, до гіпоксії.*
34. *При швидкому переході з умов високого тиску (у барокамері, під водою) до нормального. У крові з'являються бульбашки газу (азоту), що можуть викликати газову емболію (закупорку дрібних судин).*
35. *Для підвищення транспорту кисню до тканин. У крові різко зростає кількість розчиненого кисню, достатнього для задоволення потреб організму навіть без участі гемоглобіну.*

### **Приклади тестових завдань.**

1. Рефлекс Герінга-Бреєра реалізується за рахунок подразнення:
  - хеморецепторів дуги аорти;
  - хеморецепторів каротидного синуса;
  - механорецепторів дихального апарату;
  - рецепторів сухожилів і суглобів;
  - всіх вище перерахованих рецепторів.
2. Центральні хеморецептори дихального центру реагують безпосередньо на:
  - зміни напруги  $\text{O}_2$ ;
  - зміни напруги  $\text{CO}_2$ ;
  - зміни напруги  $\text{O}_2$  і  $\text{CO}_2$ ;
  - зміни концентрації  $\text{H}^+$ ;
  - ні одна відповідь не вірна.
3. Пневмотаксичний центр:
  - лімітує тривалість вдиху;
  - забезпечує апнейстичне дихання;
  - забезпечує ритмічне чергування вдиху і видиху;
  - мало активний під час спокійного дихання;

- активується під час фізичних навантажень.

4. Периферичні хеморецептори, які беруть участь в регуляції дихання, локалізуються переважно в:

- плеврі;
- дихальних м'язях;
- трахеї;
- каротидному синусі;
- довгастому мозку.

5. Основні нейрони дихального центру знаходяться в:

- середньому мозку;
- довгастому мозку;
- спинному мозку;
- гіпоталамусі;
- корі.

6. Дихальний центр регулює:

- дифузійну здатність легень;
- дифузію газів;
- легеневу перфузію та дифузію газів;
- легеневу перфузію;
- частоту і глибину дихання.

### Приклади ситуаційних задач.

1. При палінні тютюну у людини часто виникає кашель. Подразнення яких рецепторів запускає цей рефлекс?

- A. Іритантних.
- B. Центральних хеморецепторів.
- C. Хеморецепторів дуги аорти.
- D. Хеморецепторів каротидних синусів.
- E. Механорецепторів легень.

2. У тварини в експерименті перерізували спинний мозок нижче 5-го шийного сегменту. Як зміниться характер дихання?

- A. Стане глибоким і рідким.
- B. Припиниться.
- C. Стане поверхневим і рідким.
- D. Стане поверхневим і частим.
- E. Стане глибоким і частим.

3. Водолаза піднятий з глибини 50 м на поверхню за 10 хв. В результаті виникла кесонна хвороба. Що привело до її виникнення?

- A. Гіпоксемія.
- B. Гіперкапнія.
- C. Газова емболія мілких судин.
- D. Гіпероксемія.
- E. Гіпокапнія.

4. Перетин стовбура мозку між мостом і довгастим мозком викликає подовження фази вдиху. Причиною цього є порушення зв'язку дихального центру довгастого мозку з:

- A. Пневмотаксичним центром.
- B. Ретикулярною формацією.
- C. Мозочком.
- D. Корою.
- E. Червоними ядрами.

5. В результаті травми відбулося пошкодження спинного мозку (з повним переривом) на

рівні першого шийного хребця. Що відбудеться з диханням ?

- A. Дихання припиняється.
- B. Дихання не змінюється.
- C. Зростає частота дихання.
- D. Зростає глибина дихання.
- E. Зменшиться частота дихання.

#### **Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Після дихання у запиленому приміщенні у людини виник кашель. Які рецептори збуджені?
2. У групі туристів, які піднялися на висоту 4000 м, виникла гірська хвороба, яка супроводжувалась задишкою, втратою свідомості. Які процеси могли привести до такого стану?

### **МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА № 8.**

**На тему: Загальна характеристика системи кровообігу. Електрична активність серця та її фізіологічне значення.**

#### **Навчальна мета:**

**Знати:** будову і функції системи кровообігу; фізіологічні властивості серцевого м'яза, що забезпечують функцію серцевого м'яза як насоса

**Уміти:** схематично зобразити провідну систему серця, ПД клітин синусного вузла та кардіоміоцитів шлуночків серця.

#### **Теоретичні питання для самопідготовки:**

1. Будова і значення системи кровообігу.
2. Фізіологічні властивості серцевого м'яза.
3. Автоматія серця. Особливості потенціалу дії (ПД) атипичних кардіоміоцитів.
4. Проведення збудження в різних відділах міокарда.
5. Збудження серцевого м'яза. ПД типових кардіоміоцитів. Рефрактерність міокарду.
6. Особливості скоротливої функції міокарда.

**Ключові слова та терміни:** автоматія серця, провідна система серця, закон градієнту провідної системи серця, повільна спонтанна діастолічна деполяризація, плато ПД, закон "все або нічого".

#### **Практична робота:**

##### **Робота 1. Дослідження провідної системи серця (дослід Станніуса)**

Руйнують головний і спинний мозок жаби. Ножицями роблять розріз передньої грудної стінки. Через отвір у грудній клітці видно серце, що скорочується. Підраховують частоту серцевих скорочень за 1 хв. За допомогою очного пінцета проводять нитку між венозним синусом і передсерддями і зав'язують лігатуру. Спостерігають за скороченням кожного з відділів серця жаби. Після цього, не знімаючи першу лігатуру, треба накласти другу лігатуру по передсердно-шлуночковій борозні, зав'язати вузол і затягнути її.

Спостерігають за скороченням відділів серця, підраховують частоту скорочення кожного з них. Накладають третю лігатуру в нижній третині шлуночка таким чином, щоб верхівка серця була відокремлена від інших частин. Відмічають, чи скорочується верхівка серця.

#### **Рекомендації щодо оформлення результатів роботи:**

1. Замалювати схему провідної системи серця.

2. Записати частоту скорочення різних відділів серця жаби у вихідному положенні та після накладання кожної з лігатур.

### ДОДАТОК № 1.

#### Визначення основних термінів і понять:

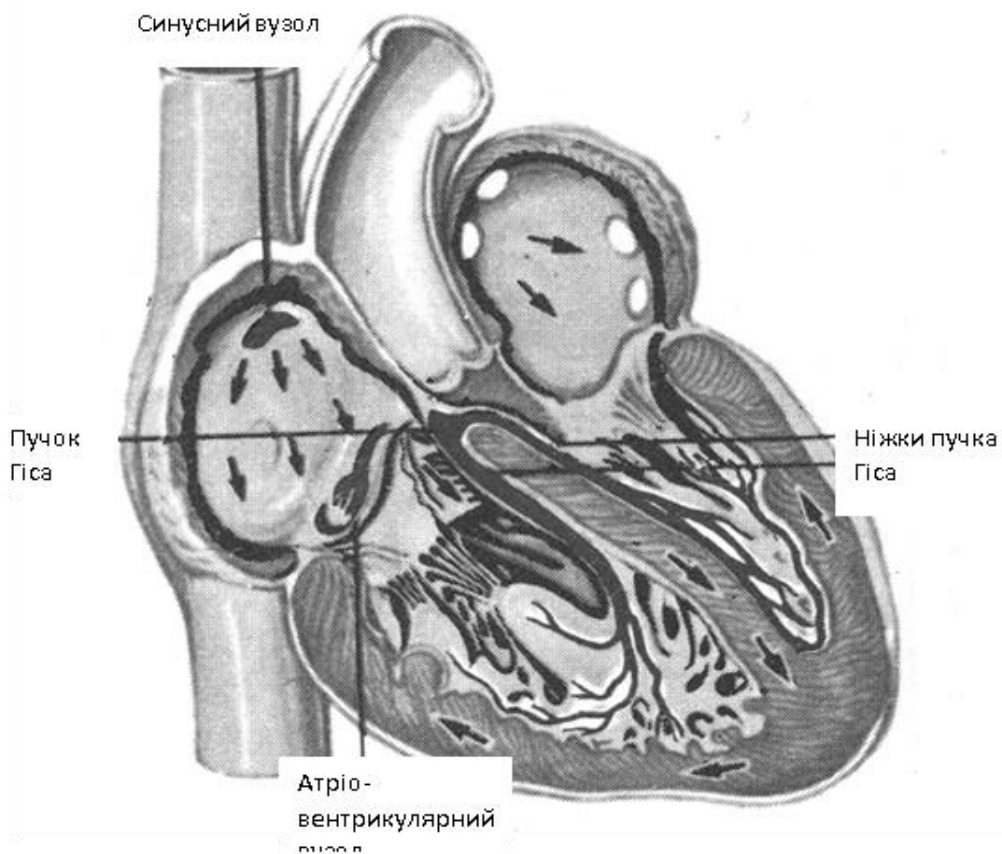
**Автоматизм серця** – це здатність міокарда спонтанно генерувати збудження.

**Спонтанна діастолічна деполяризація** – відсутність фази спокою в структурі потенціалу дії атипного кардіоміоцита.

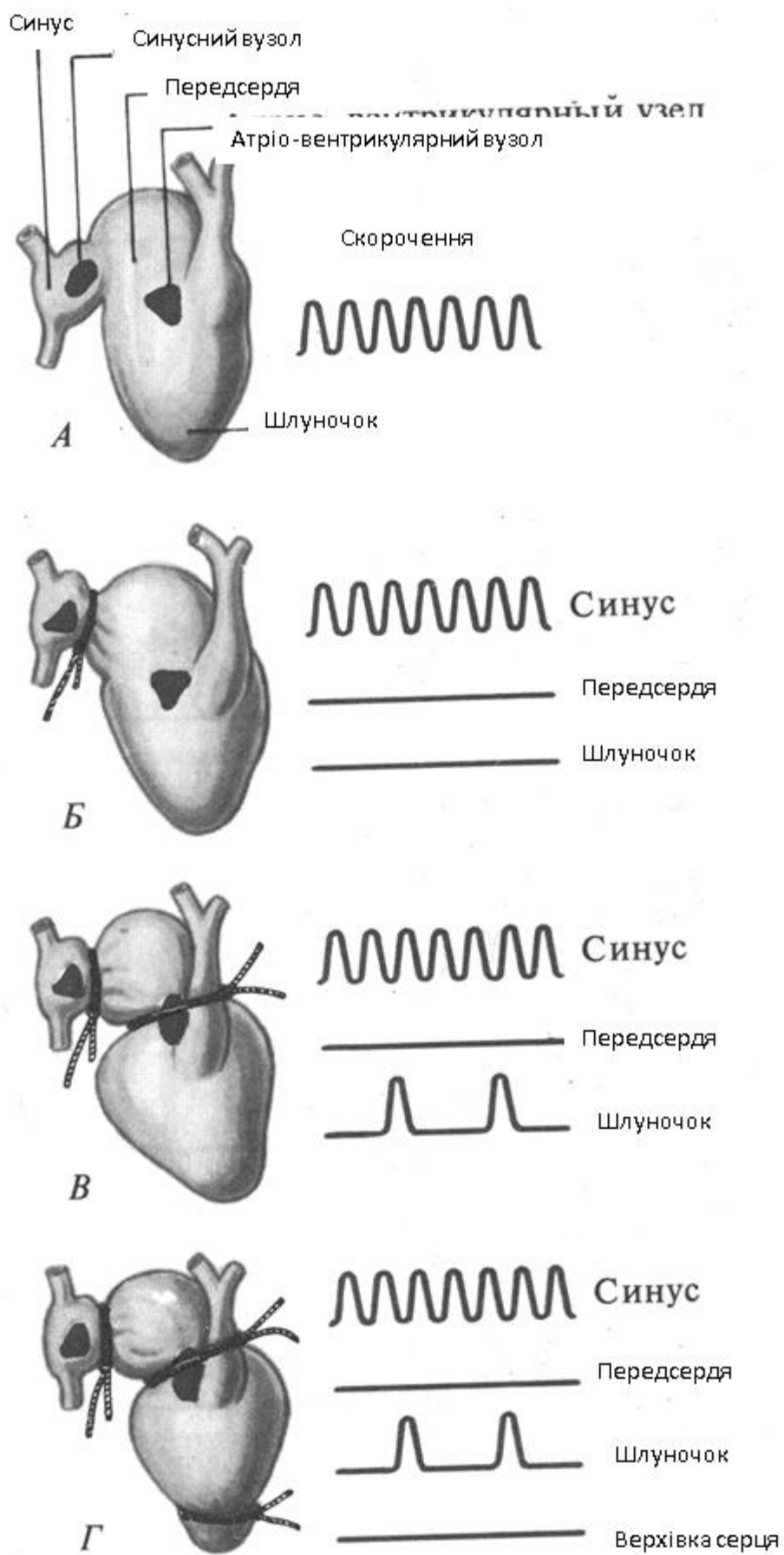
**Провідникова система серця** – це сукупність вузлів, дифузних і магістральних провідних шляхів, що забезпечують генерацію і проведення збудження до скоротливого міокарда. Утворена атипними кардіоміоцитами.

**Градiєнт автоматизму** – полягає в тому, що найчастіший ритм генерується в синусному вузлі, дещо рідший – в атріо-вентрикулярному вузлі, найбільш рідкий – в атипних кардіоміоцитах пучка Гіса. В нормі всі компоненти провідникової системи збуджуються від синусного вузла і не мають власних ритмів.

**Закон “все або нічого”** – на дію підпорогового подразника серце скороченням не відповідає, а на порогові і надпорогові подразники реагує максимальним скороченням.



Мал. 1. Структура провідникової системи серця.



Мал. 2. Дослід Станніуса. Ступінь автоматії різних відділів серця.

## ДОДАТОК № 2.

### **Контрольні питання по темі: “Фізіологічні властивості серцевого м’яза.”**

1. Функціональне значення передсердь і шлуночків.
2. Яка фаза ПД клітини скоротливого міокарда забезпечує найбільшу його тривалість?
3. Яке фізіологічне значення має тривалий рефрактерний період клітин скоротливого міокарда? Яка його тривалість в спокою?
4. Що називають екстрасистолюю? В фазу скорочення чи розслаблення міокарда повинен діяти подразник, щоб викликати екстрасистолу. Чому?
5. Чим принципово відрізняється проведення збудження в серцевому м’язі від проведення збудження в скелетному м’язі? Яка швидкість поширення збудження по скоротливому міокарду передсердь і шлуночків?
6. Яка структурно-функціональна особливість міокарда забезпечує можливість дифузного поширення збудження по ньому?
7. Яке значення для діяльності серця має дифузне проведення збудження в міокарді?
8. Перерахуйте основні відмінності процесу скорочення серцевого м’яза від процесу скорочення скелетного?
9. Сформулюйте закон “все або нічого” для серцевого м’яза.
10. Що називають автоматією серця? Як довести її наявність?
11. Як називається тканина, що утворює провідникову систему серця? Яка властивість клітин цієї тканини забезпечує автоматію серця?
12. У чому полягає основна відмінність між істинними і потенційними (латентними) водіями ритму серця? В яких умовах виявляється активність потенційних водіїв ритму серця?
13. Опишіть послідовність поширення збудження по серцю?
14. З якою швидкістю поширюється збудження по атріо-вентрикулярному вузлу? Яке значення для скоротливої функції серця це має?
15. З якою швидкістю поширюється збудження по пучку Гіса і волокнах Пуркінє? Яке значення це має для скоротливої функції серця?
16. Яка середня частота скорочень серця людини, якщо водієм ритму є синусний вузол, атріо-вентрикулярний вузол, пучок Гіса?
17. Які основні особливості структури і функції провідникової системи серця забезпечують послідовне скорочення передсердь і шлуночків?
18. Назвіть основні особливості мембранного потенціалу клітин водія ритму серця (порівняно з мембранним потенціалом клітин скоротливого міокарда).
19. Назвіть основні особливості ПД клітин – водія ритму серця (порівняно з ПД клітин скоротливого міокарда).
20. Як пояснити більшу чутливість серцевого м’яза до нестачі кисню порівняно зі скелетним м’язом? Яке це має значення для клініки?

### **Відповіді по темі: ”Фізіологічні властивості серцевого м’яза.”**

1. Передсердя є резервуаром, що збирає кров під час систоли шлуночків, і забезпечує додаткове наповнення кров’ю шлуночків у кінці їхньої діастоли. Шлуночки виконують функцію насоса, що нагнітає кров у артерії.
2. Фаза реполяризації (повільна її частина – “плато”). Тривалий рефрактерний період.
3. Запобігає виникненню тетанічного скорочення, що важливо для забезпечення насосної функції серця; 0,27 с (при ЧСС 75 уд/хв).
4. Позачергове скорочення серця. В фазу розслаблення, оскільки в фазу скорочення серцевий м’яз незбудливий (по часу ця фаза співпадає з абсолютним рефрактерним періодом).
5. У серцевому м’язі дифузний характер поширення збудження. Швидкість проведення нижча, ніж в скелетному – біля 1 м/с.
6. Наявність нексусів – міжклітинних контактів з низьким опором. Функціональним синцитієм.

7. *Забезпечує можливість збудження і скорочення всіх кардіоміоцитів в систолу згідно закону “все або нічого”.*
8. *Серцевий м'яз не скорочується тетанічно, підпорядковується закону “все або нічого”, період скорочення серцевого м'яза більш тривалий.*
9. *Серцевий м'яз або не відповідає на подразнення, якщо воно підпорогове, або скорочується максимально, якщо подразнення порогове або надпорогове.*
10. *Здатність серця скорочуватися під дією імпульсів, що виникають в ньому. Ізольоване із організму серце продовжує ритмічно скорочуватися (якщо міокард забезпечений поживними речовинами і киснем).*
11. *Атипова м'язова тканина. Здатність до спонтанної генерації збудження у зв'язку з наявністю повільної спонтанної деполяризації її клітин в фазу діастолу серця.*
12. *Істинний водій ритму серця генерує імпульси з більшою частотою, ніж потенційні водії ритму. Латентні водії ритму реалізують власну автоматичну активність лише при відсутності імпульсів, що виходять від істинного водія ритму.*
13. *Збудження виникає в синусному вузлі, поширюється по провідниковій системі і міокарду передсердь, атріо-вентрикулярному вузлі, пучку Гіса, його ніжках і волокнах Пуркінє до скоротливого міокарда шлуночків.*
14. *З дуже низькою швидкістю – 0,02 – 0,05 м/с, що забезпечує необхідну послідовність скорочення передсердь і шлуночків.*
15. *З швидкістю біля 1,5 – 4,5 м/с. Це забезпечує синхронне збудження і скорочення клітин скоротливого міокарда шлуночків. Підвищує ефективність нагнітальної функції серця.*
16. *70 – 50 – 40 уд/хв відповідно.*
17. *Локалізація водія ритму в синусному вузлі; затримка проведення збудження в атріо-вентрикулярному вузлі.*
18. *Низький рівень мембранного потенціалу (на 20 – 30 мВ нижче, ніж в робочих кардіоміоцитах), наявність повільної спонтанної діастолічної деполяризації.*
19. *Амплітуда ПД невелика (60 – 70 мВ), фази 1 і 2 реполяризації відсутні.*
20. *Енергетичне забезпечення серцевого м'яза, на відміну від скелетного, здійснюється, головним чином, за рахунок аеробного окислення жирних кислот і вуглеводів; анаеробний гліколіз відіграє меншу роль. У зв'язку з цим серцевий м'яз більш чутливий до порушення кровозабезпечення.*

### **Приклади тестових завдань.**

1. Величина мембранного потенціалу спокою скоротливих кардіоміоцитів складає:
  - 120-130 мВ.
  - 45 мВ.
  - 80-90 мВ.
  - 60 мВ.
  - 30-40 мВ.
2. Спонтанна діастолічна деполяризація властива клітинам:
  - скоротливим кардіоміоцитам;
  - атиповим кардіоміоцитам;
  - міоцитам скелетних м'язів;
  - нервовим волокнам;
  - всім перерахованим структурам.
3. Передсердно-шлуночковий вузол генерує збудження з частотою:
  - 40 - 50 за 1 хв.
  - 60 - 80 за 1 хв.
  - 80 - 100 за 1 хв.
  - 20 - 30 за 1 хв.
  - 10 - 20 за 1 хв.
4. Особливістю потенціалу дії типового скоротливого кардіоміоцита є наявність:

- фази реполяризації;
  - фази гіперполяризації;
  - фази плато;
  - фази спонтанної деполяризації;
  - фази слідових потенціалів.
5. Назвіть водій ритму першого порядку.
- синусовий вузол;
  - атріо-вентрикулярний вузол;
  - волокна Пуркін'є;
  - пучок Гіса;
  - пучок Тореля.
6. У фазу швидкої кінцевої реполяризації скоротливих кардіоміоцитів іони  $K^+$  можуть додатково рухатися крізь:
- $Mg^{++}$  - канали;
  - $K^+$  -канали;
  - $Cl^-$  -канали;
  - $Ca^{++}$  -канали;
  - $Li^+$  - канали.

#### **Приклади ситуаційних задач.**

1. Під час емоційного збудження частота серцевих скорочень у людини 30 років досягла 112 за хв. Який відділ провідної системи серця є відповідальним за цю зміну?
- A. Синоатріальний вузол.
  - B. Волокна Пуркін'є.
  - C. Ніжки пучка Гіса.
  - D. Атріовентрикулярний вузол.
  - E. Пучок Гіса.
2. На ізольованому серці вивчалась швидкість проведення збудження в різних його ділянках. Де була виявлена найменша швидкість?
- A. В атріовентрикулярному вузлі.
  - B. В пучку Гіса.
  - C. У волокнах Пуркін'є.
  - D. В міокарді передсердь.
  - E. В міокарді шлуночків.
3. При дослідженні функціональних особливостей міокарда людини встановлено, що тривалість однієї з фаз потенціалу дії (ПД) типових кардіоміоцитів становить більше половини тривалості систоли шлуночків. Назвіть цю фазу ПД.
- A. Плато.
  - B. Швидка деполяризація.
  - C. Швидка рання реполяризація.
  - D. Швидка кінцева реполяризація.
  - E. Фаза спокою.
4. У людини частота серцевих скорочень постійно утримується на рівні 40 ударів за хвилину. Що є водієм ритму?
- A. Ніжки пучка Гіса.
  - B. Синоатріальний вузол.
  - C. Пучок Гіса.
  - D. Атріовентрикулярний вузол.
  - E. Волокна Пуркін'є.
5. При дослідженні ізольованого кардіоміоциту (КМЦ) встановлено, що він не генерує імпульси збудження автоматично. КМЦ отримано з :



- A. Атріовентрикулярного вузла.
- B. Сино-атріального вузла.
- C. Шлуночків.
- D. Пучка Гіса.
- E. Волокон Пуркін'є.

#### **Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Будова і функціональне значення великого і малого кола кровообігу (намалювати схему).
2. Намалювати провідникову систему серця. Вказати градієнт автоматизму.

### **МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА № 9.**

**На тему:** *Зовнішні прояви серцевої діяльності*

**Кількість годин:** 2 години.

**Місце проведення:** навчальна лабораторія.

**Навчальна мета:**

**Знати:** фази та періоди серцевого циклу; основні фізіологічні показники роботи серця людини, електрофізіологічні основи ЕКГ, походження тонів серця та їх фізіологічну інформативність, сучасні методи оцінки фазової структури серцевого циклу, принципи основних методів дослідження насосної функції серця, методику визначення частоти артеріального пульсу.

**Уміти:** виявити на фонокардіограмі основні тони серця, пояснити їх походження, проаналізувати сфігмограму сонної артерії; встановити за ЕКГ, що є водієм ритму серця, чи ритмічно він генерує імпульси збудження, проаналізувати основні зубчики, інтервали, сегменти ЕКГ та інтерпретувати їх фізіологічне значення.

#### **Теоретичні питання для самопідготовки:**

1. Цикл роботи серця, його фази та їх значення.
2. Основні фізіологічні показники роботи серця людини.
3. Тони серця, їх характеристика. Фонокардіографія.
4. Артеріальний пульс. Сфігмографія.
5. Поняття про електрокардіографію. Використання ЕКГ у медицині.

**Ключові слова та терміни:** *фонокардіограма (ФКГ), артеріальний пульс, сфігмограма, анакрота, катакрота, дикротичний зубець, електричний вектор серця; ЕКГ – електрокардіограма, зубець P, Q, R, S, T, інтервал P - Q, R - R, сегмент P - Q, S - T, електрична вісь серця; СО- систолічний об'єм крові, ХОК – хвилинний об'єм крові, ЧСС – частота серцевих скорочень, реоплетизмографія (метод дослідження пульсових коливань кровонаповнення судин органів та кінцівок, що ґрунтується на графічній реєстрації змін електричного опору (імпеданса тканин)).*

#### **Практичні роботи:**

##### **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 десяти секундними 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

### **Робота 2. Вислуховування тонів серця у людини.**

Серце вислуховують за допомогою стетофонендоскопа у наступній послідовності: а) знаходять точку серцевого поштовху і в цій точці вислуховують переважно двостулковий клапан; б) над грудиною, у місці прикріплення до неї 4–5 ребра вислуховують тристулковий клапан серця; в) у 2-му міжребер'ї справа – аортальний клапан, а зліва – клапан легеневої артерії. Необхідно чітко відрізнити 1-ий (систоличний) тон серця від 2-го (діастолічного).

**Рекомендації щодо оформлення результатів роботи.** У протоколах записати відмінності в силі, тональності та чистоті (чистий чи з шумом) тонів серця.

### **Робота 3. 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 маркірування, 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 приступають до аналізу 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.**

### **Визначення основних термінів і понять:**

**Серцевий цикл** - це безперервне чергування скорочення та розслаблення серця.

**Період напруження** – триває від початку збудження шлуночків до моменту відкриття півмісяцевих клапанів. Складається з фази асинхронного та ізометричного скорочення.

**Період вигнання крові** – починається, коли тиск в шлуночках перевищить діастолічний артеріальний тиск в аорті і легеневій артерії, припиняється – коли тиск в артеріях зрівняється з тиском в шлуночках. Складається з фази швидкого та повільного вигнання.

**Протодіастолічний період** – перший період діастоли, в якому зворотний потік крові із артерій в шлуночки закриває півмісяцеві клапани.

**Період ізометричного розслаблення** – розслаблення міокарда шлуночків при постійному об'ємі крові в них. Триває до моменту відкриття атріовентрикулярних клапанів. В цей період тиск в шлуночках спадає.

**Період наповнення** – кров поступає в розслаблені шлуночки за рахунок градієнту тиску між передсердям і шлуночком. Складається з фази швидкого і повільного наповнення.

**Систолічний об'єм серця** – це об'єм крові, що виштовхується шлуночками при кожному скороченні (у чоловіків близько 65 – 80 мл, у жінок – 50-60 мл).

**Кінцево-діастолічний об'єм (КДО)** – це об'єм крові, яка міститься в шлуночку перед систолою (130 – 140 мл).

**Резервний діастолічний об'єм** – резерв КДО (30 – 40 мл).

**Кінцево-систолічний об'єм (КСО)** – об'єм крові в шлуночку в кінці систоли (60 – 70 мл).

**Резервний систолічний об'єм** – об'єм крові, на який може зменшуватися КСО (30 – 40 мл).

**Залишковий об'єм (ЗО)** – об'єм крові, що залишається в шлуночку після максимального скорочення (40 мл).

**Хвилинний об'єм крові (ХОК)** – об'єм крові, що виштовхується шлуночками за 1 хв (у жінок 4 – 4,5 л/хв, у чоловіків – 4,5 – 5 л/хв).

**Систолічний індекс (СІ)** – це відношення ХОК до площі поверхні тіла ( $\text{в м}^2$ ). В стані спокою складає 2,5 – 3 л/м<sup>2</sup> хв.

**Індекс кровозабезпечення організму (ІК)** – це відношення ХОК (в мл) до маси тіла (в кг). В стані спокою складає 55 - 60 мл/кг хв.

**Тони серця** – звуки, що супроводжують роботу серця, які можна почути вухом або зареєструвати мікрофоном з передньої грудної стінки.

**Фонокардіографія** – метод графічної реєстрації тонів серця.

**Артеріальний пульс** – ритмічне коливання артеріальної стінки, пов'язане з серцевою діяльністю.

**Сфігмограма** – крива запису артеріального пульсу.

**Ізоелектрична лінія** – нульова лінія ЕКГ, яка записується в період діастоли, коли серце незбуджене.

**Зубець (P, Q, R, S, T)** – відхилення кривої ЕКГ від ізоелектричної лінії.

**Інтервал** – відрізок кривої ЕКГ від початку одного зубця до початку другого (P – Q, R – R).

**Сегмент** – це ділянка ЕКГ, розташована на ізоелектричній лінії (P – Q, S – T).

**Електрична систола** – комплекс QRST.

## ДОДАТОК № 2.

### **Контрольні питання по темі: “Фазова структура серцевого циклу. Показники кардіогемодинаміки.”**

1. Назвіть клапани серця та інші структури, аналогічні їм по функції, вкажіть їхню локалізацію та функцію.
2. До чого прикріплюються сухожильні нитки атріовентрикулярних клапанів, яке їхнє функціональне значення?
3. Із яких трьох фаз складається серцевий цикл? Яка тривалість кожної фази і повного серцевого циклу при ЧСС 75 уд/хв? Яка тривалість діастоли передсердь і шлуночків?
4. Чи поступає кров із передсердь під час систоли в порожнисті і легеневі вени? Чому?
5. Із яких двох періодів складається систола шлуночків і яка їхня тривалість? У якому стані знаходяться клапани серця і сфінктери магістральних вен в кінці систоли передсердь?
6. Із яких двох фаз складається період напруження шлуночків? Яка їхня тривалість?
7. Що називають фазою асинхронного скорочення шлуночків? Вкажіть, в якому стані знаходяться клапани серця і сфінктери магістральних вен після завершення цієї фази?

8. Що називають фазою ізометричного скорочення шлуночків? Як змінюється на протязі цієї фази тиск в порожнинах шлуночків? В якому стані знаходяться клапани серця та сфінктери магістральних вен на протязі цієї фази?
9. Яка сила забезпечує відкриття півмісяцевих клапанів при систолі шлуночків? Вкажіть, яких величин досягає тиск в правому і лівому шлуночках до моменту початку періоду вигнання крові у спокої?
10. У якому стані знаходяться клапани серця і сфінктери магістральних вен на протязі періоду вигнання крові з шлуночків? Яких максимальних значень досягає тиск в цей період у правому і лівому шлуночках у здорових людей в спокої?
11. Із яких двох фаз складається період вигнання крові із шлуночків? Яка їхня тривалість? Що відбувається з тиском крові в шлуночках серця на протязі кожної з цих фаз?
12. На які періоди поділяється діастола шлуночків? До якої мінімальної величини знижується тиск в обох шлуночках під час діастоли?
13. Що називають протодіастолічним періодом? Яка причина закриття півмісяцевих клапанів?
14. Що називають періодом ізометричного розслаблення шлуночків? Як змінюється при цьому напруження міокарда і тиск в порожнинах шлуночків? У якому стані знаходяться півмісяцеві і стулкові клапани, сфінктери магістральних вен на протязі цієї фази?
15. Назвіть фази періоду наповнення шлуночків кров'ю та їхню тривалість. У якому стані знаходяться півмісяцеві і стулкові клапани, сфінктери магістральних вен на протязі всього періоду наповнення?
16. З якою фазою серцевого циклу співпадає кінець діастоли шлуночків?
17. Що називають кінцеводіастолічним і кінцевосистолічним об'ємами серця?
18. Що називають кінцеводіастолічним і кінцевосистолічним об'ємами крові? Яка їх величина (в мл) в стані спокою?
19. Що називають фракцією викиду крові? Яку властивість серцевого м'яза характеризує цей показник і яка його величина в нормі в стані спокою?
20. Що називають систолічним (ударним) об'ємом крові? Яка його величина в спокою?
21. Що називають залишковим об'ємом крові в серці? Яка його величина (в мл) в нормі?
22. Що називають хвилинним об'ємом крові? Що називають серцевим індексом? Вкажіть величину цих показників насосної функції серця в стані спокою.
23. Що називають ехокардіографією? З якою метою застосовують цей метод дослідження?
24. Наведіть приклад розрахунку хвилинного об'єму крові (ХОК) при використанні методу Фіка. Які показники для цього необхідно визначити?

**Відповіді по темі: “Фазова структура серцевого циклу. Показники кардіогемодинаміки.”**

1. Два стулкові клапани – між передсердями і шлуночками; два півмісяцеві – між шлуночками і артеріальними стовбурами (аорта і легеневий стовбур); сфінктери – в місці впадіння вен в передсердя. Забезпечують однобічний рух крові.
2. До верхівок папілярних м'язів шлуночків. При скороченні м'язів сухожилітні нитки натягуються і утримують стулкові клапани, запобігаючи їхньому виверненню в порожнину передсердь під час систоли шлуночків.
3. Систола передсердь (0,1 с), систола шлуночків (0,33 с), загальна пауза серця (0,37 с), загальна тривалість циклу – 0,8 с. Діастола передсердь – 0,7 с, діастола шлуночків – 0,47 с.
4. Не поступає, оскільки систола передсердь починається з скорочення сфінктерів магістральних вен, що запобігає зворотній течії крові в них із передсердь.
5. Із періоду напруження (0,08 с) і періоду вигнання (0,25 с). Півмісяцеві клапани закриті, сфінктери скорочені, стулкові клапани відкриті.
6. Із фази асинхронного скорочення (0,05 с) і фази ізометричного скорочення (0,03 с).
7. Початок скорочення шлуночків, коли ще не всі клітини скоротливого міокарда охоплені скороченням. Півмісяцеві і стулкові клапани закриті, сфінктери розслаблені.

8. Фаза скорочення, при якій розміри шлуночків не змінюються, але різко зростає напруження міокарда і тиск в порожнинах шлуночків. Стулкові і півмісяцеві клапани закриті, сфінктери розслаблені.
9. Градієнт тиску: в шлуночках він повинен стати децю вищим діастолічного тиску в аорті і легеневій артерії (60-80 мм рт.ст. і 10-12 мм рт ст, відповідно).
10. Стулкові клапани закриті, півмісяцеві відкриті, сфінктери розслаблені. 25-30 і 120-125 мм рт.ст., відповідно.
11. Із фази швидкого (0,12 с) і фази повільного (0,13 с) вигнання. На протязі фази швидкого вигнання тиск підвищується до максимального систолічного, на протязі фази повільного вигнання тиск децю знижується, але залишається децю вищим, ніж в аорті чи легеневому стовбурі, відповідно.
12. Протодіастолічний період, період ізометричного розслаблення і період наповнення . До 0 мм рт.ст.
13. Інтервал від початку розслаблення шлуночків до моменту закриття півмісяцевих клапанів. Зворотній рух крові у бік шлуночків внаслідок зменшення тиску у них.
14. Фаза розслаблення, якій розміри шлуночків не змінюються, але напруга міокарда і тиск в порожнинах знижується. Стулкові і півмісяцеві клапани закриті. Сфінктери розслаблені.
15. Фаза швидкого наповнення (0,15 с), фаза повільного наповнення (0,20 с). Півмісяцеві клапани закриті, стулкові відкриті, сфінктери розслаблені.
16. З систолою передсердь. Здійснюється додаткове підкачування крові в шлуночки. 8-15 %.
17. Об'єм крові в шлуночках серця під кінець їхньої діастолі (130-140 мл) і під кінець систолі (60-70 мл) відповідно.
18. Об'єм крові в шлуночках серця в кінці їхньої діастолі (біля 130 мл) і в кінці систолі (60-70 мл) відповідно.
19. Відношення систолічного об'єму крові до його кінцеводіастолічного об'єму. Скоротливість серцевого м'яза (інотропний стан) . 50-70%.
20. Кількість крові, яку серце викидає в аорту (або в легеневу арт.) за одну систолу. 60-70 мл.
21. Об'єм крові, що залишається в шлуночках серця після максимального систолічного викиду. Близько 40 мл.
22. Кількість крові, що викидається серцем в аорту за 1 хв. (ХОК). 4-5л. Відношення ХОК до площі поверхні тіла, 2,5-3 л/м<sup>2</sup> • хв.
23. Метод дослідження серця, що ґрунтується на використанні відображення ультразвуку від межі розділу двох середовищ з різною щільністю (тканини-кров). Для оцінки стану різних структур міокарда (наприклад, клапанного апарату серця) і фракції викиду.
24. 1) визначають артеріо-венозну різницю по кисню, наприклад, вона дорівнює 5 об.%.  
2) об'єм кисню, який поглинає людина за хвилину, наприклад, 250 мл/хв.  
3) розраховують ХОК за формулою:

$$\text{ХОК} = \frac{250 \times 100}{5} = 5000 \text{ мл}$$

**Контрольні питання по темі: “Зовнішні прояви роботи серця  
(в т.ч. електрофізіологічні основи електрокардіографії).”**

1. Що називають електрокардіографією?
2. Чим пояснюється можливість реєстрації біоелектричних сигналів серця з поверхні тіла людини? Що називають електрокардіографічним відведенням? Які два основні способи відведення розрізняють?
3. Що називають електричною віссю серця? Що називають анатомічною віссю серця? Як вони взаємно орієнтовані в нормі?
4. Що називають тонами серця? По яких ознаках їх оцінюють? Скільки тонів серця розрізняють і яке значення має їхнє дослідження?

5. Як і чому називають I тон серця? Чим він обумовлений? З якою фазою серцевого циклу він, в основному, співпадає?
6. Як і чому називають II тон серця? Чим він обумовлений? В яку фазу серцевого циклу він виникає?
7. Яке походження III і IV тонів серця? Який метод дослідження звукових явищ серця дозволяє їх виявити?
8. Яке значення має метод аускультатії для дослідження діяльності серця? Вкажіть місця найкращого вислуховування атріовентрикулярних клапанів серця?
9. Вкажіть місця найкращого вислуховування півмісяцевих клапанів серця.
10. Що називають серцевими шумами? Яка їхня причина? Про що вони можуть свідчити?
11. Що називають фазовим аналізом серцевої діяльності? Що необхідно синхронно реєструвати з цією метою?
12. Що називають верхівковим поштовхом? У зв'язку з чим і в яку фазу серцевого циклу він виникає, де локалізується?

**Відповіді по темі: “Зовнішні прояви роботи серця  
(в т.ч. електрофізіологічні основи електрокардіографії).”**

1. ЕКГ – реєстрація електричної сумарної активності серця з певних ділянок тіла.
2. Здатністю тканин проводити електричний струм у всіх напрямках. Варіант розміщення електродів на поверхні тіла при реєстрації ЕКГ. Однополюсні (уніполярні) і двополюсні (біполярні) відведення.
3. Електрична вісь серця – проекція середнього результуючого вектору деполяризації шлуночків (QRS) на фронтальну площину; анатомічна вісь – лінія, що з'єднує середину основи серця з її верхівкою. В нормі їх напрямок співпадає.
4. Звуки, що виникають при роботі серця. Їх оцінюють по силі, висоті, тривалості. Розрізняють два основні тони (I і II) і два додаткові (III і IV). Дозволяє оцінити функціональний стан клапанного апарату серця і скоротливого міокарда.
5. Систолічний, тому що виникає на початку систоли шлуночків (в фазу ізометричного скорочення). Обумовлений закриттям і вібрацією стулкових клапанів, сухожильних ниток і напруженням міокарда шлуночків.
6. Діастолічний, тому що виникає на початку діастоли шлуночків при закритті півмісяцевих клапанів.
7. Обидва тони діастолічні і виникають в фазу швидкого наповнення шлуночків (III тон) і в кінці їх діастоли в фазу пресистоли (IV тон). Фонокардіографія.
8. Дозволяє оцінити стан клапанного апарату серця. Мітральний – в місці проекції верхівки серця, тобто в V міжребер'ї на 1 см всередину від лівої середньоключичної лінії; трьохстулковий – нижня третина груднини біля основи мечевидного відростка.
9. Клапан аорти – у II міжребер'ї справа біля краю груднини, легеневої артерії – у II міжребер'ї зліва біля краю груднини.
10. Звукові явища, пов'язані з завихренням руху крові в порожнинах серця і магістральних артеріях; про порушення функції клапанного апарату серця, про звуження судин, про невідповідність розмірів клапанних отворів і діаметру магістральних судин.
11. Метод дослідження тривалості періодів і фаз серцевого циклу. Тиск в порожнинах серця і аорті, ЕКГ, ФКГ і сфігмограма.
12. Ритмічне коливання стінки грудної клітини в ділянці прилягання до неї верхівки серця. У зв'язку з зміною форми і просторового положення серця на початку кожної систоли шлуночків (фаза напруження). Локалізується в V міжребер'ї зліва, на 1 см до середини від середньоключичної лінії.

**Контрольні питання по темі: “ Дослідження динаміки збудження у серці.  
Електрокардіографія.”**

1. Які три системи відведень ЕКГ, необхідні для повного ЕКГ обстеження використовуються?

2. Які відведення ЕКГ і чому називають двополюсними, а які – однополюсними? Який з електродів, (+) або (-) є активним в однополюсних відведеннях ?
3. Вкажіть напрямок осей стандартних відведень (1,2,3).
4. В якій площині переважно реєструються потенціали електричного поля серця з допомогою стандартних і посилених однополюсних відведень від кінцівок, грудних відведень?
5. Які елементи розрізняють на ЕКГ? Дайте визначення кожного з них.
6. Від чого залежить величина і напрямок зубців ЕКГ?
7. В яких випадках на ЕКГ реєструється позитивний зубець, а в яких – негативний?
8. Які сегменти розрізняють на кривій ЕКГ, що вони означають?
9. Вкажіть інтервали, які розрізняють на кривій ЕКГ і їх елементи.
10. Що відображає інтервал PQ на ЕКГ? Яка його тривалість в нормі?
11. Опишіть послідовність поширення збудження по серцю і відповідну їй послідовність формування елементів ЕКГ?
12. Що відображає зубець P на ЕКГ? Яка його амплітуда і тривалість?
13. Що відображає сегмент PQ на ЕКГ? Яка його тривалість ?
14. Чому на ЕКГ звичайно не реєструється зубець реполяризації передсердь?
15. Що відображають зубці Q,R,S на ЕКГ? Яка тривалість комплексу QRS?
16. Що відображає на ЕКГ сегмент ST? Вкажіть нормальне співвідношення зубців P, T і R в стандартних відведеннях.
17. Як розраховують ЧСС по ЕКГ? Який діапазон змін ЧСС у людини в спокою вважається нормальним ?
18. Що називають синусовим ритмом серця? Якими ЕКГ ознаками він характеризується?
19. По яких ЕКГ ознаках оцінюють провідність міокарда передсердь, атріовентрикулярного вузла і міокарда шлуночків серця?
20. Вкажіть основну особливість ЕКГ при повній блокаді проведення збудження в атріовентрикулярному вузлі. Поясніть механізм.

**Відповіді по темі: “ Дослідження динаміки збудження у серці. Електрокардіографія.”**

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 ( $V_1$ - $V_6$ ).
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 грудей однополюсні, оскільки один електрод (+) активний, а другий (-) – індиферентний або нульовий.
3. I стандартне відведення  $0^\circ$ ; II стандартне відведення -  $+60^\circ$ ; III -  $+120^\circ$ .
4. З допомогою відведень від кінцівок – у фронтальній площині, з допомогою грудних відведень – у горизонтальній.
5. Зубці – відхилення кривої ЕКГ від ізолінії; сегменти – відрізки ізолінії між зубцями, інтервали – відрізки, що складаються із сегментів і зв'язаних з ними зубців ЕКГ.
6. Від величини і напрямку моментного вектора електрорушійної сили і його проекції на вісь відведення ЕКГ.
7. Позитивний – якщо проекція моментного вектора ЕРС серця спрямована до позитивного (+) електрода відведення; від'ємний - якщо проекція моментного вектора серця спрямована до від'ємного (-) електрода.
8. Сегменти P - Q і S - T. Відсутність різниці потенціалів між електродами в даний момент.
9. Інтервал P-Q включає зубець P і сегмент P – Q; інтервал Q-T включає комплекс зубців QRST, сегмент S-T.
10. Поширення збудження по передсердях, атріовентрикулярному вузлу, пучку Гіса, його ніжках і волокнах Пуркін'є. 0,12-0,2 с.

11. Поширення збудження по провідниковій системі і скоротливому міокарді передсердь (зубець P), по атріовентрикулярному вузлу і провідниковій системі шлуночків (сегмент P-Q) по скоротливому міокарду шлуночків (QRST).
12. Процес поширення збудження по провідниковій системі і скоротливому міокарду правого і лівого передсердя. Амплітуда зубця P не перевищує 2,5 мм (0,25 мВ), тривалість – 0,1с.
13. Час проведення збудження через атріовентрикулярний вузол і провідникову систему шлуночків, 0,1с. Атріовентрикулярна затримка із-за низької швидкості проведення збудження в цьому вузлі.
14. Тому, що зубець реполяризації передсердь по часу співпадає з комплексом QRS і “зубиться” в ньому.
15. Q – початковий вектор деполяризації шлуночків (міжшлуночкової перегородки); R – поширення збудження по міокарду правого і лівого шлуночка; S – деполяризація базальних відділів міжшлуночкової перегородки, правого і лівого шлуночків. 0,06-0,09с.
16. Період повного охоплення збудженням скоротливого міокарда обох шлуночків, в результаті чого різниця потенціалів між різними його ділянками відсутня або дуже мала. 1 : 3 : 9.
17. При правильному ритмі – за формулою ЧСС = 60 : (R-R) сер., де (R-R) сер. – середня тривалість інтервалу в секундах. В нормі 60-80 уд./хв.
18. Ритм серцевих скорочень, “водієм” якого є синусний вузол, його ознаки: 1) у всіх стандартних відведеннях кожному комплексу QRS передують позитивний зубець P; 2) в одному і тому ж відведенні ЕКГ відмічається постійна, однакова форма всіх зубців P.
19. Провідність міокарда передсердь – по тривалості зубця P; атріовентрикулярного вузла – по тривалості сегмента P-Q; для шлуночків – по тривалості комплексу QRS.
20. Повна незгодженість збудження передсердь і шлуночків, оскільки водії ритму у них різні: синусний і атріовентрикулярний вузли відповідно.

### Приклади тестових завдань

1. При частоті серцевих скорочень 80 уд/хв. серцевий цикл триває:
  - 0,8 с.
  - 0,85 с.
  - 0,75 с.
  - 1,0 с.
  - 1,2 с.
2. Найбільша фазова зміна тиску крові має місце:
  - в аорті;
  - в легеневій артерії;
  - в термінальних артеріолах;
  - в капілярах;
  - в порожнині лівого шлуночка.
3. Кінцевий діастолічний об'єм:
  - це кількість крові, яка викидається лівим шлуночком під час систоли;
  - це об'єм крові, який міститься в обох шлуночках в кінці систоли;
  - це кількість крові, яка міститься в шлуночку перед систолою;
  - в стані спокою складає 60-70 мл;
  - є показником нагнітальної функції крові.
4. Основними причинами виникнення I тону серця є:
  - відкриття атріо-вентрикулярних клапанів;
  - закриття півмісяцевих клапанів;
  - заповнення серця кров'ю в діастолі;
  - вигнання крові із шлуночків в фазі повільного вигнання;
  - ні одна відповідь не є правильною.
5. Сфігмограма відображає:



- звукові коливання, що супроводжують роботу серця;
  - коливання швидкості кровотоку в венах;
  - коливання стінки артерій;
  - шуми, які виникають при роботі серця;
  - ні одна відповідь не вірна.
6. При накладанні електродів для реєстрації стандартної ЕКГ:
- зелений електрод накладають на праву ногу;
  - червоний електрод накладають на праву руку;
  - чорний електрод накладають на ліву руку;
  - жовтий електрод накладають на праву ногу;
  - ні одна відповідь не є вірною.

### Приклади ситуаційних задач

1. У нетренованого чоловіка при підвищенні фізичного навантаження вимірювали показники серцево-судинної системи. Який параметр в даному випадку зміниться найбільш швидко?
  - A. Частота серцевих скорочень.
  - B. Пульсовий тиск.
  - C. Середній артеріальний тиск.
  - D. Систолічний об'єм.
  - E. Діастолічний тиск.
2. Внаслідок аритмогенного впливу на серце стрес-реакції порушилася нормальна послідовність зубців на ЕКГ. Укажіть правильну послідовність зубців ЕКГ?
  - A. PQRST
  - B. QPRST
  - C. RSTPQ
  - D. PQSRT
  - E. RSTQP
3. У людини зареєстрована ЕКГ зі зниженою амплітудою зубця R. Що означає цей зубець на ЕКГ?
  - A. Поширення збудження по передсердях.
  - B. Поширення збудження по шлуночках.
  - C. Поширення збудження від передсердь до шлуночків.
  - D. Електричну діастолу серця.
  - E. Електричну систолу серця.
4. Серцевий цикл включає декілька послідовних періодів. Вкажіть, в який період здійснюється поступлення крові із серця в артеріальну систему?
  - A. Систола шлуночків.
  - B. Систола передсердь.
  - C. Діастола шлуночків.
  - D. Діастола передсердь.
  - E. Загальна діастола.
5. При обстеженні у хворого виявлено зворотнийтік крові з шлуночків у передсердя. У нормі неможливість зворотного току крові із шлуночків у передсердя забезпечується:
  - A. Мітральним і тристулковим клапанами.
  - B. Мітральним і аортальним півмісяцевим клапанами.
  - C. Мітральним і легеневим півмісяцевим клапанами.
  - D. Тристулковим і легеневим півмісяцевим клапанами.
  - E. Аортальним і легеневим півмісяцевими клапанами.

### **Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Визначити пульс у стані спокою та розрахувати тривалість серцевого циклу.
2. Намалювати нормальну ЕКГ і дати характеристику зубців.
3. Намалювати нормальну ФКГ і характеризувати тони серця.
4. Дайте характеристику стану клапанного апарату та тиску в різні фази і періоди серцевого циклу.

### **МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА № 10.**

**На тему:** *Регуляція нагнітальної функції серця.*

**Кількість годин:** 2 години.

**Місце проведення:** навчальна лабораторія.

**Навчальна мета:**

**Знати:** механізми міогенної, гуморальної та нервової регуляції діяльності серця

**Уміти:** пояснити механізми регуляції частоти скорочень серця (ЧСС), швидкості передсердно-шлуночкового проведення збудження, збудливості та скоротливості міокарда.

#### **Теоретичні питання для самопідготовки:**

1. Міогенна регуляція діяльності серця.
2. Нервова (інтра- та екстракардіальна) регуляція роботи серця.
3. Вплив автономної нервової системи на роботу серця.
4. Головні підкіркові центри регуляції роботи серця. Вплив кори мозку на роботу серця.
5. Роль гормонів та іонного складу крові у регуляції діяльності серця.

**Ключові слова та терміни:** *інтра- та екстракардіальна регуляція, хронотропний, інотропний, батмотропний, дромотропний впливи, ЧСС, ефект Анрепа, драбина Боудича.*

#### **Практичні роботи:**

##### ***Робота 1. Дослідження рефлексорних впливів на діяльність серця людини (рефлекс Дан'їні – Ашнера).***

У людини при легкому натисканні на очні яблука ЧСС зменшується.. Рефлексорний цикл рефлексу складається з аферентних волокон окорухового нерву, нейронів довгастого мозку, парасимпатичних волокон блукаючих нервів, які своїми імпульсами здійснюють гальмівну дію на серце. У досліджуваного за частотою пульсу визначають ЧСС. Після цього пацієнт заплющує очі. Дослідник першим і другим пальцями натискає на очні яблука обстежуваного протягом 20 с (при натискуванні не повинно виникати больового відчуття). Одночасно з початком натискування на очні яблука визначають ЧСС. Звичайно за цих умов пульс стає рідшим в середньому на 10-12 ударів.

**Рекомендації щодо оформлення результатів роботи.** Записати ЧСС до і після натискування на очні яблука. Намалювати схему рефлексорного циклу.

##### ***Робота 2. Ортостатична проба для визначення реакції серцево-судинної системи на перехід з горизонтального положення у вертикальне.***

У досліджуваного визначають ЧАП в лежачому положенні. Потім він встає і знову визначають ЧАП у положенні стоячи. У здорових людей ЧАП при цьому збільшується на 6-10 ударів за 1 хв. При несприятливій реакції ЧАП збільшується більш ніж на 10 ударів за хв.

### **ДОДАТОК № 1.**

#### **Визначення основних термінів і понять:**

**Міогенні механізми регуляції серцевої діяльності** – пов'язані з фізіологічними властивостями серцевого м'яза.

**Гуморальні механізми** – реалізуються через вплив на серце гормонів, БАР.

**Нервові механізми** – здійснюються за рахунок інтра-та екстракардіальних рефлексів.

**Закон Франка-Старлінга** – сила скорочень шлуночків залежить від довжини м'язових волокон перед скороченням. Інша назва – **гетерометрична міогенна ауторегуляція серця**.

**Ефект Анрепа** – при зростанні діастолічного тиску в аорті чи легеневій артерії зростає сила скорочення міокарда. Інша назва – **гомеометрична міогенна ауторегуляція**.

**Драбина Боудича** – при збільшенні ЧСС сила серцевих скорочень збільшується і навпаки. Інша назва – **хроноінотропна залежність**.

**Батмотропний, дромотропний, інотропний, хронотропний** вплив – це вплив на збудливість, провідність, скоротливість та автоматизм серцевого м'яза відповідно.

## ДОДАТОК № 2.

### *Контрольні питання по темі: “Регуляція роботи серця.”*

1. Назвіть чотири основні фактори, що впливають на величину ХОК.
2. Перерахуйте механізми регуляції серцевої діяльності. Назвіть різновидності міогенного механізму регуляції.
3. Що називають гетерометричною регуляцією серцевої діяльності? Наведіть приклад.
4. Сформулюйте закон Франка-Старлінга.
5. Чому розтягнення м'яза серця в діастолу призводить до посилення його скорочень.
6. Яке фізіологічне значення закону Франка-Старлінга для кровообігу?
7. Які показники характеризують наповнення шлуночків серця кров'ю в кінці діастолі і від чого залежить їхня величина ?
8. Що називають гомеометричною регуляцією серцевої діяльності? Наведіть приклад.
9. Що називають ритмоінотропною залежністю в регуляції серця? Наведіть приклад.
10. Який показник характеризує опір викиду крові із лівого шлуночка під час систоли? Які зміни спостерігаються в діяльності серця при раптовому збільшенні цього показника ?
11. Що називають інотропним станом серця? Як називають показники, що використовуються для оцінки цього стану? Наведіть приклади.
12. Як називають регуляторні впливи, що покращують або погіршують інотропний стан міокарда? Як на фоні таких впливів змінюється систолічний об'єм і фракція викиду при одному і тому ж венозному поверненні крові і тиску в аорті?
13. Які нейрони утворюють внутрішньосерцеву нервову систему? Вкажіть структури, що іннервуються ними.
14. Вкажіть місця найбільшої локалізації внутрішньосерцевих нейронів. З якими екстракардіальними нервовими волокнами вони синаптично пов'язані?
15. Що називають внутрішньосерцевими рефlekсами? Яке їхнє значення для кровообігу?
16. Які фактори визначають напрямок реакції міокарда (посилення чи пригнічення його діяльності) при здійсненні внутрішньосерцевих рефлексів?
17. Чому внутрішньосерцеві еферентні нейрони називають загальним кінцевим шляхом для екстра- і інтракардіальних нервових впливів? Яке значення це має ?
18. Назвіть медіатори, відповідні їм рецептори і структури, на яких розміщені ці рецептори, для пре- і постгангліонарних парасимпатичних нервових волокон, що іннервують серце.
19. Назвіть медіатори, відповідні їм рецептори і структури, на яких розміщені ці рецептори, для пре- і постгангліонарних симпатичних нервових волокон, що іннервують серце.
20. У яких сегментах спинного мозку розміщені прегангліонарні симпатичні нейрони, що іннервують серце? Де перериваються ці волокна?
21. Із якого нервового ганглію виходить більша частина симпатичних волокон, що іннервують серце? Злиттям яких вузлів він утворений?
22. Який вплив здійснює блукаючий нерв на ЧСС? Як називають цей вплив?
23. Який механізм гальмівного впливу блукаючого нерва на ЧСС?
24. Який механізм гіперполяризації клітин водія ритму серця при посиленні парасимпатичних впливів?

25. Який вплив здійснює блукаючий нерв на силу серцевих скорочень?
26. Як впливає подразнення блукаючого нерву на збудливість і провідність серця? Як називають ці впливи? Як це відображається на ЕКГ?
27. Що називають “вислизанням серця” з-під впливу блукаючого нерву?
28. Як зміниться ЧСС серця собаки після перетину обох блукаючих нервів?
29. Як зміниться ЧСС при дії атропіну на серце, яка причина цих змін?
30. Яке походження тонусу центрів блукаючих нервів, що іннервують серце?
31. Що називають дихальною аритмією? Який механізм її виникнення? Як впливає на дихальну аритмію блокада аферентних волокон блукаючих нервів атропіном? Чому?
32. Який вплив здійснює симпатичний нерв на ЧСС, як називається цей вплив?
33. Який механізм збільшення ЧСС при посиленні симпатичних впливів?
34. Який вплив здійснює симпатичний нерв на силу серцевих скорочень?
35. Який вплив здійснює симпатичний нерв на збудливість і провідність серця? Як називають ці впливи? Як це відображається на ЕКГ?
36. Як зміниться ЧСС після перетину симпатичних нервів? Про що свідчить цей факт?
37. Чому ефект впливу блукаючого нерву на серце зразу зникає після припинення його подразнення, а ефект симпатичного нерву зберігається деякий час?
38. Назвіть основні рефлексогенні зони, що мають особливо важливе значення в регуляції серцевої діяльності.
39. Як і чому змінюється робота серця при підвищенні тиску в аорті і в каротидному синусі?
40. Як зміниться робота серця при підвищенні тиску в порожнині правого передсердя чи в порожнистих венах? Як називають цей рефлекс? Яке його фізіологічне значення?
41. Поясніть, чому натискування на ділянку каротидного синуса може викликати сповільнення діяльності серця?
42. Чому змінюється робота серця при зниженні тиску в аорті і в ділянці каротидних синусів?
43. Як і чому змінюється робота серця при підвищенні тиску в легеневій артерії?
44. Яку реакцію серця називають “рефлексом Гольца”?
45. Як довести в експерименті, що при подразненні рецепторів черевної стінки відбувається зупинка серця?
46. Що називають окуло-серцевим рефлексом Дан’їні-Ашнера?
47. Як і чому зміниться діяльність серця при різкому подразненні слизової оболонки носа (наприклад, при вдиханні парів аміаку)?
48. Поясніть механізм посилення серцебиття у спортсменів у передстартовому стані. Яке значення цього факту?
49. Який гормон має особливо важливе значення в регуляції серцевої діяльності в умовах фізичного і емоційного напруження? Який механізм лежить в основі його впливу?
50. Який вплив на силу серцевих скорочень здійснює підвищення і зниження концентрації кальцію в міжклітинній рідині? Який механізм цього ефекту?
51. Як впливає на властивості міокарда значне підвищення вмісту іонів калію у міжклітинній рідині, до чого це може призвести? Який механізм цього ефекту?
52. Як і чому впливає на властивості міокарда зниження концентрації іонів калію в позаклітинній рідині, до чого це може призвести?
53. Які експериментальні факти доводять наявність у гіпоталамусі центрів регуляції серцевої діяльності? Як функціонують ці центри в природних умовах?

**Відповіді по темі: “Регуляція роботи серця.”**

1. ЧСС, величина венозного повернення крові, опір викиду крові з шлуночків (артеріальний тиск), скоротливість міокарда.
2. Нервовий, гуморальний і міогенний (гетерометричний і гомеометричний).
3. Регуляцію сили серцевих скорочень, пов'язану із зміною початкової довжини волокон.
4. Сила серцевих скорочень під час систоли тим більша, чим більше наповнення його порожнин кров'ю і розтягнення міокардіальних волокон під час діастоли.

5. Розтягнення призводить до збільшення площі контакту актину з міозином, а також до викиду додаткової кількості кальцію із саркоплазматичного ретикулума, що супроводжується посиленням скорочення.
6. Пристосування серцевої діяльності до кількості крові, що притікає: збільшення притоку крові до серця збільшує силу його скорочень і навпаки.
7. Кінцеводіастолічний тиск або кінцеводіастолічний об'єм шлуночків. Від величини венозного притоку крові до серця.
8. Регуляцію сили серцевих скорочень, яка реалізується без зміни початкової довжини волокон міокарда ("драбина Бюджича", ритмоінотропний ефект).
9. Посилення сили серцевих скорочень при збільшенні їхньої частоти. Підвищення концентрації іонів кальцію в біляфібрилярному просторі при збільшенні частоти збуджень кардіоміоцитів.
10. Тиск в аорті. Зростає період ізометричного скорочення, зростає розтягнення міокарда шлуночків під час діастолі, зростає сила скорочень серця.
11. Скоротливість серцевого м'яза при умовах, коли показники венозного повернення крові і артеріального тиску не змінюються. Індокси скоротливості. Фракція викиду (CO/КДО), максимальна швидкість зміни тиску в лівому шлуночку при систолі ( $dP/dT$  макс.).
12. Позитивні інотропні впливи (сistolічний об'єм і фракція викиду збільшуються), негативні інотропні впливи (сistolічний об'єм і фракція викиду зменшуються).
13. Аферентні внутрішньосерцеві нейрони, дендрити яких утворюють рецептори розтягнення міокарда і коронарних судин, еферентні нейрони, аксони яких іннервують структури провідникової системи, скоротливий міокард і гладкі м'язи коронарних судин; вставні нейрони, що утворюють синаптичні зв'язки з аферентними та еферентними нейронами.
14. Стінки передсердь, міжпередсердна перегородка, верхня третина шлуночків, гирла порожнистих і легневих вен. З прегангліонарними волокнами блукаючих нервів.
15. Рефлекси, рефлекторні дуги яких замикаються в самому серці. Запобігають значній зміні кровонаповнення артеріальної системи.
16. Рівень вихідного кінцеводіастолічного об'єму, зміна венозного повернення, рівень системного артеріального тиску.
17. Ці нейрони синаптично зв'язані з аферентними внутрішньосерцевими нейронами, і з прегангліонарними волокнами блукаючих нервів. Напрямок зміни діяльності серця залежить від результату взаємодії імпульсів екстра- і інтракардіального походження.
18. Прегангліонарні волокна - ацетилхолін, Н-холінорецептори інтракардіальних холінергічних нейронів; постгангліонарні волокна - ацетилхолін, М- холінорецептори міокарда.
19. Прегангліонарні волокна – ацетилхолін, Н-холінорецептори адренергічних нейронів симпатичних гангліїв; постгангліонарні волокна – норадреналін і адреналін, бета-адренорецептори кардіоміоцитів.
20. У бокових рогах п'яти верхніх сегментів грудного відділу спинного мозку. У всіх шийних і п'яти верхніх грудних симпатичних вузлах.
21. Від зірчатого ганглія, утвореного злиттям нижнього шийного і трьох верхніх грудних гангліїв симпатичного ланцюжка.
22. Зменшує ЧСС (від'ємний хронотропний вплив).
23. Ацетилхолін, що виділяється із закінчень парасимпатичних нервів, викликає сповільнення спонтанної діастолічної деполяризації і гіперполяризацію клітин водія ритму, що призводить до зниження частоти генерації імпульсів у ньому.
24. Підвищення проникливості мембрани для іонів калію, що призводить до збільшення виходу їх з клітини за концентраційним градієнтом.
25. Зменшує силу серцевих скорочень (від'ємний інотропний).
26. Знижує, від'ємний батмотропний і дромотропний впливи. Збільшення сегмента P-Q (збільшення атріовентрикулярної затримки).

27. Відновлення скорочень серця, що зупинилося у відповідь на подразнення блукаючого нерву, не дивлячись на продовження подразнення нерву.
28. Збільшиться в 2-3 рази, що доводить наявність гальмівного тонічного впливу центрів блукаючих нервів на серцеву діяльність.
29. Збільшиться, тому що атропін, блокуючи міокардіальні М-холінорецептори, виключає гальмівний тонічний вплив блукаючого нерву на роботу серця.
30. Тонус підтримується аферентною імпульсацією (від барорецепторів судинних рефлексогенних зон, серця, від пропріорецепторів скелетних м'язів) і дією ряду гуморальних факторів (адреналін,  $CO_2$ ,  $H^+$  та ін.) безпосередньо на центри блукаючих нервів, а також спонтанною активністю нейронів центра.
31. Зміна ЧСС у відповідності з фазами дихального циклу внаслідок зміни тону центрів блукаючих нервів. Зникає внаслідок виключення впливів блукаючих нервів.
32. Викликає збільшення ЧСС (позитивний хронотропний вплив).
33. Катехоламіни, що виділяються із синаптичних закінчень, прискорюють діастолічну деполяризацію клітин водія ритму серця, що призводить до збільшення частоти імпульсів.
34. Збільшує силу скорочень серця (позитивний інотропний вплив).
35. Збільшує; позитивний батмотропний і дромотропний вплив. Зменшення сегмента PQ (зменшення атріовентрикулярної затримки).
36. ЧСС не зміниться. Про відсутність тонічного впливу симпатичних нервів на серце.
37. Ацетилхолін, що виділяється із закінчень блукаючого нерву, швидко руйнується холінестеразою, симпатичний медіатор руйнується значно повільніше і тому діє довше.
38. Область дуги аорти, каротидного синуса, судини малого кола кровообігу, коронарні судини, порожнисті вени.
39. Зменшується сила і ЧСС внаслідок посилення імпульсації із барорецепторів рефлексогенних зон і підвищення гальмівного тону центрів блукаючих нервів.
40. Збільшується частота і сила серцевих скорочень. Рефлекс Бейнбріджа. Дає можливість швидко "розвантажити" правий шлуночок від підвищеного притоку крові.
41. Зростає збудження барорецепторів в області каротидного синуса, аферентний потік імпульсів від них стимулює центри блукаючих нервів, посилюючи гальмівний вплив цих центрів на діяльність серця.
42. Збільшується частота і сила серцевих скорочень у зв'язку із зниженням тону центрів блукаючих нервів внаслідок зменшення імпульсації з барорецепторів судинних рефлексогенних зон.
43. Знижується ЧСС у зв'язку з рефлекторним підвищенням тону блукаючих нервів.
44. Рефлекторну зупинку серця при сильному подразненні рецепторів черевної порожнини.
45. При руйнуванні спинного мозку чи будь-якого іншого ланцюга цього рефлексу, подразнення рецепторів кишечника не викликає зупинки серця.
46. Сповільнення серцевих скорочень на 10-20 уд. за хв. при натискуванні на очні яблука.
47. Різко знижується ЧСС аж до зупинки серця, у зв'язку з посиленням тону центрів блукаючих нервів.
48. Умовнорефлекторне зменшення тону центрів блукаючих нервів і збудження симпатичної нервової системи у відповідь на емоційне напруження перед стартом. Забезпечення готовності серцево-судинної системи до виконання значних навантажень.
49. Адреналін. Активація внутрішньоклітинного ферменту аденілатциклази, в результаті чого стимулюються процеси енергетичного забезпечення міокарда і підвищується проникливість клітинної мембрани для іонів кальцію.
50. Підвищення – посилює серцеві скорочення (аж до зупинки серця в систолі); зниження – призводить до зменшення сили скорочень. Іони кальцію забезпечують взаємодію ниток актину і міозину і, відповідно, кількість утворених актино-міозинових мостиків.
51. Знижує збудливість, провідність і скоротливість міокарда, а також пригнічується активність клітин водія ритму серця, що зможе призвести до зупинки серця в діастолі.

*В основі цих змін – зменшення потенціалу спокою, зниження крутизни, амплітуди і тривалості ПД, пригнічення повільної діастолічної деполяризації.*

52. *Зростає збудливість міокарда, прискорюється повільна діастолічна деполяризація, сприяючи появі гетеротопних вогнищ збудження, що супроводжується порушеннями ритмічної діяльності серця.*
53. *При точковому подразненні деяких ділянок гіпоталамусу вдається викликати ізольовані реакції серця, наприклад, зміни лише ритму або лише сили скорочень лівого шлуночка. Взаємодіють з іншими центрами регуляції серцевої діяльності, пристосовуючи його роботу до потреб організму.*

### **Приклади тестових завдань.**

1. Роботу серця посилюють:
  - передсердний натрійуретичний гормон
  - значне підвищення концентрації іонів калію в крові
  - катехоламіни
  - інсулін
  - атріопептид.
2. Причиною зупинки серця при значному збільшенні концентрації іонів калію в крові є:
  - підвищення тонузу блукаючого нерву
  - порушення зв'язку між збудженням і скороченням міокарда
  - гіперполяризація клітин провідникової системи серця
  - деполяризація клітин провідникової системи серця
  - підвищення тонузу симпатичного відділу автономної нервової системи.
3. Підвищення концентрації іонів кальцію в крові призводить до:
  - зниження збудливості міокарда
  - покращення поєднання збудження і скорочення міокарда
  - зниження провідності
  - зниження скоротливості
  - зниження частоти серцевих скорочень.
4. Симпатичні волокна іннервують:
  - тільки клітини синусного вузла
  - тільки клітини провідникової системи серця
  - скоротливий міокард передсердь
  - тільки скоротливий міокард передсердь і шлуночків
  - провідникову систему серця і скоротливий міокард.
5. Рефлекс Ашнера викликається при:
  - натисканні на очні яблука
  - натисканні на сино - каротидну зону в ділянці шиї
  - підвищені тиску в легеневій артерії
  - подразненні механорецепторів дуги аорти
  - ударі в епігастральну ділянку.
6. Чим можна пояснити виникнення феномену Боудича?
  - накопиченням в кардіоміоцитах іонів натрію
  - накопиченням в кардіоміоцитах іонів калію
  - накопиченням в кардіоміоцитах іонів кальцію
  - накопиченням в кардіоміоцитах іонів хлору
  - виходом з кардіоміоцитів іонів натрію.

### **Приклади ситуаційних задач.**

1. Людині зробили пересадку серця. В її серці будуть наступні види регуляції, за винятком:
  - A. Пульмокардіальних рефлексів.
  - B. Гетерометрична.

- С. Гомеометрична.  
 D. Гуморальна.  
 E. За принципом місцевих рефлекторних дуг.
2. У пацієнта внаслідок травми пошкодився правий блукаючий нерв. Вкажіть можливе порушення серцевої діяльності?  
 A. Порушення автоматії синусного вузла.  
 B. Порушення автоматії атріо-вентрикулярного вузла.  
 C. Порушення провідності в правому передсерді.  
 D. Блокада провідності в атріо-вентрикулярному вузлі.  
 E. Виникнення аритмій.
3. Під час хірургічного втручання на органах черевної порожнини наступила рефлекторна зупинка серця в діастолі. Де знаходиться центр такого рефлексу?  
 A. Довгастий мозок.  
 B. Спинний мозок.  
 C. Мозочок.  
 D. Проміжний мозок.  
 E. Кора великих півкуль.
4. Чоловікові 45 років внутрішньовенно ввели розчин хлориду кальцію. Як це відобразиться на роботі серця пацієнта?  
 A. Позитивно хронотропно й інотропно.  
 B. Негативно хронотропно й інотропно.  
 C. Негативно батмотропно й інотропно.  
 D. Позитивно хронотропно й негативно інотропно.  
 E. Робота серця не зазнає змін.
5. У клініці для зняття приступу пароксизмальної тахікардії використовують рефлекс Ашнера. Як виконується цей рефлекс?  
 A. Шляхом натискування на очні яблука.  
 B. Здійснення форсованого видиху при відкритому носі.  
 C. Здійснення форсованого видиху при закритому носі.  
 D. Здійснення форсованого вдиху при закритому носі.  
 E. Шляхом натискування на каротидні тільця.

#### **Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Вкажіть, які блокатори мембранних циторецепторів доцільно використати для зменшення насосної функції серця? Відповідь обґрунтувати.
2. Поясніть, які зміни серцевої діяльності відбудуться, якщо внутрішньовенно ввести розчин хлориду кальцію?

#### **МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА № 11.**

**На тему:** *Основні закони гемодинаміки та їх фізіологічна інтерпретація*

**Кількість годин:** 2 години.

**Місце проведення:** навчальна лабораторія.

**Навчальна мета:**

**Знати:** основні закони гідродинаміки і можливість їх застосування в гемодинаміці; функціональне диференціювання судинного русла і його роль в гемодинаміці, структуру мікроциркуляторного русла, гемодинаміку та обмінні процеси в капілярах.

**Уміти:** виміряти артеріальний тиск у людини, оцінити його показники і назвати чинники, від яких залежить його величина, пояснити механізми транскапілярного обміну, проводити розрахунок об'єму реабсорбованої і профільтрованої рідини в організмі за рівнянням Старлінга.



### Теоретичні питання для самопідготовки:

1. Функціональна структура судинного русла.
2. Основні закони гемодинаміки. Лінійна та об'ємна швидкість руху крові.
3. Артеріальний тиск, чинники, що впливають на його величину.
4. Вплив сили тяжіння на гемодинаміку. Механізми венозного звороту крові до серця.
5. Структура мікроциркуляторного русла. Гідродинамічні умови руху крові в капілярах.
6. Дифузія, фільтрація та реабсорбція. Теорія Старлінга.

**Ключові слова та терміни:** гемодинаміка, резистивні судини, ємнісні судини, шунтуючі судини, обмінні судини, артеріальний тиск, пульсовий артеріальний тиск, середній гемодинамічний тиск, сфігмоманометр, ламінарна течія, турбулентна течія, капіляр, артеріола, вена, прекапілярний сфінктер, артеріовенозний анастомоз, дифузія, фільтрація, реабсорбція.

### Практичні роботи:

#### **Робота 1. Вимірювання артеріального тиску людини.**

Аускультативний метод вимірювання кров'яного тиску по Короткову ґрунтується на вислуховуванні звуків, що виникають при стисненні судини манжеткою і порушенні внаслідок цього ламінарного руху крові у звуженій ділянці.

Для роботи потрібні пружинний манометр і фонендоскоп. Руку пацієнта кладуть на стіл. На оголене плече цієї руки накладають манжетку, фіксуючи її так, щоб вона щільно охоплювала, але не стискала тканину. Вимірювання проводять так: а) загвинчують клапан груші і пальпаторно визначають у ліктьовому згині місце чіткої пульсації променевої артерії; б) встановлюють фонендоскоп над цим місцем і за допомогою груші поступово підвищують тиск у манжетці до повного стиснення артерії; в) після цього легенько відкривають гвинтовий клапан, поступово знижуючи тиск у манжетці, і стежать за показниками манометра. Показник манометра у момент виникнення першого звуку в артерії відповідає величині систолічного тиску. Показник манометра в момент різкого ослаблення або зникнення звуку в артерії при дальшому зниженні тиску в манжетці відповідає величині діастолічного тиску. Різниця між величинами систолічного і діастолічного тиску становить пульсовий тиск.

#### **Робота 2. Визначення загального периферичного опору судинного русла.**

Для отримання показника загального периферичного опору (ЗПО) треба розрахувати значення середнього артеріального тиску за формулою Хікема:

$$P_a = A_{Tд} + 1/3 \times (A_{Tс} - A_{Tд}), \text{ де:}$$

$P_a$  – середній артеріальний тиск,

$A_{Tс}$  – систолічний артеріальний тиск;

$A_{Tд}$  – діастолічний артеріальний тиск.

Загальний периферичний опір розраховують за формулою:

$$\text{ЗПО} = P_a \times 80/\text{ХОК}$$

**Рекомендації щодо оформлення результатів роботи:** в протоколи записати отримані показники артеріального тиску та загального периферичного опору. У висновках обґрунтувати походження систолічного, діастолічного і пульсового тиску крові. Порівняти отримані величини з належними показниками.

#### **Робота 3. Спостереження мікроциркуляції в капілярах плавальної перетинки жаби.**

Спостереження за допомогою мікроскопа дозволяє виявити деякі особливості лінійної швидкості руху крові в судинах. Найменша лінійна швидкість кровотоку – в капілярах, бо на їх рівні сумарний поперечний перетин судинної системи найбільший. Наркотизовану жабу кладуть на препарувальний стільчик з віконцем, над яким фіксують булавками розтягнену

плавальну перетинку задньої кінцівки. Стільчик з жабою поміщають на предметний столик мікроскопа і спочатку під малим, а потім великим збільшенням розглядають судини.

**Рекомендації щодо оформлення результатів роботи.** У протоколи занести малюнки; звернути увагу на особливість току крові у венулах, артеріолах, капілярах. У висновках проаналізувати швидкість руху крові в різних судинах, звернути увагу на форму еритроцитів під час проходження їх через згини капілярів.

## ДОДАТОК № 1.

### Визначення основних термінів і понять:

**Судини високого тиску** – аорта та крупні артеріальні судини, в яких підтримується високий рівень артеріального тиску

**Судини стабілізатори тиску** – мілкі артерії та артеріоли, створюють основний опір кровотоку

**Розподільники капілярного кровотоку** – термінальні судини (прекапілярні артеріоли та прекапілярні сфінктери)

**Обмінні судини** – капіляри та посткапілярні ділянки венул

**Акумуляючі судини** – венули та мілкі вени

**Судини повернення крові** – крупні венозні колектори та порожнисті вени

**Шунтуючі судини** – анастомози, які з'єднують між собою артеріоли і венули

**Резорбтивні судини** - лімфатичний відділ системи кровообігу

**Число Рейнольдса** – безрозмірна величина, яка відображає тип течії – ламінарний або турбулентний. Це число прямо пропорційне радіусу судини, середній лінійній швидкості кровотоку, густині крові і обернено пропорційне в'язкості крові.

**Пульсовий артеріальний тиск** – різниця між систолічним і діастолічним АТ.

**Судини мікроциркуляторного русла** – термінальні артеріоли, метартеріоли, артеріовенозні анастомози, прекапілярні сфінктери, капіляри, посткапілярні венули.

**Істинні капіляри** – головна ділянка мікроциркуляторного русла, в якій створюються найбільш сприятливі умови для обміну речовин між кров'ю і міжклітинною рідиною.

**Вазомоції** – спонтанні періодичні заміни одних функціонуючих капілярів іншими.

**Ефект Фареуса - Ліндквіста** – зниження в'язкості крові в капілярах порівняно з в'язкістю крові в артеріях.

**Дифузія** - це транспорт речовин через біологічні мембрани, який здійснюється за рахунок концентраційного або електрхімічного градієнта.

**Фільтрація** – транспорт рідини через напівпроникну мембрану внаслідок різниці гідростатичного тиску.

Суть **теорії Старлінга** – на артеріальному кінці капіляра відбувається процес фільтрації рідини, а на венозному – процес її реабсорбції.

## ДОДАТОК № 2.

### Контрольні питання по темі: “Закони гемодинаміки”.

1. Що означає термін «гемодинаміка»? Назвіть п'ять типів кровоносних судин за їх функціональним значенням.
2. Які судини і чому називають амортизуючими? Яке їх особливе функціональне значення в системі кровообігу?
3. Які судини і чому називають судинами опору (резистивними)?
4. Які судини і чому називають обмінними, які – шунтуючими?
5. Які судини називають ємнісними? Яке їх функціональне значення і з якою особливістю властивостей цих судин воно пов'язане?
6. Що називають депонуванням крові? Які судини виконують цю функцію? Які органи відіграють роль кров'яних депо?
7. Назвіть основну рушійну силу кровотоку. Чим вона створюється?
8. Поясніть, чому кров рухається по судинах безперервно?

9. Сформулюйте основний закон гемодинаміки. Запишіть у вигляді формули.
10. Що називають систолічним тиском? Чому він дорівнює в аорті і в легеневій артерії?
11. Що називають діастолічним тиском? Чому він дорівнює в аорті і в легеневій артерії?
12. Поясніть, чому артеріальний тиск в малому колі кровообігу в декілька разів менший, ніж у великому?
13. Що називають пульсовим тиском? Яка його величина в аорті, в легеневій артерії? В яких судинах реєструються пульсові коливання тиску?
14. Що називають середнім артеріальним тиском? Як змінюється його величина по ходу судинного русла?
15. Напишіть формулу для розрахунку середнього артеріального тиску.
16. Чому АТ постійно знижується по ходу судинного русла? У якій частині судинного русла тиск знижується найбільш різко і чому?
17. Перерахуйте основні фактори, що визначають величину АТ.
18. Які фактори визначають величину опору току крові в судинах?
19. З чим пов'язане виникнення і зникнення тонів Короткова при вимірюванні АТ у людини?
20. Що називають пульсовою хвилею? Яка середня швидкість її поширення по артеріальних судинах?
21. Перерахуйте основні фактори, що забезпечують рух крові по венах.
22. Поясніть, чому скорочення скелетних м'язів і пульсація артерій сприяють руху крові по венах до серця?
23. Що називають венозним поверненням? Чому він дорівнює?
24. Що називають венозним пульсом? Яке його походження?
25. Що таке плетизмографія?
26. Що називають центральним венозним тиском? Як його вимірюють? Норма ЦВТ.
27. Поясніть, чим і чому небезпечно необережне зондування великих вен?
28. Що називають лінійною і об'ємною швидкістю кровотоку? Як пояснюється різна лінійна швидкість току крові по осі і біля стінки судини? Як розрахувати лінійну швидкість кровотоку, якщо відома об'ємна?
29. Чому лінійна швидкість кровотоку не однакова в різних відділах кровоносного русла?
30. У чому суть методу реографії? З якою метою він використовується?
31. Що таке час кровообороту крові? Яка його величина в спокою і при інтенсивній м'язовій роботі?

**Відповіді по темі: “Закони гемодинаміки”.**

1. Гемодинаміка – наука про причини, умови і механізми руху крові в системі кровообігу. Амортизуючи, судини розподілу, резистивні, обмінні, ємнісні, шунтуючі.
2. Магістральні артерії еластичного типу (аорта, легеневий стовбур і великі артерії, що відходять від них). Забезпечують безперервність кровотоку і зниження його пульсацій в артеріальній системі.
3. Артеріальні судини м'язового типу (артерії і артеріоли), оскільки вони здійснюють найбільший опір кровотоку і визначають величину загального периферичного опору.
4. Обмінними судинами називають капіляри, оскільки у них відбувається обмін між кров'ю і тканинами. Шунтуючі судини – артеріовенозні анастомози, що забезпечують рух крові з артерій у вени, минаючи капіляри.
5. Вени і вени; вони є резервуаром (депо) крові змінної ємності. Висока розтяжність їхньої стінки.
6. Затримка частини крові (до 45-50 %) в ємнісних судинах окремих органів і тканин (кров'яне депо) і тимчасове виключення її з загальної циркуляції. Селезінка, печінка, легені, підшкірне судинне сплетіння.
7. Градієнт тиску між артеріальними і венозними кінцями судинного русла. Роботою серця.

8. Під час фази вигнання частина кінетичної енергії серця переходить у потенціальну енергію розтягнутих кров'ю стінок аорти і великих артерій, зниження еластичної напруги яких під час діастолі підтримує безперервний потік крові.

9. Об'єм крові, що протікає через судини, прямо пропорційний градієнту тиску і обернено пропорційний гідродинамічному опору.

10. Максимальний тиск в магістральних артеріях під час систоли шлуночків. В аорті – 110-120 мм рт.ст.; в легеневій артерії – 25-30 мм рт.ст.

11. Мінімальний тиск в магістральних артеріях в кінці діастолі шлуночків. В аорті 70-80 мм рт.ст, в легеневій артерії – 10-12 мм рт.ст.

12. Тому, що опір судин малого кола близько в 10 раз менше опору судин великого кола із-за відносно більшого діаметра легеневих артеріол, більшої їх розтяжності і невеликої довжини судинного русла малого кола.

13. Різниця між сист. і діаст. тиском крові в артеріях. В аорті 35-40 мм рт.ст, в легеневій артерії 15-20 мм рт.ст. Він реєструється на протязі аорти (легеневої артерії) до артеріол.

14. Постійний (не пульсуючий) артеріальний тиск, що забезпечує такий же гемодинамічний ефект, як і реальний пульсуючий тиск. Поступово знижується.

15.

$$P_{\text{сер.}} = P_{\text{діаст.}} + \left( \frac{P_{\text{сист.}} - P_{\text{діаст.}}}{3} \right)$$

16. Внаслідок затрати енергії на протидію опору при русі крові по судинах. В артеріолах, тому що в цих судинах найбільший опір кровотоку.

17. Робота серця, ОЦК, опір кровотоку.

18. В'язкість крові, довжина судин, їх радіус.

19. Виникнення тонів пов'язане з різким прискоренням кровотоку, що виникає в момент систоли через стиснуту манжеттою ділянку артерії і ударами цієї крові в стінку судини (турбулентний потік); масу крові за манжеттою. Тони зникають, коли тиск в манжеті стає трохи нижчим, ніж діастолічний, тому що артерія в цих умовах не стиснута і кров тече ламінарно.

20. Поширення ділянки підвищеного кров'яного тиску, що виникає в артеріях при викиді крові серцем в систолу. В середньому 9 м/с.

21. Градієнт тиску в венозній системі, скорочення скелетних м'язів, наявність клапанів у венах, від'ємний тиск в грудній порожнині, пульсація артерій, розміщених поряд з венами.

22. Скорочення м'язів і пульсація артерій періодично стискають вени; при цьому, завдяки клапанам, кров рухається тільки в одному напрямку – до серця.

23. Об'єм венозної крові, що притікає за хвилину по верхній і нижній порожнистих венах до серця. Дорівнює хвилинному об'єму крові – 4-5 л/хв.

24. Коливання стінок великих вен поблизу серця, обумовлені утрудненням притоку крові до серця під час систоли передсердь і пульсовими коливаннями стінок великих артерій, розміщених поряд з венами.

25. Метод дослідження кровонаповнення органу шляхом реєстрації змін його об'єму, що залежить від притоку і відтоку крові.

26. Тиск у порожнистих венах; вимірюють за допомогою електроманометрів при катетеризації правих відділів серця. Дорівнює тиску крові у правому передсерді або незначно перевищує його (від  $0 \pm 2-3$  мм рт ст.) при видиху – позитивний, при вдиху – негативний.

27. При необережному зондуванні повітря може потрапити у вени, потім у серце і судини легень (повітряна емболія) тому, що тиск у великих венах нижчий за атмосферний.

28. Лінійна швидкість – відстань, на яку переміщується кров по судині за одиницю часу. Біля стінки судин лінійна швидкість нижча із-за тертя крові по стінках судин. Об'ємна швидкість – об'єм крові, що протікає через поперечний переріз судини за од. часу. Шляхом ділення величини об'ємної швидкості кровотоку (Q) на площу поперечного перерізу судини (S).

$$V = \frac{Q}{S}$$

29. У зв'язку з відмінностями площі сумарного поперечного перерізу кровоносного русла в різних його відділах.

30. Метод реєстрації електричного опору тканин тіла при проходженні через них електричного струму високої частоти. Для дослідження зміни швидкості і об'єму кровотоку в різних органах і тканинах (по зміні їхнього електричного опору).

31. Час, на протязі якого частинка крові проходить велике і мале коло кровообігу. В спокої – 20-23 с, при м'язовій роботі зменшується до 9 с.

**Контрольні питання по темі: “Фізіологія мікроциркуляції”.**

1. Які судини і чому називають «кранами» серцево-судинної системи?
2. Що називають базальним тонусом судини? Який механізм лежить в його основі?
3. Що називають робочою гіперемією? Які фактори її викликають?
4. Як вимірюють тиск в капілярах? Опишіть методику. Чому дорівнює тиск крові в артеріальному і венозному кінцях капіляра?
5. Яке функціональне значення має відносно високий тиск у капілярах ниркових клубочків і низький в капілярах легень?
6. Що називають “червоними” капілярами? Як змінюється їх кількість при збільшенні інтенсивності діяльності органу? За рахунок чого?
7. Як можна виміряти швидкість руху крові в капілярах, яка її величина?
8. Назвіть біологічно активні речовини (БАР), що мають пряму судинозвужуючу дію.
9. Назвіть біологічно активні речовини і зміни хімічних показників крові, що здійснюють пряму судинорозширюючу дію.
10. Як діє гістамін на просвіт артеріол і проникність капілярів? Як і чому змінюється артеріальний тиск при цьому?
11. Як і чому змінюється просвіт прекапілярних сфінктерів при прямій дії на них CO<sub>2</sub>? Як це впливає на кровонаповнення капілярів?

**Відповіді по темі: “Фізіологія мікроциркуляції”.**

1. Кінцеві артеріоли і прекапілярні сфінктери, оскільки їх просвіт може зменшуватися (аж до повного закриття) внаслідок скорочення колової мускулатури або збільшуватися при її розслабленні, що різко змінює кровотік через капіляри («крани» відкриті або закриті).
2. Напруження судинної стінки, яке зберігається після припинення нейрогенних і гуморальних впливів; міогенний; автоматична активність гладких м'язів судин.
3. Розширення артеріальних судин і посилення кровотоку в органах. АТФ, фосфорна і молочна кислоти, збільшення рСО<sub>2</sub> і осмотичного тиску в тканині, зниження рН та інші фактори, що викликають посилення метаболізму в тканині.
4. Прямим способом: під контролем бінокулярного мікроскопа в капіляр вводять тонку канюлю, з'єднану з електроманометром. На артеріальному кінці капіляра тиск 30-40 мм. рт. ст, на венозному – 10-15 мм. рт. ст.
5. Завдяки цьому по всій довжині капілярів клубочків нирок рідина фільтрується з крові в каналці нефрону, а в легенях переважає реабсорбція рідини із легеневої тканини в кров.
6. Функціонуючі капіляри. Збільшується за рахунок відкриття прекапілярних сфінктерів.
7. Вимірюючи швидкість руху еритроцитів по капіляру під мікроскопом за допомогою лінійки і секундоміру; близько 0,5- 1 мм/с.
8. Адреналін, норадреналін, вазопресин, серотонін, ангіотензин.
9. Ацетилхолін, гістамін, брадікінін, АТФ, органічні кислоти, простагландини, зниження рО<sub>2</sub>, підвищення рСО<sub>2</sub>, зниження рН.
10. Гістамін розширює артеріоли і збільшує проникливість капілярів. АТ знижується внаслідок депонування крові в капілярах, головним чином, органів черевної порожнини, і виходу рідини в міжклітинний простір (зменшення об'єму циркулюючої крові).

11. Збільшується, оскільки відбувається розслаблення гладком'язових сфінктерів. Кровонаповнення капілярів при цьому збільшується.

### Приклади тестових завдань.

- Об'ємна швидкість руху рідини по трубі...
  - прямо пропорційна квадрату радіуса труби;
  - обернено пропорційна градієнту тиску між початком та кінцем труби;
  - обернено пропорційна різниці температур між початком та кінцем труби;
  - обернено пропорційна гідродинамічному опору труби;
  - жодна з відповідей не є правильною.
- На який параметр найбільше впливає опір в судинній системі?
  - на швидкість поширення пульсової хвилі по артеріях;
  - на швидкість поширення пульсової хвилі по венах;
  - на лінійну швидкість руху крові;
  - на величину венозного тиску;
  - на швидкість поширення збудження по провідній системі серця.
- До мікроциркуляторного русла відносяться:
  - порожнисті вени;
  - мілкі вени;
  - артеріо-венозні анастомози;
  - артерії;
  - мілкі артерії.
- Якщо онкотичний тиск крові зменшився, то згідно теорії Старлінга:
  - на артеріальному кінці капіляра зменшиться фільтрація;
  - на венозному кінці капіляра зменшиться реабсорбція;
  - на венозному кінці капіляра збільшиться реабсорбція;
  - фільтраційно-реабсорбційна рівновага не зміниться;
  - ні одна відповідь не вірна.
- Відомо, що швидкість руху крові в різних ділянках судинного русла є різною. Яка швидкість руху крові в капілярах повинна бути в нормі?
  - 10 мм/с.
  - 20 мм/с
  - 10 см/с.
  - 0,5 мм/с.
  - 1,5 см/с.
- Метод Короткова відноситься до:
  - прямих методів вимірювання артеріального тиску;
  - непрямих пальпаторних методів вимірювання артеріального тиску;
  - непрямих методів вимірювання артеріального тиску;
  - непрямих аускультативних методів вимірювання венозного тиску;
  - непрямих пальпаторних методів вимірювання венозного тиску.

### Приклади ситуаційних задач.

- Підвищення тиску в судинному руслі виникає внаслідок того, що артеріоли:
  - Мають найбільший опір.
  - Мають найбільшу площу поверхні.
  - Мають найбільшу площу поперечного перерізу.
  - Через артеріоли кров тече з більшою швидкістю.
  - По артеріолах кров тече з найменшою швидкістю.
- Щодо лінійної швидкості кровотоку правильним є наступне твердження:
  - Прямо пропорційна об'ємній швидкості кровотоку і обернено пропорційна площі поперечного перерізу судин.

- В. Лінійна швидкість кровотоку є найбільшою в капілярах.  
 С. Не залежить від діаметру судин.  
 D. Лінійна швидкість кровотоку в аорті найменша.  
 E. Її величина в аорті і в капілярах однакова.
3. Якщо радіус судини зменшиться в 2 рази, то згідно формули Пуазейля периферичний опір
- A. Збільшиться у 16 разів.  
 B. Зменшиться в стільки ж разів.  
 C. Збільшиться у 8 разів.  
 D. Зменшиться у 8 разів.  
 E. Не зміниться.
4. При повному (з водою) аліментарному голодуванні розвинулись генералізовані набряки. Який із патогенетичних факторів у цьому випадку є провідним?
- A. Зниження гідростатичного тиску міжклітинної рідини.  
 B. Підвищення осмотичного тиску міжклітинної рідини.  
 C. Зниження онкотичного тиску плазми крові.  
 D. Зниження осмотичного тиску плазми крові.  
 E. Підвищення онкотичного тиску тканинної рідини.
5. Під час дослідження встановлено, що у пацієнта збільшена об'ємна швидкість руху крові в аорті. Який показник, із нижче наведених в найбільшій мірі вплинув на це?
- A. Збільшення опору в судинній системі.  
 B. Зменшення частоти серцевих скорочень.  
 C. Зменшення величини ударного об'єму.  
 D. Збільшення градієнту тиску.  
 E. Зменшення градієнту тиску в судині.

#### Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:

1. Визначити загальний периферичний опір (ЗПО) великого кола, якщо ХОК становить 3,6 л/хв, а середній артеріальний тиск(САТ) - 90 мм рт.ст
2. Як зміниться фільтраційно-реабсорбційна рівновага, якщо онкотичний тиск крові зменшиться із 25 torr до 10 torr?
3. Як зміниться гідродинамічний опір судини, якщо її радіус зменшиться у 4 рази?

#### МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА № 12.

**На тему:** *Регуляція гемодинаміки.*

**Кількість годин:** 2 години.

**Місце проведення:** навчальна лабораторія.

**Навчальна мета:**

**Знати:** механізми регуляції тонуусу судин, його роль у забезпеченні клітин кров'ю.

**Уміти:** оцінити і проаналізувати механізми регуляції, які лежать в основі розширення і звуження судин,

#### Теоретичні питання для самопідготовки:

1. Регуляція системного артеріального тиску. Основні детермінанти та принципи регуляції системного артеріального тиску
2. Механізми регуляції системної гемодинаміки короткотермінової та тривалої дії.
3. Тонус судин і його регуляція, нервові та гуморальні механізми.
4. Нервові центри регуляції серцево-судинної системи.

**Ключові слова та терміни:** *перфузія, артеріальна гіперемія, вазодилататори, вазоконстриктори, хеморецептори, барорецептори, ангіотензин, простагландини, брадікінін, ренін.*

## Практичні роботи:

### *Робота 1. Дослідження впливу м'язової роботи на кровообіг.*

Перед початком дослідження у пацієнта вимірюють артеріальний тиск і визначають частоту пульсу. Навантаження задають підйомом на сходи різної висоти у визначеному темпі. Ритм підйому складає 30 кроків за 1 хв. Метроном встановлюється на 120 ударів за хв. Кожний підйом складає 4 кроки. Робота виконується протягом 5 хв.

Дослідження пульсу і АТ після проведення функціональної проби тривають 5 хв. У відновлюваному періоді показники реєструються за такою схемою.

Показники	В спокою	Відновний період, хв.				
Пульс 10 сек.						
АТ						

**Оцінка пульсу і АТ в спокою.** Частота пульсу в межах 60-80 уд./хв. вважається нормальною. Пульс менше 60 уд./хв., т.б. брадикардія, може оцінюватися по різному. У тренуваних спортсменів брадикардія свідчить про економізацію серцевої діяльності, але може наступити і в результаті перевтоми, а також при деяких захворюваннях. Пульс більше 80 уд./хв. Це може бути наслідком поганого відновлення серцевої діяльності після попереднього навантаження, проявом серцевої слабості, інтоксикації і т.д. АТ вище 139/89 мм рт.ст. розцінюється як гіпертонічний стан, нижче 100/60 мм рт.ст. – як гіпотонічний. Як гіпертонічний так і гіпотонічний стан можуть спостерігатися у здорових осіб внаслідок перевтомлення.

**Оцінка реакції пульсу і АТ після проведення функціональної проби.** По зміні пульсу і АТ можна судити про адаптацію апарату кровообігу до фізичного навантаження. Так, для тренуваного серця характерне збільшення систолічного об'єму, і у меншій мірі – збільшення ЧСС. У нетренованої людини навпаки, зростає пульс і знижується СО.

Для оцінки реакції пульсу визначається процент приросту пульсу (пульс в спокої – 100 %). Нормальною реакцією на пробу є приріст пульсу на 100 %. Збільшення приросту свідчить про нераціональну реакцію серця на навантаження. Чим функціонально повноцінно працює серце, тим менший приріст пульсу. При оцінці реакції АТ на функціональну пробу звертають увагу на зміну максимального, мінімального і пульсового тиску. Найбільш раціональна реакція АТ характеризується збільшенням систолічного тиску на 15 - 35 % або незмінність його. У результаті цих змін збільшується пульсовий тиск. Процент збільшення пульсового тиску має бути у тих же межах, що і процент приросту пульсу. Зменшення пульсового тиску розцінюється як нераціональна реакція АТ на фізичне навантаження.

**Оцінка відновлювального періоду після фізичного навантаження.** При нормальному функціональному стані серцево-судинної системи після функціональної проби систолічний тиск відновлюється на 4-5 хвилині, мінімальний – на 2-4 хв, пульс – на протязі 5 хв. Чим швидше йде відновлення – тим кращий функціональний стан серцево-судинної системи. Задовільний функціональний стан – коли величина пульсу і АТ перевищує норму, але зберігається їхня паралельність, а відновлення відбувається на 4-5 хвилині. Незадовільна реакція – коли після навантаження з'являються атипові типи реакції: гіпотонічний, гіпертонічний та ін.

**Рекомендації щодо оформлення результатів роботи.** Результати вимірювання записати в протокол. Порівняти ці показники до і після навантаження. Визначити, за рахунок яких механізмів відбувається переважно пристосування до навантаження – зростання пульсу чи збільшення пульсового тиску.

У висновках дати загальну оцінку реакції серцево-судинної системи на функціональну пробу, враховуючи дані спокою, зсуви після навантаження і відновний період.



## ДОДАТОК № 1.

### Визначення основних термінів і понять:

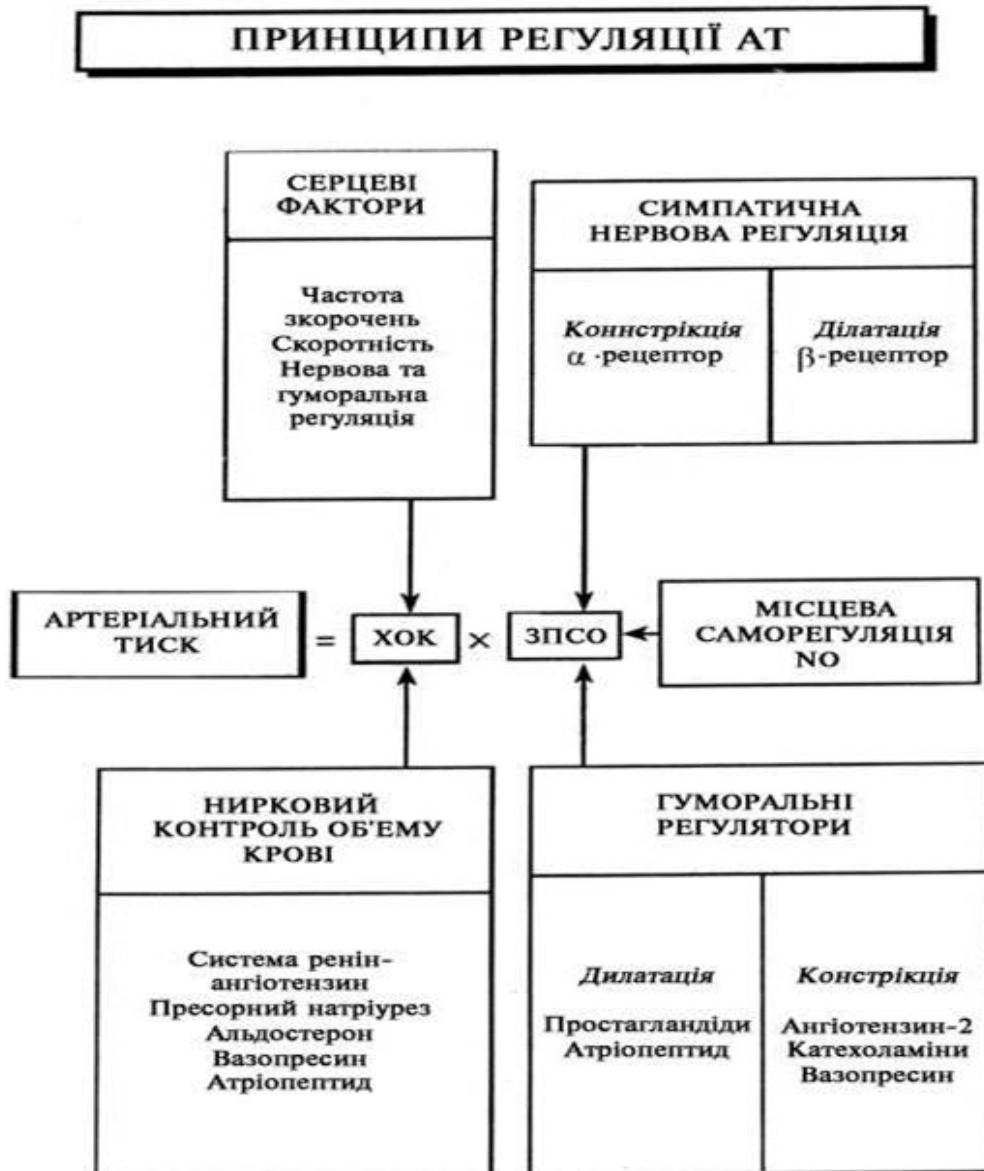
**Авторегулювання регіонального кровообігу** – здатність тканин регулювати власний кровообіг. Добре виражене в нирках, головному мозку, міокарді, скелетних м'язах, очеревині.

**Вазодилататори** – речовини, що мають судиннорозширюючу дію. Гормони вазодилататори – адренормедулін, передсердний натрійуретичний пептид, кініни (брадикінін, каллідін). Метаболіти вазодилататори – аденозин, оксид азоту, простагліклін, молочна кислота, іони калію, зменшення напруги  $O_2$  і рН крові, збільшення напруги  $CO_2$ .

**Вазоконстриктори** – речовини, що мають судиннозвужуючу дію. Гормони-вазоконстриктори – норадреналін, ангіотензин-2, вазопресин, уротензин-2. Метаболіти вазоконстриктори – серотонін, тромбоксан  $A_2$ , ендотелін-1.

**Ренін-ангіотензин-альдостеронова система** – проміжний (за часом) механізм регуляції системної гемодинаміки. Впливає на ХОК, ЗПО, ОЦК.

**Ренін** – фермент, що виділяється юкстагломерулярним апаратом нирок. Перетворює ангіотензиноген в ангіотензин-1. Під впливом конвертуючого ензиму плазми ангіотензин-1 перетворюється в ангіотензин-2. Останній звужує судини, збуджує центральні симпатичні структури, стимулює синтез альдостерону.



Мал. 1. Принципи регуляції артеріального тиску.

## ДОДАТОК № 2.

### **Контрольні питання по темі: “Регуляція гемодинаміки”.**

1. Що називають судинним тонусом? Як змінюється опір судин при зміні їхнього тонусу? Які механізми регуляції судинного тонусу розрізняють?
2. Де розміщений судинно-руховий центр? Із яких двох відділів він складається? Які взаємовідношення між цими відділами?
3. Як впливає на АТ подразнення судинно-рухового центра?
4. Як і чому змінюється АТ після перетину спинного мозку під довгастим?
5. Які нервові і гуморальні фактори підтримують тонус судинно-рухового центру?
6. Назвіть два принципово різні механізми вазодилатації.
7. Нерви, що мають судиннорозширюючу дію, які органи і тканини вони іннервують.
8. Як в експерименті можна виявити вплив симпатичних вазодилаторів на судини? Який медіатор виділяється із їхніх терміналів?
9. Які рефлекси серцево-судинної системи називають власними, які – поєднаними?
10. Назвіть головні рефлексогенні зони серцево-судинної системи. Вкажіть, якого типу рецептори знаходяться в цих зонах.
11. Який відрізок перерізаного блукаючого нерва і чому потрібно подразнювати, щоб виявити його вплив на АТ? Як і чому зміниться АТ при цьому?
12. Де розміщена синокаротидна рефлексогенна зона? Хто і в якому досліді довів значення цієї зони в регуляції АТ? Які подразники є адекватними для цієї зони?
13. Чому зміниться АТ при двобічному виключенні синокаротидних і аортальних нервів?
14. Який тип нервової регуляції використовується організмом для стабілізації АТ з барорецептивних судинних рефлексогенних зон? У чому суть цього типу регуляції?
15. Який тип регуляції використовується організмом для стабілізації АТ з рефлексогенної зони серця? У чому суть цього типу регуляції?
16. Як і чому зміниться АТ при збудженні аортальних хеморецепторів?
17. Які два типи адренорецепторів розрізняють в судинній системі? Яку реакцію судин викликає їхня активізація?
18. Як і чому змінюється АТ при виділенні в кров норадреналіну?
19. Як впливають продукти метаболізму на тонус судин при їхній центральній дії?
20. Яке фізіологічне значення має протилежний вплив метаболітів на судинний тонус при їхній місцевій і центральній дії?
21. Як змінюється тонус судин м'язового типу при підвищенні тиску в їх просвіті? Як називають цей феномен? Що відбувається з тонусом цих судин при зниженні тиску в них? Яке значення мають обидва ефекти?
22. Де утворюється ренін? Як і чому змінюється системний АТ при появі реніну в крові?
23. Які шляхи перетворення реніну в сильну судиннозвужуючу речовину?
24. Назвіть основні механізми судиннозвужуючої дії ангіотензину.
25. Що таке альдостерон? Де він виробляється? Назвіть механізми його участі в регуляції АТ.
26. Де виробляється, накопичується АДГ? Назвіть механізми його участі в регуляції АТ.
27. Через які рецептори реалізують свій вплив на судинний тонус адреналін і норадреналін?
28. Як розподіляються в судинних зонах альфа і бета- адренорецептори? Як залежить від цього реакція судин на норадреналін?
29. Яка реакція судин на введення в кров адреналіну при блокаді альфа-адренорецепторів? П
30. Що таке брадікінін? Вплив на судини. Тривалість його дії. В яких судинних зонах діє?
31. Опишіть механізм рефлекторної регуляції системного АТ з волюморекторів передсердь при зміні ОЦК.
32. Що називають серцево-судинним центром довгастого мозку? Назвіть його складові?
33. Перерахуйте відділи ЦНС, що приймають участь в регуляції діяльності серцево-судинної системи.

34. Перерахуйте фактори, під впливом яких формуються ефекторні впливи серцево-судинного центру довгастого мозку на діяльність серця і судин.
35. З допомогою якого методу можна довести можливість регуляторних впливів кори головного мозку на судинний тонус?
36. Яке фізіологічне значення має переважаючий вплив центральних механізмів в регуляції тонусу венозних судин?
37. Які процеси ведуть до збільшення ОЦК при зниженні АТ? У яких судинах ці процеси діють найбільш ефективно? Як і через який проміжок часу це відобразиться на величині АТ?

**Відповіді по темі: “Регуляція гемодинаміки”.**

1. Певний ступінь напруження гладких м'язів стінок судин. При підвищенні судинного тонусу опір підвищується, при зниженні – знижується. Нервовий, гуморальний, міогенний.
2. В ретикулярній формації довгастого мозку на дні четвертого шлуночка. Із депресорного і пресорного відділів. Депресорний відділ здійснює гальмівний вплив на пресорний.
3. Подразнення депресорного відділу викликає зниження тиску у зв'язку із зниженням тонусу пресорного відділу центра і розширенням судин, і подразнення пресорного відділу викликає підвищення тиску у зв'язку із звуженням судин.
4. Різко знижується внаслідок розширення судин. Це доводить, що судинно-руховий центр локалізований в довгастому мозку і знаходиться в стані тонічної активності.
5. Імпульсація з хеморецепторів синокаротидної, аортальної і серцевої рефлексогенних зон, а також спонтанна активність нейронів судинно-рухового центру; гуморальні – пряма дія на нейрони  $CO_2$ ,  $H^+$  та ін. продуктів метаболізму.
6. 1) розширення судин в результаті збільшення активності нервів, що розширюють судини; 2) розширення судин внаслідок зменшення тонічної активності нервів, що звужують судини.
7. Симпатичні холінергічні судинорозширюючі нерви (судини скелетних м'язів; деякі парасимпатичні нерви: волокна лицьового, язикоглоткового нервів (судини слинних залоз), тазових нервів (судини пециристих тіл), волокна задніх корінців спинного мозку (судини шкіри в місці дії подразника).
8. Після виключення дії симпатичних судинозвужуючих нервів адреноблокаторами подразнення симпатичних нервів призводить до розширення судин скелетних м'язів. Ацетилхолін.
9. Власні рефлекси, що здійснюються з рефлексогенних зон в межах серцево-судинної системи, поєднані – з будь-яких інших зон.
10. Аортальна, синокаротидна, легенева, серцева. Барорецептори – у всіх зонах: хеморецептори – в синокаротидній і аортальній зонах.
11. Периферичний, оскільки вплив блукаючого нерва на АТ пов'язаний з його безпосереднім впливом на серце. Тиск різко знижується через пригнічення серцевої діяльності.
12. В зоні розгалуження спільної сонної артерії на зовнішню і внутрішню. Герінг в досліджах з подразненням еферентного нерву, що відходить від цієї зони. Зміни тиску і хімічних показників крові ( $pCO_2$ ,  $pO_2$ ,  $pH$ ).
13. Виникає стійке підвищення АТ, оскільки зникає гальмівний вплив на пресорний відділ судинно-рухового центру і збуджуючий на центр блукаючого нерву судинних рефлексогенних зон.
14. По відхиленню. Компенсаторні реакції включаються після відхилення АТ від нормальної її величини: при підвищенні тиску включаються механізми, що знижують його, при зниженні – навпаки.
15. По збуренню. У тому, що компенсаторні реакції включаються до зміни системного АТ, попереджаючи його відхилення від норми.
16. Підвищується внаслідок посилення імпульсації від хеморецептивних зон. Підвищується тонус пресорного відділу судинно-рухового центру, що призводить до звуження судин.
17. Альфа-адренорецептори (звуження судин) і бета-адренорецептори (розширення судин).

18. АТ підвищується внаслідок звуження судин (артерій м'язового типу і артеріол) і посилення роботи серця. За рахунок альфа-адренорецепторів судин і бета-адренорецепторів серця.
19. Викликають генералізоване звуження судин внаслідок підвищення тону пресорного відділу судинно-рухового центру.
20. Це забезпечує розширення судин і збільшення кровотоку в інтенсивно працюючих органах (місцева дія метаболітів) і підвищення АТ внаслідок генералізованого звуження судин в непрацюючих органах (центральна дія).
21. Збільшується. Ефект Бейліса. При зниженні тиску тону судин зменшується. Забезпечує можливість саморегуляції кровотоку (підтримка його на постійному рівні) при зміні системного АТ.
22. В ЮГА нирок при зменшенні їх кровозабезпечення. АТ зростає, оскільки ренін, попадаючи в кров, призводить до утворення ангіотензину II, що має судиннозвужуючу дію.
23. Під впливом реніну ангіотензиноген плазми крові перетворюється в ангіотензин-I, який під впливом фермента перетворюється в активний ангіотензин-II.
24. Має сильну пряму судинозвужуючу дію на артерії і менш сильну – на вени, збуджує центральні і периферичні структури симпатичної нервової системи, стимулює синтез альдостерону, що посилює пресорну дію ангіотензину-II.
25. Гормон кори наднирників. Посилює реабсорбцію іонів натрію в ниркових канальцях, що призводить до затримки води в організмі і підвищення АТ. Альдостерон підвищує також чутливість гладких м'язів судин до дії вазоактивних речовин.
26. Секретується в гіпоталамусі, накопичується і активується в задній долі гіпофізу. Збільшує реабсорбцію води в ниркових канальцях, впливаючи на АТ через зміну ОЦК; в середніх і високих дозах має пряму судиннозвужуючу дію.
27. Адреналін діє на альфа і бета-адренорецептори судин, а норадреналін – переважно на альфа-адренорецептори.
28. В судинах є обидва типи адренорецепторів, але їхня кількість в різних судинах різна. В більшості судин переважають альфа-адренорецептори і адреналін викликає їх звуження; якщо переважають бета-адренорецептори (коронарні судини, судини легень), адреналін викликає розширення судин.
29. Судини розширюються, бо судиннозвужуючий ефект адреналіну, що реалізується через альфа-адренорецептори, заблокований. («спотворена» реакція на адреналін).
30. Поліпептид (із групи кінінів). Має виражений судиннорозширюючий ефект і збільшує проникливість капілярів. Діє декілька хвилин. Переважно в судинах травного тракту, потових залоз.
31. При збільшенні об'єму крові рефлекторно подразнюються волюморекцептори передсердь, гальмується виділення в кров вазопресину (АДГ), що призводить до збільшення діурезу, зменшення ОЦК і зниження АТ. Зменшення об'єму крові викликає протилежний результат.
32. Сукупність структур РФ довгастого мозку, що приймають участь в регуляції кровообігу. Пресорний і депресорний відділи судиннорухового центру і центри блукаючих нервів.
33. Довгастий і спинний мозок, гіпоталамус, лімбічна система, кора великих півкуль.
34. Еферентні імпульси із серцево-судинних і інших рефлексогенних зон; імпульси від вищерозташованих відділів мозку і безпосередній вплив гуморальних речовин на серцево-судинний центр.
35. Метод умовних рефлексів. При багаторазовому поєднанні дії безумовного подразника (наприклад, зігрівання шкіри руки) з умовним подразником (світло), судини будуть розширяться у відповідь на ізольовану дію сигнального подразника (світло).
36. Це дозволяє шляхом зміни ємності венозного русла швидко і значно змінювати венозне повернення крові до серця, і відповідно, ХОК.

37. Зменшення фільтрації рідини з капілярів в інтерстиційний простір і збільшення її реабсорбції в судинне русло. В судинах скелетних м'язів. Тиск піднімається через 5-10 хв.

### Приклади тестових завдань.

1. На загальний периферичний опір судинного русла впливають такі регуляторні фактори, як:

- сечовидільна функція нирок;
- барорецепторні судинно-рухові рефлекси;
- сила земного тяжіння;
- швидкість руху крові по судинах;
- ні одна відповідь не є вірною.

2. Як зміниться серцева діяльність при прийомі бета- адреноблокаторів ?

- підвищиться хвилинний об'єм крові;
- знизиться хвилинний об'єм крові;
- збільшиться сила серцевих скорочень;
- збільшиться частота серцевих скорочень.

3. До судиннозвужуючих факторів відносяться всі, КРІМ:

- вазопресин;
- гістамін;
- ангіотензин-2;
- адреналін;
- норадреналін.

4. При вертикальному положенні тіла гідростатичний тиск є найбільшим у:

- венах голови;
- венах грудної порожнини;
- артеріях стопи;
- венах черевної порожнини;
- ні одна відповідь не є вірною.

5. До екстракардіальних факторів гемодинаміки відносяться всі, КРІМ:

- закон Франка-Старлінга;
- дихальний насос Гендерсона;
- венозна помпа;
- мікронасосна функція скелетних м'язів;
- діафрагмальний насос.

6. При стресі у людини похилого віку підвищився артеріальний тиск. Причиною є активація:

- функції кори наднирників;
- парасимпатичного ядра блукаючого нерва;
- функції щитовидної залози;
- симпато-адреналової системи;
- функції гіпофіза.

### Приклади ситуаційних задач

1. Після фізичного навантаження підвищився артеріальний тиск крові. Чому?

- A. Збільшилась кількість гемоглобіну.
- B. Збільшився хвилинний об'єм кровообігу.
- C. Збільшилась кількість функціонуючих капілярів.
- D. Збільшився вміст іонів калію в плазмі крові.
- E. Збільшився вміст води в плазмі крові.

2. У молодій людини 30 років виявлено високий артеріальний тиск (систоличний – 155 мм рт. ст., діастолічний – 90 мм рт. ст.). Через кілька годин кров'яний тиск став нормальним. За участю яких рефлекторних центрів це могло статися?

- A. Бульбарного судиннорухового центру.

- В. Спинномозкових торако-люмбальних центрів.
  - С. Спинномозкових сакральних центрів.
  - Д. Мозочкових тонічних центрів.
  - Е. Інтракардіальної нервової системи.
3. Як зміниться серцева діяльність при подразненні симпатичних волокон, що його іннервують, після введення тварині препарату, який блокує альфа адренорецептори?
- А. Серцева діяльність не зміниться.
  - В. Робота серця зменшиться.
  - С. Зросте частота і сила серцевих скорочень.
  - Д. Частота серцевих скорочень зменшиться.
  - Е. Жодна відповідь не вірна.
4. При переході людини із положення лежачи в положення стоячи виникають наступні компенсаторні механізми:
- А. Збільшення ЧСС.
  - В. Зменшення ЧСС.
  - С. Зниження артеріального тиску.
  - Д. Зменшення хвилинного об'єму крові.
  - Е. Зменшення загального периферичного опору.
5. Чоловік потрапив в автомобільну катастрофу, у результаті чого одержав велике поранення лицевої частини черепа і шиї, що супроводжувалася кровотечею з а. carotis. Як при цьому зміниться величина артеріального тиску ?
- А. Знизиться.
  - В. Підвищиться.
  - С. Не зміниться.
  - Д. Матиме дифузійний характер.
  - Е. Різко зросте.

#### **Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Пояснити вплив ренін-ангіотензин-альдостеронової системи (РААС) на величину системного артеріального тиску

### **МЕТОДИЧНІ РОЗРОБКА № 13 (матеріали для самостійної роботи).**

**На тему: *Регіональний кровообіг та його регуляція***

**Навчальна мета:**

**Знати:** фізіологічні особливості регіонального кровообігу: легеневого, коронарного, головного мозку, черевної порожнини. Вікові особливості системи кровообігу. Регуляція кровообігу при зміні положення тіла. Регуляція кровообігу при фізичній роботі.

#### **ДОДАТОК № 1**

***Контрольні питання по темі: "Особливості регіональної гемодинаміки."***

1. Що називають легеневою рефлексогенною зоною серцево-судинної системи? Як і чому зміниться тиск кров у великому колі кровообігу при підвищенні тиску в цій зоні (рефлекс Парина)?
2. Яке біологічне значення рефлексорних впливів на серце і судини великого кола кровообігу з легеневої рефлексогенних зон?
3. У судинах яких органів місцеві міогенні механізми регуляції судинного тонузу переважають над зовнішніми, нервовими і гуморальними? Яке фізіологічне значення має цей факт?
4. Перерахуйте основні фізіологічні механізми, що сприяють підйому АТ і затримці рідини в організмі при крововтраті. Вкажіть, які фактори сприяють включенню цих механізмів ?

5. Назвіть важливі в функціональному відношенні особливості коронарного кровотоку і його регуляції.
6. Як змінюється тонус легеневих судин, що несуть кров через стінки альвеол, що погано вентилуються? Яке фізіологічне значення цієї реакції?
7. Як зміниться кровотік в працюючих м'язах при емоційному чи фізичному напруженні? Які механізми цієї реакції?

***Відповіді по темі: "Особливості регіонарної гемодинаміки."***

1. Барорецептивну зону судин малого кола кровообігу. Тиск крові знизиться внаслідок розширення судин великого кола кровообігу і сповільнення роботи серця.
2. Запобігає переповненню кров'ю легень і розвитку їх набряку (захисний рефлекс),
3. В судинах мозку, міокарду, печінки, тонкого кишечника, нирок. Це дозволяє зберегти кровозабезпечення життєвоважливих органів при значних коливаннях системного АТ.
4. Рефлекторне звуження судин опору (в результаті зменшення імпульсації з барорецепторів і підвищення її з хеморецепторів судинних рефлексогенних зон). Рефлекторне збільшення синтезу АДГ (в результаті зниження імпульсації від волюморецепторів лівого передсердя). Активація ренін-ангіотензин-альдостеронової системи (в результаті зниження кровозабезпечення нирок).
5. Кров через коронарні судини протікає переважно під час діастолі; у регуляції тонусу коронарних судин переважають місцеві механізми.
6. Тонус різко зростає, судини звужуються, зменшується кількість крові, що протікає через альвеоли, що погано вентилуються. Сприяє максимальному насиченню киснем артеріальної крові.
7. Збільшиться в результаті розширення судин під впливом імпульсів із ЦНС, які поступають по симпатичних судинорозширюючих волокнах, а також внаслідок місцевої дії на судини метаболітів, що інтенсивно утворюються (робоча гіперемія).

**Задачі для самостійної роботи студента:**

1. Описати механізми регуляції кровообігу при ортостатичній пробі.
2. Пояснити механізм зміни систолічного та діастолічного тисків при проведенні проби Мартіне (20 присідань за 30 сек.)

**МЕТОДИЧНІ РОЗРОБКА № 14  
(матеріали для самостійної роботи).**

**На тему: Фізіологія лімфообігу.**

**Навчальна мета:**

**Знати:** структуру та функції лімфатичної системи, механізми утворення та руху лімфи по лімфатичних судинах.

**ДОДАТОК № 1.**

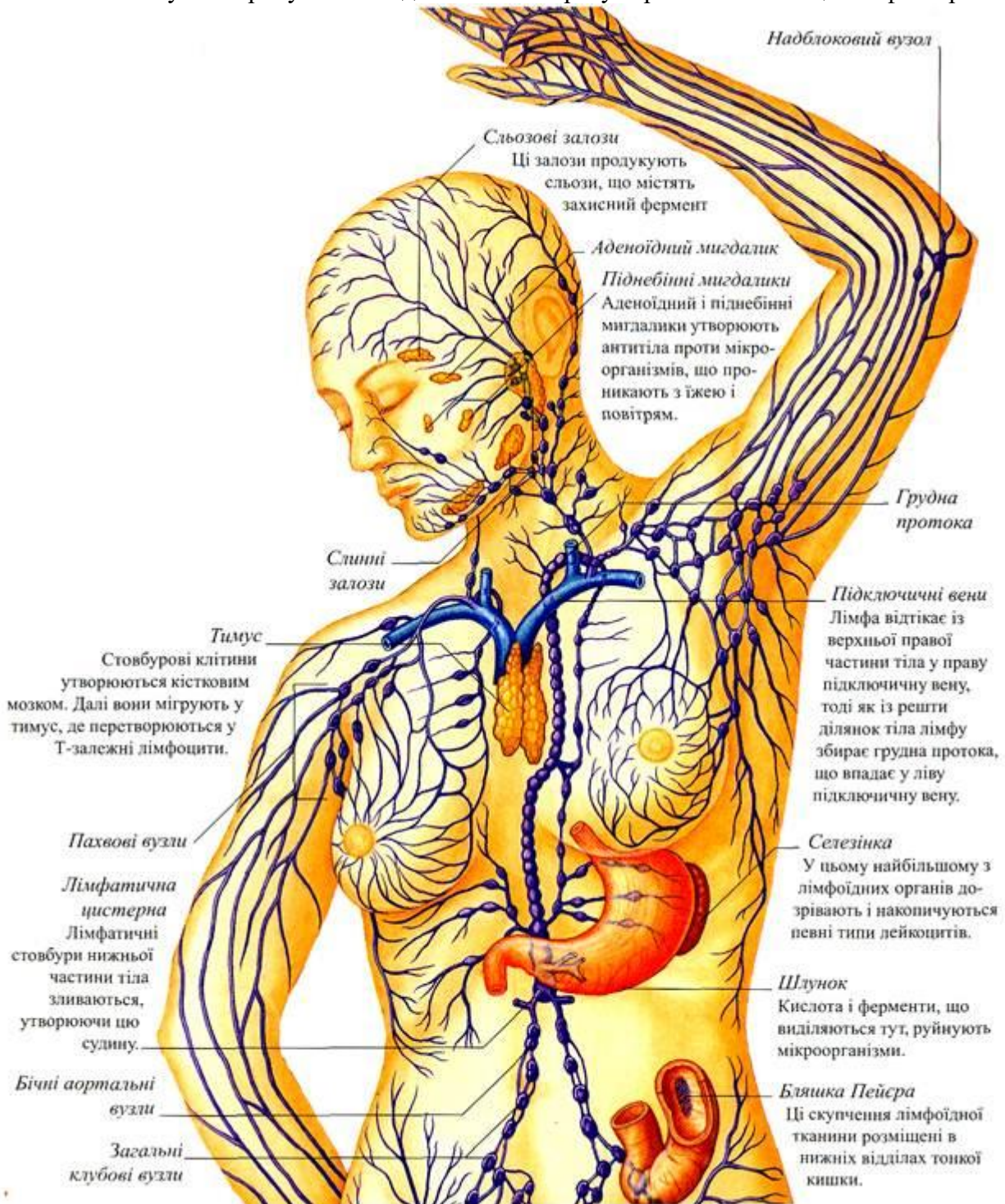
Лімфатична система – це судинна сітка, що складається із лімфатичних судин та лімфовузлів і взаємодіє з трьома іншими системами організму: серцево-судинною, травною та імунною

До **основних функцій** лімфатичної системи відносять:

1. Повернення рідини та білків, що фільтруються в мікроциркуляторному руслі, з міжклітинного простору в серцево-судинну систему.
2. Транспорт ліпідів, що всмоктуються у ворсинках тонкого кишечника, у венозний відділ серцево-судинної системи.
3. Фільтрування міжклітинної рідини у лімфовузлах з метою затримки і знищення чужерідних антигенів та патогенних факторів.

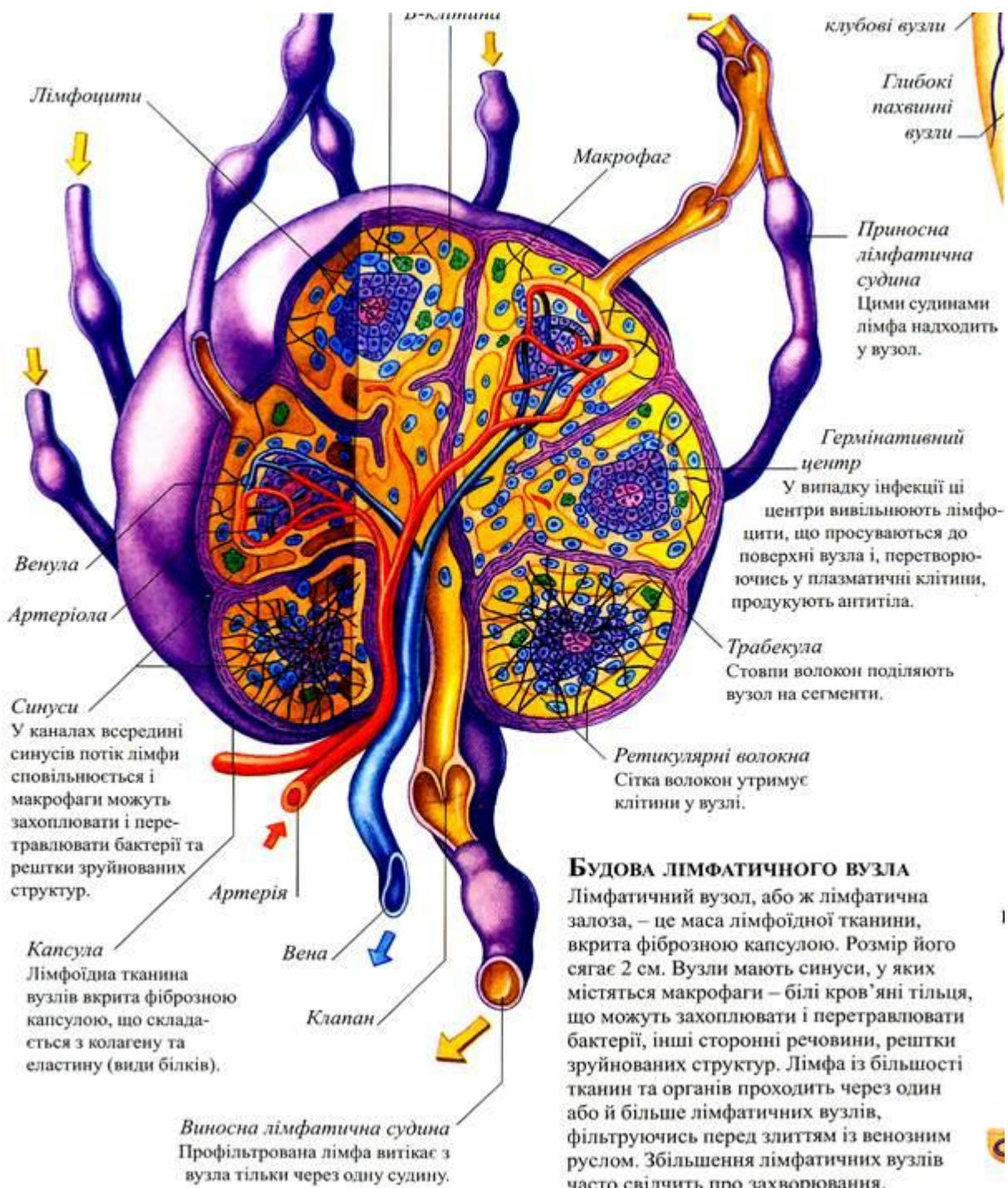


На об'єм і склад лімфи впливає і наявність в лімфатичній системі вузлів. У людини їх нараховується приблизно 460. Функціями вузлів є: гемопоетична, імунопоетична, захисно-фільтраційна, обмінна, резервуарна, пропульсивна. Лімфовузли виконують роль не тільки механічного, але й біологічного бар'єру, затримуючи потрапляння в кров чужерідних білків, бактерій, клітин злоякісних пухлин, токсинів і т.д. До вузла, як правило, підходять 2-4 приносних судини, а виходять 1-2 виносних, тому кількість післявузлової лімфи в 2-3 менша, ніж довузлової. Це означає, що у вузлах проходять процеси депонування лімфи і перерозподілу рідини між лімфою та кров'ю. Лімфовузли також містять гладком'язові елементи і можуть скорочуватися під впливом нейрогуморальних чи місцевих факторів.



**Будова лімфатичної системи**





### Задачі для самостійної роботи студента:

1. Пояснити, в яких органах лімфатичної системи синтезуються білки, що беруть участь у формуванні гуморального імунітету. Назвіть та вкажіть їх класи.
2. Пояснити, чому не виникає набряк тканин, якщо відомо, вихід рідини на артеріальному кінці капіляра до тканин на 25% перевищує вхід рідини на венозному кінці капіляра.

## МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА № 15.

На тему: *Загальна характеристика травлення. Травлення в ротовій порожнині та шлунку.*

**Кількість годин:** 2 години.

**Місце проведення:** навчальна лабораторія.

**Навчальна мета :**

**Знати:** функції травного тракту, гормони ШКТ ; процеси травлення в ротовій порожнині та шлунку, механізми регуляції.

**Уміти:** оцінити ферментативну активність шлункового соку в експериментальних умовах.

### Теоретичні питання для самопідготовки :

1. Функції травного тракту. Гормони ШКТ.
2. Травлення в ротовій порожнині. Регуляція слиновиділення.
3. Рефлекси жування та ковтання, їх регуляція.
4. Травлення в шлунку. Функції шлунку.
5. Склад і властивості шлункового соку. Роль соляної кислоти в травленні.
6. Регуляція шлункової секреції та її характеристика.

**Ключові слова та терміни:** *травний конвеєр, слинні залози, мальтаза, амілаза, парієтальні клітини, пепсини, гістамін, гастрин, внутрішній фактор Кастла.*

### Практична робота:

#### **Робота 1. Дослідження ферментативних властивостей шлункового соку.**

Нумерують 5 пробірок і наливають: в пробірку №1 і №2 - 2 мл натурального шлункового соку; №3 - 2 мл шлункового соку прокип'яченого на спиртівці; №4 - 2 мл нейтралізованого содою шлункового соку; №5 - 2 мл 0,5% розчину НСІ. В усі пробірки додають однакову кількість фібрину (0,1 - 0,3 г). Потім пробірки 1, 3, 4, 5 кладуть на 20-30 хв. у водяну баню при  $t^{\circ}$  - 37- 38° С. Відтворюють біуретову реакцію (декілька капель  $\text{CuSO}_4$  і  $\text{NaOH}$  – кип'ятити на спиртівці) на виявлення білків, поліпептидів (білки дають синьо-фіолетовий, поліпептиди- рожево-червоний кольори).

Результати досліду оформляють у вигляді таблиці.

№ пробірок	Умови досліду	Результати

### ДОДАТОК №1

#### **Визначення основних термінів і понять :**

**Травлення** - сукупність процесів, які направлені на перетворення харчових сполук в компоненти, що не мають видової специфічності, здатні всмоктуватися у внутрішнє середовище.

**Фізичні зміни їжі** полягають у її механічній обробці - роздрібненні, розчиненні, перемішуванні.

**Хімічні зміни їжі** виражаються в гідролітичному розщепленні білків, жирів і вуглеводів під дією травних ферментів.

**Травний конвеєр** - послідовні фізичні та хімічні зміни їжі, що забезпечують всмоктування потрібних організму компонентів і видалення шкідливих.

**Гастроінтестинальні гормони** - біологічно активні пептиди, які виробляються в дифузно-розташованих секреторних клітинах слизової оболонки шлунку, тонкого кишечника.

**Шлункове травлення** - гідроліз харчових речовин в шлунку, що забезпечується системою механічних, фізико-хімічних (дія соляної кислоти) і хімічних (дія ферментів) процесів.

**Пепсин** - суміш ферментів, що утворюються із пепсиногену під дією НСІ і розщеплюють білки.

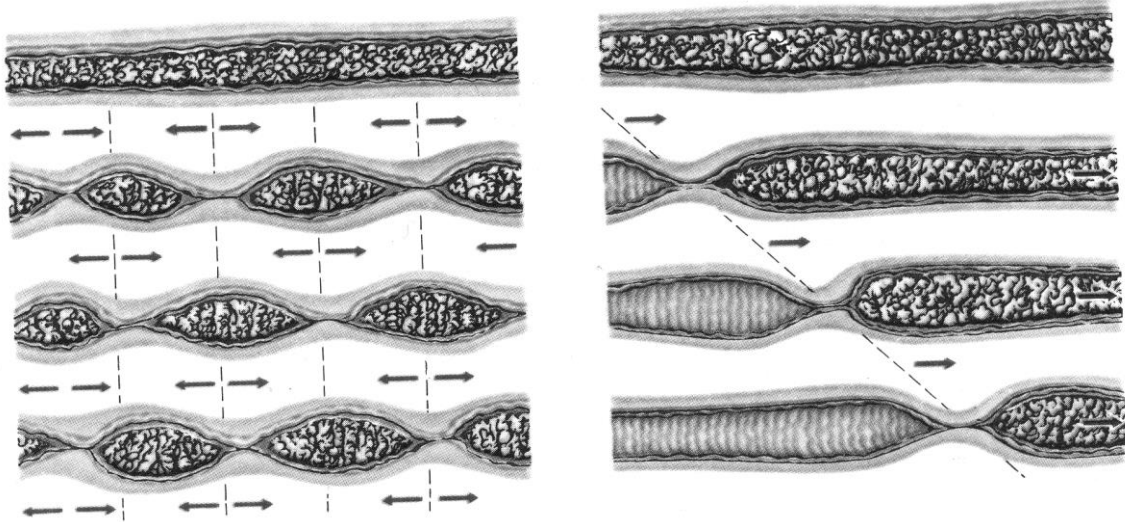
**Муцин** - шлункова слизь.

**Внутрішній фактор Кастла** - глікопротеїн, який сприяє всмоктуванню вітаміну В<sub>12</sub>.

**Шлункова ліпаза** - гідролізує емульговані жири (молоко).

**Езофаготомія** - перерізка стравоходу у експерименті для дослідження цефалічної фази шлункового соковиділення при удаваному годуванні.

**G - клітини антрального відділу** - продукують гормон гастрин, який є сильним стимулятором утворення соляної кислоти.



**Мал. 1. Моторна діяльність ШКТ:**  
зліва – маятникоподібні рухи, справа – перистальтичні рухи.

## ДОДАТОК № 2.

### **Контрольні питання по темі: “Травлення в ротовій порожнині”.**

1. Перерахуйте травні і нетравні функції шлунково-кишкового тракту.
2. Значення процесів травлення.
3. Якій обробці піддаються поживні речовини в процесі травлення?
4. Назвіть три типи травлення в залежності від походження ферментів.
5. Поясніть поняття: аутолітичне, симбіонтне травлення, власне травлення.
6. Класифікація травлення по локалізації.
7. До яких компонентів розщеплюються білки, жири і вуглеводи в травному тракті?
8. Який клас ферментів відноситься до травних? Чи є травлення енергозалежним процесом?
9. Функції травного центру і локалізація його нейронів.
10. Поясніть поняття "сенсорне насичення". Механізм його виникнення.
11. Поясніть механізм "метаболічного насичення".
12. У чому полягає процес травлення в ротовій порожнині?
13. Перерахуйте травні функції слини.
14. Перерахуйте нетравні функції слини.
15. Назвіть основний травний фермент слини і субстрат, на який він діє?
16. Які подразники можуть викликати секрецію слинних залоз?
17. Який основний механізм регуляції слинних залоз?

### **Відповіді по темі: “Травлення в ротовій порожнині”.**

1. Травні - секреторна, моторна, всмоктувальна, нетравні - захисна, екскреторна, вироблення біологічно активних речовин.
2. Гідроліз поживних речовин до компонентів, позбавлених видової специфічності, спроможних всмоктуватися в кров і лімфу при зберіганні їхнього енергетичного потенціалу.
3. Механічна (жування, ковтання, перемішування, рух їжі), хімічна (ферментативна) і

фізико-хімічна (дія соляної кислоти, жовчі).

4. Аутолітичне, симбіотичне і власне.

5. Аутолітичне травлення здійснюється за допомогою ферментів харчових продуктів, симбіотичне - за допомогою ферментів симбіонтів (мікробів найпростіших), власне за допомогою ферментів, синтезованих травними залозами макроорганізмів.

6. Внутрішньоклітинне і позаклітинне. Останнє ділиться на порожнинне і мембранне.

7. Білки- до амінокислот, жири - до гліцерину і жирних кислот, вуглеводи - до моносахаридів.

8. До класу гідролаз. З виділенням не більш 1% енергії, що міститься в їжі, тому що ферменти, які гідролізують поживні речовини, не гідролізують макроергічні зв'язки в харчових молекулах - основна кількість енергії залишається в продуктах гідролізу.

9. Формування і регуляція харчової поведінки, координація діяльності травного тракту. Довгастий мозок, ретикулярна формація, гіпоталамус, лімбічна система, кора великих півкуль.

10. Відчуття насичення рефлекторної природи, що виникає після прийому їжі в результаті подразнення рецепторів рота і шлунку і надходження аферентних імпульсів у ЦНС, внаслідок чого активується центр насичення і гальмується центр голоду.

11. Насичення, що виникає внаслідок надходження поживних речовин у кров. Виникає через 1,5-2 години після прийому їжі.

12. У механічній обробці їжі, зволоженні, розчиненні її, формуванні харчової грудки.

13. Формування харчової грудки, ферментативна обробка їжі, участь у сприйнятті смакових якостей їжі.

14. Захисна (бактерицидна дія лізоцима), участь в артикуляції, екскреторна, інкреторна, терморегуляторна функції.

15. Альфа-амілаза, полісахариди (крохмаль).

16. Будь-які подразники, що діють на слизову оболонку рота. У зміні кількості і якості слини в залежності від властивостей подразника.

17. Рефлекторний механізм (безумовні й умовні рефлекси).

### **Контрольні питання по темі: “Травлення в шлунку.**

#### **Регуляція процесів травлення в шлунку”.**

1. Чим відрізняється секрет залоз пілоричного відділу шлунку від секрету залоз його фундального відділу ?

2. Назвіть речовини, які входять в склад шлункового соку і забезпечують фізико-хімічну і обробку їжі, виконують захисні функції і приймають участь в кровотворенні.

3. Назвіть три основні види клітин шлункових залоз і речовин які вони виробляють.

4. Які ферменти входять в склад шлункового соку і на які підгрупи їх ділять?

5. Вкажіть оптимальну рН середовища для пепсинів I, II групи.

6. Чим активуються пепсиногени шлункового соку? На які поживні речовини діють пепсини, до яких сполук вони їх гідролізують ?

7. Які жири доступні дії шлункової ліпази ? Поясніть механізм.

8. Назвіть функції соляної кислоти, що безпосередньо зв'язані з фізико-хімічною обробкою їжі ?

9. Перерахуйте функції соляної кислоти, безпосередньо не зв'язані з фізико-хімічною обробкою їжі.

10. В чому полягає захисна дія мукоїдів, що містяться в шлунковому соку, якими клітинами вони виробляються ?

11. Яка кількість шлункового соку виділяється в людини за добу, і яка величина його рН?

12. Назвіть основні зондові методи секреторної діяльності шлунку у людини.

13. Перерахуйте основні методи дослідження моторики шлунку у людини.

14. Назвіть фази шлункової секреції.

15. Чому першу фазу шлункової секреції називають складно-рефлекторною ? Ким і в якому

досліді це було доведено ?

16. Подразнення яких рецепторних зон викликає безумовнорефлекторне збудження шлункових залоз?

17. Вкажіть локалізацію рецепторних зон, подразнення яких веде до безумовнорефлекторного виділення шлункового соку в першій фазі шлункової секреції. Назвіть секреторні нерви шлунку. Де розташовані їх центри ?

18. В якому досліді, на основі яких факторів було доведено, що секреторними нервами шлунку є блукаючі нерви ?

19. Який механізм збудження шлункових залоз при попаданні їжі в ротову порожнину ? Опишіть основні етапи реалізації цього механізму.

20. Назвіть групи хімічних сполук, які сприяють шлунковій секреції.

21. Якими дослідями можна довести гуморальний механізм збудження шлункових залоз ?

22. Який механізм збудження секреторної діяльності шлунку у другу (шлункову) і третю (кишечну) фази секреції ? Опишіть основні етапи реалізації цього механізму ?

23. Чим відрізняється секрет залоз великої і малої кривизни шлунку ?

24. В чому виражається пристосування діяльності шлункових залоз ?

25. Які поживні сполуки є найбільш сильними подразниками шлункової секреції ? Як і в яку фазу шлункової секреції діють жири на секреторну і моторну функції шлунку ?

26. В яких відділах шлунково-кишкового тракту переважно виробляються регуляторні пептиди (гормони травного тракту) ? Яка їх роль в травленні ?

27. Яку дію має гастрин на моторику і секрецію шлунку, тонкого кишечника, 12-палої кишки, жовчного міхура і підшлункової залози ?

28. Які гормони травного тракту стимулюють секрецію пепсиногенів в шлунку ?

29. Які гормони травного тракту гальмують секрецію пепсиногенів в шлунку ?

30. Який вплив на травну систему має холецистокінін-панкреозимін ?

### **Відповіді по темі: “Травлення в шлунку. Регуляція процесів травлення в шлунку”.**

1. Залози пілоричної частини шлунку виділяють невелику кількість слаболужного соку з великим вмістом слизу, в фундальній частині – кислий, багатий ферментами сік, виділяється тільки в зв'язку з прийняттям їжі.

2. Фізико-хімічна і хімічна обробка їжі забезпечується соляною кислотою та ферментами; захисна - зв'язана з соляною кислотою, мукоїдами; в кровотворенні приймає участь внутрішній фактор Кастла, який забезпечує всмоктування вітаміну  $B_{12}$ .

3. Гландулоцити (головні клітини) виробляють пепсиногени; парієтальні клітини – соляну кислоту; мукоцити (додаткові клітини) – слиз.

4. Протеолітичні (власне пепсини, гастринсин, пепсин В) і ліполітичні (шлункова ліпаза).

5. Для пепсинів I групи – рН -1,5-2, для пепсинів II групи – рН-3,2-3,5.

6. Соляною кислотою. Пепсини розщеплюють білки, в основному до поліпептидів.

7. Тільки емульговані жири (наприклад жири молока), в зв'язку з тим, що в шлунку немає умов для емульгування жирів.

8. Викликає набухання і денатурацію білків, активує пепсиногени, створює оптимальне середовище для дії пепсинів, прискорює створення молока.

9. Регулює моторику шлунку, роботу пілоричного сфінктера, сприяє утворенню фактора Кастла.

10. Мукоїди захищають слизову оболонку шлунку від механічних і хімічних впливів. Виробляються додатковими клітинами (мукоцитами).

11. За добу виділяється 2-2,5 л шлункового соку, рН=1,5-2,0.

12. Зондування з метою отримання шлункового соку та наступного дослідження його вмісту і рН, зондова рН-метрія, ендоскопія.

13. Рентгенологічні дослідження, радіонуклідні методи, електрогастрографія.

14. Перша складнорефлекторна (цефалічна), друга – шлункова, третя – кишкова (дві останні – нейрогуморальні).

15. Тому, що вона здійснюється шляхом умовних та безумовних рефлексів. І.П.Павловим в досліді удаваного годування.

16. Подразнення слизової ротової порожнини, глотки, шлунку, 12-палої та інших відділів тонкого кишечника.

17. Слизова ротової порожнини та глотки. Блукаючі нерви. В довгастому мозку.

18. В досліді І.П. Павлова на собаках в умовах удаваного годування та перерізки блукаючих нервів: при непошкоджених нервах шлунковий сік виділяється, після перерізки – ні.

19. Рефлекторний – вплив їжі на смакові та інші рецептори слизової оболонки ротової порожнини і глотки, активація центрів блукаючих нервів, внаслідок чого в шлунку збільшується виділення соляної кислоти, пепсиногенів та гастрину, що стимулюють секрецію шлункового соку гуморальним шляхом.

20. Гормони ШКТ, продукти гідролізу білків, екстрактивні речовини м'яса, овочів.

21. Введенням в кровотік гормонів ШКТ, переливанням крові від ситої тварини голодній, спостереженням за секрецією ізольованого (денервованого) шлуночку по Гейденгайну.

22. Нейрогуморальний; подразнення хемо- та механорецепторів шлунку і тонкої кишки викликає збудження центрів блукаючих нервів, активацію шлункової секреції та виділення гастрину. В процесі беруть участь і інші гормони ШКТ, паратгормон, продукти гідролізу, екстрактивні речовини.

23. Залози малої кривизни продукують сік більш кислий і з більшим вмістом пепсинів, ніж залози великої кривизни.

24. Кількість та якість шлункового соку залежать від якості (вмісту – хліба, м'яса, молока) і кількості їжі.

25. Екстрактивні речовини (м'ясний бульйон, капустаєний сік), яєчний жовток. В кишечну фазу гальмують.

26. В слизовій антрального відділу шлунку, проксимальному та дистальному (в меншій мірі) відділах тонкої кишки. Здійснюють гуморальну регуляцію секреторної, моторної та всмоктувальної функції ШКТ.

27. Стимулюють секрецію шлунку, 12-палої кишки, підшлункової залози, посилюють моторику шлунку, тонкої кишки та жовчного міхура.

28. Гастрин, бомбезин, мотилін, холецистокінін-панкреозимін.

29. ШПП, ВПП, гастрони та ентерогастрони.

30. Стимулює секрецію ферментів підшлункової залози та шлунку (пепсину, гальмує секрецію соляної кислоти шлунку, стимулює скорочення жовчного міхура).

### **Приклади тестових завдань.**

1. Вставте пропущені слова. Введення атропіну ... виділення слини і причиною цього є його вплив на...

- збільшує, бета-адренорецептори;
- зменшує, бета-адренорецептори;
- збільшує, холіноорецептори;
- зменшує, холіноорецептори;
- ні одна відповідь не вірна.

2. Яка реакція слини:

- рН слини 0,8-1,5;
- рН слини 7,4-8,0;
- рН слини 6,4-8,0;
- рН слини 7,1-8,2;
- ні одна відповідь не вірна.

3. До ферментів слини відносяться:

- лецитиназа;
- альфа-амілаза;
- фосфоліпаза;



- лактаза;
  - ентерокиназа.
4. Вставте пропущені цифри. Протягом доби утвориться шлункового соку приблизно ... л, що має рН...
- 1,0-2,0; 0,5-1,0;
  - 3,4-4,0; 5,0-6,0;
  - 2,0-2,5; 1,5-1,8;
  - 0,1-0,5, 4,0-6,0;
  - ні одна відповідь не вірна.
5. Дія гістамину на парієтальні клітки шлунку знімається блокадою:
- М-холінорецепторів;
  - альфа-адренорецепторів;
  - бета-адренорецепторів;
  - Н-холінорецепторів;
  - H<sub>2</sub>рецепторів.
6. Що викликає набухання білків в шлунку:
- H<sub>2</sub>O;
  - HCl;
  - кишковий сік;
  - жовч;
  - ні одна відповідь не вірна.

#### **Приклади ситуаційних задач**

1. У експериментальній тварини подразнювали периферійну ділянку симпатичних волокон, що іннервують привушну слинну залозу. У результаті з фістули привушної слинної залози виділилося:
- A. Мало в'язкої слини.
  - B. Мало слини рідкої.
  - C. Не виділялася слина.
  - D. Багато рідкої слини.
  - E. Багато в'язкої слини.
2. У хворого хронічний неврит трійчастого нерву. Який з травних процесів буде порушений в найбільшій мірі ?
- A. Слиновиділення.
  - B. Формування відчуття смаку.
  - C. Ковтання.
  - D. Слиноутворення.
  - E. Жування.
3. У давній Індії підозрюваним у злочин пропонували проковтнути жменю сухого рису. Злочинці не могли проковтнути рис через зменшене слиновиділення внаслідок
- A. Активації парасимпатичного ядра лицьового нерву.
  - B. Активація симпато-адреналової системи.
  - C. Зменшення кровопостачання слинних залоз.
  - D. Активації парасимпатичного ядра язикоглоткового нерву.
  - E. Гальмування симпато-адреналової системи.
4. Хворому видалили частину шлунку. Якого режиму харчування він повинен дотримуватися?
- A. Невеликими порціями 6-8 разів на день.
  - B. Великими порціями 2 рази на день.
  - C. Звичайний режим харчування 3 рази на день.
  - D. Приймати їжу вночі.
  - E. Приймати їжу під час обіду 1 раз.
5. Хворому з гіперсекрецією шлункового соку лікар рекомендував виключити з дієти

насичені бульйони і овочеві відвари, тому, що вони стимулюють шлункову секрецію переважно по наступному механізму:

- A. Стимулюють вироблення гастрину G клітинами.
- B. Подразнюють смакові рецептори.
- C. Подразнюють механорецептори ротової порожнини.
- D. Подразнюють механорецептори шлунку.
- E. Стимулюють вироблення секретину в 12-палій кищі.

#### **Завдання для самостійної роботи та самоконтролю :**

1. Чим відрізняється (кількісно і якісно) слина, виділена при подразненні парасимпатичних та симпатичних нервів ?
2. Яким чином зміниться секреція слинних залоз у разі збільшення концентрації адреналіну гідрохлориду в крові ?
3. Які зміни у секреції шлункового соку відбудуться після ваготомії ?
4. При введенні хворому гістаміну спостерігається збільшення секреції шлункового соку. Які механізми стимулюють секрецію у цих випадках ?
5. Які речовини містяться в бульйоні, відварах овочів, що стимулюють секрецію шлунку?
6. У хворого знижена кислотність шлункового соку. Яким чином це позначається на травленні в шлунку. Чому?

### **МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА № 16.**

**На тему:** *Роль підшлункової залози та печінки в травленні.*

**Кількість годин:** 2 години.

**Місце проведення:** навчальна лабораторія.

**Навчальна мета:**

**Знати:** травну дію панкреатичного соку, та регуляцію його секреції, гепатобіліарну систему та її роль у травленні, регуляцію секреції та виділення жовчі, нетравні функції печінки.

**Уміти:** адекватно оцінювати секреторну функцію панкреатичної залози та печінки в експериментальних умовах.

#### **Теоретичні питання для самопідготовки :**

1. Склад і властивості панкреатичного соку.
2. Травна дія панкреатичного соку та регуляція панкреатичної секреції.
3. Жовчеутворювальна та жовчевидільна функція печінки.
4. Роль жовчі в травленні.
5. Нетравні функції печінки.

**Ключові слова та терміни:** *ентерокіназа, Бруннерові залози, міцели, секретин, ХЦКП.*

#### **Практичні роботи:**

##### **Робота 1. Дослідження емульгуючої дії жовчі.**

Роль жовчі у травленні - утворення жирової емульсії. Щоб переконатися у цьому потрібно взяти 2 пробірки і налити 3 мл олії в кожну. В першу долити 3 мл води, а в другу 3 мл жовчі. Вміст пробірок енергійно перемішати. Оцінити результат.

##### **Робота 2. Дослідження фільтруючої дії жовчі.**

Для роботи взяти 2 лійки і підготувати в кожну з них фільтрувальний папір для фільтрування. Один з них змочити водою, а другий - жовчю. Через обидва фільтри налити олію. Зробити висновки.



### **Робота 3. Дослідження поверхнево-активуючої дії жовчі.**

Налити в 1 пробірку до половини води, в 2 - стільки ж розведеної жовчі. В кожному з пробірок насипати невелику кількість сірчаного цвіту. В пробірці з водою сірка плаватиме, з жовчю осяде на дно. Пояснити це явище.

**Рекомендації щодо оформлення результатів роботи:** Результати досліду записати в протоколи.

#### **ДОДАТОК №1.**

##### **Визначення основних термінів і понять :**

**Ентерокіназа** - фермент, що виділяють ентероцити Бруннерових залоз 12-палої кишки, активує трипсиноген в трипсин.

**S - клітини** слизової оболонки 12-палої кишки виділяють гормон секретин.

**I-клітини** – виділяють гормон холецистокінін - панкреозимін (ХЦКП).

**Мицели-** це комплексні сполуки жовчних кислот з жирними кислотами, що сприяють їх всмоктуванню в тонкому кишечнику.

#### **ДОДАТОК №2.**

##### **Контрольні питання по темі: “Роль підшлункової залози та печінки в травленні”.**

1. Які залози виділяють свій секрет в порожнину 12-палої кишки ?
2. Які речовини розщеплюються ферментами підшлункової залози ?
3. Назвіть ферменти підшлункової залози, що гідролізують білки.
4. Перерахуйте ферменти підшлункової залози, які гідролізують жири, вуглеводи і нуклеїнові кислоти.
5. Чим активуються трипсиноген і хімотрипсиноген ?
6. На які речовини діють і до яких сполук їх розщеплюють трипсин і хімотрепсин ?
7. Чим активується ліпаза, яка секретується підшлунковою залозою ? На які речовини вона діє, до яких сполук їх розщеплює ?
8. Який вплив мають парасимпатичні, симпатичні нерви на кількість і склад панкреатичного секрету, що виділяється ?
9. Назвіть гастроінтестинальні гормони, які стимулюють зовнішньосекреторну діяльність підшлункової залози.
10. Назвіть гастроінтестинальні гормони, які гальмують виділення соку підшлункової залози.
11. Які фактори доводять наявність гуморальної регуляції зовнішньосекреторної діяльності підшлункової залози ?
12. Перерахуйте основні травні та нетравні функції печінки.
13. В чому полягає антитоксична функція печінки ?
14. Назвіть головні складові частини жовчі.
15. Перерахуйте травні функції жовчі.
16. Безперервно чи періодично утворюється і виділяється жовч в 12-палу кишку ? Яка кількість жовчі виділяється за добу ? Як можна отримати жовч для аналізу у людини ?
17. Що називається кругозворотом жовчних кислот ?
18. Жовч – секрет чи екскрет ? Поясніть відповідь.
19. Чим і чому відрізняється міхурова жовч від печінкової?
20. Перерахуйте рефлексогенні зони, з яких регулюється робота печінки і жовчовиділення. Які фази жовчовиділення розрізняють в зв'язку з цим?
21. Який вплив має блукаючий нерв на скорочення жовчного міхура і сфінктера Одді при жовчовиділенні? До чого це приводить?
22. Які гормони травного тракту стимулюють виділення жовчі в кишечник?
23. Які харчові продукти стимулюють виділення жовчі в кишечник?

##### **Відповіді по темі: “Роль підшлункової залози та печінки в травленні”.**

1. Підшлункова залоза, печінка, дуоденальні (бруннерові) залози.

2. Білки, жири, вуглеводи і продукти їх гідролізу.
3. Трипсин, хімотрипсин, еластаза, карбоксипептидази А і В.
4. Жири гідролізуються ліпазою, фосфоліпазою, лецитиназою, естеразою; вуглеводи – альфа-амілазою, мальтазою, лактазою; нуклеїнові кислоти – рибонуклеазою, дезоксирибонуклеазою.
5. Трипсиноген активується ентерокиназою і трипсином, хімотрипсиноген – трипсином.
6. На білки та продукти їх гідролізу, доводячи розщеплення до олігопептидів і амінокислот.
7. Жовчю. Розщеплюють жири до моногліцеридів і жирних кислот.
8. Парасимпатичні нерви стимулюють виділення великої кількості бідного ферментами секрету, симпатичні – невеликої кількості багатого ферментами секрету підшлункової залози.
9. Гастрин, секретин, ХЦПК, бомбезин, субстанція Р.
10. Ентероглюкагон, енкефалін, соматостатин, ШПП.
11. Зміни секреторної функції залози після введення в кров відповідного гормону або переливання крові від ситої тварини голодній.
12. Травна – вироблення жовчі; нетравні - антитоксична, екскреторна, терморегуляторна, синтез факторів зсідання крові, руйнування різних речовин (гормонів, пігментів), депонування вуглеводів.
13. В знешкодженні інфекційних агентів і токсичних речовин, що потрапили в організм ззовні або утворилися під час проміжного обміну.
14. Солі жовчних кислот, жовчні пігменти, жирні кислоти, холестерин, неорганічні солі, ферменти, слиз.
15. Жовч стимулює моторику і секрецію тонкого кишківника, жовчоутворення та жовчовиділення, емульгує жири, підвищує активність панкреатичних і кишечних ферментів, нейтралізує кислий хімус шлунку, сприяє всмоктуванню продуктів гідролізу жирів та жиророзчинних вітамінів.
16. Жовч утворюється безперервно, а виділяється періодично під час їжі і в процесі травлення (0,5-1,0 л за добу). Шляхом зондування 12-палої кишки.
17. Жовчні кислоти, що виділилися в кишку забезпечують всмоктування жирних кислот, після чого потрапляють в кров, переносяться в печінку і знову включаються до складу жовчі.
18. Жовч – секрет, який приймає участь в процесі травлення (наприклад, в емульгуванні жирів) і екскрет - в її складі виводяться із організму продукти метаболізму (наприклад, жовчні пігменти).
19. Міхурова жовч більш концентрована за рахунок реабсорбції води і мінеральних солей (бікарбонатів), більш темного кольору.
20. Слизова рота, шлунку, тонкої кишки. Складнорефлекторна, шлункова і кишечна.
21. Викликає скорочення жовчного міхура і розслаблення сфінктера Одді, в результаті чого жовч виділяється в 12-палу кишку.
22. ХЦПК, гастрин, секретин, бомбезин.
23. Яєчний жовток, молоко, м'ясо, жири.

#### **Приклади тестових завдань.**

1. Вставте пропущені цифри. Протягом доби утвориться біля ... л соку підшлункової залози, що має рН ...
  - 1,2-2,0; 7,8-8,4;
  - 0,5-1,0; 6,0-7,5;
  - 2,0-3,0; 8,5-9,0;
  - 0,1-0,5; 4,0-6,0;
  - ні одна відповідь не вірна.
2. В жовчному міхурі здійснюється:
  - утворення жовчі;

- утворення холестерину;
  - секреція слизу;
  - секреція пепсиногену;
  - утворення основної кількості гастрину.
3. При тривалому прийомі їжі, багатій вуглеводами, у соку підшлункової залози підвищується активність:
- ліпази;
  - амілази;
  - трипсину;
  - пепсиногену;
  - глюкагону.
4. При закупорці каменем загальної жовчної протоки порушується гідроліз і всмоктування:
- вуглеводів;
  - білків;
  - жирів;
  - нуклеїнових кислот;
  - ні одна відповідь не вірна.
5. Під дією якого фактору нерозчинні жирні кислоти перетворюються в травному тракті в розчинні:
- під дією ліпази соку підшлункової залози;
  - під впливом ліпази шлункового соку;
  - під впливом жовчних кислот;
  - під впливом соляної кислоти шлункового соку;
  - під впливом жовчних пігментів.
6. Секрецію жовчі стимулюють :
- жовчні кислоти;
  - секретин;
  - холецистокінін-панкреозимін;
  - блукаючий нерв;
  - всі твердження правильні.

### Приклади ситуаційних задач

1. Хворому видалили частину підшлункової залози. Які продукти йому потрібно обмежити в своєму раціоні?
- A. Здоба, жирне м'ясо, міцні відвари.
  - B. Нежирне відварне м'ясо.
  - C. Кисломолочні продукти.
  - D. Овочі, багаті білками (боби, соя).
  - E. Фрукти.
2. Відомо, що секретин синтезується в S-клітинах слизової оболонки 12-палої кишки. Який характер впливу цього гормону на секрецію шлункового соку?
- A. Гальмує виділення HCl і стимулює виділення пепсиногенів.
  - B. Стимулює виділення HCl і гальмує виділення пепсиногенів.
  - C. Стимулює виділення HCl і пепсиногенів.
  - D. Стимулює виділення HCl і слизу та гальмує виділення пепсиногенів.
  - E. Гальмує виділення HCl і пепсиногенів.
3. Протеолітичні ферменти соку підшлункової залози виділяються в просвіт 12-палої кишки в неактивному стані. Вкажіть, яка речовина з нижче перерахованих є активатором хімотрипсину?
- A. Трипсин.
  - B. Ентерокіназа.
  - C. Карбоксиполіпептидаза .

D. Карбоангідраза.

E. Жовчні кислоти.

4. У пацієнтки у віці 30 років з порушенням функції підшлункової залози виявлено зменшення бікарбонатів в 12-палій кишці. Які шлунково-кишкові гормони найбільше підвищують кількість бікарбонатів в секреті підшлункової залози?

A. Секретин.

B. Панкреозимин.

C. Гастрин.

D. Мотилін.

E. Вазоінтестинальний пептид.

5. Внаслідок обтурації жовчовивідного протоку у хворого зменшилося надходження жовчі в 12-ипалу кишку, що призвело до порушення всмоктування:

A. Білків.

B. Вуглеводів.

C. Білків та вуглеводів.

D. Мінеральних солей.

E. Жирів.

#### **Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Які речовини активують трипсиноген та хімотрипсиноген?

2. При дослідженні калу виявлено краплі неперетравленого білка, крохмалю, нейтрального жиру. Чим це можна пояснити?

3. Як зміниться активність ферментів підшлункової залози у разі тривалого прийому їжі, багатой на білки?

4. Як вплине на процеси травлення в тонкій кишці закупорювання каменем загальної жовчної протоки?

### **МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА № 17.**

**На тему: *Всмоктування та його механізми. Регуляція травлення.***

**Кількість годин:** 2 години.

**Місце проведення:** навчальна лабораторія.

**Навчальна мета:**

**Знати:** морфо-функціональні особливості тонкого і товстого кишківника, секреторну, рухову функції тонкого, товстого кишківника та регуляцію їх секреції. роль різних відділів травного тракту у процесах всмоктування, механізми всмоктування різних нутрієнтів, характеристику гуморального контролю відчуття ситності та голоду,

**Уміти:** застосувати знання для профілактики, діагностики та лікування захворювань названого відділу травного тракту. пояснити системні механізми голоду і насичення та зобразити схему функціональної системи що підтримує оптимальний рівень поживних речовин.

#### **Теоретичні питання для самопідготовки :**

1. Склад і властивості кишкового соку. Регуляція його секреції. Порожнинне і мембранне травлення.

2. Всмоктування у травному каналі. Механізми всмоктування.

3. Рухова функція кишківника, види скорочень, їх регуляція.

4. Функціональна організація харчового центру.

5. Фізіологічні механізми голоду та насичення.

**Ключові слова та терміни:** перистальтика, дефекація, мікрофлора, всмоктування, віллікінін, симпорт, антипорт, міцели, хіломікрони, харчовий центр, голод, ситість.

### Практичні роботи:

#### **Робота 1. Дослідження мембранного травлення в експериментальних умовах.**

В пробірку налити 12 мл розчину Рінгера і помістити 5 відрізків тонкої кишки, величиною 1 см (щойно взятої у декапітованої тварини). Вміст пробірки інкубувати 10 хв. в термостаті при температурі 38 С.

Через 10 хв. вийняти з пробірки частинки кишки, а розчин з екстрактом ферментів кишечника використати для досліду по наступній схемі. В пронумеровані 10 пробірок ввести по 3 мл 0,25% крохмального клейстеру та 1,0 мл інкубованого розчину. В пробірки № 6, 7, 8, 9, 10 опустити відрізки відмитої свіжої кишки. Всі пробірки помістити в термостат ( $t^{\circ} = 38 \text{ C}$ ) на 5 хв.

Потім взяти 2 пробірки із серії по системі 1-6, 2-7, 3-8, 4-9, 5-10 через кожні 3 хв. ставити у стакан з льодом.

В усіх пробірках провести реакцію Троммера на глюкозу (частинки кишки попередньо вийняти). Вміст пробірок з реактивами довести до кипіння. Інтенсивний жовто-коричневий колір рідини свідчить про гідроліз крохмалю.

**Результати роботи** оформити у вигляді таблиці. Зробити висновок в якій серії інтенсивніше відбувається гідроліз крохмалю - в пробірках з відрізком кишки чи без неї і чому?

1 серія Порожнинне травлення пробірки	Умови досліду	Результат (проба Троммера)	2 серія Порожнинне +мембранне травлення	Умови досліду	Результат (проба Троммера)
1.			1.		
2.			2.		
3.			3.		
4.			4.		
5.			5.		

#### **Робота 2. Спостереження рухової діяльності кишечника у теплокровних тварин.**

Після декапітації білого щура кишечник швидко перенести у теплий ( $t = 37 \text{ C}$ ) фізіологічний розчин Рінгер-Локка. Спостерігати за різними видами моторної діяльності кишечника, звернути увагу на характер скорочення циркуляторних та поздовжніх м'язів.

На окрему ділянку проксимального відділу кишечника нанести ацетилхолін, на ділянку дистального відділу - адреналін. Оцінити результати.

**Рекомендації щодо оформлення результатів роботи:** Результати записати в протоколи і пояснити механізми цих скорочень та їх значення.

### ДОДАТОК №1.

#### **Визначення основних термінів і понять :**

**Ентерокиназа** - фермент, що виділяють ентероцити Бруннерових залоз 12-палої кишки, активує трипсиноген в трипсин.

**S - клітини** слизової оболонки 12-палої кишки виділяють гормон секретин.

**I - клітини** – виділяють гормон холецистокінін - панкреозимін (ХЦКП).

**Міцели**- це комплексні сполуки жовчних кислот з жирними кислотами, що сприяють їх всмоктуванню в тонкому кишечнику.

**Порожнинне травлення** - відбувається в спеціальних травних порожнинах за рахунок ферментів, що секретуються клітинами травних залоз або клітинами, які вистилають дану порожнину (ротова порожнина, шлунок, тонка кишка).

**Мембранне травлення** - здійснюється на поверхні мікроворсинок тонкої кишки, завершуючи гідроліз проміжних продуктів порожнинного травлення.

**Глікокалікс** - компонент мембрани ентероцитів утворений мукополісахаридними нитками, з'єднаних між собою кальцієвими мостиками, де адсорбуються різні ферменти, що

здійснюють гідроліз проміжних продуктів порожнинного травлення.

**Ендоцитоз** - це транспорт макромолекул і їх агрегатів шляхом фагоцитозу та піноцитозу.

**Персорбція** - транспорт речовин по міжклітинним проміжкам.

**Харчовий центр** - комплекс взаємозв'язаних структур ЦНС, які регулюють харчову поведінку і координують діяльність травного тракту.

**Харчова мотивація** - спонука, яка викликає і направляє харчову поведінку.

**Анорексія** - відсутність апетиту при об'єктивній потребі в живленні, внаслідок пошкодження ядер гіпоталамуса.

**Гіперфагія** - споживання їжі в надмірних кількостях при руйнуванні вентромедіальних ядер гіпоталамуса.

**Голод** - суб'єктивне вираження об'єктивної харчової потреби організму при зниженні поживних речовин в крові.

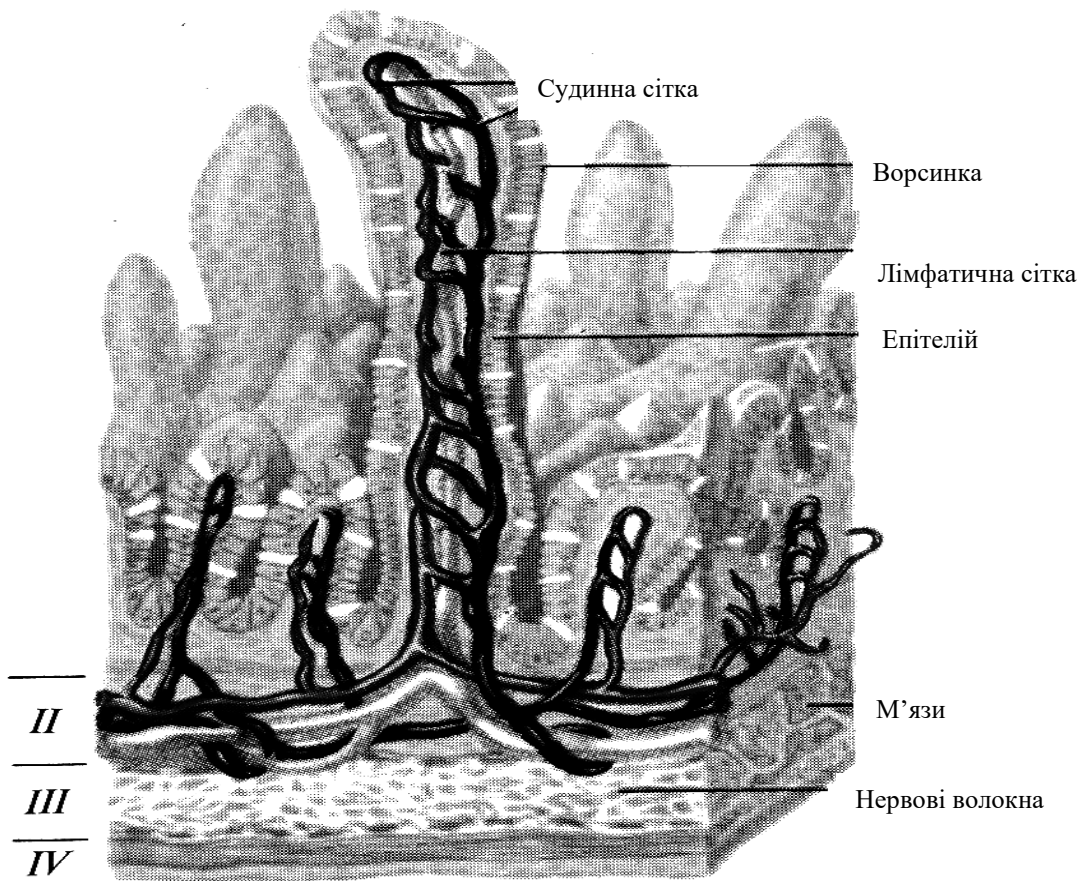
**Насичення** - процес зникнення відчуття голоду після прийому їжі.

**Апетит** (лат. appetito - прагнення, бажання) - емоційне відчуття, що зв'язане з прагненням до споживання їжі.

**Ендоцитоз** - це транспорт макромолекул і їх агрегатів шляхом фагоцитозу та піноцитозу.

**Персорбція** - транспорт речовин по міжклітинним проміжкам.

**Віллікінін** – гормональний стимулятор рухів ворсинок, синтезується в слизовій оболонці 12-палої кишки



**Мал. 1. Будова ворсинки:**

**I – слизова оболонка, II – підслизова оболонка, III – м'язова оболонка, IV – серозна оболонка.**

## ДОДАТОК №2.

### **Контрольні питання по темі: “Травлення в тонкому і товстому кишечнику”.**

1. По якому типу відбувається секреція кишкового соку?
2. В чому суть цього типу секреції? Назвіть основні ферменти кишкового соку?
3. Що називається "ферментом ферментів", де виробляється і яка його дія?
4. Що розуміють під мембранним травленням?
5. В якому досліді можна довести наявність мембранного травлення?
6. Яке походження ферментів, що приймають участь у мембранному травленні?
7. В чому полягає пристосувальний характер діяльності кишкових залоз? Перерахуйте ферменти кишкового соку.
8. Вкажіть основні особливості нервової регуляції секреції тонкого кишечника.
9. Що розуміють під місцевими механізмами збудження кишкових залоз?
10. Які подразники стимулюють секрецію кишкового соку при контакті з слизовою оболонкою кишечника?
11. Відкритий чи закритий ілеоцекальний сфінктер в позатравний період? Як змінюється цей стан після прийняття їжі? Який механізм?
12. Яка роль, крім значення мікрофлори, товстого кишечника в травленні?
13. Яке значення мікрофлори товстого кишечника?
14. Що називається дублюванням в травному каналі (наведіть приклад)? В чому біологічна суть цього явища?
15. Яке фізіологічне значення рухової функції травного тракту?

### **Відповіді по темі: “Травлення в тонкому і товстому кишечнику”.**

1. В основному, по типу голокринної морфокінетичної секреції, тобто з відторгненням епітелію, що містить ферменти.
2. Пептидази, нуклеази, ліпаза, фосфоліпаза, фосфатази, амілаза, лактаза, сахараза, ентерокіназа
3. Ентерокіназа - фермент, що виробляється в тонкому кишечнику, активує трипсиноген.
4. Травлення, що відбувається ферментами, які фіксовані в зоні глікокалікса і на плазматичній мембрані мікроворсинок тонкого кишечника.
5. В досліді з додаванням в пробірку з крохмалем і амілазою частинки живої тонкої кишки, в результаті чого гідроліз крохмалю різко прискорюється.
6. Частина ферментів адсорбується із кишкового соку, частина продукується ентероцитами тонкого кишечника.
7. В зміні кількості соку і відносного вмісту в ньому окремих ферментів або їх груп в залежності від кількості і якості їжі. Сахароза, ентерокіназа, лужна фосфатаза, лактаза.
8. В регуляції виділення секрету головна роль належить місцевим нервовим механізмам і гормональним факторам. Центральна нервова система здійснює трофічний вплив, регулюючи утворення кишкових ферментів.
9. Механізми, що реалізуються за рахунок місцевих рефлексів або під впливом місцевих гуморальних факторів (тканинні гормони ШКТ).
10. Механічні і хімічні (складові частини кишкового хімісу)
11. В позатравний період закритий. Після прийняття їжі періодично (кожні 0,5-1 хв.) відкривається. Рефлекторний.
12. Кінцевий гідроліз залишків неперетравленої їжі, всмоктування води, формування калу.
13. Захисне (створення імунного бар'єру, пригнічення патогенної мікрофлори) синтез вітамінів (К і групи В), синтез ферментів, які гідролізують клітковину.
14. Наявність в різних відділах ШКТ аналогічних по характеру дії на поживні речовини ферментів (наприклад, пептидази, пепсиногенів, трипсиногену, хімотрипсиногену). Це підвищує надійність перетравлення їжі.
15. Сприяє перетравленню їжі шляхом роздрібнення її, перемішування, руху хімісу по ШКТ, а також забезпечує екскрецію неперетравлених решток і не потрібних організму продуктів.

**Контрольні питання по темі: “Всмоктування. Регуляція травлення.”**

1. Назвіть функції харчового центру. Вкажіть основну локалізацію його нейронів.
2. Поясніть поняття «сенсорне насичення». Внаслідок чого воно виникає ?
3. Поясніть поняття «метаболічне насичення». Через який час після прийняття їжі воно виникає ?
4. Які фізико-хімічні механізми сприяють всмоктуванню речовин з порожнини кишечника ?
5. Як взаємодіють процеси гідролізу і всмоктування речовин в тонкому кишечнику при мембранному травленні?
6. В якому виді і в якій частині кишечника всмоктуються продукти гідролізу білків і вуглеводів?
7. В якому виді і в якій частині кишечника всмоктуються продукти гідролізу жирів?
8. Як і чому ворсинки і мікроросинки впливають на процес всмоктування?
9. Поясніть механізм всмоктування води.
10. З транспортом яких речовин і іонів зв'язане всмоктування води?
11. В чому виражається періодична діяльність органів травлення під час голодування? Яка тривалість періодів, через які інтервали часу вони спостерігаються?

**Відповіді по темі: “Всмоктування. Регуляція травлення.”**

1. *Формування і регуляція харчової поведінки, координації діяльності травного тракту. Довгастий мозок, ретикулярна формація, гіпоталамус, лімбічна система, кора великих півкуль.*
2. *Відчуття насичення рефлекторної природи, що виникає після прийняття їжі в результаті збудження рецепторів ротової порожнини і шлунку і надходження аферентних імпульсів у ЦНС внаслідок чого активується центр насичення і гальмується центр голоду.*
3. *Насичення, що виникає внаслідок надходження поживних речовин в кров. Виникає через 1,5-2 години після прийому їжі.*
4. *Дифузія, «полегшена дифузія», фільтрація, осмос.*
5. *В процесі мембранного травлення фіксований на мембрані фермент полегшує зв'язування продукту його гідролізу. Відповідним переносником, що необхідний для всмоктування цього продукту є переносник, який в свою чергу модулює активність цього ферменту.*
6. *В основному в верхній третині тонкого кишечника у вигляді амінокислот і моносахаридів.*
7. *У виді моногліцеридів і жирних кислот в комплексі із солями жовчних кислот, які утворюють міцели. Найбільш активно – в 12-палій і проксимальній частині порожньої кишки.*
8. *Наявність ворсинок і мікроросинок збільшує поверхню контакту стінки кишечника з хімузом, а скорочення ворсинок, прискорює їх спорожнення, що сприяє кращому всмоктуванню.*
9. *Вода всмоктується пасивно, згідно осмотичному (осмос) або гідростатичному (фільтрація) градієнтам.*
10. *З транспортом іонів натрію, хлору, моносахаридів, амінокислот та інших речовин, що активно всмоктуються.*
11. *В посиленні моторної і секреторної активності травного тракту на протязі, 15-20 хв., через кожні 1-1,5 години.*

**Приклади тестових завдань.**

1. Як зміниться моторна функція кишечника, якщо собаці ввести атропін:  
- моторна функція товстого кишечника не зміниться, моторика тонкого кишечника посилиться;



- спостерігається ослаблення моторної функції кишечника;
  - спостерігається посилення моторної функції кишечника;
  - моторна функція тонкого кишечника не зміниться, моторика товстого кишечника посилиться;
  - ні одна відповідь не вірна.
2. Рух ворсинок кишечника регулюється:
- міжм'язовим нервовим сплетінням;
  - підслизовим нервовим сплетінням;
  - блукаючим нервом;
  - черевним нервом;
  - ні одна відповідь не вірна.
3. Пацієнту призначена дієта, що містить підвищену кількість хліба грубого помолу та овочі. З якою метою вона призначена?
- для гальмування секреції шлункового соку;
  - для посилення моторики;
  - для активації трипсиногену;
  - для виділення великої кількості слини;
  - для нейтралізації НСІ.
4. Після ваготомії моторика :
- тонкої кишки збільшується;
  - шлунку збільшується;
  - товстої кишки збільшується;
  - товстої кишки зменшується;
  - не змінюється.
5. Вставте пропущені слова. Всмоктування глюкози здійснюється в основному в...
- шлунку при участі транспорту іонів натрію;
  - порожнині рота без участі транспорту іонів натрію;
  - тонкій кишці при участі транспорту іонів натрію;
  - шлунку без участі транспорту іонів натрію;
  - товстій кишці при участі транспорту іонів натрію.
6. Центри голоду і насичення розташовуються:
- у мозочку;
  - у таламусі;
  - у гіпоталамусі;
  - довгастому мозку;
  - корі великих півкуль.

### **Приклади ситуаційних задач.**

1. У тварини проводять електростимуляцію структур головного мозку, внаслідок чого вона не приймає їжу, втрачає масу тіла. Яку структуру подразнюють?
  - A. Латеральну зону гіпоталамуса.
  - B. Латеральні колінчасті тіла.
  - C. Вегетативне ядро блукаючого нерву.
  - D. Вентромедіальну зону гіпоталамуса.
  - E. Прецентральну звивину кори головного мозку.
2. У пацієнта 56 років, із хронічним ентеритом при копрологічному дослідженні встановлено порушення травлення і всмоктування білків. Який основний механізм всмоктування амінокислот у тонкому кишечнику?
  - A. Вторинний активний транспорт.
  - B. Проста дифузія.
  - C. Полегшена дифузія.
  - D. Осмос.

- Е. Первинний активний транспорт.
3. При тривалому лікуванні затяжної пневмонії антибіотиками у хворого появилось посилення газообміну, здуття черевної порожнини. Що є причиною даного явища?
- А. Запалення слизової шлунку.  
 В. Тривале голодування.  
 С. Переїдання.  
 D. Дисбактеріоз.  
 Е. Алкогольне отруєння.
4. Експериментальними методами доведено, що голодні періодичні перистальтичні скорочення шлунково-кишкового тракту виникають через такий інтервал:
- А. 3-4 години.  
 В. 20-30 хвилин.  
 С. 1,5-2 години.  
 D. 40-50 хвилин.  
 Е. жодна відповідь не правильна.
5. Хворий 57 років, який протягом довгого часу лікувався антибіотиками, скаржиться на порушення функції кишечника. Що призвело до такого стану?
- А. Порушення всмоктування.  
 В. Порушення секреції кишечника.  
 С. Пригнічення мікрофлори кишківника.  
 D. Підвищення моторики кишечника.  
 Е. Порушення жовчовиділення.

#### **Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:**

1. Чому для посилення моторики тонкої кишки рекомендують вводити їжу, що містить клітковину?
2. Як впливає подразнення симпатичного нерву, що іннервує тонку кишку, на її моторику?
3. Чи відбуватиметься моторика тонкої кишки після ваготомії?
5. Чому при введенні невеликої кількості гіпертонічного розчину в кишечник спостерігається послаблююча дія?
5. Поясніть поняття «сенсорне насичення» та «метаболічне насичення». Внаслідок чого воно виникає?

### **МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА № 18.**

**На тему:** *Роль нирок у процесах виділення.*

**Кількість годин:** 2 години.

**Місце проведення:** навчальна лабораторія.

**Навчальна мета:**

**Знати:** функції і роль системи виділення у забезпеченні гомеостазу організму; механізми фільтрації, будову ультрафільтраційного сита, поняття кліренсу та його практичне значення у медицині.

**Уміти:** намалювати і описати процеси, що відбуваються в різних частинах нефрону, розрахувати кліренс за формулою Ван-Слайка.

#### **Теоретичні питання для самопідготовки:**

1. Фізіологічна роль видільних процесів в обміні речовин. Невидільні функції нирок.
2. Морфофункціональні особливості нирок. Будова нефрону. Особливості кровозабезпечення нирок.
3. Загальна характеристика процесів сечоутворення.
4. Клубочкова фільтрація та її механізми.
5. Кліренс, його інформативність для оцінки процесів сечоутворення.

**Ключові слова і терміни:** клубочкова ультрафільтрація, біологічний фільтр, канальцева реабсорбція, канальцева секреція, кліренс.

### Практичні роботи:

#### **Робота 1. Визначення швидкості клубочкової фільтрації (ШКФ).**

ШКФ визначають за об'ємом фільтрату, що надходить у початковий відділ нефронів обох нирок за 1 хв. Метод ґрунтується на визначенні кліренсу. Для визначення ШКФ використовують інертні нетоксичні речовини, не зв'язані з білками плазми крові, що вільно проходять через пори мембрани шляхом фільтрації і не підлягають ні реабсорбції, ні секреції. Такими речовинами є інулін, ендogenousний креатинін та ін.

ШКФ вимірюють у мілілітрах за 1 хв. на поверхню тіла, і кількісно він відповідає кліренсу речовини, від якої плазма очищається лише шляхом фільтрації. Отже, можна застосувати таку формулу:  $C_{in} = U_{in}/P_{in} \cdot V$ , де  $C_{in}$  - кліренс інуліну або ШКФ;  $P_{in}$  — концентрація інуліну в плазмі крові;  $U_{in}$  - концентрація інуліну в сечі;  $V$  - кількість сечі (мл/хв).

ШКФ в середньому становить у чоловіків 125 мл/хв; у жінок - 110 мл/хв. З віком вона зменшується:  $C_{in} = 153,2 - 0,96 \cdot \text{вік}$  (у роках).

Для роботи потрібна номограма для визначення площі поверхні тілі.

**Хід роботи:** за результатами визначення концентрації інуліну чи ендogenousного креатиніну в крові і сечі та кількості сечі розрахувати ШКФ.

**Завдання 1.** Розрахувати ШКФ у чоловіка віком 35 років (зріст 175 см, маса тіла 72 кг), якщо після введення інуліну концентрація його в плазмі крові становить 0,04 ммоль/л, в сечі – 0,85 ммоль/л, сечі виділяється 5 мл/хв.

**Завдання 2.** Розрахувати ШКФ у жінки віком 34 роки (зріст 160 см, маса тіла 54 кг), якщо після введення інуліну концентрація його в плазмі крові становить 0,05 ммоль/л, в сечі 0,76 ммоль/л, сечі виділяється 3,3 мл/хв.

**Завдання 3.** Розрахувати ШКФ у чоловіка віком 38 років (ріст 180 см, маса тіла 78 кг), якщо концентрація ендogenousного креатиніну в плазмі крові становить 0,21 ммоль/л, а сечі 12,6 ммоль/л, кількість сечі 1 мл/хв.

### ДОДАТОК № 1.

#### **Визначення основних термінів і понять:**

**Клубочкова ультрафільтрація**- утворення первинної сечі з плазми крові, води і низькомолекулярних компонентів через структури гломерулярного фільтра.

**Канальцева реабсорбція**- зворотне всмоктування в кров, води і необхідних для організму речовин з первинної сечі в канальцях нефрону.

**Канальцева секреція** – активний транспорт в сечу речовин, що містяться в крові, або утворюються в клітинах канальцевого епітелію.

**Первинна сеча** – це ультрафільтрат плазми крові, в якій немає білків, а концентрація низькомолекулярних речовин у плазмі крові і первинній сечі однакова.

### ДОДАТОК № 2.

#### **Контрольні питання по темі: “Роль нирок у процесах виділення”**

- 1.Що розуміють під процесом виділення?
- 2.Які органи беруть участь у процесах виділення та їх значення для організму.
- 3.Назвіть функції нирок.
- 4.Функціональна одиниця нирки, її структурно-функціональні елементи.
- 5.Назвіть константи внутрішнього середовища організму, що підтримуються нирками.
- 6.Назвіть біологічно активні речовини, що виробляються в нирках.
- 7.Приведіть приклади участі нирок у метаболізмі білків, жирів і вуглеводів (метаболична функція нирок).
- 8.Перерахуйте процеси, що забезпечують сечоутворення. Вкажіть величину кров'яного тиску в капілярах ниркових клубочків.

9. Від яких факторів залежить фільтраційний тиск у нирковому клубочку? Напишіть формулу, по якій розраховують його величину.
10. Чому розмір клубочкової фільтрації не змінюється в умовах значних коливань системного артеріального тиску (від 80 до 180 мм рт.ст.)?
11. Метод одержання сечі з капсули Шумлянського-Боумана. Склад первинної сечі.
12. Кількість первинної і кінцевої (дефінітивної) сечі за добу? З чим зв'язана кількісна різниця?
13. Як можна визначити величину клубочкової фільтрації? Назвіть речовини, за допомогою яких можна визначити клубочкову фільтрацію.
14. Що називають кліренсом (коефіцієнтом очищення) речовини?
15. Напишіть формулу, по якій можна розрахувати коефіцієнт очищення (кліренс) для інуліну.
16. Яким вимогам повинна відповідати речовина, щоб по її кліренсу можна було розрахувати нирковий кровотік? Приведіть приклад такої речовини.
17. Напишіть формулу для розрахунку ниркового кровотоку по кліренсу парааміногіппурової кислоти (ПАГ).

**Відповіді по темі: "Роль нирок у процесах виділення"**

1. Звільнення організму від кінцевих продуктів обміну, чужорідних речовин і надлишку води, солей і органічних сполук, що надійшли з їжею або утворилися в ході метаболізму.
2. Нирки, легені, потові залози, шлунково-кишковий тракт. Забезпечують гомеостаз.
3. Екскреторна, гомеостатична, інкреторна, метаболічна.
4. Нефрон: клубочок (мальпігієве) тільки, що складається з клубочка капілярів і капсули Шумлянського-Боумана; проксимальний звивистий каналець; петля Генле; дистальний звивистий каналець; збірна трубочка.
5. Осмотичний тиск, об'єм води в організмі, іонний склад плазми крові, рН, артеріальний тиск.
6. Ренін, брадикінін, простагландини, урокіназа, вітамін Д<sub>3</sub>, еритропоетин.
7. У обміні білків - піноцитоз у каналцевоому епітелії білків і пептидів, які пройшли у первинну сечу, гідроліз їх в інтерстиції нирок і повернення у вигляді амінокислот у кров. У обміні вуглеводів - глюконеогенез, особливо при голодуванні, коли біля 50% глюкози, що поступає у кров, утворюється в нирках. Синтезуються тригліцериди і фосфоліпіди, що надходять у кров.
8. Фільтрація, секреція, реабсорбція. Біля 70 мм рт.ст.
9. Від величини гідродинамічного тиску (ГТ), онкотичного тиску (ОТ) крові в капілярах клубочка, а також тиску всередині капсули (НТ-нирковий тиск) первинної сечі.  $ФТ = ГТ - (ОТ + НТ)$  мм рт.ст.
10. Завдяки механізмам саморегуляції: тиск крові в капілярах клубочка майже не змінюється, так як при підвищенні системного артеріального тиску зростає тонус приносячої артеріоли, а при зниженні системного тиску її тонус зменшується (ефект Бейліса).
11. З допомогою мікропіпетки, яку вводять у середину капсули. Первинна сеча - плазма крові практично без білків.
12. Первинної сечі - біля 180 л, кінцевої - біля 1,5 л. Велика частина сечі реабсорбується при проходженні по каналцям нефрона.
13. Шляхом дослідження кліренсу (коефіцієнта очищення) речовини. Речовина повинна бути фізіологічно інертною, вільно фільтруватися в клубочках, не секретуватися і не реабсорбуватися в каналцях. Наприклад, інулін або креатинін.
14. Об'єм плазми крові, який очищається нирками від якоїсь речовини за 1 хвилину.

15.  $K = \frac{C}{P} \times V$ , де

$K$  – кліренс,  $C$  – концентрація речовини в сечі,  $P$  – концентрація речовини в плазмі крові,  $V$  – хвилинний діурез.

16. Речовина повинна бути фізіологічно інертною; кров повинна цілком очищатися від неї після проходження через нирку. Наприклад, парааміногіппурова кислота.

$$17. \text{ Нирковий кровотік} = \frac{U_{\text{паг}} \times V_{\text{сечі}} \times 100\%}{P_{\text{паг}} \times (100\% - \text{ГКП})}, \text{ де}$$

$U_{\text{паг}}$  - концентрація ПАГ у кінцевій сечі;  $V_{\text{сечі}}$  – об'єм кінцевої сечі (у мл), що утворюється за 1 хвилину;  $P_{\text{паг}}$  - концентрація ПАГ у плазмі крові; ГКП - гематокритний показник.

### Приклади тестових завдань.

1. Які із перерахованих функцій не відносяться до функцій нирок:

- регуляція секреції шлункового соку;
- регуляція синтезу гормонів кори наднирників;
- екскреція кінцевих продуктів азотистого обміну;
- регуляція метаболізму білків, жирів, вуглеводів;
- регуляція артеріального тиску.

2. Нирка приймає участь у регуляції:

- об'єму циркулюючої крові;
- сталості осмотичного тиску;
- артеріального тиску;
- еритропоезу;
- іонного складу крові.

3. Із крові в порожнину капсули Шумлянського-Боумена вільно фільтруються:

- солі;
- глюкоза;
- сечовина;
- білки;
- вода.

4. Ефективний фільтраційний тиск в ниркових клубочках дорівнює:

- 10 мм рт.ст.
- 0 мм рт.ст.
- 30 мм рт.ст.
- 70 мм рт.ст.
- 100 мм рт.ст.
- 120 мм рт.ст.

5. Кліренс інуліну є показником ...

- каналцевої секреції;
- каналцевої реабсорбції;
- клубочкової фільтрації;
- ниркового плазматому;
- всіх вказаних функцій нефрону.

6. Вкажіть, яка біологічно активна речовина виробляється у нирках:

- вазопресин;
- гістамін;
- брадикінін;
- серотонін;
- гепарин.

### Приклади ситуаційних задач.

1. У людини внаслідок тривалого голодування швидкість клубочкової фільтрації зросла на 20%. Найбільш ймовірною причиною змін фільтрації в зазначених умовах є:

- A. Зменшення онкотичного тиску плазми крові.
- B. Збільшення системного артеріального тиску.
- C. Збільшення проникності ниркового фільтру.
- D. Збільшення коефіцієнта фільтрації.

- Е. Збільшення ниркового плазмотоку .
2. При лікуванні хворих часто використовують білкові кровозамінники. Який процес сечоутворення може порушуватися при надмірному введенні цих препаратів ?
- Клубочкової фільтрації.
  - Канальцевої реабсорбції.
  - Канальцевої секреції.
  - Концентрування сечі.
  - Ні одна відповідь не вірна.
3. Після крововтрати у людини знизився діурез. Який з процесів сечоутворення порушений ?
- Збільшення канальцевої секреції.
  - Зменшення клубочкової фільтрації.
  - Збільшення канальцевої реабсорбції.
  - Зменшення канальцевої реабсорбції.
  - Ні один з процесів не порушений.
4. В нирках внаслідок фільтрації спочатку утворюється первинна сеча, а потім після реабсорбції і секреції – вторинна. Скільки приблизно утворюється у людини за добу первинної і вторинної сечі ?
- Первинної – 20 л, вторинної – 10 л.
  - Первинної – 2 л, вторинної – 2 л.
  - Первинної – 170 л, вторинної – 1,5 л.
  - Первинної – 50 л, вторинної – 5 л.
  - Первинної – 100 л, вторинної – 8 л.
5. При дослідженні особливостей виділення нирками низькомолекулярного фармакологічного препарату А виявлено, що кліренс препарату більший, ніж кліренс інуліну. Які механізми забезпечують виведення цього препарату ?
- Фільтрація і реабсорбція.
  - Тільки реабсорбція.
  - Секреція і реабсорбція.
  - Фільтрація і секреція.
  - Тільки секреції.

#### МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА № 19.

**На тему:** *Процеси сечоутворення і нейроендокринні механізми регуляції сечоутворення*

**Кількість годин:** 2 години.

**Місце проведення:** навчальна лабораторія.

**Навчальна мета:**

**Знати:** механізми канальцевої реабсорбції, секреції, роль поворотно-протипоточної системи у стабілізації водно-електролітного обміну, нейроендокринні механізми регуляції виділення.

**Уміти:** диференціювати облігатну і факультативну реабсорбцію, намалювати поворотно-протипоточну систему та розшифрувати її роль.

#### Теоретичні питання для самопідготовки:

- Канальцева реабсорбція та її механізми. Нирковий поріг реабсорбції.
- Особливості реабсорбції у проксимальному сегменті нефрону.
- Механізм реабсорбції води та електролітів в петлі нефрону (поворотно-протипоточна система).
- Роль дистального відділу та збірних трубочок в концентруванні сечі.
- Канальцева секреція і її фізіологічні механізми.
- Нейроендокринні механізми регуляції виділення.

**Ключові слова і терміни:** нирковий поріг реабсорбції, поворотно-протипоточна система, діурез, антипорт, облігатна, факультативна реабсорбція.

### ДОДАТОК № 1.

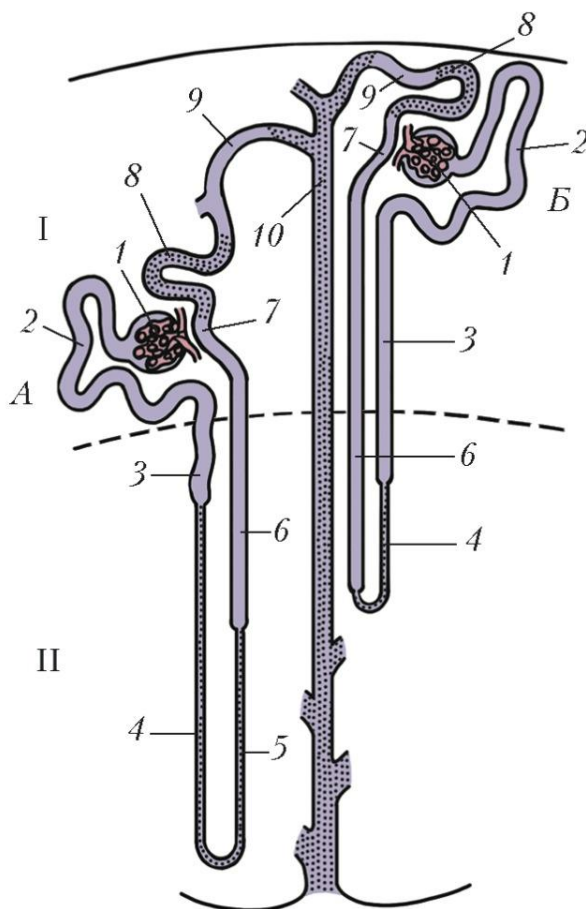
#### Визначення основних термінів і понять:

**Антипорт** – здатність епітелію дистальних каналців секретувати в сечу іони  $H^+$  в обмін на реабсорбцію іонів  $Na^+$ .

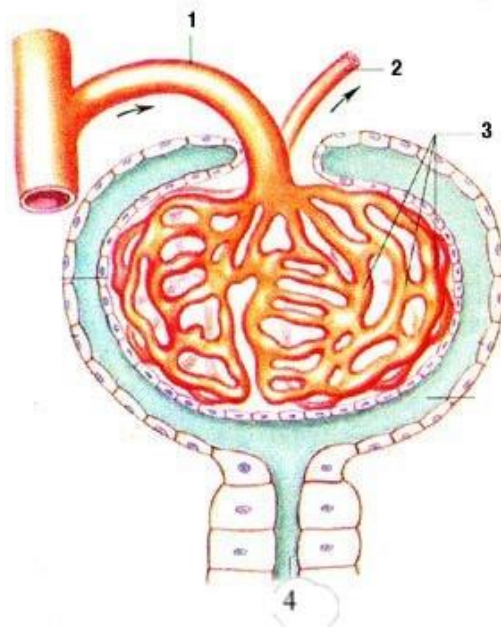
**Нирковий поріг виведення** – концентрація речовини в крові, при якій вона не може повністю реабсорбуватися в каналцях нефрону і виводиться з кінцевою сечею.

**Облігатна реабсорбція** відбувається у проксимальних каналцях і петлі нефрону, мало залежить від водного навантаження і механізмів регуляції.

**Факультативна (залежна) реабсорбція** води й іонів відбувається у дистальних звивистих каналцях і збірних трубках; перебуває під постійним контролем гормонів в залежності від балансу води і електролітів.



Мал. 1. Будова нефрону: I – кіркова речовина, II – мозкова речовина;  
1 – клубочок, 2 – проксимальний звивистий каналець, 3-6 – елементи петлі Генле, 7 – macula densa, 8-9 – дистальний звивистий каналець, 10 – збірна трубочка.



**Мал. 2. Капсула нефрону (капсула Шумлянського-Боумена):**  
**1 – приносяна артеріола, 2 – виносана артеріола, 3 – клубочок капілярів, 4 – пряма трубочка.**

### ДОДАТОК № 2.

#### *Контрольні питання по темі: “Процеси сечоутворення”*

1. Які основні процеси сечоутворення відбуваються в проксимальних звивистих канальцях нефрону, як змінюється об'єм сечі при цьому?
2. Які компоненти первинної сечі повністю реабсорбуються в проксимальних звивистих канальцях? Який експеримент це доводить?
3. Які речовини називають "пороговими"? Приведіть приклади.
4. Які речовини називають "безпороговими"? Приведіть приклади.
5. Що є специфічною функцією петлі Генле в процесі сечоутворення, яке це має значення?
6. Які речовини, активно або пасивно, транспортуються у низхідному коліні петлі Генле? Чому?
7. Які іони, активно або пасивно, реабсорбуються у висхідному коліні петлі Генле? Чи реабсорбується тут вода і чому?
8. Яким чином в петлі Генле створюється градієнт осмотичного тиску?
9. У результаті чого в мозковій речовині нирки створюється великий градієнт осмотичного тиску: від 300 мосм/л на межі з кірковою речовиною до 1200 мосм/л на вершині ниркового сосочка?
10. Вкажіть напрямлення і поясніть механізм кругозвороту натрію і хлору в петлі Генле. Яке значення має даний факт?
11. Що реабсорбується і секретується в дистальних звивистих канальцях нирки, як змінюється осмотичний тиск сечі в них?
12. Яким чином гіпотонічна сеча, що надходить у дистальні звивисті канальці, перетворюється в них у ізотонічну?
13. Яка роль збірних трубочок у процесі сечоутворення, за рахунок чого воно здійснюється?
14. Поясніть механізм реабсорбції води із збірних трубочок у інтерстицій мозкового шару нирки. Назвіть механізм регуляції цього процесу.
15. Який вплив антидіуретичного гормону на реабсорбцію води? У яких відділах нефрону і внаслідок чого реалізується його вплив?
16. Опишіть коротко механізм підвищення проникності для води дистальних звивистих канальців і збірних трубочок нефрону під впливом АДГ.
17. Який вплив альдостерону на реабсорбцію натрію і калію, у яких відділах нефрону він



реалізується, який механізм цього впливу?

18. Яке значення кругозвороту сечовини між збірними трубочками і висхідним коліном петлі Генле? Поясніть механізм переходу сечовини зі збірних трубочок у інтерстицій.

**Відповіді по темі: "Процеси сечоутворення"**

1. Реабсорбується велика частина компонентів первинної сечі з еквівалентною кількістю води (обсяг первинної сечі зменшується приблизно на 2/3); секретуються органічні кислоти і основи.
2. Білки, амінокислоти, глюкоза, вітаміни, мікроелементи. Це можна довести шляхом аналізу фільтрату, отриманого за допомогою пункції проксимальних звивистих каналців.
3. Речовини, які цілком реабсорбуються в ниркових каналцях і з'являються в кінцевій сечі, тільки якщо їхня концентрація в крові перевищує визначену величину - поріг виведення. Наприклад, глюкоза, амінокислоти.
4. Речовини, що не реабсорбуються і майже цілком виділяються із сечею при будь-якій концентрації їх у плазмі крові. Це кінцеві продукти обміну, які підлягають виведенню з організму (наприклад, креатинін, сульфати).
5. Створення високого осмотичного тиску в мозковому шару нирки, який забезпечує реабсорбцію води із збірних трубочок і формування кінцевої концентрованої сечі.
6. Вода, натрій і хлор; пасивно, тому що стінка петлі тут проникна для них, а активних механізмів іонного транспорту в низхідному коліні петлі немає.
7. Натрій, хлор (активно). Вода не реабсорбується, тому що висхідне коліно петлі Генле непроникливе для води.
8. На кожному рівні петлі Генле з висхідного коліна в інтерстицій активно виводиться хлористий натрій, але вода не виходить із каналця (тому що стінка непроникна для неї).
9. У результаті багаторазового повторення сумарної градієнтів осмотичного тиску внаслідок зустрічного руху сечі в низхідному і висхідному колінах петлі Генле і активного виведення NaCl у інтерстицій із висхідного коліна, що непроникливе для води.
10. З висхідного коліна петлі Генле натрій і хлор активно виводяться в інтерстицій, потім пасивно, відповідно до градієнту концентрації, проникають у низхідне коліно, а з нього з наступною порцією сечі знову у висхідне коліно. Створення високого осмотичного тиску в мозковому шарі нирки.
11. Реабсорбуються іони натрію, кальцію, фосфати, бікарбонати, вода. Секретуються іони водню і калію, аміак. Сеча з гіпотонічної перетворюється в ізотонічну.
12. Завдяки проникності стінок дистальних каналців для води, частина її з гіпотонічної сечі переходить у інтерстицій кіркового шару, тому що останній ізотонічний. Основна частина води іде за натрієм.
13. У збірних трубочках відбувається формування кінцевої (концентрованої) сечі, що здійснюється, головним чином, за рахунок регульованої реабсорбції води. Тут реабсорбується також частина сечовини.
14. Вода переходить у інтерстицій відповідно до закону осмосу, тому що там більш висока концентрація речовин. Гормональний.
15. Збільшує реабсорбцію води в кінцевому відділі дистальних звивистих каналців і в збірних трубочках нефрону внаслідок підвищення їхньої проникності для води.
16. АДГ запускає ланцюг ферментативних перетворень, що активують протеїнкінази і гіалуронідазу, що діють відповідно на мембрані і збільшують проникність дистальних відділів нефрону.
17. Збільшує реабсорбцію натрію і секрецію калію в дистальних каналцях і збірних трубочках за допомогою активації натрій-калієвого насоса.
18. Зберігання високої осмолярності інтерстицію внутрішньої частини мозкового шару нирки. Сечовина проходить пасивно за законом дифузії, тому що її концентрація в збірних трубочках внаслідок відтоку води з них стає більше.

**Контрольні питання по темі: “Нейроендокринні механізми регуляції сечоутворення”**

1. Який вплив АДГ на реабсорбцію води? У яких відділах нефрону і внаслідок чого він реалізується ?
2. Опишіть коротко механізм збільшення проникності для води дистальних звивистих каналців і збірних трубочок нефрону під впливом АДГ.
3. Вплив альдостерону на реабсорбцію натрію і калію, в яких відділах він реалізується, який механізм цього впливу ?
4. Де розташовані важливі для регуляції функції нирок рефлексогенні зони ? Які рецептори (по адекватному подразнику) в них представлені?
5. На якому рівні спинного мозку розташовані симпатичні центри, що беруть участь у регуляції функції нирок ? Який вплив на нирки здійснюють симпатичні нерви ?
6. Назвіть ядра гіпоталамуса та гормон за допомогою якого реалізуються еферентні впливи з осмор- і волюморорецепторів на функції нирок ?
7. У чому полягає реакція денервованої нирки на больовий подразник ? За рахунок виділення яких речовин реалізується ця реакція ?
8. Який механізм регуляції функції нирок є головним ? Гуморальний чи нервовий ? Чому ?
9. У регуляції яких фізіологічних констант відіграє роль РААС?
10. Опишіть ланцюг процесів, що пояснюють механізм регуляції осмотичного тиску в організмі за допомогою АДГ.
11. Які гормони, що діють на різні відділи нефрону забезпечують регуляцію сталості іонного складу крові?
12. Опишіть основні етапи реакції нирки на зниження артеріального тиску, у результаті якої відбувається звуження судин.
13. Який іон і яка речовина секретується в просвіт каналців нирки в процесі регуляції рН? В яких відділах каналця нефрону це відбувається?
14. У яких відділах нефрону здійснюється регуляція сечоутворення альдостероном і АДГ?
15. Опишіть основні етапи процесу регуляції об'єму циркулюючої крові й артеріального тиску з передсердних волюморорецепторів.
16. Опишіть процес утворення іонів водню в епітелії нефрону. Який іон надходить в епітелій із просвіту каналця в обмін на секретований водень?
17. З якими сполуками взаємодіє водень в просвіті каналців в процесі регуляції рН крові ниркою?
18. Який гормон, що стимулює еритропоез виробляється ниркою? Назвіть фактор, що стимулює, або гальмує його вироблення?
19. Назвіть речовину, що утворюється у нирках і бере участь у процесі фібринолізу. Який механізм реалізації ефекту?
20. Які біологічно активні речовини виробляються в нирці? Вкажіть їх функціональне значення?
21. В чому полягає принцип дії апарата, який в клініці називають “штучною ниркою”?

**Відповіді по темі: “Нейроендокринні механізми регуляції сечоутворення”**

1. Збільшує реабсорбцію води в кінцевих відділах дистальних звивистих каналців та збірних трубочках нефрону внаслідок підвищення їхньої проникності для води.
2. АДГ запускає ланцюг ферментативних перетворень, що активують протеїнкінази і гіалуронідазу, які діють відповідно на мембрані і збільшують проникність цих відділів нефрону.
3. Збільшує реабсорбцію натрію і секрецію калію в дистальних каналцях і збірних трубочках за допомогою активації натрій-калієвого насоса.
4. Механо- і хеморецептори нирок, механорецептори дуги аорти і каротидного синусу, осморецептори печінки і гіпоталамуса, волюморорецептори передсердь.
5. 5 грудний – 3 поперековий сегменти. Стимулюють утворення реніну, збільшують реабсорбцію натрію і води.
6. Супраоптичне і паравентрикулярне ядра гіпоталамуса. АДГ.
7. Зниження діурезу. Ця реакція здійснюється за рахунок виділення АДГ і катехоламінів.

8. Гуморальний. Цілком денервована нирка може досить ефективно виконувати свої функції (наприклад, трансплантована нирка).
9. У регуляції артеріального тиску, кількості рідини в організмі, іонів, осмотичного тиску.
10. Зміна осмолярності – порушення осморцепторів печінки, інших органів і гіпоталамуса - виділення неактивного АДГ гіпоталамусом - нагромадження його й активація в задній долі гіпофіза - зміна кількості АДГ в крові - зміна інтенсивності реабсорбції води в нирці.
11. Альдостерон, натрійуретичний гормон, паратгормон, тиреокальцитонін.
12. Зниження артеріального тиску – виділення реніну – перетворення під його впливом ангіотензиногену в ангіотензин-1 – перетворення останнього в ангіотензин-2 (під впливом ферментів плазми, і тканин) – звуження судин.
13. Іон водню і аміак. В усіх відділах нефрону.
14. Альдостерон – в усіх відділах канальців нефрону, крім низхідного коліна петлі Генле; АДГ – у кінцевих відділах дистальних звивистих канальців і збірних трубочках.
15. Зміна об'єму крові, що притікає до серця – зміна активності передсердних волюморцепторів – зміна нейросекреції АДГ у гіпоталамусі – зміна кількості неактивного АДГ у задній долі гіпофіза – зміна кількості виділеного в кров активного АДГ і інтенсивності його дії на нирку – зміна об'єму виділеної води – зміна об'єму циркулюючої крові і величини артеріального тиску.
16. При участі карбоангідрази в епітелії нефрону з вуглекислого газу і води утворюється вугільна кислота, після дисоціації якої іони водню секретуються в просвіт канальців в обмін на іони натрію – останній реабсорбується в інтерстиції.
17. З аміаком,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .
18. Еритропоетин. Недостатня оксигенація нирки стимулює його вироблення, а підвищена – гальмує вироблення еритропоетину.
19. Фермент урокіназа, стимулює перетворення плазміногену в плазмін, викликає гідроліз фібрину.
20. Ренін – стимулює утворення ангіотензину-2, що звужує судини, брадікінін – розширює судини, простагландини – внутріклітинні гормони, урокіназа - активатор плазміногена, еритрогенін – активатор еритропоетина, вітамін Д, кальцитріол.
21. Це прилад діалізатор, у якому через пори напівпроникливої мембрани кров очищається від токсичних продуктів метаболізму, чужорідних речовин і її склад нормалізується (гемодіаліз, гемосорбція).

### Приклади тестових завдань.

- Кінцеве концентрування сечі відбувається:
  - в проксимальному звивистому канальці;
  - в дистальному звивистому канальці;
  - в низхідній частині петлі Генле;
  - у висхідній частині петлі Генле;
  - в збірних трубочках.
- Реабсорбція сечовини в ниркових канальцях відбувається за механізмом:
  - активного транспорту;
  - полегшеної дифузії;
  - пасивного транспорту;
  - піноцитозу;
  - фагоцитозу.
- Реабсорбція амінокислот в основному здійснюється клітинами:
  - проксимального звивистого канальця;
  - низхідної частини петлі Генле;
  - висхідної частини петлі Генле;
  - дистального звивистого канальця;
  - збірної трубки.

4. Дія альдостерону на ниркові каналці виражається:
- у збільшенні проникності стінок каналців для води;
  - у збільшенні реабсорбції натрію і секретії калію ниркових каналців;
  - у зменшенні реабсорбції хлору;
  - в регуляції кислотно-основного стану;
  - у збільшенні реабсорбції кальцію.
5. Антидіуретичний гормон збільшує:
- проникність збірних трубочок для води;
  - проникність дистальних каналців для води;
  - ефективний фільтраційний тиск;
  - кровотік через нирки;
  - ні одна відповідь не вірна.
6. Де розміщений рефлекторний центр сечовипускання?
- в поперековому відділі спинного мозку;
  - в крижовому відділі спинного мозку;
  - в довгастому мозку;
  - в грудному відділі спинного мозку;
  - ні одна відповідь не вірна.

#### **Приклади ситуаційних задач.**

1. В досліді з ізольованою ниркою кроля в перфузійний розчин додали 40 мл глюкози. Кількість сечі збільшилась тому, що глюкоза є:
- A. Безпороговою речовиною.
  - B. Фільтрометричною речовиною.
  - C. Речовиною, що секретується.
  - D. Пороговою речовиною.
  - E. Ні одна відповідь не вірна.
2. У хворого виявлена низька питома вага вторинної сечі (1,002). В якому відділі нефрону в найбільшому ступені концентруються речовини вторинної сечі?
- A. У проксимальному каналці нефрону.
  - B. У клубочку нефрону.
  - C. У збиральній трубочці.
  - D. У висхідній частині петлі Генле.
  - E. У дистальному каналці.
3. У людини збільшився діурез до 10 л внаслідок зміни реабсорбції. Про порушення секретії якого гормону свідчить даний стан ?
- A. Зменшення секретії АДГ.
  - B. Зменшення секретії СТГ.
  - C. Збільшення секретії інсуліну.
  - D. Зменшення секретії паратгормону.
  - E. Збільшення секретії окситоцину.
4. В гострому досліді собаці, що знаходилась під наркозом, ввели антидіуретичний гормон, внаслідок чого зменшилась кількість сечі тому, що:
- A. АДГ посилює реабсорбцію натрію.
  - B. АДГ зменшує реабсорбцію води.
  - C. АДГ посилює реабсорбцію води.
  - D. АДГ зменшує реабсорбцію кальцію.
  - E. АДГ збільшує реабсорбцію кальцію.
5. Після прийняття ліків аналіз сечі пацієнта показав збільшення концентрації  $\text{Na}^+$  і зниження концентрації  $\text{K}^+$ . Зміна секретії якого гормону може викликати цей стан ?
- A. Порушення секретії інсуліну.
  - B. Порушення секретії альдостерону.

- C. Порушення секреції тироксину.
- D. Порушення секреції гідрокортизону.
- E. Порушення секреції пролактину.

#### Завдання для самостійної роботи та самоконтролю:

1. Назвіть судиннозвужуючі фактори приносної та виносної артеріол нирок.
2. Назвіть судиннорозширюючі фактори приносної та виносної артеріол нирок.

### МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА № 20.

**На тему:** *Фізіологія обміну речовин та енергії.*

**Кількість годин:** 2 години.

**Місце проведення:** навчальна лабораторія.

**Навчальна мета:**

**Знати:** суть та фізіологічне значення обміну речовин в організмі, основні принципи раціонального харчування; енергетичний баланс, методи його дослідження та механізми регуляції.

**Уміти:** пояснити механізми регуляції обміну речовин та води в організмі, оцінити принципи раціонального збалансованого харчування

#### Теоретичні питання для самопідготовки:

1. Обмін білків, жирів, вуглеводів, його регуляція.
2. Основні фізіологічні принципи раціонального харчування.
3. Енергетичний баланс організму та перетворення енергії в процесі обміну речовин.
4. Основний обмін та фактори, що його визначають.
5. Робочий обмін енергії. Специфічно-динамічна дія поживних речовин.

**Ключові слова та терміни:** *обмін речовин та енергії, азотистий баланс, азотиста рівновага, основний обмін, енергетичний баланс, робочий додаток, специфічна динамічна дія.*

### ДОДАТОК № 1.

#### Визначення основних термінів і понять:

**Обмін речовин та енергії** - це комплекс біохімічних і пов'язаних з ними енергетичних процесів, що лежать в основі життєдіяльності живого організму. Живі клітини є відкритими системами, які обмінюються із зовнішнім середовищем матерією та енергією.

**Азотиста рівновага** - стан азотистого обміну, при якому кількість азоту, яка поступає і виділяється з організму рівна.

**Ретенція азоту** - задержка азоту в організмі.

**Біологічно цінні білки** - це білки, що містять весь набір амінокислот необхідних для життєдіяльності організму.

**Основний обмін** - це найменший рівень обміну речовин, що спостерігається натщесерце, при розслабленні м'язів, в умовах кімнатної температури (18-20°).

**Енергетичний баланс** — це співвідношення енергії, що поступає з їжею в організм та енергії, яка звільняється у вигляді тепла.

Дослідження енергетичного балансу має практичне значення для наукового обґрунтування харчових раціонів людини та сільськогосподарських тварин.

#### Практичні роботи:

##### **Робота 2. Визначення основного обміну по таблицям (Гарріса-Бенедикта).**

Визначається на підставі показників ваги, зросту, статі та віку. Для цього користуються таблицями А і Б, складеними для чоловіків і жінок. Для цього треба число певної ваги людини з таблиці А скласти з числом для віку і росту, знайденим у таблиці Б. Сума дає

нормальне число калорій за добу, яке буде показником основного обміну.

**Робота 3. Розрахунок величини основного обміну за допомогою формул Гарріса та Бенедикта.**

Формули чисто емпіричні і складені окремо для жінок і чоловіків:

Для жінок:

$$X=655,1+9,6xM+1,8xC+4,7xA;$$

Для чоловіків:

$$X=656,5+13,8xM+5,0xC+6,8xA,$$

Де М- маса в кг; С – ріст в см; А – вік в роках; X – величина основного обміну за добу.

Підставивши необхідні дані, вирахувати величину основного обміну за добу ( в ккал та кДж)

**Розрахунок норми основного обміну (НОО) за вагою**

У чоловіків						У жінок					
Вага, кг	ккал	Вага, кг	ккал	Вага, кг	ккал	Вага, кг	ккал	Вага, кг	ккал	Вага, кг	ккал
47	713	63	933	79	1158	47	1105	63	1259	82	1439
48	727	64	947	80	1167	48	1114	64	1267	83	1449
49	740	65	960	81	1180	49	1124	65	1277	84	1458
50	754	66	974	82	1194	50	1133	66	1286	85	1468
51	768	67	988	83	1208	51	1143	67	1296	86	1478
52	782	68	1002	84	1222	52	1152	68	1305	87	1487
53	795	69	1015	85	1235	53	1162	69	1315	88	1497
54	809	70	1029	86	1249	54	1172	70	1325	89	1506
55	823	71	1043	87	1263	55	1181	71	1334	90	1516
56	827	72	1057	88	1277	56	1191	72	1344	91	1525
57	850	73	1070	89	1290	57	1200	73	1353	92	1535
58	864	74	1084	90	1304	58	1210	74	1365	93	1544
59	878	75	1098	91	1318	59	1219	76	1382	94	1554
60	892	76	1112	9	1332	60	1229	78	1401		
61	905	77	1125	93	1345	61	1238	80	1420		
62	919	78	1139	94	1359	62	1248	81	1430		

**Розрахунок норми основного обміну за зростом і віком**

Зріст, см	У чоловіків								Зріст, см	У жінок							
	Вік, років									Вік, років							
	17	19	21	23	25	27	29		17	19	21	23	25	27	29		
140	553	528	-	-	-	-	-	144	171	162	-	-	-	-	-		
144	593	568	-	-	-	-	-	148	187	178	-	-	-	-	-		
148	633	608	-	-	-	-	-	152	201	192	183	174	164	155	146		
152	673	664	619	605	529	578	556	156	215	206	190	181	172	162	153		
156	713	678	639	625	612	598	585	160	229	220	198	188	179	170	160		
160	743	708	659	645	631	618	605	164	243	234	205	196	186	177	168		
164	773	738	679	665	652	638	625	168	255	246	213	203	194	184	175		
168	803	768	699	685	672	658	645	172	267	258	20	221	201	192	188		
172	823	788	719	705	692	678	665	176	279	270	227	218	209	199	190		
176	843	808	739	725	718	698	685	180	291	282	235	225	216	207	197		
180	863	826	759	745	732	718	705	184	303	294	224	233	223	214	204		
184	883	848	779	765	752	738	725	188	313	304	250	240	231	221	215		
188	903	868	799	785	772	758	745										
192	923	888	819	805	792	778	765										

196	-	908	839	825	812	798	785							
200	-	-	859	845	832	818	805							

**Робота 4. Розрахунок величини основного обміну  
за допомогою наближеної формули.**

Відомо, що за 1 годину величина ОО приблизно складає 1 ккал на 1 кг маси (М), величина ОО за добу:

$$X=1 \text{ ккал} \times M \times 24$$

**Робота 5. Розрахунок специфічної динамічної дії їжі (СДДІ).**

Розрахункова величина СДДІ складає в середньому 15% від розрахункової величини основного обміну.

Розрахувати величину СДДІ, виходячи із величини основного обміну, обчисленої за допомогою таблиць Гарриса-Бенедикта.

**Робота 6. Розрахунок величини загального обміну за добу.**

Загальний обмін=основний обмін + СДДІ + робоча надбавка. Робоча надбавка для студентів (за Є.М.Панасюка) складає приблизно 1000 ккал або 4184 кДж за добу.

Розрахувати величину енергозатрат за добу, зробити висновки.

**ВЕЛИЧИНА ЕНЕРГОВИТРАТ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОФЕСІЇ**

Групи	Особливості професії	Загальна добова витрата енергії
I	Особи, праця яких не зв'язана із фізичною працею або вимагає незначні фізичні зусилля	9211-13816 КДж (2200-3300 ккал)
II	Працівники механізованої праці і сфери обслуговування, праця яких не потребує великих фізичних зусиль	9838-14654 КДж (2350-3500 ккал)
III	Працівники механізованої праці і сфери обслуговування, праця яких пов'язана із значними фізичними зусиллями	10464-15491 КДж (2500-3700 ккал)
IV	Працівники немеханізованої праці або частково механізованої праці	12142-17585 КДж (2900-4200 ккал)

**ДОДАТОК № 2.**

**Контрольні питання по темі: "Роль обміну речовин та енергії в забезпеченні  
пластичних та енергетичних потреб організму."**

1. Що означає поняття "організм - відкрита система"?
2. Що називають обміном речовин?
3. Що називається асиміляцією й анаболізмом?
4. Що називається дисиміляцією (катаболізмом). Яке біологічне значення він має?
5. Пластична чи енергетична функція білка в організмі є головною? Чому?
6. Що називають коефіцієнтом зношування, чому він дорівнює?
7. Що називають білковим мінімумом, чому він дорівнює в комфортних умовах спокою?
8. Які білки і чому називають неповноцінними? Тваринні чи рослинні білки вважаються повноцінними для організму, чому?
9. Як впливають на білковий обмін гормони щитовидної залози, інсулін і глюкокортикоїди?
10. Від чого залежить біологічна цінність жирів, що надходять в організм?
11. Яке повинне бути співвідношення в харчовому раціоні жирів тваринного і рослинного походження? Яка частина енерговитрат організму (у відсотках) повинна покриватися за рахунок жирів ?
12. Які гормони мобілізують жири з жирових депо?
13. Як впливають на процеси асиміляції і дисиміляції симпатична і парасимпатична нервова

системи?

14. Які основні мікроелементи необхідні людині?

15. Яку роль в обміні речовин грають вітаміни?

**Відповіді до теми: “Роль обміну речовин та енергії в забезпеченні пластичних та енергетичних потреб організму.”**

1. Система, стійкість якої підтримується за допомогою обміну речовин і енергії з навколишнім середовищем.
2. Сукупність процесів надходження речовин в організм, їхнього засвоєння, використання організмом, розпаду і виділення продуктів розпаду в навколишнє середовище.
3. Асиміляція - сукупність процесів, що забезпечують надходження речовин в організм і синтез клітинних структур організму. Анаболізм - частина асиміляції, сукупність внутрішньоклітинних процесів, що забезпечують синтез клітинних структур організму з речовин, що надійшли в клітину.
4. Сукупність процесів розпаду клітинних структур із звільненням енергії, необхідної для діяльності всіх органів і систем організму і синтезу клітинних структур.
5. Пластична, тому що з усіх поживних речовин тільки білки є джерелом незамінних амінокислот, без яких не можуть синтезуватися білки організму.
6. Кількість білка, що розпадається в організмі за добу при безбілковій дієті, достатньої по калорійності за рахунок жирів і вуглеводів (білкове голодування). Близько 23 г за добу.
7. Мінімальна кількість білка їжі, при якому можливе підтримання азотистої рівноваги. Близько 30г за добу.
8. Білки, що не містять хоча б одну незамінну амінокислоту, тому що це веде до порушення синтезу білків. Тваринні білки, тому що вони по амінокислотному складі ближче до білків людини і містять повний набір незамінних амінокислот.
9. Гормони щитовидної залози, інсулін збільшують синтез білків. Глюкокортикоїди підсилюють розпад білків, особливо, у м'язовій і лімфоїдній тканинах, але стимулюють синтез білків у печінці.
10. Від наявності в жирах замінних і, особливо, незамінних жирних кислот, від співвідношення жирів тваринного і рослинного походження, вмісту вітамінів А і Д, токоферолів.
11. Оптимальний варіант - 70% тваринних жирів, 30% -рослинних. 30%.
12. Адреналін, норадреналін, тироксин, гормон росту.
13. Симпатична стимулює процеси дисиміляції, парасимпатична - асиміляції.
14. Мідь, цинк, фтор, йод, кобальт, бор, залізо.
15. Будучи компонентом ферментів, беруть участь у різних хімічних реакціях, що лежать в основі обміну речовин.

**Контрольні питання по темі: “Обмін енергії. Основний обмін. Способи оцінки енергетичних затрат організму”.**

1. Опишіть сутність способу фізичної калориметрії.
2. Що називають фізичним і фізіологічним калоричним еквівалентом поживних речовин?
3. Скільки тепла звільняється при окислюванні в організмі 1 г білків, 1 г жирів і 1 г вуглеводів?
4. Назвіть основні методи (по авторах) визначення витрат енергії організмом. Вкажіть, прямим чи непрямим є кожний з цих методів.
5. На чому заснований принцип непрямой калориметрії?
6. Які коефіцієнти використовуються для розрахунку витрати енергії методом непрямой калориметрії?
7. Чому дорівнює дихальний коефіцієнт при окислюванні в організмі до кінцевих



- продуктів білків, жирів і вуглеводів?
8. Що називають калоричним еквівалентом кисню?
  9. Чому дорівнює калоричний еквівалент кисню при окислюванні в організмі (у процесі дисиміляції) білків, жирів і вуглеводів?
  10. Опишіть коротко хід визначення витрати енергії по Дугласу-Холдейну (повний газовий аналіз).
  11. Розрахуйте витрату енергії за 1 хвилину, якщо відомо, що пацієнт спожив 300 мл O<sub>2</sub>. Дихальний коефіцієнт дорівнює 1.0.
  12. Чому основний обмін визначають у стандартних умовах максимального м'язового й емоційного спокою, натще, при температурі комфорту?
  13. Які фактори визначають величину належного (середньостатистичного) основного обміну здорової людини?
  14. Чому дорівнює величина основного обміну в чоловіків і жінок за добу, а також у розрахунку на 1 кг маси на добу?
  15. Перерахуйте фактори, що підвищують витрату енергії організмом. Що називають специфічно-динамічною дією їжі?
  16. На скільки відсотків збільшується витрата енергії організмом після прийому білкової їжі, жирів і вуглеводів?
  17. Що називають коефіцієнтом корисної дії організму при м'язовій роботі?

**Відповіді до теми: “Обмін енергії. Основний обмін.  
Способи оцінки енергетичних затрат організму.”**

1. У калориметрі спалюють певну масу продукту, а потім по градієнту температури нагрівання води калориметра розраховують енергію, що виділилася.
2. Кількість тепла, що звільняється при згорянні 1 г речовини в калориметрі й в організмі відповідно.
3. 1 г білків - 4,1 ккал (17,2 кдж), 1 г жирів - 9,3 ккал (38,9 кдж), 1 г вуглеводів 4,1 ккал (17,2 кдж).
4. Калориметрія: пряма (метод Етуотера-Бенедикта), непряма, (методи Крога, Шатерникова, Дугласа-Холдейна).
5. На розрахунку кількості енергії, що виділилася, за даними газообміну (поглинутого O<sub>2</sub> і виділеного CO<sub>2</sub> за добу).
6. Дихальний коефіцієнт і калоричний еквівалент кисню.
7. При окисненні білків – 0,8, жирів – 0,7, вуглеводів - 1,0.
8. Кількість тепла, що звільняється організмом при споживанні 1л O<sub>2</sub>.
9. Для білків - 4,48 ккал (18,8 кдж), для жирів - 4,69 ккал (19,6 кдж), для вуглеводів - 5,05 ккал (21,1 кдж).
10. Протягом декількох хвилин досліджуваний вдихає атмосферне повітря, а видихуване повітря збирають у спеціальний мішок, вимірюють його кількість і проводять аналіз з метою визначення об'єму спожитого кисню і виділеного CO<sub>2</sub>. Розраховують дихальний коефіцієнт, за допомогою якого по таблиці знаходять калоричний еквівалент O<sub>2</sub>, який потім множать на об'єм O<sub>2</sub>, спожитого за даний проміжок часу.
11. ДК=1.0, йому відповідає калоричний еквівалент кисню, рівний 5.05 ккал (21.12 кдж). Отже, витрата енергії за хвилину = 5.05 ккал x 0.3 = 1.5 ккал (6.3 кдж).
12. Тому що фізичне навантаження, емоційна напруга, прийом їжі і зміна температури навколишнього середовища впливає на інтенсивність метаболічних процесів в організмі.
13. Стать, вік, ріст і маса тіла.
14. У чоловіків 1500-1700 ккал (6300-7140 кдж), чи 21-24 ккал (88-101 кдж)/кг/доба. У жінок приблизно на 10% менше цієї величини.
15. Фізичне і розумове навантаження, емоційна напруга, зміна температури й інших

*умов навколишнього середовища, специфічно-динамічна дія їжі (збільшення витрати енергії після прийому їжі).*

*16. Після прийому білкової їжі - на 20 - 30%, змішаної їжі - на 10-12%.*

*17. Виражене у відсотках відношення енергії, еквівалентній корисній механічній роботі, до всієї енергії, витраченої на виконання цієї роботи.*

### **Приклади тестових завдань.**

1. В якому випадку у людини може спостерігатися негативний азотистий баланс:

- період росту організму;
- вагітності;
- білкового голодування;
- період видужування після важкого захворювання;
- всі відповіді не вірні.

2. Які гормони стимулюють синтез білка в організмі:

- кортизол;
- інсулін;
- глюкагон;
- адреналін;
- паратгормон.

3. Які з перерахованих нижче гормонів суттєво збільшують енергетичний обмін:

- інсулін;
- тироксин;
- окситоцин;
- пролактин;
- адреналін.

4. Умови визначення основного обміну включають всі, КРІМ:

- положення лежачи на спині;
- повний м'язовий спокій;
- температурний комфорт;
- після пробного сніданку;
- натщесерце.

5. Добова витрата енергії у людей розумової праці дорівнює:

- 6000 ккал.
- 4200 ккал.
- 2800 ккал.
- 1600 ккал.
- 5000 ккал.

6. Зниження основного обміну виникає при:

- гіпофункції щитовидної залози;
- гіперфункції щитовидної залози;
- гіперфункції статевих залоз;
- гіпофункції паращитовидних залоз;
- гіпофункції задньої долі гіпофіза.

### **Приклади ситуаційних задач.**

1. Функціональний стан людського організму підтримується за рахунок обміну речовин і енергії з навколишнім середовищем. Які поживні речовини повинна споживати людина для поповнення енергетичних витрат?

- A. Вуглеводи, жири та білки.
- B. Клітковину, білки та жири.
- C. Вуглеводи, жири та мінеральні речовини.
- D. Білки, жири та вітаміни.

- Е. Глікоген, крохмаль та жири.
2. Здорова жінка в віці 25 років (ріст 158 см, маса тіла –55 кг) звернулась за рекомендаціями відносно дієти для підтримки ваги тіла. Лікар порадив співвідношення білків, жирів, вуглеводів 1:1:4. Якому раціону харчування це відповідає?
- А. Збалансованому.  
 В. З підвищеним вмістом білків.  
 С. З пониженим вмістом вуглеводів.  
 D. З підвищеним вмістом жирів.  
 Е. З пониженим вмістом білків.
3. Поступлення яких речовин з навколишнього середовища забезпечувало тривалість життя довгожителів?
- А. Природних антиоксидантів.  
 В. Вуглеводів.  
 С. Жирів.  
 D. Мікроелементів.  
 Е. Солей.
4. З метою позбавитися лишньої ваги пацієнтка 26 років обмежувала кількість продуктів в харчовому раціоні. Через 3 місяці від початку самолікування в неї поряд із зменшенням ваги тіла, погіршились фізична і розумова працездатність, появились набряки на обличчі. Дефіцит яких харчових речовин міг найвірогідніше призвести до вказаних змін?
- А. Білків.  
 В. Жирів.  
 С. Вуглеводів.  
 D. Вітамінів.  
 Е. Мінеральних речовин.
5. У пацієнта, який строго виконував рекомендації по дотриманню певної дієти протягом 10 днів було проведено дослідження величини дихального коефіцієнту. (Результат ДК=1,0). Якої дієти дотримувався пацієнт?
- А. З переважним вмістом вуглеводів.  
 В. З переважним вмістом білків і жирів.  
 С. З переважним вмістом жирів і вуглеводів.  
 D. Змішаної.  
 Е. З переважним вмістом білків і вуглеводів.

#### **Завдання для самостійної роботи та самоконтролю :**

1. При визначенні енерговитрат організму людини методом непрямой калориметрії встановлено, що за одну хвилину споживається 1000 мл кисню і виділяється 800 мл вуглекислого газу. Розрахувати дихальний коефіцієнт у досліджуваного?

#### **МЕТОДИЧНІ РОЗРОБКА № 21 (матеріали для самостійної роботи).**

**На тему:** *Терморегуляція та її механізми*

**Кількість годин:** 2 години.

**Місце проведення:** навчальна лабораторія.

**Навчальна мета:**

**Уміти:** проаналізувати і оцінити механізми фізичної і хімічної терморегуляції за різних функціональних станів організму і різних умов зовнішнього середовища; визначити температуру шкіри в різних ділянках тіла за допомогою електротермометра.

**Знати:** механізми терморегуляції спрямовані на підтримання ізотермії в умовах різної температури зовнішнього середовища, методи вимірювання температури тіла.

### **Теоретичні питання для самопідготовки:**

1. Температура тіла та її добові коливання.
2. Теплоутворення. Роль різних органів та систем в теплопродукції.
3. Тепловіддача, її види. Фізичні механізми тепловіддачі.
4. Нейрогуморальні механізми регуляції теплового гомеостазу.
5. Функціональна система підтримання сталої температури тіла.

**Ключові слова та терміни:** теплопроведення, випаровування, конвекція, випромінювання, гомойотермні організми, пойкилотермні організми, скоротливий термогенез.

### **ДОДАТОК № 1**

#### **Визначення основних термінів і понять:**

**Температура глибоких тканин** (ядра) - включає температуру тканин, розміщених на глибині 1 см і більше від шкіри.

**Скоротливий термогенез** — утворення тепла за рахунок тонічного напруження та скорочення м'язів.

**Теплопроведення** - спосіб віддачі тепла за рахунок контакту тіла з іншими фізичними тілами.

**Конвекція** - спосіб тепловіддачі за рахунок переносу тепла рухомими частинками повітря або води.

**Випаровування** - спосіб розсіювання тепла в оточуюче середовище за рахунок його затрати на випаровування поту із поверхні шкіри та вологи із поверхні слизових оболонок дихальних шляхів.

**Терморегуляція** - це сукупність фізіологічних та психофізіологічних процесів, спрямованих на підтримання відносної сталості температури ядра тіла.

### **ДОДАТОК № 2**

#### **Контрольні питання по темі: “Терморегуляція та її механізми”**

1. Які тварини називаються пойкилотермними і гомойотермними?
2. Яке значення для організму має сталість температури тіла? У яких органах найбільше інтенсивно йде процес теплоутворення?
3. Як змінюється просвіт судин шкіри при зниженні і при підвищенні температури навколишнього середовища? У чому біологічне значення цього явища?
4. У яких відділах і структурах ЦНС знаходяться терморцептори?
5. У яких відділах ЦНС розташовані центри терморегуляції? Яка структура ЦНС є вищим центром терморегуляції?

#### **Відповіді до теми: “Терморегуляція та її механізми”**

1. Пойкілотермні тварини (холоднокровні) з непостійною температурою тіла, що залежить від температури навколишнього середовища; гомойотермні (теплокровні) тварини з постійною температурою тіла, що не залежить від температури навколишнього середовища.
2. Забезпечує високий рівень життєдіяльності відносно незалежно від температури навколишнього середовища. У м'язах, легенях, печінці, нирках.
3. При зниженні температури судини шкіри звужуються. При підвищенні температури навколишнього середовища судини шкіри розширюються, що, регулюючи тепловіддачу, сприяє підтримці постійної температури тіла.
4. У гіпоталамусі, ретикулярній формації середнього мозку, у спинному мозку.
5. У гіпоталамусі і спинному мозку. Гіпоталамусі.

### Задачі для самостійної роботи студента:

1. Під час проведення практичної роботи встановлені такі показники температури тіла здорового обстежуваного: температура в аксиллярній ділянці (під пахвами) становила  $36,6^{\circ}\text{C}$ , в прямій кишці -  $37,1^{\circ}\text{C}$ , в ротовій порожнині -  $36,8^{\circ}\text{C}$ .

*Пояснити:* а) Яку температуру (ядра чи оболонки тіла людини) відображає температура аксиллярної ділянці? б) У яких ділянках можна виміряти середню температуру тіла людини? в) Що таке добові коливання температури тіла?

2. Під час тривалого перебування на морозі спостерігається блідість шкіри відкритих ділянок тіла людини.

*Пояснити:* а). Чому виникає блідість відкритих ділянок шкіри? б) Який механізм терморегуляції та причина його запуску? в) Які периферичні рецептори за цих умов переважно реагують.

### Тестові завдання для контролю Модуль 2.

1. У здорового обстежуваного в стані спокою кількість еритроцитів становить  $5,65 \cdot 10^{12}/\text{л}$ . Причиною цього може бути те, що обстежуваний:

Шахтар

Студент

D. Вагітна жінка

Відповідальний працівник міністерства

\* Житель високогір'я

2. У хворого після захворювання печінки виявлено зниження вмісту протромбіну в крові. Це призведе, перш за все, до порушення:

першої фази коагуляційного гемостазу.

\* другої фази коагуляційного гемостазу.

судинно-тромбоцитарного гемостазу.

фібринолізу.

антикоагулярних властивостей крові.

3. В приймально-діагностичне відділення доставлено жінку 38 років з кровотечею матки. Що з наведеного буде виявлено при аналізі крові хворої?

Еозинофілія.

Сповільнення ШОЕ

Лейкоцитоз

Збільшення кольорового показника

\* Зменшення гематокритного числа

4 При токсичному ушкодженні клітин печінки з порушенням її функцій у хворого з'явилися набряки. Які зміни складу плазми крові є провідною причиною розвитку набряків?

Збільшення вмісту глобулінів

\* Зниження вмісту альбумінів

Зменшення вмісту фібрिनотену

Збільшення вмісту альбумінів

Зменшення вмісту глобулінів

5. У пацієнта при незначних механічних впливах виникають підшкірні крововиливи. Що може бути причиною такого явища?

лімфоцитоз

еритропенія

лейкопенія

\* тромбоцитопенія

зменшення вмісту гемоглобіну

6. У хворої людини має місце позаклітинний набряк тканин (збільшені розміри м'яких тканин кінцівок, печінки тощо). Зменшення якого параметру гомеостазу є найбільш ймовірною причиною розвитку набряку?

В'язкості.

Осмотичного тиску плазми крові.

pH.

\* Онкотичного тиску плазми крові

Гематокриту.

7. У людини з хронічним захворюванням нирок порушена їх видільна функція. pH венозної крові становить 7,33. Який розчин доцільно ввести внутрішньовенно для корекції кислотно-лужного стану пацієнту?

\* бікарбонату натрію

хлориду натрію

глюкози

хлориду калію

хлориду кальцію

8. Людина проживає у високогір'ї. Які зміни показників крові можна виявити у неї?

Зниження вмісту гемоглобіну

\* Збільшення кількості еритроцитів

Поява в крові еритробластів

Зниження кількості ретикулоцитів

Зменшення кольорового показника

**10.** Яка з сполук гемоглобіну утворюється у мешканців будівлі якщо передчасно перекрити димохід?

\* Карбоксигемоглобін

Карбгемоглобін

Дезоксигемоглобін

Метгемоглобін

Оксигемоглобін

**11.** У вагітної жінки визначили групу крові. Реакція аглютинації еритроцитів відбулася зі стандартними сироватками груп 0, альфа-, бета (I), В, альфа- (III), та не виникла - з сироваткою А, бета- (II). Досліджувана кров належить до групи:

О, альфа-, бета-(I)

В, альфа-(III)

\* А, бета (II)

АВ (IV)

Ні одна відповідь не вірна

**12.** Клінічні дослідження крові рекомендується проводити натще і вранці. Зміни яких компонентів крові можливі, якщо взяти кров на аналіз після прийняття їжі?

Збільшення кількості еритроцитів

\* Збільшення кількості лейкоцитів

Збільшення білків плазми

Зниження кількості тромбоцитів

Зниження кількості еритроцитів

**13.** При визначенні групи крові за системою АВО аглютинацію еритроцитів досліджуваної крові викликали стандартні сироватки I та II груп і не викликала - III групи. Які аглютиногени містяться в цих еритроцитах ?

А

\* В

А та В

С

Д та С

**14.** У жінки напередодні пологів ШОЕ 40 мм/ год. Така величина ШОЕ зумовлена тим, що у крові підвищений вміст

Еритроцитів

Альбумінів

Білків

\* Фібриногену

Ліпопротеїнів

**15.** Під час хірургічної операції виникла необхідність масивного переливання крові.

Група крові потерпілого - III (B) Rh+.

Якого донора треба вибрати?

IV (AB) Rh-

I (O) Rh-

II (A) Rh+

\* III (B) Rh+

III (B) Rh-

**16.** При лабораторному дослідженні крові пацієнта 33 років виявлено реакцію аглютинації еритроцитів в стандартних сироватках I і II груп. Реакції аглютинації з сироваткою III групи і антирезусною сироваткою не відбулась. Кров якої групи, враховуючи систему АВО, можна переливати в разі потреби?

I (O) Rh+

II (A) Rh-

IV (AB) Rh+

IV (AB) Rh-

\* III (B) Rh-

**17.** Після накладання джгута у досліджуваного спостерігаються крапкові крововиливи на поверхні передпліччя (15 штук). З порушенням функції яких клітин крові це пов'язано?

Базофілів

Еритроцитів

\* Тромбоцитів

Нейтрофілів

Макрофагів

**18.** При визначенні групи крові по системі АВО за допомогою стандартних сироваток були отримані наступні результати: аглютинація відбулася в сироватках I, II та III груп. Яка група досліджуваної крові?

III (B)

II (A)

I (O)

Неможливо визначити

\* IV (AB)

**19.** При профогляді у людини, що не має скарг на стан здоров'я, виявлено лейкоцитоз. Причиною цього може бути те, що кров для аналізу здана після:

\* Фізичного навантаження

Розумової праці

Відпочинку на курорті

Значного вживання води

Вживання алкоголю

**20.** Аналіз крові жінки виявив підвищення швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ), що обумовлено:

Фізичною працею  
Втратою крові  
Стресом  
Прийомом їжі  
\* Вагітністю

**21.** При аналізі крові виявлено незначне підвищення кількості лейкоцитів (лейкоцитоз), без змін інших показників. Причиною цього може бути, що перед дослідженням людина :

Не снідала

\* Поснідала

Погано спала

Палила тютюн

Випила 200 мл води

**22.** У людей, що проживають в гірській місцевості, має місце підвищення вмісту еритроцитів, що може бути обумовлено підвищенням продукції в нирках:

Урокінази

Реніну

\* Еритропоетину

Простагландинів

Вітаміну Д<sub>3</sub>

**23.** У людини вміст гемоглобіну в крові становить 100 г/л. Чому у неї дорівнює киснева ємкість крові?

168 мл/л

100 мл/л

150 мл/л

\* 134 мл/л

180 мл/л

**24.** Людина знепритомніла у салоні автомобіля, де тривалий час очікувала приятеля при ввімкненому двигуні. У крові у неї знайдено сполуку гемоглобіну. Яку саме?

\* Карбоксигемоглобін

Дезоксигемоглобін

Карбгемоглобін

Метгемоглобін

Оксигемоглобін

**25.** Внаслідок тривалого перебування людини у горах на висоті 3000 м над рівнем моря у неї збільшилась киснева ємкість крові. Безпосередньою причиною цього є посилене утворення в організмі :

Катехоламінів

Лейкопоетинів

Карбгемоглобіну

\* Еритропоетинів

2,3-дифосфогліцерату

**26.** У людини внаслідок хронічного захворювання печінки суттєво порушена її білковосинтезуюча функція. До зменшення якого параметру гомеостазу це призведе?

\* Онкотичний тиск плазми крові

Осмотичний тиск

РН

Густина крові

Гематокритний показник

**27.** У пацієнта різко знижений вміст альбумінів в плазмі крові й онкотичний тиск. Що буде наслідком цього?

зменшення діурезу

збільшення об'єму крові

зменшення ШОЕ

збільшення густини крові

\* набряки

**28.** В дитини виявлено гельмінти. Які зміни в периферійній крові будуть спостерігатися при цьому?

лейкоцитоз

нейтрофілія

базофілія

моноцитоз

\* еозинофілія

**29.** Які зміни процесів гемокоагуляції виникнуть, якщо у людини підвищується активність симпатичної нервової системи?

\* Гемокоагуляція підсилиться

Гемокоагуляція зменшиться

Гемокоагуляція не зміниться

Антизгортальна система активується

Фібриноліз зменшиться

**30.** Що потрібно додати до донорської крові, законсервованої цитратом натрію, щоб викликати згортання ?

Протромбін

Іони натрію

\* Іони кальцію.

Вітамін К

Фібриноген

**31.** Проведено обстеження спортсменів після бігу. Які можливі зміни в загальному аналізі крові могли б бути виявлені ?

\* Лейкоцитоз

Лейкопенія

Анемія

Збільшення ШОЕ

Збільшення кольорового показника

**32.** Жінці 38-ми років після складної хірургічної операції була перелита однокрупна еритроцитарна маса в обсязі

800 мл. Які зміни з боку крові, найбільш вірогідно, будуть відмічатися безпосередньо після переливання?

Збільшиться ШОЕ

Зменшиться гематокритне число

\* Збільшиться гематокритне число

Зменшиться ШОЕ

Ретикулоцитоз

**33.** У чоловіка 40 років з видаленою ниркою були виявлені симптоми анемії. Що зумовило появу цих симптомів?

Підвищене руйнування еритроцитів

Нестача заліза

Нестача вітаміну B12

Нестача фолієвої кислоти

\* Зниження синтезу еритропоетинів

**34.** Жінка 25 років, вагітна втретє, потрапила в клініку з загрозою переривання вагітності. Яка комбінація Rh-фактора у неї та у плода може бути причиною цього?

Rh(-) у матері, Rh(-) у плода

Rh(+) у матері, Rh(-) у плода

Rh(+) у матері, і Rh(+) у плода

\* Rh(-) у матері, Rh(+) у плода

**35.** Жінка з групою крові АВ(IV) Rh(-), яка має трирічну дитину з АВ(IV) Rh(+), доставлена з посттравматичною кровотечею. Необхідне переливання крові. Яку групу крові з тих, що є в наявності, можна перелити

O(I), Rh(-).

\* АВ(IV), Rh(-).

A(II), Rh(+).

A(II), Rh(-).

АВ(IV), Rh(+).

**36.** Внаслідок отруєння чадним газом (СО) у людини виникли головний біль, задишка, запаморочення. Зниження вмісту якої сполуки у крові призвело до цього?

Карбгемоглобін

Карбоксигемоглобін

\* Оксигемоглобін

Метгемоглобін

Дезоксигемоглобін

**37.** У обстежуваного визначили дихальний об'єм (500 мл), частоту дихання (15 за хвилину), об'єм мертвого простору (100 мл). Скільки повітря пройде у нього за хвилину через альвеоли?

9000 мл

7500 мл

1500 мл

\* 6000 мл

7400 мл

**38.** Малюк попросив Вас надути гумову кульку якомога більше за один видих. Який з перелічених об'ємів повітря Ви використаєте:

Функціональна залишкова ємність.

Ємність вдиху.

\* Життєва ємність легень

Загальна ємність легень.

Резервний об'єм вдиху.

**39.** Отруєння ботулінічним токсином, який блокує вхід іонів кальцію до нервових закінчень аксонів мотонейронів, небезпечно для життя, бо загрожує:

Розладом тонуусу судин

Зупинкою серця

\* Зупинкою дихання

Розвитком блювоти

Розвитком проносу

**40.** У хворого виявлено різке зниження активності сурфактанту легень. Що буде наслідком цього?

Зменшення опору дихальних шляхів.

\* Схильність альвеол до спадання.

Зменшення роботи дихальних м'язів.

Збільшення вентиляції легень.

Гіпероксемія.

**41.** Якщо дихальний об'єм ДО = 450 мл, а частота дихання ЧД = 20 за 1 хв. то альвеолярна вентиляція АВ дорівнює:

3000 мл

\* 6000 мл

4000 мл

5000 мл

8000 мл

**42.** Крива дисоціації оксигемоглобіну зміщена вправо. Які зміни в організмі людини можуть бути причиною цього?

\* Гіпертермія

Зменшення концентрації 2,3-дифосфогліцерату в еритроцитах

Алкалоз

Гіпокапнія

Гіпоксемія

**43.** У приміщенні підвищений вміст вуглекислого газу. Як зміниться дихання (глибина і частота) у людини, що увійшла в це приміщення ?

Зменшиться глибина

\* Збільшиться глибина і частота



Збільшиться глибина  
Зменшиться частота  
Збільшиться частота

**44.** Недоношені діти часто вмирають після народження, так як не можуть зробити вдих. Дослідження гомогенатів легенів дозволило зрозуміти природу даного явища. Вкажіть безпосередню причину смерті недоношених дітей, що не здатні самостійно дихати:

Пневмоторакс

\* Дефіцит сурфактанту

Низька збудливість центральних хеморецепторів

Низька збудливість периферійних хеморецепторів

Недостатній розвиток дихальних м'язів

**45.** В результаті нещасного випадку відбулася обтурація трахеї легень. Який етап дихання порушиться першим?

\* Вентиляція легень

Газообмін в легенях

Транспорт кисню і вуглекислого газу

Газообмін в тканинах

Тканинне дихання

**46.** При аналізі спірограми у обстежуваного встановлено зменшення частоти і глибини дихання. Це призведе до зменшення :

Резервного об'єму видиху

Життєвої ємності легень

Резервного об'єму вдиху

\* Хвилинного об'єму дихання

Залишкового об'єму

**47.** У передстартовому стані бігуну необхідно підвищити вміст  $O_2$  у м'язах. Яким чином це можна зробити?

Дихати поверхнево

Дихати в режимі гіповентиляції

Робити швидкий вдих та повільний видих

\* Дихати в режимі гіпервентиляції

Дихати з низькою частотою

**48.** Лікар швидкої допомоги констатував у потерпілого прояви отруєння чадним газом. Яка сполука стала причиною цього?

Карбгемоглобін.

\* Карбоксигемоглобін.

Метгемоглобін.

Дезоксигемоглобін.

Оксигемоглобін.

**49.** У людини внаслідок патологічного процесу збільшена товщина

альвеолокапілярної мембрани.  
Безпосереднім наслідком цього буде зменшення у людини:

Кисневої ємності крові

Хвилинного об'єму дихання

Альвеолярної вентиляції легень

Резервного об'єму видиху

\* Дифузійної здатності легень

**50.** У тварини видалили каротидні тільця з обох сторін. На який із зазначених факторів у неї не буде розвиватися гіпервентиляція?

Фізичне навантаження

Гіперкапіію

Ацидоз

Збільшення температури ядра тіла

\* Гіпоксемію

**51.** У людини з нападом бронхоспазму необхідно зменшити вплив блукаючого нерву на гладеньку мускулатуру бронхів. Які мембранні циторецептори доцільно заблокувати для цього?

H-холінорецептори

альфа- та бета- адренорецептори

альфа-адренорецептори

бета-адренорецептори

\* M-холінорецептори

**52.** Велика група людей тривалий час знаходиться в закритому приміщенні невеликого об'єму. Це призвело до розвитку у них гіпервентиляції внаслідок таких змін повітря:

Зменшення вмісту кисню

Збільшення вмісту водяної пари

Збільшення температури

\* Збільшення вмісту вуглекислого газу

**53.** Людина зробила спокійних видих. Як називається об'єм повітря, який міститься у неї в легенях при цьому?

Залишковий об'єм

\* Функціональна залишкова ємність легень

Резервний об'єм видиху

Дихальний об'єм

Життєва ємність легень

**54.** Людина зробила максимально глибокий видих. Як називається об'єм повітря, що знаходиться в її легенях?

Функціональна залишкова ємність легень

\* Залишковий об'єм

Ємність вдиху

Резервний об'єм видиху

Альвеолярний об'єм

**55.** На прохання лікаря хворий зробив максимально глибокий видих. Які з наведених м'язів приймають участь у такому видиху?

Драбинчасті

Діафрагма

\* Черева

Грудинноключичнососкові

Трапецієвидні

**56.** У людини в стані спокою значно збільшена робота м'язів вдиху. Що з наведеного може бути причиною цього?

Поверхнєве дихання

Рідке дихання

Негативний внутрішньоплевральний тиск

Зменшення хвилинного об'єму дихання

\* Звуження дихальних шляхів

**57.** У людини вимірюють внутрішньоплевральний тиск. У якій фазі людина затримала дихання, якщо величина тиску дорівнює  $-7,5$  см.вод.ст.?

Спокійний видих

\* Спокійний вдих

Форсований вдих

Форсований видих

**58.** У людини вимірюють внутрішньоплевральний тиск. У якій фазі людина затримала дихання, якщо величина тиску дорівнює  $-25$  см.вод.ст.?

Спокійний видих

Спокійний вдих

Форсований видих

\* Форсований вдих

**59.** У людини вимірюють внутрішньоплевральний тиск. У якій фазі людина затримала дихання, якщо величина тиску дорівнює  $+3$  см.вод.ст.?

Форсований вдих

Спокійний видих

\* Форсований видих

Спокійний вдих

**60.** Вимірюють тиск в альвеолах легень здорової людини. Цей тиск дорівнює  $0$  см рт.ст. під час:

Спокійного видиху

Спокійного вдиху

\* Паузи між вдихом і видихом

Форсованого вдиху

Форсованого видиху

**61.** У хворого виник бронхоспазм. Використання яких препаратів буде

обґрунтованим для блокування бронхоспазму?

\* адреноміметики

М-холіноблокатори

Н-холіноблокатори

адреноміметики

адреноміметики

**62.** Під час емоційного збудження частота серцевих скорочень (ЧСС) у людини 30 років досягла 112 на хвилину. Зміна стану якої структури провідникової системи серця є причиною збільшення ЧСС?

Ніжки пучка Гіса

Волокон Пуркін'є

\* Синоатріального вузла

Атріовентрикулярного вузла

Пучка Гіса

**63.** У дорослого чоловіка ЧСС складає 40 ударів за 1 хвилину. Який елемент провідникової системи серця забезпечує цю частоту?

\* Атріовентрикулярний вузол

Синоатріальний вузол

Волокна Пуркін'є

Пучок Гіса

Ніжки пучка Гіса

**64.** Пасажир після кількогодинного сидіння у вимушеній позі в автобусі помітив набряк стоп і гомілок. Яка причина такого набряку?

\* Венозний застій

Дилатація артеріол

Підвищена проникність капілярів

Зниження рівня білків плазми

Високий рівень гістаміну

**65.** У студента 18 років під час фізичного навантаження реографічно зареєстровано перерозподіл кровотоку органів. У яких судинах кровотік підвищився найбільшою мірою?

Печінки

\* Скелетних м'язів

Головного мозку

Нирки

Шлунково-кишкового тракту

**66.** В експерименті на ізольованому серці зареєстровано збільшення частоти та сили скорочень серця після додавання до перфузату певної солі. Яку сіль додали?

Бікарбонат натрію

Хлорид калію

Хлорид натрію

\* Хлорид кальцію

Сульфат магнію

**67.** В умовах експерименту у тварини вимірювали залежність артеріального тиску від величини судинного опору. Вкажіть судини, в яких він найбільший

Вени

Артерії

Аорта

\* Артеріоли

Капіляри

**68.** У людини, 40 років, після емоційного збудження виявили підвищення артеріального тиску. Вкажіть можливу причину цього ефекту

Розширення артеріол

\* Підвищення тонуусу симпатичної нервової системи

Зменшення частоти серцевих скорочень

Гіперполяризація кардіоміоцитів.

Підвищення тонуусу парасимпатичної нервової системи.

**69.** У хворого 30 років на електрокардіограмі зниження амплітуди зубця R. Що означає цей зубець на ЕКГ?

Поширення збудження від передсердь до шлуночків

\* Поширення збудження по шлуночкам

Електричну діастолу серця.

Реполіаризацію шлуночків

Поширення збудження по передсердям

**70.** В експерименті при вивченні процесів збудження кардіоміоцитів встановлено, що у фазу їх швидкої кінцевої реполіаризації іони  $K^+$  можуть додатково рухатися крізь:

$Mg^{++}$  - канали.

$K^+$  - канали.

$Cl^-$  - канали

\*  $Ca^{++}$  - канали

$Li^+$  - канали

**71.** У хворого з пересадженим серцем при фізичному навантаженні збільшився хвилинний об'єм крові. Який механізм регуляції забезпечує ці зміни?

Симпатичні безумовні рефлексі

Парасимпатичні безумовні рефлексі

Симпатичні умовні рефлексі

Парасимпатичні умовні рефлексі

\* Катехоламіни

**72.** У жінки 30 років хвилинний об'єм крові у стані спокою становить 5 л/хв.

Який об'єм крові проходить у неї через судини легень за 1 хвилину?

2,0 л

3,75 л

2,5 л

\* 5 л

1,5 л

**73.** Після переходу з горизонтального положення у вертикальне у чоловіка частота серцевих скорочень збільшилась на 15 скорочень за хвилину. Які механізми регуляції переважно зумовлюють цю зміну?

\* Безумовні симпатичні рефлексі

Умовні симпатичні рефлексі

Умовні та безумовні симпатичні рефлексі

Катехоламіни

Симпатичні рефлексі і катехоламіни

**74.** На ізольованому серці кролика частково заблокували кальцієві канали кардіоміоцитів. Які зміни серцевої діяльності відбудуться внаслідок цього?

\* Зменшення частоти і сили скорочень

Зменшення частоти скорочень

Зменшення сили скорочень

Зупинка серця в діастолі

Зупинка серця в систолі

**75.** В експерименті на тварині досліджують серцевий цикл. Закриті усі клапани серця. Якій фазі це відповідає?

\* Ізометричного скорочення.

Асинхронного скорочення.

Протодіастолічного періоду.

Швидкого наповнення.

Повільного наповнення.

**76.** У хворого високий артеріальний тиск внаслідок збільшеного тонуусу судин. Для зниження тиску доцільно призначити блокатори

Альфа- та бета-адренорецепторів

Бета-адренорецепторів

\* Альфа-адренорецепторів

М-холінорецепторів

Н- холінорецепторів

**77.** У здорової дорослої людини проводять зондування порожнин серця і великих судин. Де знаходиться зонд, якщо протягом серцевого циклу зареєстровані зміни тиску від 0 до 120 мм

Аорта

Правий шлуночок

\* Лівий шлуночок

Легенева артерія

Передсердя

**78.** При реєстрації ЕКГ хворого із гіперфункцією щитовидної залози зареєстрували збільшення частоти серцевих скорочень. Скорочення якого елемента ЕКГ про це свідчатиме:

Інтервалу Р-Т

Сегменту Р-Q

Інтервалу Р-Q

\* Інтервалу R-R

Комплексу QRS

**79.** У людини 70 років швидкість поширення пульсової хвилі виявилася суттєво більшою, ніж у 25-річного. Причиною цього явища є зниження:

Серцевого викиду

Швидкості кровотоку

\* Еластичності судинної системи

Частоти серцевих скорочень

Артеріального тиску

**80.** У собаки в досліді подразнювали на ший периферійну ділянку блукаючого нерву; при цьому спостерігали такі зміни серцевої діяльності:

Збільшення сили скорочень

Збільшення тривалості атріовентрикулярного проведення

Збільшення частоти та сили скорочень

Збільшення збудливості міокарда

\* Зменшення частоти скорочень

**81.** У досліді перфузували ізольоване серце собаки розчином з надлишковою концентрацією хлористого кальцію. Які зміни роботи серця спостерігалися при цьому?

Зменшення сили скорочень

\* Збільшення частоти та сили скорочень

Збільшення частоти скорочень.

Зменшення частоти скорочень

Зменшення частоти та сили скорочень

**82.** У хворого на ЕКГ виявили збільшення тривалості зубця Т. Це є наслідком зменшення в шлуночках швидкості:

скорочення

деполяризації та реполяризації

деполяризації

\* реполяризації

розслаблення

**83.** У спортсмена на старті перед змаганнями відзначається підвищення

артеріального тиску та частоти серцевих скорочень. Впливом яких відділів ЦНС можна пояснити вказані зміни?

\* Кори великих півкуль

Довгастого мозку

Середнього мозку

Проміжного мозку

Гіпоталамуса

**84.** При переході здорової людини із положення лежачи в положення стоячи виникають наступні компенсаторні механізми:

Зниження діастолічного артеріального тиску

Зменшення ЧСС

\* Збільшення ЧСС

Зменшення тону судин

Зменшення загального периферичного опору

**85.** Під час підготовки пацієнта до операції на серці проведено вимірювання тиску в камерах серця. В одній з них тиск протягом серцевого циклу змінювався від 0 мм рт. ст до 120 мм рт. ст. Назвіть цю камеру серця.

Правий шлуночок.

\* Лівий шлуночок.

Праве передсердя.

Ліве передсердя.

Всі відділи серця

**86.** У людини частота серцевих скорочень постійно утримується на рівні 40 ударів за хвилину. Що є водієм ритму?

Ніжки пучка Гіса.

Синоатріальний вузол

Пучок Гіса.

\* Атріовентрикулярний вузол.

Волокна Пуркін'є.

**87.** Під час хірургічного втручання на органах черевної порожнини сталася рефлекторна зупинка серця. Де знаходиться центр рефлексу?

Середній мозок.

Спинний мозок.

\* Довгастий мозок.

Проміжний мозок.

Кора великих півкуль.

**88.** У спортсмена після інтенсивного тренування відмічалася значне зниження тону судин працюючих м'язів. Що призвело до такого ефекту?

Гістамін

Ренін-ангіотензин

\* Метаболіти

Натрійуретичний гормон

Серотонін

**89.** В експерименті на тварині руйнуванням певної структури серця припинили проведення збудження від передсердь до шлуночків. Що саме зруйнували?

Синоатріальний вузол

\* Атріовентрикулярний вузол

Пучок Гіса

Ніжки пучка Гіса

Волокна Пуркін'є

**90.** При обстеженні людини встановлено, що хвилинний об'єм крові серця дорівнює 3500 мл, систолічний об'єм – 50 мл. Якою є у людини частота серцевих скорочень?

60 скорочень за хвилину

50 скорочень за хвилину

80 скорочень за хвилину

90 скорочень за хвилину

\* 70 скорочень за хвилину

**91.** При аналізі електрокардіограми встановлено, що тривалість серцевого циклу у людини дорівнює 1 сек. Якою у неї є частота серцевих скорочень за хвилину?

80

50

70

\* 60

100

**92.** У людини необхідно оцінити еластичність великих артеріальних судин. Яким з інструментальних методів дослідження доцільно скористатися для цього?

Електрокардіографія

Фонокардіографія

Флебографія

Векторкардіографія

\* Сфігмографія

**93.** У людини необхідно оцінити стан клапанів серця. Яким з інструментальних методів дослідження доцільно скористатися для цього?

Електрокардіографія

\* Фонокардіографія

Сфігмографія

Флебографія

Зондування судин

**94.** У міокарді шлуночків досліджуваної людини порушені процеси реполяризації. Це призведе до порушення амплітуди, конфігурації, тривалості зубця:

S

Q

R

\* T

P

**95.** Які з наведених механізмів регуляції не можуть реалізуватися на ізольовану серця ссавця?

Ефект Анрепа

Місцеві рефлекси

Закон Франка-Старлінга

\* Центральні рефлекси

Драбина Боудича

**96.** В досліді вимірювали лінійну швидкість руху крові: вона найменша в капіляра. Причина в тому, що капіляри мають:

Малу довжину

Малий діаметр

Малий гідростатичний тиск

Найтоншу стінку

\* Найбільшу сумарну площу поперечного перерізу

**97.** В умовах жаркого клімату внаслідок потовиділення зростає в'язкість крові. Як це впливає на величину артеріального тиску

Зростає лише діастолічний тиск

Зростає систолічний та пульсовий тиск

\* Зростає діастолічний та систолічний тиск при зменшенні пульсового тиску

Зростає систолічний тиск при зменшенні діастолічного

Зростає діастолічний тиск при зменшенні систолічного

**98.** Після тривалого голодування у хворого розвинулися набряки тканин. Що є причиною цього явища?

\* Зниження онкотичного тиску плазми крові

Збільшення осмотичного тиску плазми крові

Зниження осмотичного тиску плазми крові

Зниження гідростатичного тиску крові

Збільшення онкотичного тиску крові

**99.** У пацієнта зроблено пересадку серця. Які нервові механізми регуляції (рефлекси)

зумовлюють пристосувальні зміни його діяльності?

\* Місцеві

Симпатичні умовні

Симпатичні безумовні

Парасимпатичні умовні

Парасимпатичні безумовні

**100.** Внаслідок крововтрати в людини зменшився об'єм циркулюючої крові. Як це вплине на величину артеріального тиску?

Зменшиться лише систолічний тиск

\* Зменшиться систолічний та діастолічний тиск

Зменшиться лише діастолічний тиск

Зменшиться систолічний тиск при зростанні діастолічного

Зменшиться діастолічний тиск при зростанні систолічного

**101.** В експерименті на собаці виникла необхідність знизити збудливість міокарду. Який розчин для цього доцільно ввести тварині внутрішньовенно?

Бікарбонату натрію

Хлориду кальцію

Хлориду натрію

\* Хлориду калію

Глюкози

**102.** Хворому внутрішньовенно ввели гіпертонічний розчин глюкози. Це підсилить рух води:

\*З міжклітинної рідини до капілярів

З міжклітинної рідини до клітин

З капілярів до міжклітинної рідини

Змін руху води не буде

З клітин до міжклітинної рідини

**103.** У людини 70 років швидкість розповсюдження пульсової хвилі виявилася суттєво вище, ніж у 25-річного.

Причиною цього є зниження:

Серцевого викиду

Артеріального тиску

\* Еластичності судинної стінки

Частоти серцевих скорочень

Швидкості кровотоку

**104.** У спортсмена на старті перед змаганнями відмічається підвищення артеріального тиску і частоти серцевих скорочень. Впливом яких відділів ЦНС можливо пояснити вказані зміни?

Середнього мозку

Проміжного мозку

Довгастого мозку

\* Кори великих півкуль

Гіпоталамуса

**105.** Хворий 57 років, який протягом довгого часу лікувався антибіотиками, скаржиться на порушення функції кишечника. Що призвело до такого стану?

Порушення всмоктування

Порушення секреції кишечника

\* Пригнічення мікрофлори кишечника

Підвищення моторики кишечника

Порушення жовчовиділення

**106.** Хворому з гіперсекрецією шлункового соку лікар рекомендував виключити з дієти насичені бульйони і овочеві відвари, тому що вони стимулюють шлункову секрецію переважно через

\* Вироблення гастрину

Подразнення смакових рецепторів

Подразнення механорецепторів ротової порожнини

Подразнення механорецепторів шлунку

Вироблення секретину

**107.** Хворому видалили частину підшлункової залози. Які продукти, перш за все, йому потрібно обмежити в харчовому раціоні?

\* Жирне м'ясо, міцні бульйони

Відварені овочі

Кисломолочні продукти

Овочі, багаті білками (боби, соя)

Фрукти

**108.** Піддослідній тварині через зонд у порожнину шлунку ввели 150 мл м'ясного бульйону. Вміст якої речовини швидко збільшиться у крові?

Інсуліну

Соматостатину

\* Гастрину

Глюкагону

Нейротензину

**109.** Хворому видалили частину підшлункової залози. Які продукти йому потрібно обмежити в своєму раціоні?

Овочі

Нежирне відварне м'ясо

Кисломолочні продукти

\* Жирне та смажене м'ясо

Фрукти

**110.** Хворому з гіперсекрецією шлункового соку лікар рекомендував виключити з харчового раціону:

Молоко  
Солодке  
Солоне  
Білий хліб

\* М'ясні бульйони

**111.** Хворому з гіперсекрецією шлункового соку лікар рекомендував виключити з харчового раціону насичені бульйони і овочеві відвари, бо вони стимулюють виділення:

Секретину

\* Гастрину

Холецистокініну

Соматостатину

Нейротензину

**112.** Хворому, у якого підвищена кислотність шлункового соку, лікар порекомендував їсти варене, а не смажене м'ясо, оскільки смажене містить речовини, які стимулюють виділення:

Панкреозиміну

Секретину

Соматостатину

\* Гастрину

Нейротензину

**113.** У давній Індії підозрюваним у злочин пропонували проковтнути жменю сухого рису. Злочинці не могли проковтнути рис через зменшене слиновиділення внаслідок:

Активації парасимпатичного ядра лицьового нерву

\* Активація симпато-адреналової системи  
Зменшення кровопостачання слинних залоз

Активації парасимпатичного ядра язикоглоткового нерва

Гальмування симпато-адреналової системи

**114.** У експериментальній тварини подразнювали периферичний відрізок симпатичних волокон, що іннервують під'язикову слинну залозу. У результаті з фістули протоки залози

Слина не виділяється

Мало рідкої слини

\* Мало в'язкої слини

Багато рідкої слини

Ні одна відповідь не вірна

**115.** Вміст яких продуктів доцільно збільшити у харчовому раціоні людини із зниженою секреторною функцією шлунку?

Солоне

Солодке

\* Бульйони

Молоко

Сало

**116.** У хворого хронічний неврит трійчастого нерву. Який з травних процесів буде порушений в найбільшій мірі?

Слиновиділення.

Формування відчуття смаку

Ковтання.

Слиноутворення

\* Жування.

**117.** Піддослідному собаці через зонд у порожнину шлунку ввели 150 мл м'ясного бульйону. Вміст якої з наведених речовин швидко збільшиться у крові тварин?

Нейротензину

Соматостатину

Інсуліну

\* Гастрину

Вазоінтестинального поліпептиду

**118.** У хворого камінь загальної жовчної протоки припинив поступлення жовчі в кишечник. Порушення якого процесу травлення при цьому спостерігається?

Розщеплення вуглеводів

Розщеплення білків

Всмоктування вуглеводів

\* Розщеплення жирів

Всмоктування білків

**119.** Чоловіку 35 років з виразковою хворобою зроблено резекцію антрального відділу шлунку. Секреція якого гастроінтестинального гормону внаслідок операції буде порушена?

Гістаміну.

\* Гастрину.

Секретину

Холецистокініну

Нейротензину

**120.** Рефлекс блювання часто заважає проведенню шлункового зондування. Як його можна попередити?

Змастити зонд фізіологічним розчином

Змастити зонд рослинним маслом

Вводити зонд під загальним наркозом

Вводити зонд в положенні стоячи

\* Змастити ділянки піднебіння і кореня язика препаратом для місцевої анестезії

**121.** Пацієнту призначена дієта, що містить підвищену кількість хліба грубого помолу та овочі. З якою метою вона призначена?

Для гальмування секреції шлункового соку

\* Для посилення моторики

Для активації трипсиногену

Для виділення великої кількості слини

Для нейтралізації HCl

**122.** Дефіцит якого ферменту найчастіше є причиною неповного перетравлення жирів в шлунково-кишковому тракті і збільшення кількості нейтрального жиру в калі?

Печінкової ліпази

Шлункової ліпази

\* Панкреатичної ліпази

Кишкової ліпази

Ентерокинази

**123.** При копрологічному дослідженні встановлено, що кал знебарвлений, у ньому знайдено краплі нейтрального жиру. Найбільш імовірною причиною цього є порушення:

Кислотності шлункового соку

Секреції підшлункового соку

Секреції кишкового соку

Процесів всмоктування в кишечнику

\* Надходження жовчі в кишечник

**124.** При обстеженні чоловіка 45 років, що тривалий час перебував на рослинній дієті, виявлено негативний азотистий баланс. Яка особливість раціону стала причиною цього явища?

Надмірна кількість води

\* Недостатня кількість білків

Надмірна кількість вуглеводів

Недостатня кількість жирів

Недостатня кількість жирів і білків

**125.** У чоловіка 60 років діагностований інсульт у ділянці латеральних ядер гіпоталамуса. Які зміни поведінки слід чекати

Спрага

Агресивність

Депресія

\* Відмова від їжі

Ненаситність

**126.** У процесі старіння людини спостерігається зменшення синтезу та секреції підшлункового соку, зменшення вмісту в ньому трипсину. Це призводить до порушення розщеплення:

Полісахаридів

Фосфоліпідів

\* Білків

Нуклеїнових кислот

Ліпідів

**127.** У хворого видалено 12-палу кишку. Це призведе до зменшення секреції, перш за все:

Гастрину та гістаміну

Гастрину

Гістаміну

\* Холецистокініну та секретину

Нейротензину

**128.** Піддослідному собаці через зонд у 12-палу кишку ввели слабкий розчин соляної кислоти. Це, перш за все, призведе до підсилення секреції:

Гастрину

\* Секретину

Гістаміну

Холецистокініну

Нейротензину

**129.** Який з зазначених процесів буде активізуватися перш за все у голодної людини, яка бачить смачну їжу?

\* Секреція шлункового соку

Секреція кишкового соку

Моторика товстої кишки

Скорочення сфінктера Одді

Моторика тонкої кишки

**130.** У людини хірургічно видалили ушкоджену патологічним процесом дистальну чверть тонкої кишки. Як це позначиться на всмоктуванні поживних речовин при звичайному харчовому

Зменшиться всмоктування жирів

Зменшиться всмоктування вуглеводів

Зменшиться всмоктування білків

\* Всмоктування не зміниться

Зменшиться всмоктування води

**131.** У людини порушено всмоктування продуктів гідролізу жирів. Причиною цього може бути дефіцит у порожнині тонкої кишки:

Ліполітичних ферментів

Жовчних пігментів

\* Жовчних кислот

Іонів натрію

Жиророзчинних вітамінів

**132.** У хворого нормально забарвлений кал, у складі якого знаходиться велика кількість вільних жирних кислот. Причиною цього є порушення:

Гідролізу жирів



\* Всмоктування жирів  
Жовчовиділення  
Жовчоутворення  
Секреції ліпаз

**133.** У хворого хірургічно видалено третину товстої кишки, ураженої патологічним процесом. Як при цьому зміниться всмоктування води при звичайному водному режимі?

Суттєво збільшиться  
Суттєво зменшиться  
\* Суттєво не зміниться  
Незначно збільшиться  
Ні одна відповідь не вірна

**134.** Піддослідній собаці через зонд в порожнину шлунку ввели 150 мл м'ясного бульйону. Вміст якого з приведених речовин швидко збільшиться в крові тварини?

Вазоінтестинальний поліпептид  
Інсулін  
\* Гастрин  
Нейротензин  
Соматостатин

**135.** У хворого порушений акт жування внаслідок ураження патологічним процесом структур, що утворюють аферентну ланку дуги відповідного рефлексу. Який нерв уражений у хворого?

N. hypoglossus  
N. vagus  
N. glossopharyngeus  
\* N. trigeminus  
N. glossopharyngeus та n. vagus

**136.** Внаслідок obturaції жовчовивідного протоку у хворого зменшилося надходження жовчі в 12-ипалу кишку, що призвело до порушення всмоктування:

Білків  
Вуглеводів  
Білків та вуглеводів  
Мінеральних солей  
\* Жирів

**137.** У людини зменшено всмоктування іонів натрію з порожнини кишківника в кров. Всмоктування яких з наведених речовин при цьому залишиться незмінним?

\* Жири  
Вуглеводи  
Білки  
Вода  
Хлориди

**138.** У людини суттєво порушено перетравлення білків, жирів та вуглеводів. Знижена секреція якого травного соку, найімовірніше, є причиною цього?

Шлункового  
Слини  
\* Підшлункового  
Жовчі  
Кишечного

**139.** В експерименті на собаці вводилася речовина, яка призвела до ушкодження ниркового фільтру. Які з нижченаведених речовин можна виявити у сечі тварини внаслідок цього?

Глюкози.  
Амінокислот.  
Іонів Na.  
Іонів Ca.  
\* Білків.

**140.** Тривале перебування в умовах спеки викликало у людини спрагу. Сигналізація від яких рецепторів, перш за все, зумовило її розвиток?

Натрієві рецептори гіпоталамусу  
Осморецептори печінки  
Глюкорекцептори гіпоталамусу  
Барорецептори дуги аорти  
\* Осморецептори гіпоталамусу

**141.** За обідом людина з'їла солоного оселедця і картоплю з солоним огірком. Через деякий час у неї виникла спрага. Імпульсація від яких рецепторів зумовила це відчуття?

Волюморекцептори гіпоталамусу  
Волюморекцептори порожнистих вен і передсердь  
Осморецептори печінки  
\* Осморецептори гіпоталамусу

Барорецептори дуги аорти  
**142.** Експериментальне зруйнування супраоптичних ядер гіпоталамуса у тварин викликає значне збільшення добового діурезу. Який із механізмів сечоутворення при цьому

Реабсорбція води в низхідному коліні петлі Генле  
Реабсорбція води в проксимальному відділі нефрона  
Клубочкова фільтрація  
\* Реабсорбція води в дистальному сегменті нефрону  
Канальцева секреція

**143.** У хворого виявлено в сечі високомолекулярні білки. Причиною цього може бути порушення:

Величини ефективного фільтраційного тиску

\* Проницності ниркового фільтру

Процесів секреції

Реабсорбції білків

Поворотно-протипоточної системи

2

**144.** Перебування людини в умовах пониженого атмосферного тиску приводить до розвитку гіпоксії. Як зреагують на це нирки?

Зменшенням секреції еритропоетинів

\* Збільшенням секреції еритропоетинів

Збільшенням фільтрації

Зменшенням фільтрації

Порушенням реабсорбції

**145.** Який ефективний шлях віддачі тепла тілом робітників парникового господарства при температурі повітря 36 °С, відносній його вологості - 70%?

Конвекція

Ні одна відповідь не вірна

Радіація

\* Випаровування поту

Проведення

**146.** У юнака енерговитрати збільшилися з 500 до 2000 кДж за годину. Що з наведеного може бути причиною цього?

\* Фізичне навантаження

Підвищення зовнішньої температури

Розумова праця

Прийом їжі

Перехід від сну до бадьорості

**147.** У юнака під час фізичного навантаження хвилине споживання кисню та хвилине виділення вуглекислого газу дорівнюють 1000 мл. Які субстрати окислюються в клітинах його організму?

Жири

Білки

\* Вуглеводи

Вуглеводи та жири

Вуглеводи та білки

**148.** Людина знаходиться в середовищі з температурою 38 градусів С, відотною вологістю повітря 50%. Які шляхи тепловіддачі зумовлюють підтримку постійної температури ядра тіла за цих умов?

Теплопроведення

Радіація

\* Випаровування

Конвекція

Конвекція і теплопроведення

**149.** Енергетичні витрати чоловіка 40 років, який працює шахтарем, складають більше 5000 ккал/добу. Який компонент у харчовому раціоні найбільш доцільно збільшити для відновлення таких витрат енергії?

Рідини.

Білків.

Вуглеводів.

Вітамінів.

\* Жирів.

**150.** Звуження приносячої артеріоли ниркового клубочка викликало зменшення діурезу. Причиною цього є зниження:

\* Ефективного фільтраційного тиску

Реабсорбції води

Реабсорбції глюкози

Реабсорбції іонів

Секреції сечовини

**151.** В гострому досліді собаці, що знаходилась під наркозом, ввели вазопресин, внаслідок чого зменшилась кількість сечі тому, що він:

Посилює реабсорбцію натрію

Зменшує реабсорбцію води

Зменшує реабсорбцію кальцію

Збільшує реабсорбцію кальцію

\* Посилює реабсорбцію води

**152.** Методом непрямой калориметрії встановлено, що основний обмін досліджуваного на 40 % нижче належного. Порушення діяльності якої ендокринної залози є причиною ?

Підшлункової залози.

Тимусу.

\* Щитовидної залози.

Епіфізу.

Надирників.

**153.** У виробничому приміщенні температура повітря - 36°C, відносна вологість повітря - 80 %, Переважно яким шляхом віддається тепло організмом людини за цих умов?

Теплопроведенням

\* Випаровуванням поту

Радіацією

Конвекцією

Ні одна відповідь не вірна

**154.** У пацієнта, що перебуває на дієті на протязі 10 днів було проведено дослідження величини дихального коефіцієнту. (Результат ДК=1). Якої дієти дотримується пацієнт?

З переважним вмістом білків і жирів

З переважним вмістом жирів і вуглеводів  
Змішаної

З переважним вмістом білків і вуглеводів

\* З переважним вмістом вуглеводів

**155.** З метою схуднення жінка обмежувала кількість продуктів в харчовому раціоні. Через 3 місяці в неї з'явилися набряки, збільшився діурез. Дефіцит яких компонентів їжі є причиною цього?

\* Білків

Жирів

Вуглеводів

Вітамінів

Мінеральних речовин

**156.** При лабораторному обстеженні чоловіка віком 54 роки було встановлено, що його кліренс інуліну 120 мл/хв. Це означає, що в нього нормальна (-ий):

Канальцева реабсорбція

\* Швидкість клубочкової фільтрації

Канальцева секреція

Нирковий кровотік

Нирковий плазмотік

**157.** Охолодження тіла людини у воді виникає значно швидше, ніж на повітрі, тому, що у воді значно ефективнішою є віддача тепла шляхом:

Конвекції

Тепловипромінювання

Ні одна відповідь не вірна

Випаровування поту

\* Теплопроведення

**158.** Через 3 години після прийому їжі енерговитрати у людини збільшилися на 30 %. Яку саме їжу споживала людина?

Білково-вуглеводну

Вуглеводну

Жирову

\* Білкову

Вуглеводно-жирову

**159.** Досліджують процеси тепловіддачі у роздягненої людини при кімнатній температурі. З'ясовано, що за таких умов найбільша кількість тепла віддається шляхом:

Конвекції

Теплопроведення

\* Теплорадіації

Випаровування

Ні одна відповідь не вірна

### Рекомендована література:

1. Фекета В.П. Фізіологія людини для лікарів. Підручник .- Київ, ТОВ НВП «Інтерсервіс», 2017.- 482с.
2. Фекета В.П. Курс лекцій з нормальної фізіології: Навчальний посібник. – Ужгород, 2003. - 296 с.
3. Клінічна фізіологія / В.І.Філімонов. - К.: ВСВ «Медицина», 2013. – 736 с.