

Державний вищий навчальний заклад
„Запорізький національний університет”
Міністерства освіти і науки України

К.М. Гречко, К.Л. Власенко

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

Практикум
для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»
напрямів підготовки «Фізичне виховання»,
«Спорт», «Здоров'я людини»

Затверджено
вченою радою ЗНУ
Протокол №7 від 24.02.15

Запоріжжя
2015

УДК: 612 (075.8)
ББК: Е70.73я73
Г 814

Гречко К.М. Фізіологія людини: практикум для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напрямів підготовки «Фізичне виховання», «Спорт», «Здоров'я людини» / К.М. Гречко, К.Л. Власенко. - Запоріжжя: ЗНУ, 2015. - 62 с.

Практикум містить практичні завдання і вправи, що сприятимуть засвоєнню студентами набутих знань і вмінь на лабораторних заняттях з фізіології людини, перевірці якості їх засвоєння.

Практикум призначений для студентів II курсу факультету фізичного виховання денної та заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напрямів підготовки «Фізичне виховання», «Спорт», «Здоров'я людини» та містить необхідний матеріал для підвищення якості професійної підготовки фахівців з фізичної культури.

Рецензент *М.В. Маліков*
Відповідальний за випуск *К.Л. Власенко*

Зміст

Вступ.....	4
Правила роботи із завданнями	5
Комплексні контрольні завдання з фізіології людини	6
Еталонні відповіді з фонду комплексних завдань з фізіології людини.....	13
Термінологічний словник.....	38
Додатки.....	43
Список рекомендованої літератури.....	61

Вступ

Наша країна потребує фахівця, який при новій технології навчання отримає міцні навички, необхідні для вирішення професійних завдань. Тому при його підготовці сьогодні необхідно виходити не з принципу „людина - мета всіх перетворень”. Не слід намагатись надати майбутнім фахівцям знання „на всі випадки життя”. Їх належить озброїти головним - ядром наукових і практичних знань у відповідних галузях науки та умінням самостійно набувати нові знання. Самостійна освіта повинна стати внутрішньою потребою, повсякденною справою кожного фахівця. Виховувати такого фахівця можливо, якщо процес навчання у виші являє собою сукупність форм роботи, основу яких складає самостійна діяльність студентів, спрямована і контрольована викладачем.

Цей практикум з курсу “Фізіологія людини” допоможе студентам закріпити в пам’яті не тільки основні питання теорії, але і практичні уміння та навички, набуті в процесі лабораторних занять.

Завдання складені в режимі „Екзаменатор” та призначені для самостійної роботи студентів, а також можуть бути використані для групового контролю знань.

Виконання завдань дасть можливість визначити ступінь засвоєння матеріалу, допоможе звернути увагу на ті питання, які вимагають доопрацювання, а також сприятиме найбільш міцному запам’ятовуванню матеріалу, тому що залучаються механізми активної пам’яті.

Курс “Фізіологія людини” читається на факультеті фізичного виховання для студентів напрямів підготовки “Фізичне виховання”, “Спорт” та “Здоров’я людини”. Ця дисципліна розкриває механізми функціонування всіх систем життєзабезпечення людини як у стані спокою, так і при різних фізичних навантаженнях. Вона пов’язана з такими дисциплінами медико-біологічного профілю, як: анатомія людини, біохімія, біомеханіка та інші, а також з загальноосвітніми дисциплінами: хімією, біологією, фізикою, молекулярною біологією, екологією. Тому цей практикум дає можливість, використовуючи теоретичні знання, вирішувати практичні завдання.

Правила роботи із завданнями

1. Кожен розділ містить 3 питання.
2. Уважно прочитайте питання чи задачу і спробуйте чітко та аргументовано відповісти на питання чи раціонально розв'язати задачу.
3. Після виконання завдання зверніться до відповідної сторінки, щоб впевнитись у правильній відповіді.
4. Якщо відповідь правильна, переходьте до наступного питання.
5. Якщо ви помилились, зверніться до підручника, а потім спробуйте ще раз відповісти.
6. Не звертайтеся до пасивного, механічного пошуку відповіді.
7. Для оцінки знань скористайтеся таблицею.

Таблиця оцінки знань

<i>Характер відповіді</i>	<i>Час, витрачений на відповідь в хвилинах</i>	<i>Оцінка</i>
Відповідь правильна і повна	Не більше 10 хвилин	Відмінно
Відповідь правильна, але не повна	Не більше 15 хвилин	Добре
Елемент відповіді	Не більше 20 хвилин	Задовільно
Відповідь не правильна	Більше 30 хвилин	Незадовільно

Комплексні контрольні завдання містять питання з наступних розділів: фізіологія кровообігу, фізіологія дихання, фізіологія травлення та обміну речовин, обмін енергії, фізіологія збудливих тканин, фізіологія нервової системи, теорія функціональних систем у регуляції рухової активності, зміни в організмі при різних видах м'язової діяльності, фізіологічна характеристика функціональних станів, які виникають у процесі м'язової діяльності, фізіологічна характеристика процесу спортивного тренування, фізіологічна характеристика різних видів спортивної діяльності, фізіологічне обґрунтування масових форм оздоровчого фізичного виховання.

Комплексні контрольні завдання з фізіології людини (з основами спортивної фізіології)

1.

1.1. Зовнішні прояви діяльності серця та методи їх вивчення.

1.2. Рухова активність - головна умова ефективного розвитку організму.

1.3. Задача. У людини вагою 65 кг визначалась величина PWC_{170} . Потужність I-го навантаження - 600 кгм/хв, 2-го - 900 кгм/хв. ЧСС спокою - 60 уд/хв. Довготривалість роботи для кожної потужності навантаження - 5 хв. Значення ЧСС на 5-й хвилині роботи I-го навантаження - 110 уд/хв.; для 2-го навантаження - 150 уд/хв. Чому дорівнюють величини $aPWC_{170}$ та $bPWC_{170}$?

2.

2.1. Перерахуйте всі фази зміни збудження серцевого м'яза.

2.2. Життєва ємність легень та її складова.

2.3. Задача. Спортсмен вагою 80 кг має м'язову вагу 40% від ваги тіла. При роботі максимальної потужності (біг 100 м) приймають участь 2/3 активної м'язової ваги. Встановити, чому дорівнює при цьому енергетична ємність та максимальна потужність його фосфатної системи.

3.

3.1. Фізіологічна суть понять: кисневий запит, кисневий борг, кисневе споживання.

3.2. Хімічний склад шлункового соку.

3.3. Задача. В 100 г житнього хліба міститься 7 г білка, 0,3 г жиру та 50 г вуглеводів. Визначити нетто - калорійність 400 г хліба, якщо засвоювання білка - 92%, жиру - 95%, вуглеводів - 93%.

4.

4.1. Перерахуйте реакції, які спостерігаються в організмі при збудженні парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи.

4.2. Яка роль білків в організмі спортсмена, який займається важкою атлетикою?

4.3. Задача. Визначте систолічний об'єм крові (СОК), якщо споживання кисню (Co_2) організмом складає 300 мл/хв., а кожні 100 мл венозної крові, що проходить через легені, збагачується на 5 мл кисню. Частота серцевих скорочень (ЧСС) дорівнює 75 уд/хв.

5.

5.1. Опишіть елементи нервово-м'язового синапсу.

5.2. Дайте фізіологічну характеристику передстартового стану.

5.3. Задача. Скільки літрів кисню споживають скелетні м'язи висококваліфікованого стаєра при напруженій фізичній роботі, якщо ЧСС у

нього 190 уд/хв., СОК - 190 мл, напруженість кисню в артеріальній крові - 15 об.%, напруженість кисню у венозній крові - 5 об.%?

6.

6.1. Хімізм та механізм м'язового скорочення.

6.2. Фізіологічні принципи спортивного тренування.

6.3. В якому випадку при споживанні 1 л кисню в організмі окислюється більша кількість молекул речовини?

7.

7.1. В яку фазу серцевого циклу коронарний кровоток зростає до максимуму?

7.2. Стадії формування рухового навику.

7.3. Задача. У 5 великих квадратах камери Горяєва міститься 470 еритроцитів. Скільки еритроцитів в 1 мм³ крові, якщо в змішувач набрали кров до позначки 0,5 і заповнили його до позначки 101 гіпертонічним розчином NaCl. Розрахувати, скільки еритроцитів міститься в кровоносній системі людини.

8.

8.1. Опишіть транспортування газів кров'ю.

8.2. Вплив гіпокінезії на організм.

8.3. Задача. Визначте, чому дорівнює загальний легеневий кровоток, якщо концентрація кисню у змішаній венозній та артеріальній крові складає відповідно 16 і 20 об.%, а споживання кисню - 300 мл/хв.?

9.

9.1. Назвіть життєво-важливі центри довгастого, середнього та проміжного мозку.

9.2. Фізіологічна характеристика стійкої працездатності.

9.3. Назвіть, через які структурні утворення повинен пройти кисень від альвеолярного газу до внутрішнього середовища еритроциту легених капілярів?

10.

10.1. Назвіть типи вищої нервової діяльності за І.П. Павловим.

10.2. Дайте визначення поняття „динамічна сила”. Як визначається показник м'язової сили?

10.3. Задача. У 25 великих квадратах камери Горяєва міститься 35 лейкоцитів. Скільки лейкоцитів в 1 мм³ крові, якщо в змішувач набрали кров до позначки 0,5 і заповнили його до мітки 11?

11.

11.1. Нейрогуморальна регуляція діяльності серця та судин.

11.2. Метод визначення фізичної працездатності за тестом PWC₁₇₀.

11.3. Задача. Визначте загальний обмін чоловіка 25 років за 1 годину, якщо його вага - 60 кг, зріст - 168 см.

12.

12.1. Яка роль вуглеводів та жирів в організмі?

12.2. Реакції системи регуляції дихання на фізичне навантаження.

12.3. Задача. Визначте кількість білків, жирів, вуглеводів, необхідних для юнака 17 років вагою 53 кг. Розрахувати добову калорійність його харчування.

13.

13.1. Втома як фізіологічний стан організму.

13.2. Накресліть схему родопсинового циклу.

13.3. Чим пояснюється збільшення споживання кисню в холодних умовах?

14.

14.1. Перерахуйте ознаки орієнтовного рефлексу.

14.2. Ефект попередньої адаптації.

14.3. Задача. Визначте відсоток відхилення похибки основного обміну за формулою Ріда, якщо ЧСС 76 уд/хв., артеріальний тиск 120/80 мм рт.ст.

15.

15.1. Фактори, які впливають на гемодинаміку.

15.2. Чим характеризується „спортивне” серце?

15.3. Задача. Розрахуйте максимальне споживання кисню (МСК) нетренованого чоловіка, якщо $aPWC_{170}$ у нього дорівнює 160 кгм/хв.

16.

16.1. Рух крові по судинах.

16.2. М'язовий апарат та витривалість.

16.3. Задача. Як розподіляється об'єм крові у різних відділах судинного русла людини з вагою тіла 80 кг в умовах спокою, якщо відносний об'єм її складає: вени - 65%, артерії - 10%, серце - 10%. Кров складає 7% від маси тіла людини. Розрахуйте об'єм крові в організмі людини.

17.

17.1. Бінокулярний зір.

17.2. Механізми тепловіддачі організму в умовах спокою.

17.3. Накреслити схему, що відображає процес зсідання крові.

18.

18.1. Оптимум та песимум частоти подразнення.

18.2. Енергетична ефективність плавання.

18.3. Задача. У стані спокою ЧСС у людини дорівнює 70 уд/хв., систолічний об'єм крові (СОК) складає 80 мл, поверхня тіла дорівнює $1,7 \text{ м}^2$. Визначте серцевий індекс (СІ).

19.

19.1. Що таке травлення?

19.2. Терморегуляція.

19.3. Задача. Визначте середній тиск ($P_{\text{сер}}$) в судинній системі людини, якщо $АТс = 120 \text{ мм рт.ст.}$, $АТд = 80 \text{ мм рт.ст.}$

20.

20.1. Скелетні м'язи та гемодинаміка.

20.2. В чому полягає функція ретикулярної формації?

20.3. Задача. Вкажіть нормальну величину фізіологічних калорійних коефіцієнтів для жирів, білків, вуглеводів (в кілокалоріях та в кДж на 1 г речовини).

21.

21.1. Енергетична характеристика м'язової діяльності.

21.2. Тони серця.

21.3. Задача. Чому дорівнює опір кровообігу (R) у спокої та при м'язовій роботі, якщо об'ємна швидкість кровообігу (Q) чисельно дорівнює ХОК 5 л/хв., а середній тиск ($P_{\text{сер}}$) дорівнює 90 мм рт.ст. в спокої. При м'язовій роботі ХОК дорівнює 30 л/хв., а $P_{\text{сер}}$ дорівнює 125 мм рт.ст.

22.

22.1. Рефлекторна дуга та її складові.

22.2. Фізіологічні закономірності факторів, що визначають ефекти тренування.

22.3. Задача. Визначення концентрації іонів (K^+) проводилося на одиночному волокні скелетного м'яза жаби при 18°C . $\frac{(K^+)_{\text{в}}}{(K^-)_{\text{с}}} = 30$

Розрахуйте потенціал спокою.

23.

23.1. Рівні управління вегетативною сферою організму.

23.2. Дайте характеристику циклічних вправ.

23.3. Яка кількість еритроцитів міститься в нормі у крові людини? Види відхилень від норми.

24.

24.1. Загальнобіологічні та спеціальні задачі харчування спортсменів.

24.2. Дайте характеристику ациклічних вправ.

24.3. Задача. Розрахуйте систолічний об'єм крові юнака 19 років у стані спокою, якщо АТс - 120 мм рт.ст., АТд - 70 мм рт.ст.

25.

25.1. Які властивості нервових процесів лежать в основі визначення типу вищої нервової діяльності?

25.2. Що розуміється під аеробним виробництвом?

25.3. Задача. Спірометрія показала, що ЖЄЛ у людини дорівнює 3800 мл. Об'єм додаткового повітря складає 1700 мл, а резервного - 1500 мл. Скільки повітря (приблизно) надійде до альвеол за 1 хвилину, якщо частота дихання - 18 разів за хвилину.

26.

26.1. Що таке екстрасистола і компенсаторна пауза?

26.2. Добовий біоритм.

26.3. Задача. Чотири людини (близькі за віком та будовою тіла) пробігли 1000 м. Наприкінці дистанції: ХОД у 1-го - 30000 мл, при ЧД - 35 разів за хв.; у 2-го ХОД - 30000 мл, при ЧД - 40 разів за хв.; у 3-го ХОД - 28000 мл, при ЧД - 40 разів за хв; у 4-го ХОД - 28000 мл, при ЧД - 35 разів за хв. Хто з них найбільш тренований, хто найменш?

27.

27.1. Що розуміють під обміном речовин та енергії?

27.2. Ефект угасання реакцій, які виникають на фоні втоми.

27.3. Які фактори впливають на рН крові?

28.

28.1. Принцип роботи аналізаторів (інформаційна воронка).

28.2. Гіпервентиляція - компенсаторна реакція організму.

28.3. Задача. Розрахуйте потужність роботи (підйом по сходинці), якщо вага людини - 70 кг, висота сходинки 0,15 м, кількість сходинок на сходах 21.

29.

29.1. Аналітико-синтетична діяльність кори головного мозку.

29.2. Застосування зовнішнього впливу з оздоровчою метою.

29.3. Робота максимальної потужності.

30.

30.1. Дайте визначення поняття „організація функцій”.

30.2. Компоненти рухової пам'яті.

30.3. Задача. Розрахуйте загальний обмін людини, якщо відомо, що за 1 хвилину вона споживає 0,25 л кисню.

31.

31.1. Розрахунок диференційного кисневого пульсу (КП).

31.2. Дайте визначення кисневої вартості роботи (КВР).

31.3. Задача. Визначити альвеолярну вентиляцію легень (АВЛ) та ефективну вентиляцію легень (ЕВЛ), якщо частота дихання при фізичному навантаженні в спортсмена 40 разів за хвилину, дихальний об'єм (ДО) - 2л, об'єм мертвого простору (МП) - 0,3 л.

32.

32.1. Класифікація аеробних циклічних вправ.

32.2. Класифікація анаеробних циклічних вправ.

32.3. Задача. Чому дорівнює артеріовенозна різниця кисню (AVP_{O_2}), якщо споживання кисню (CO_2) в спортсмена при роботі дорівнює 2 л/хв., хвилинний об'єм крові (ХОК) - 20 л/хв.?

33.

33.1. Форми передстартового стану.

33.2. Фізіологічна суть розминки та її види.

33.3. Які методи використовуються при оцінці функціонального стану системи зовнішнього дихання?

34.

34.1. Що розуміють під істинним стійким станом?

34.2. Назвіть групи систем, які забезпечують виконання будь-якої роботи.

34.3. Задача. Визначити кількість споживання кисню за хвилину (XC_{O_2}) та серцевого індексу (СІ) людини при роботі субмаксимальної потужності, яка відбувається 3 хв. Частота пульсу (ЧСС) складає 180 уд/хв., ХОК - 32 л/хв., артеріовенозна різниця - 12 об.% (0,12 л).

35.

35.1. Швидкий компонент кисневої заборгованості.

35.2. Ліквідування молочної кислоти після фізичного навантаження.

35.3. Напишіть формулу розрахунку показників: $aPWC_{170}$ та $VPWC_{170}$.

36.

36.1. Повільний компонент кисневої заборгованості.

36.2. Як розрахувати потужність навантаження для проведення степ-тесту?

36.3. Особливості ізометричного скорочення м'язів.

37.

37.1. Фактори, які визначають м'язову силу людини.

37.2. Робоча гіпертрофія м'язів та її види.

37.3. Що розуміють під максимальною анаеробною потужністю?

38.

- 38.1. Які існують типи витривалості?
- 38.2. Максимальне споживання кисню (МСК).
- 38.3. Киснево-транспортна система організму.

39.

- 39.1. Чим лімітується легенева вентиляція?
- 39.2. Вентиляційний еквівалент кисню.
- 39.3. Поріг анаеробного обміну (ПАНО).

40.

- 40.1. Перерахуйте загальні показники киснево-транспортної системи.
- 40.2. Фізіологічна суть поняття спортивної орієнтації.
- 40.3. Загальна фізична працездатність організму.



Нагадуємо ще раз !

Якщо ви помилилися, зверніться до підручника, а потім спробуйте ще раз відповісти на запитання. Якщо цього разу відповідь буде правильна, переходьте до наступного питання, якщо ні, знову зверніться до підручника.

Не вдавайтесь до пасивного, механічного пошуку відповіді!

Для оцінки знань користуйтеся таблицею.

Еталонні відповіді з фонду комплексних завдань з фізіології людини (з основами спортивної фізіології)

1.

1.1. В процесі роботи серця виникає ряд фізіологічних явищ, які мають назву - найважливіші прояви діяльності серця. Дослідження цих явищ дозволяє судити про функціональний стан серця. Велике значення при вивченні функціонального стану серцево-судинної системи мають наступні зовнішні прояви роботи серця:

- тони серця, які можна прослухати фонендоскопом, стетоскопом чи використовуючи метод фонокардіографії (ФКГ);
- біоелектричні явища в серці. Їх можна зареєструвати методом електрокардіографії (ЕКГ);
- механічні рухи серця при скороченні. Їх можна вивчити методом динамокардіографії (ДКГ);
- зміни величини і напрямку рівнодіючих електричного поля серця протягом серцевого циклу можна вивчити методом векторкардіографії (ВКГ);
- зміщення тіла людини, яке обумовлено серцевими скороченнями і рухами крові в крупних судинах (метод балістокардіографії - БКГ).

1.2. Рухова активність - одна з загальних потреб організму, вона дає відчуття бадьорості та оптимізму, повноти і свободи життєдіяльності. Рухова активність надає людині можливість удосконалити себе, підняти якість свого життя і збільшити його тривалість. Рухова активність підвищує рівень функціонування всіх систем життєзабезпечення організму.

1.3.

$$PWC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \frac{f_2 - f_1}{f_2 - f_1},$$

де N_1, N_2 - величини потужності першого і другого навантаження;

f_1, f_2 - величини ЧСС в кінці першого та другого навантаження;

170 - оптимальна частота серцевих скорочень, при якій виконується людиною фізичне навантаження.

$$aPWC_{170} = 600 \text{ кгм/хв} + (900-600) \text{ кгм/хв} \frac{170-110}{150-110} = 1050 \text{ кгм/хв}.$$

$$vPWC_{170} = \frac{aPWC_{170}}{M} = \frac{1050 \text{ кгм / хв}}{65 \text{ кг}} = 16,1 \text{ кгм/хв/кг},$$

де $aPWC_{170}$ - абсолютний розмір PWC_{170} (кгм/хв);
 M - маса тіла (кг).

2.

2.1. Під час скорочень у серцевому м'язі спостерігаються фазові зміни збудливості. Відразу після початку збудження (1) серцевий м'яз повністю втрачає збудливість (абсолютна рефракторна фаза). Вслід за цією фазою збудливість поступово відновлюється, але весь час залишається нижче норми - відносна рефрактерна фаза (2). Потім настає короткочасна фаза підвищеної збудливості (3) серцевого м'яза, вслід за якою збудливість повертається до початкового рівня.

2.2. Якщо людина робить максимально глибокий вдих, а потім - якомога глибокий видих, то спірометр реєструє об'єм, що відповідає життєвій ємності легень (ЖЄЛ). ЖЄЛ трохи вища у чоловіків і становить 4000-4500 мл, а у жінок - 3000-3500 мл. Крім того, ЖЄЛ залежить від віку, зросту, маси, тренуваності людини.

Життєву ємність легень складають наступні об'єми: дихальний об'єм (ДО), у дорослої людини він складає в середньому 500 мл, резервний об'єм вдиху (РОВд), приблизно 2500 мл, резервний об'єм видиху (РОВид). Він складає в середньому 1000 мл.

2.3.

- Чому дорівнює м'язова маса спортсмена?

80 кг – 100%

$$x \text{ – } 40\%; \quad x = \frac{80 \text{ кг} \cdot 40\%}{100\%} = 32 \text{ кг}$$

- Чому дорівнює активна м'язова маса спортсмена?

$$M_{акт} = 32 \text{ кг} \cdot 2/3 = 21 \text{ кг} \quad \text{або} \quad M_{акт} = (32 \cdot 2) : 3 = 21 \text{ кг}$$

- Чому дорівнює максимальна потужність фосфатної системи спортсмена, якщо при активній м'язовій масі в 20 кг, згідно експериментальним даним, вона дорівнює 3,6 АТФ/хв.

20 кг – 3,6 АТФ/хв

$$21 \text{ кг} - x; \quad x = \frac{21 \text{ кг} \cdot 3,6 \text{ АТФ / хв}}{20 \text{ кг}} = 3,78 \text{ АТФ / хв}$$

- Чому дорівнює ємність фосфатної системи при активній м'язовій масі в 21 кг, якщо за літературними даними при 20 кг активної м'язової маси вона дорівнює 0,5 моль АТФ.

20 кг – 0,5 МАТФ

$$21 \text{ кг} - x; \quad x = \frac{21 \text{ кг} \cdot 0,5 \text{ МАТФ}}{20 \text{ кг}} = 0,52 \text{ МАТФ}$$

3.

3.1. Кисневий запит (К.З.) - це об'єм кисню, який буде потрібний м'язам для виконання цієї роботи .

Кисневе споживання (К.С.) - це об'єм кисню, який м'язи отримують дійсно при виконанні цієї роботи.

Кисневий борг (К.Б.) - це об'єм кисню, який м'язи не отримали під час роботи, а отримують у період відновлення.

3.2. Шлунковий сік секретується залозами шлунку. Його основу складає соляна кислота (рН=1,5-2,0). До складу шлункового соку входить протеолітичний фермент пепсин, який сприяє гідролізу білків до пептидів і залишків амінокислот. Шлунковий сік містить ліпазу та володіє невеликою ліполітичною активністю на заемульговані жири (молоко).

Поверхневий епітелій шлунка виділяє секрет, загальним неорганічним компонентом якого є іони натрію, калію, кальцію, хлориди та гідрокарбонати.

3.3.

- Знаходимо бруто-калорійність білків, жирів та вуглеводів:

$$\text{Б: } 7 \text{ г} \cdot 4,1 \text{ ккал} = 28,7 \text{ ккал};$$

$$\text{Ж: } 0,3 \text{ г} \cdot 9,3 \text{ ккал} = 2,9 \text{ ккал};$$

$$\text{В: } 50 \text{ г} \cdot 4,1 \text{ ккал} = 20,5 \text{ ккал}.$$

- Розрахуємо, скільки кілокалорій засвоїв організм з 7 г білка при його засвоюванні 92%:

$$100 \text{ г} - 92\%$$

$$7 \text{ г (або } 28,7 \text{ ккал)} - x; \quad x = \frac{28,7 \text{ ккал} \cdot 92\%}{100\%} = 26,4 \text{ ккал}$$

- Скільки ккал засвоїв організм з 0,3 г жиру, якщо його засвоювання дорівнює 95%:

$$100 \text{ г} - 95\%$$

$$0,3 \text{ г (або } 2,9 \text{ ккал)} - x; \quad x = \frac{2,9 \text{ ккал} \cdot 95\%}{100\%} = 2,7 \text{ ккал}$$

- Скільки калорій засвоїв організм з 50 г вуглеводів при їх засвоюванні 93%:

$$100 \text{ г} - 93\%$$

$$50 \text{ г (або } 20,5 \text{ ккал)} - x; \quad x = \frac{20,5 \text{ ккал} \cdot 93\%}{100\%} = 19,06 \text{ ккал}$$

- Чому дорівнює нетто-калорійність 400 г житнього хліба?

$$26,4 \text{ ккал} + 2,7 \text{ ккал} + 19,06 \text{ ккал} = 48,16 \text{ ккал (в 100 г житнього хлібу),}$$

$$\text{а в } 400 \text{ г} = 48,16 \text{ ккал} \cdot 4 = 192,64 \text{ ккал}$$

4.

4.1. При збудженні парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи спостерігаються наступні реакції в організмі.

- звуження зіниці;
- уповільнення серцевих скорочень;
- звуження коронарних артерій;
- посилення моторики кишечника;
- розслаблення сфінктеру сечового міхура.

4.2. Оскільки білки в організмі виконують взагалі пластичну функцію (будують наше тіло), то для спортсмена, який займається важкою атлетикою, білки відіграють надзвичайно важливу роль, так як якість сили визначається м'язовою вагою - білком міозином та його АТФ-азною активністю. Анаболізм (синтез білка) має велике значення в розвитку м'язової сили.

4.3.

- Знаходимо, чому дорівнює хвилинний об'єм крові (ХОК):

Якщо в 100 мл венозної крові міститься 5 мл кисню (після газообміну в легенях), а за 1 хв поглинається 300 мл кисню, то ХОК дорівнює:

$$100 \text{ мл/хв} - 5 \text{ мл}$$

$$x - 300 \text{ мл}; \quad x = \frac{100 \text{ мл} / \text{хв} \cdot 300 \text{ мл}}{5 \text{ мл}} = 6000 \text{ мл} / \text{хв}$$

- Знаходимо, чому дорівнює СОК:

$$ХОК = ЧСС \cdot СОК; \quad СОК = \frac{ХОК}{ЧСС} = \frac{6000 \text{ мл} / \text{хв}}{75 \text{ уд} / \text{хв}} = 80 \text{ мл}$$

5.

5.1. Нервово-м'язовий синапс - спеціалізована зона контакту між нервовими і м'язовими клітинами, що забезпечує передачу збудження з нервової клітини на м'язову.

Нервово-м'язовий синапс складається з пресинаптичної мембрани, синоптичної щілини та постсинаптичної мембрани. За способом передачі збудження нервово-м'язові синапси поділяються на три групи: 1 - передача збудження здійснюється за допомогою медіатора, який міститься в пухирцях пресинаптичних закінчень; 2 - без участі медіаторів; 3 - змішані синапси.

5.2. Передстартовий стан характеризує функціональні зміни, які відбуваються до початку роботи. За своєю природою передстартові зміни функцій є умовно-рефлекторними нервовими і гормональними реакціями. Під дією адекватних подразників (місце, час змагань, мовні подразники) виникають

емоційні реакції, які сприяють утворенню гіпоталамо-гіпофізарно-надниркового блоку, що приводить до різких змін у функціональному стані організму. Виділяють три форми передстартового стану: стан готовності, передстартової лихоманки і стартової апатії.

5.3. Визначаємо хвилинний об'єм крові спортсмена.

$XOK = COK \cdot ЧСС = 190 \cdot 190 = 36100 \text{ мл} = 36,1 \text{ л}$ за хвилину, так як різниця концентрації кисню в артеріальній і венозній крові складає $15 \text{ об.\%} - 5 \text{ об.\%} = 10 \text{ об.\%}$, то $10 \text{ об.\%}$ за 1 хвилину кисню і потрапляє в скелетні м'язи спортсмена

$36,1 \text{ л} - 100\%$

$$x - 10\%; \quad x = \frac{36,1 \text{ л} \cdot 10\%}{100\%} = 3,61 \text{ л (кисню)}$$

6.

6.1. У момент приходу рухового імпульсу на холіно- чи адренореактивні структури м'язової тканини в м'язовій клітині відбувається викид іонів кальцію з трубочок саркоплазматичної сітки іонними насосами. Міозин адсорбує на своїй поверхні іони кальцію і відбувається перезарядження його молекули, що в свою чергу сприяє зближенню молекул міозину, актину та АТФ своїми активними центрами. Хімізм скорочення м'язового волокна йде за схемою:

- міозин + АТФ $\rightarrow$ міозин ~ фосфат + АДФ;
- міозин~фосфат + актин $\rightarrow$ акто-міозин~фосфат;
- акто-міозин $\xrightarrow{НОН}$ актин + міозин (розслаблення).

6.2. Ефективність спортивного тренування тісно пов'язана з цілим рядом педагогічних принципів навчання, додержання яких можливо при умовах урахування фізіологічних закономірностей функціонування організму:

- принцип регулярності, систематичності і повторення;
- принцип поступового збільшення навантаження;
- принцип співвідношення праці та відпочинку;
- принцип індивідуалізації навчання.

6.3. Найбільша кількість молекул речовини буде при споживанні 1 л кисню при окисненні вуглеводів.

7.

7.1. Коронарний кровоток збільшується до максимального значення під час загальної паузи серця.

7.2. Становлення рухової навички проходить через декілька стадій або фаз. У першій стадії відмічається іррадіація нервових процесів з генералізацією відповідних реакцій і залученням до роботи додаткових м'язів. На цій стадії починається об'єднання окремих дій в цілісний акт.

У другій стадії спостерігається концентрація нервових процесів, покращення координації, усунення зайвого м'язового напруження і більш високого ступеня удосконалення зовнішнього прояву стереотипності руху.

У третій стадії навик стабілізується, та ще більш удосконалюється координація та автоматизація рухів.

7.3. Кількість еритроцитів в 1 мм^3 крові розраховують за формулою:

$$x = \frac{a \cdot 4000 \cdot \epsilon}{b},$$

де x - кількість еритроцитів в 1 мм^3 крові;

a - число еритроцитів, порахованих у визначеній кількості малих квадратів ($a = 470$);

b - кількість малих квадратів, в яких рахувались еритроцити. 1 великий квадрат складається з 16 маленьких ($b = 5 \cdot 16 = 80$);

ϵ - ступінь розведення крові ($\epsilon = 101: 0,5 \approx 200$);

$1/4000$ - об'єм малого квадрата (помножуючи його на 4000, приводимо до об'єму 1 мм^3 (мкл) крові).

$$x = \frac{470 \cdot 4000 \cdot 200}{80} = 4700000 = 4,7 \cdot 10^6 \text{ еритроцитів в } 1 \text{ мм}^3 \text{ (мкл)}.$$

Оскільки в нормі у здорової людини в 1 мм^3 крові міститься від 4000000 до 5000000 еритроцитів, то підрахована кількість еритроцитів в 1 мм^3 відповідає нормі.

У дорослих людей кількість крові становить 6-8% від маси тіла. В організмі молодої людини вагою 70 кг циркулює 5-6 л крові. Для задачі беремо приблизно 5,5 л.

Відомо, що $1 \text{ л} = 10^6 \text{ мм}^3$ (мкл), тому в організмі людини кількість еритроцитів в середньому дорівнює:

$$(5,5 \cdot 10^6) \cdot (4,7 \cdot 10^6) = 2,6 \cdot 10^{13}.$$

8.

8.1. Транспортування газів кров'ю здійснюється за допомогою складного хромопротеїду - гемоглобіну, який міститься в еритроцитах. Загальна біологічна роль гемоглобіну - участь у газообміні між організмом і зовнішнім середовищем. Гемоглобін утворює комплексну сполуку з киснем - оксигемоглобін. Таким чином кисень транспортується артеріальною кров'ю до клітин від легень. Продукт дихання клітин - вуглекислий газ із гемоглобіном утворює комплексну сполуку - карбоксигемоглобін та у складі венозної крові вуглекислота транспортується від тканин до легень.

8.2. Рух - природна потреба людини, найприродніший регулятор і стимулятор життєдіяльності. Рух - це те, без чого людина не може зберегти своє здоров'я та залишатися працездатною. Це життєва необхідність. Значне обмеження рухів - гіпокінезія веде неминуче до послаблення організму за рахунок зниження рівня функціонування усіх життєво важливих систем, до розвитку попереднього старіння і захворювань відомих під назвою „хвороби цивілізації”.

В умовах гіпокінезії формується своєрідне порочне коло: гіпокінезія викликає послаблення процесів обміну речовин та енергії, а це стає

передумовою зниження рівня функціонування систем життєзабезпечення і прискореного розвитку старіння та патологій.

8.3. Для розрахунку об'єму крові, який проходить за хвилину через легені, використовується принцип Фіка. Виходячи з нього, хвилинне споживання кисню (O_2) дорівнює його кількості, яка поглинається за цей час кров'ю в легенях.

$$XCO_2 = O(Ca O_2 - Cy O_2),$$

де Cy - концентрація кисню в крові, яка надходить в легені (венозна кров),

Ca - концентрація кисню в крові, що відтекла від легень (артеріальна кров).

$$\text{загальний легеневий кровоток} = \frac{CO_2}{CaO_2 - CyO_2} = \frac{300 \text{ мл / хв}}{20 - 16} = 7,5 \text{ л / хв}$$

9.

9.1. У довгастому мозку є нервові центри життєво важливих рефлексів: дихальних і серцевих. Тут знаходяться нервові центри багатьох захисних рефлексів: гикання, кашлю, мигання, закриття вік та ін.

Середній мозок містить первинні зорові і слухові центри та нервові центри, які беруть участь в регуляції складних рухових рефлексів, в орієнтації тіла у просторі та ін.

Особливе значення має проміжний мозок, в якому виділяється підзгірна ділянка (гіпоталамус) і зорові бугри (таламус).

Гіпоталамус регулює обмін речовин, температуру, почуття голоду й спраги, діяльність всіх внутрішніх органів.

Таламус - центральний „колектор зв'язку” нашого мозку, через який проходять всі нервові чутливі шляхи головного мозку.

9.2. При виконанні вправ невеликої потужності, протягом періоду стійкого стану, спостерігається кількісна відповідність між потребою організму в кисні (кисневим запитом) та її задоволенням (кисневою потребою). Такий стан А.Хілл назвав стійким станом. Кисневий борг після недовгочасної роботи практично дорівнює кисневому дефіциту, який виникає на початку роботи.

9.3. Шар сурфактанта, альвеолярний епітелій, інтерстицій, капілярний ендотелій, плазма, еритроцит.

10.

10.1. За класифікацією І.П. Павлова виділяють чотири загальних типи вищої нервової діяльності:

- сильний неврівноважений („нестримний”) тип - характеризується сильною нервовою системою та перевагою процесів збудження над гальмуванням;

- сильний зрівноважений рухливий (лабільний) тип - характеризується високою рухомістю нервових процесів, їх силою та зрівноваженістю;

- сильний зрівноважений інертний тип має при значній силі нервових процесів їх низьку рухомість;

- слабкий тип характеризується низькою працездатністю коркових клітин і слабкістю нервових процесів.

10.2. М'язова сила, яка вимірюється в умовах динамічного режиму роботи м'язів, позначається як динамічна сила (F). Вона визначається за прискоренням (a), яке повідомляє масі (m) при концентричному скороченні м'яз чи за уповільненням руху маси, при ексцентричному скороченні м'язів. Таке визначення засновано на фізичному законі, відповідно якому $F = m \cdot a$. При цьому м'язова сила, що проявляється, залежить від розміру маси, яка переміщується. До одного з різновидів м'язової сили відноситься „вибухова” сила, яка характеризує здатність до швидкого прояву м'язової сили.

10.3. Кількість лейкоцитів в 1 мм^3 крові визначають за формулою:

$$x = \frac{a \cdot 4000 \cdot v}{b},$$

де x - кількість лейкоцитів в 1 мм^3 крові;

a - число лейкоцитів, порахованих у визначеній кількості малих квадратів ($a = 35$);

b - кількість малих квадратів, в яких рахувались лейкоцити. 1 великий квадрат складається з 16 маленьких ($b = 25 \cdot 16 = 400$);

v - ступінь розведення крові ($v = 11: 0,5 \approx 20$);

$1/4000$ - об'єм малого квадрата (помножуючи його на 4000, приводимо до об'єму 1 мм^3 (мкл) крові).

$$x = \frac{35 \cdot 4000 \cdot 20}{400} = 7000 \text{ лейкоцитів в } 1 \text{ мм}^3, \text{ що відповідає нормі.}$$

11.

11.1. Будь-яка діяльність організму можлива тільки при достатньому надходженні поживних речовин і кисню. Отже, раціональний розподіл крові в організмі, який здійснюється системою кровообігу, є необхідною умовою оптимізації діяльності всього організму та його адекватного пристосування до зовнішніх умов. Регуляція цих складних реакцій серцево-судинної системи здійснюється нейрогуморальним шляхом. Діяльність серця й судин регулюється вегетативною нервовою системою, центри якої знаходяться у довгастому мозку. До серця спрямований симпатичний нерв, який підсилює серцеві скорочення, і парасимпатичний нерв, який сповільнює та послаблює серцеві скорочення. Нервовий центр, який регулює діяльність судин, також знаходиться у довгастому мозку. Механізм нервової регуляції серцевої діяльності рефлексорний. Діяльність серця й судин може мінятися під впливом різних хімічних речовин, особливо які відносяться до біологічно-активних речовин - гормонів. Провідну роль серед них відіграє адреналін - гормон наднирників. Він діє на серце подібно симпатичному нерву.

11.2. Тест PWC_{170} - визначає потужність навантаження при ЧСС 170 уд/хв. Послідовно виконуються два навантаження помірної потужності з 3-5

хвилинним відпочинком, кожна тривалість навантаження - 5 хв., частота педалювання в діапазоні 60-80 обертів.

Потужність навантаження підбирають так, щоб різниця між ЧСС при першому та другому навантаженні складала не менше 40 разів за 1 хв.

11.3. Використовують таблиці для визначення основного обміну у чоловіків та жінок. Досліджуваним є чоловік 25 років, який має зріст 168 см і масу 60 кг, то в таблиці для визначення основного обміну за масою знаходять поряд із значенням маси досліджуваного число 3735 кДж. У таблиці для розрахунку основного обміну з урахуванням зросту та віку знаходять у місці пересічення граф віку (25 років) та зросту (168 см) число 2814 кДж. Додавши одне до одного два числа, одержують середню статистичну величину нормального основного обміну людини чоловічої статі даного віку, зросту і маси: $3735 + 2814 = 6549$ кДж (1564 ккал) на добу.

Поділивши цю величину на 24 години (тривалість доби), одержують величину основного обміну в кілоджоулях за годину = $6549 : 24 = 272,8$ кДж/год (65 ккал/год).

12.

12.1. Вуглеводи та жири складаються всього з трьох хімічних елементів: вуглець, водень і кисень. Це дає можливість організму при надлишку вуглеводів будувати з них жири і навпаки.

Загальна кількість жиру в організмі людини складає приблизно 10-20%, а вуглеводів - 1%. Більша частина жирів знаходиться в жировій тканині і складає резервний енергетичний запас. Менша частина жирів йде на будовання нових мембранних структур клітин і на заміну старих. Деякі клітини організму здатні накопичувати жир у великих кількостях, виконуючи в організмі роль теплової та механічної ізоляції, тобто захисні функції. Жир має високу енергетичну цінність - окислення 1 г жиру дає 9,3 ккал чи приблизно 39 кДж.

Вуглеводи, які потрапляють в організм з їжею, розщеплюються до глюкози і всмоктуються в кров. Вміст глюкози в крові дорослої людини постійний і дорівнює в середньому 0,1%. Надлишок глюкози в крові під контролем інсуліну полімеризується до глікогену та відкладається про запас у печінці та в м'язах. Організм використовує вуглеводи як енергетичний матеріал. При окисненні 1 г вуглеводів - виділяється 4,1 ккал або приблизно 17 кДж.

12.2. При фізичному навантаженні вентиляція легень різко зростає і при інтенсивному навантаженні може посилюватися.

У здорових молодих людей максимальне споживання кисню (МСК) іноді досягає 4 л/хв, а легенева вентиляція - 120 л/хв, що в 15 разів перевищує рівень в спокої. Посилення вентиляції тісно пов'язано з зростанням потреби в O_2 і виділенням CO_2 .

При навантаженні парціальний тиск вуглекислого газу в артеріальній крові не збільшується, навпаки при тяжкій роботі він трохи знижується. Парціальний тиск кисню при навантаженні зростає, а при дуже інтенсивній роботі може й зменшуватися. Чому різко збільшується вентиляція легень при

фізичному навантаженні? Вважають, що ця рефлекторна реакція обумовлена збудженням рецепторів, розташованих у суглобах чи у м'язах.

Вважають також, що збільшення вентиляції легень при навантаженні може бути частково обумовлено зростанням температури тіла та імпульсами, які надходять від рухової зони кори.

12.3. В 17 років при вазі 53 кг треба 2 г білків на 1 кг ваги тіла, тобто 106 г. На основі співвідношення 1:1:4 жирів необхідно стільки ж, скільки білків - 106 г, а вуглеводів у чотири рази більше - 424 г.

Знаходимо калорійність даної кількості білків, жирів і вуглеводів.

$$106 \times 4,1 + 106 \times 9,3 + 424 \times 4,1 = 3159 \text{ (ккал)}$$

13.

13.1. Процес втоми - це сукупність змін, які відбуваються в різних органах, системах та організмі в цілому. Стан втоми характеризується викликаним роботою тимчасовим зниженням працездатності, яке суб'єктивно відчувається як втома.

Відповідно теорії І.П. Павлова, втома нервових клітин є проявом позамежного охоронного гальмування, яке виникає внаслідок їх інтенсивної активності.

Причиною втоми можуть бути зміни в діяльності вегетативної нервової системи, залоз внутрішньої секреції, систем вегетативного забезпечення, а також у самому виконавчому апараті - у працюючих м'язах.

Ще у минулому столітті були сформульовані три загальних механізми м'язової втоми: виснаження енергетичних ресурсів; засмічення чи отруєння нагромадженими продуктами розпаду енергетичних речовин; удушення внаслідок недостатнього потрапляння кисню. Роль цих механізмів різна при виконанні різних вправ.

13.2.

на світлі		Зоровий пурпур		у темряві
		Жовтогарячий		
		Індикаторний жовтий		
		Ретинен		
		Вітамін А		

13.3. Реакція серця на холод в умовах м'язової діяльності передусім полягає у збільшенні серцевого викиду за рахунок зростання ЧСС. У холодних умовах посилюється викид катехоламінів у кров, що, певно, і підвищує систолічний об'єм крові. В цих умовах помітно зменшується об'єм циркулюючої плазми, що може привести до зменшення систолічного об'єму. Звуження кровоносних судин шкіри та збільшення серцевого викиду викликає підвищення артеріального тиску. Внаслідок посилюється активність судинних барорецепторів, а це веде до таких рефлекторних дій на серце, що ЧСС залишається незмінною, незважаючи на збільшення потреби у кисні.

14.

14.1. Орієнтовний рефлекс - природжений, безумовний. Виникає у відповідь на будь-яку раптову зміну зовнішнього середовища. Швидко згасає при повторних діях одного і того ж подразника. Не зникає при повному вилученні кори великих півкуль.

14.2. Ефект попередньої адаптації - найбільш поширений і доступний із впливів, здатний підвищити оздоровчу результативність усіх, без винятку, засобів фізичної культури та спорту.

Він залежить від рівня пристосованості організму до умов м'язової діяльності. Якщо організм не може сприйняти оздоровчу дію фізичних вправ, то заняття фізичними вправами лише порушують функції організму.

14.3. Відхилення загального обміну від норми визначають за формулою Ріда:

$$\% \text{ відхилення} = 0,75 \cdot (\text{ЧСС} + \text{ATn} \times 0,74) - 72$$

$$\% \text{ відхилення} = 0,75 \cdot (76 + 40 \times 0,74) - 72 = 7,2\%$$

Загальний обмін підвищено на 7,2%. Він у межах норми.

15.

15.1. Рух крові по судинах - кровообіг - є обов'язковою умовою для підтримання обміну речовин в організмі.

Діяльність серця й судин пристосована до того, щоб створити найефективніші умови для обміну між тканиною та капілярами. Рух крові по судинах підпорядковується законам гідродинаміки. Кровоток регулюється нервовими та гуморальними факторами. Судини є еластичними, їхні стінки завжди знаходяться у стані тонусу, який контролюється судиноруховим центром. Рефлекторні зміни кровообігу виникають при подразненні рецепторів судинного русла, які сконцентровані в рефлексогенних зонах. Вони можуть також виникати в результаті подразнення хемо- та механорецепторів внутрішніх органів, а також екстерорецепторів при впливі на них зовнішнього середовища.

15.2. Оскільки в спортсменів зовнішнє дихання не лімітує швидкість споживання кисню, кисневотранспортні можливості загалом визначаються циркуляторними можливостями, здатністю серця прокачувати великі кількості крові по судинах. „Спортивне” серце відрізняється гіперфункцією міокарду та високою продуктивністю, тобто здатністю забезпечувати великий серцевий викид, який досягається за рахунок збільшеного систолічного об'єму. ЧСС у спортсменів є зниженою (брадикардія) у порівнянні з нетренованими, що є специфічним ефектом тренуваності, і відображає економізацію роботи серця. „Спортивне” серце відрізняється посиленням капіляризації.

Спортивне серце - сукупність структурних і функціональних змін, які зустрічаються в серці людей, що тренуються довше 1 год. майже кожен день. Стан не викликає суб'єктивних скарг. Прояви включають брадикардію і /або систолічний шум. Часто зустрічаються зміни даних ЕКГ. Діагноз встановлюють клінічно або за допомогою ехокардіографії. У лікуванні немає необхідності.

Спортивне серце має значення, оскільки його необхідно відрізнати від серйозних захворювань серця.

15.3. За формулою розрахунку абсолютної аеробної ємності (аМСК, л/хв) знаходимо:

$$aMCK = 1,7 \times aPWC_{170} + 1240 = 1,7 \times 160 + 1240 = 1512 \text{ мл/хв} = 1,5 \text{ л/хв}.$$

16.

16.1. Руху крові по венах сприяють наступні фактори:

- присмоктувальна дія грудної клітки, яка забезпечується тим, що під час вдиху тиск у грудній клітці швидко зменшується;
- скорочення м'язів, що оточують вени та просувають кров до серця;
- наявність у венах півмісяцевих клапанів, які пропускають кров тільки в напрямку серця.

16.2. Витривалість спортсмена залежить від фізіологічних особливостей його м'язового апарату, які, в свою чергу, визначаються специфічними структурними та біохімічними властивостями м'язових волокон. Характерною особливістю композиції м'язів у представників різних видів спорту, які потребують прояву витривалості, є відносно високий відсоток повільних волокон в їх м'язах. МСК має прямий зв'язок з відсотком повільних волокон у м'язах.

16.3.

- Чому дорівнює об'єм крові в організмі людини?

80 кг – 100%

$$x - 7\%; \quad x = \frac{80\text{кг} \cdot 7\%}{100\%} = 5,6\text{л}$$

- Скільки крові знаходиться в венах?

5,6 кг – 100%

$$x - 65\%; \quad x = \frac{5,6\text{кг} \cdot 65\%}{100\%} = 3,64\text{кг}$$

- Скільки крові знаходиться в артеріях?

5,6 кг – 100%

$$x - 10\%; \quad x = \frac{5,6\text{кг} \cdot 10\%}{100\%} = 0,56\text{кг}$$

- Скільки крові знаходиться в капілярах?

5,6 кг – 100%

$$x - 5\%; \quad x = \frac{5,6\text{кг} \cdot 5\%}{100\%} = 0,28\text{кг}$$

- Скільки крові знаходиться в судинах легень?

5,6 кг – 100%

$$x - 10\%; \quad x = \frac{5,6\text{кг} \cdot 10\%}{100\%} = 0,56\text{кг}$$

- Скільки крові знаходиться в серцевих судинах?

$$5,6 \text{ кг} - 100\%$$

$$x - 10\%; \quad x = \frac{5,6\text{кг} \cdot 10\%}{100\%} = 0,56\text{кг}$$

- Скільки крові всього знаходиться в організмі людини?

$$3,64 + 0,56 + 0,28 + 0,56 + 0,56 = 5,6 \text{ кг (літри)}$$

17.

17.1. Якщо людина дивиться на предмет обома очима, то зображення предмета з'являється на сітківці обох очей. Однак уявлення двох предметів не виникає, оскільки в центральній частині зорового аналізатора вони зливаються в одне. Це злиття відбувається тому, що зображення всіх предметів потрапляють на ідентичні ділянки сітківки, тобто ділянки, що знаходяться на рівній відстані від центральної ямки. Якщо ж зображення будуть потрапляти на неідентичні ділянки сітківки, то предмети будуть здаватися роздвоєними. При цьому, якщо праве зображення сприймається правим оком, а ліве - лівим, то це явище називається однойменною диспарацією. Протилежний ефект - різнойменна диспарація. Завдяки диспарації бінокулярний зір дозволяє бачити рельєфи та глибину пейзажу та визначати відстань від ока до предмета.

17.2. Організм людини підтримує постійну температуру тіла за рахунок досягнення стійкої рівноваги між теплопродукцією та тепловіддачею. Теплопродукція відбувається в усіх органах у результаті обмінних процесів. Тепловіддача здійснюється кількома шляхами: проведення тепла, конвекція, інфрачервоне випромінювання (радіація), випаровування поту.

Проведення тепла відбувається при безпосередньому контакті тіла з більш холодним предметом. Частково шляхом проведення тепло передається від внутрішніх органів до поверхні тіла. Але цей процес ускладнюється низькою теплопровідністю підшкірного жиру.

Подібним до проведення є конвекційний шлях. Конвекція – це перенесення тепла через більш холодні шари повітря. Рушійною силою конвекції є різниця між середньою температурою шкіри і повітря.

При наявності градієнта температур між тілом і навколишнім середовищем тепло від тіла відводиться за допомогою довгохвильового інфрачервоного випромінювання.

При кімнатній температурі в роздягненої людини близько 20% тепла втрачається шляхом потовипаровування. Якщо ж температура зовнішнього середовища вища, ніж температура тіла, то тепловіддача випаровуванням складає 100%.

Теплопроведення, конвекція і радіація є пасивними шляхами тепловіддачі, які ґрунтуються на фізичних законах. При температурі тіла вищій

за температуру навколишнього середовища вказані шляхи не лише не ефективні, але й може відбуватися зворотне – нагрівання тіла. Організм за цих умов може віддавати тепло лише шляхом потовідділення (потовипаровування).

17.3. Протромбінкіназа + Ca^{2+} + тромбoplastиногени $\rightarrow$ тромбінкіназа + вітамін К + фактори V-VIII + протромбін + Ca^{2+} $\rightarrow$ тромбін + фібриноген $\rightarrow$ фібрин↓

18.

18.1. Частота та сила подразнення, при яких спостерігається максимальне скорочення м'яза (максимальна частота тетанусу), називається оптимумом подразнення. При збільшенні частоти та сили подразнення понад оптимуму, величина скорочення м'яза зменшується. Таку частоту та силу подразнення називають песимумом подразнення. М'язове скорочення, відповідно, в першому випадку називається оптимальним, а в другому - песимальним.

18.2. Ефективність роботи визначається як виражене у відсотках відношення корисної роботи до витраченої на її виконання енергії. Навіть у висококваліфікованих пловців вона складає 4 - 7% (порівняйте ходьбу, біг - 20 - 30%).

При однаковій швидкості плавання (одним і тим же способом) тренований плавець витрачає значно менше енергії, ніж нетренований. Ефективність плавання у нетренованих людей може бути у 8 разів меншою, ніж у висококваліфікованого плавця.

Енергетична „вартість” пропливання 1 км дистанції складає у нетренованих жінок 250 - 300 ккал, а у спортсменок - 75 - 150 ккал, у нетренованих чоловіків 400 - 450 ккал, у спортсменів - 150 - 200 ккал.

18.3. Знаходимо об'єм крові за хвилину:

$$XOK = COK \cdot ЧСС = 80 \text{ мл} \cdot 70 \text{ уд/хв} = 5600 \text{ мл}.$$

Серцевий індекс (CI) - це відношення об'єму крові за хвилину до поверхні його тіла. Знаходимо серцевий індекс:

$$CI = XOK / Pm = 5600 \text{ мл} / 1,7 \text{ м}^2 = 3,3 \text{ л/м}^2.$$

19.

19.1. Сукупність процесів, що забезпечують перехід харчових продуктів у речовини, які асимілюються організмом, називається травленням.

Травлення - складний фізіологічний процес, під час якого їжа, що потрапила в травний канал, підлягає механічним і хімічним перетворенням, а поживні речовини, які в ній містяться, після деполімеризації всмоктуються в кров і лімфу.

Травна система виконує травні та нетравні функції. До травних функцій належать:

1. Моторна (рухова) функція - скорочувальна діяльність травного тракту, що забезпечує подрібнення їжі, її перемішування з травними секретами та переміщення харчового вмісту в дистальному напрямку.

2. Секреторна функція - синтез секреторними клітинами специфічного продукту - секрету та виділення його з клітин, що забезпечує перетравлення їжі.

3. Всмоктувальна функція - транспорт поживних речовин до внутрішнього середовища організму.

Нетравні функції:

1. Захисна.
2. Метаболічна.
3. Екскреторна.
4. Ендокринна функція.

19.2. Температура тіла людини підтримується на відносно постійному рівні, незалежно від коливання температури зовнішнього середовища. Ця постійність t^0 називається ізотермією. Ізотермія властива гомойотермним (теплокровним) тваринам. Вона відсутня у пойкилотермних (холоднокровних) тварин, температура тіла яких залежить від зміни температури зовнішнього середовища. Ізотермія необхідна для нормального функціонування органів людини. При зміні температури організму змінюється структура і функції білків, нуклеїнових кислот, швидкість ферментативних реакцій, проникність клітинних мембран.

Терморегуляція - підтримання температури тіла в межах обмеженого діапазону при зміні рівня внутрішнього теплоутворення та температури оточуючого середовища. Автономна терморегуляція полягає в управлінні процесами теплопродукції та тепловіддачі. Процес теплоутворення і тепловіддачі знаходиться під впливом кори головного мозку. Центр терморегуляції знаходиться в гіпоталамусі.

19.3.

- Знаходимо, чому дорівнює пульсовий тиск:

$$AT_n = AT_c - AT_d = 120 - 80 = 40 \text{ мм рт.ст.}$$

- Знаходимо, чому дорівнює середній АТ крові:

$$P_{cp} = AT_d + 1/3 AT_n = 80 + 1/3 \cdot 40 = 93,3 \text{ мм рт.ст.}$$

20.

20.1. Скелетні м'язи при своїй роботі сприяють переміщенню та підтриманню положення тіла та його частин. Скелетним м'язам належить важлива роль у забезпеченні ефективної гемодинаміки. При ритмічному скороченні м'язи притискають розташовані в них судини, що забезпечує рух крові в напрямку меншого тиску. При фізичному навантаженні присасувально-нагнітаюча здатність скелетних м'язів швидко зростає. Мікронасосний механізм також має місце у забезпеченні коронарного кровообігу.

20.2. Ретикулярна формація - це скупчення нервових клітин, розташованих у центральній частині головного мозку. Встановлено важливе значення ретикулярної формації в діяльності всіх відділів нервової системи. Це своєрідний „акумулятор” мозкової енергії. Імпульси з ретикулярної формації

піднімаються до кори великих півкуль, і здатні пригнічувати або стимулювати її діяльність.

Численні функції ретикулярної формації: регуляція сну, простих та інстинктивних форм поведінки, участь у здійсненні рефлекторних реакцій, регуляція свідомих та несвідомих станів, - стали причиною для створення центроенцефалічної теорії свідомості, сутність якої зводиться до локалізації цього важливого прояву людської психіки в ретикулярній формації.

20.3. Величини фізіологічних калоричних коефіцієнтів (в кілокалоріях та кілоджоулях на 1 г речовини).

Жири - 9,3 ккал ~ 39 кДж

Білки - 4,1 ккал ~ 17 кДж

Вуглеводи - 4,1 ккал ~ 17 кДж

21.

21.1. Яким би не був характер та яка б не була тривалість роботи, джерелом енергії м'язових скорочень завжди є розщеплення АТФ. Спочатку будь-якої роботи (а при роботі в максимальній зоні потужності та всій її тривалості) ресинтез АТФ відбувається анаеробним шляхом - спочатку за рахунок креатинфосфату $\text{АДФ} + \text{Кр/ф} \rightarrow \text{АТФ} + \text{Кр}$; потім за рахунок гліколізу та глікогенолізу: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$; $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \ln \frac{H_2\text{O}_{n-1}}{n} = 2 \text{ n } \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$.

При роботі в помірній зоні потужності гліколіз, що йде на початку роботи повільно, змінюється дихальним фосфорилуванням:

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} + \text{Е}$ - на ресинтез АТФ.

21.2. Діяльність серця супроводжується звуковими явищами, які складаються з двох основних тонів. Перший тон, початок якого майже співпадає з зубцем R на ЕКГ, виникає в результаті: а) коливань атріовентрикулярного клапана; б) напруження м'язів шлуночків; в) напруження зв'язок, що з'єднують атріовентрикулярні клапани з міокардом. Другий тон серця виникає при зачиненні отвору напівмісячними клапанами, які заповнені кров'ю, та майже співпадає з зубцем T на ЕКГ.

21.3.

- Знаходимо опір кровообігу в спокої за формулою:

$$Q = P_{\text{ср}} / R$$

$$R = P_{\text{ср}}(с) / Q = 90 \text{ мм рт.ст.} / 5 \text{ л} = 18 \text{ мм рт.ст.}$$

- Знаходимо опір кровообігу при м'язовому навантаженні:

$$R_{\text{м.н.}} = P_{\text{ср}}(\text{нав}) / Q(\text{нав}) = 125 \text{ мм рт.ст.} / 30 \text{ л} = 3,1 \text{ мм рт.ст.}$$

22.

22.1. Провідні вузли рефлекторної дуги такі:

- спеціальний апарат, що сприймає подразнення (сигнали) з оточуючого середовища або внутрішнього середовища організму - рецептори;

- доцентрові та відцентрові нервові волокна, що передають збудження;
- орган керування - центральна нервова система.

22.2. Систематичні заняття фізичною культурою або спортом викликають адаптацію (специфічне пристосування) організму до фізичних навантажень. Зміни в різних органах та системах, що при цьому виникають, визначають як тренувальні ефекти. До закономірностей, що визначають такі ефекти, відносять наступні:

- основні функціональні ефекти тренування;
- порогові (критичні) навантаження для виникнення тренувальних ефектів;
- специфічність тренувальних ефектів;
- зворотність тренувальних ефектів;
- тренуваність, що визначає величину тренувальних ефектів.

22.3. Оскільки $\frac{[K^+]_e}{[K^+]_c} = 30$, знаходимо E

$$E = \frac{RT}{nF} \cdot \lg \frac{K^+_e}{K^+_c} = \frac{8,816 \cdot 291}{96 \cdot 500} \quad 2,3 \lg \frac{K^+_e}{K^+_c} = 0,058 \lg \frac{K^+_e}{K^+_c}$$

у вольтах або $58 \cdot \lg 30 = 58 \cdot 1,48 = 85,8$ мВ. Звідси, потенціал спокою при даному відношенні концентрації іонів калію дорівнює 85,8 мВ.

23.

23.1. Координація всіх вегетативних процесів пов'язана з тим, що організм - система, яка регулюється сама та має три основних рівні управління. Перший рівень управління (найнижчий) включає до складу нейронні структури спинного мозку та стовбура головного мозку. Тут відбувається первинна обробка інформації.

Другий рівень управління контролює функції першого та здійснює кореляцію всіх вегетативних процесів (лімбічна система). Цей рівень здійснює вегетативне оформлення всіх емоційних та поведінкових реакцій тварин та людини.

Третій, найвищий рівень - кора головного мозку (КГМ) керує вегетативною сферою, що регулює роботу перших двох рівнів. Він забезпечує кращу адаптацію діяльності внутрішніх органів до "вимог" оточуючого середовища.

23.2. До циклічних вправ локомоторного характеру належать вправи, для яких характерно багаторазове повторення стереотипних циклів рухів. При цьому відносно постійний не тільки загальний рисунок рухів, але й середня потужність навантаження або швидкість переміщення спортсмена дистанцією. До таких вправ належать: біг, ходьба, біг на ковзанах, на лижах, плавання, веслування, їзда на велосипеді.

23.3. Норма вмісту еритроцитів в крові людини приблизно 5000000 в 1 мм³. Утворюються еритроцити в червоному кістковому мозку.

24.

24.1. Харчування спортсмена має дві загальнобіологічні завдання - забезпечити організм джерелом енергії, що витрачається постійно у процесі життєдіяльності, та забезпечити організм пластичними (будівельними) речовинами, які необхідні для побудови та постійного оновлення тканинних та клітинних структур.

Спеціальні завдання харчування для спортсменів наступні:

- підвищення фізичної працездатності;
- віддалення стану стомлення;
- прискорення процесу відновлення.

24.2. До ациклічних вправ належать такі вправи, протягом виконання яких різко змінюється характер рухів. Вправами такого типу є всі спортивні ігри, спортивні єдиноборства, метання, стрибки, гімнастичні та акробатичні вправи, водні та гірські лижі, фігурне катання на ковзанах. Для ациклічних вправ характерні різкі зміни потужності протягом їх виконання.

24.3. СОК (сistolічний об'єм крові) - кількість крові, що викидається шлуночком серця за одну систолу. Величина показника залежить від сили серцевих скорочень і збільшується при фізичних навантаженнях. Показник розраховують за формулою Старра:

$$COK = [(101 + 0,5 \cdot AT_n) - (0,6 \cdot AT_d)] - 0,6 \cdot A,$$

де COK - систолічний об'єм крові, AT_n - пульсовий артеріальний тиск, AT_d - діастолічний артеріальний тиск, A - вік досліджуваного в роках.

$$AT_n = AT_c - AT_d = 120 - 70 = 50 \text{ мм рт.ст.}$$

$$COK = [(101 + 0,5 \cdot 50) - (0,6 \cdot 70)] - 0,6 \cdot 19 = 72,6 \text{ мл.}$$

25.

25.1. Вчення про типи вищої нервової діяльності створене І.П. Павловим. В основу виділення типів вищої нервової діяльності він поклав три властивості двох фізіологічних процесів у корі головного мозку - збудження і гальмування. До цих властивостей належать сила, урівноваженість, рухливість. Від працездатності кіркових нейронів залежить сила збудження та гальмування.

25.2. Під аеробною продуктивністю розуміють здатність організму до поглинання, транспорту та утилізації кисню в умовах м'язової діяльності. Інтегральним показником аеробної продуктивності є максимальне споживання кисню (МСК), величина якого залежить від функціонального стану кардіореспіраторного блоку та системи крові.

25.3. Альвеолярна вентиляція легень (АВЛ) - об'єм вдихуваного повітря, який надходить до альвеол за 1 хв. Для визначення треба знати дихальний об'єм (ДО), величину „мертвого простору” (МП) і частоту дихання (ЧД). „Мертвий простір” - це простір повітроносних шляхів, в яких не відбувається газообмін. Величина його в середньому складає 150 мл.

$$ABL = (DO - MP) \cdot ЧД$$

Життєва ємність легень (ЖЄЛ) - максимальний об'єм повітря, який можна видихнути після максимального вдиху.

$$ЖЄЛ = ДО + РО_{вд} + РО_{вид}$$

Знаючи ЖЄЛ, додаткове та резервне повітря визначаємо ДО:

$$ДО = ЖЄЛ - (РО_{вд} + РО_{вид})$$

$$ДО = 3800 - (1700 + 1500) = 600 \text{ мл}$$

$$АВЛ = (ДО - МП) \cdot ЧД = (600 - 150) \cdot 18 = 8100 \text{ мл.}$$

26.

26.1. Позачергове скорочення серцевого м'язу називають екстрасистою. Після екстрасистоли йде подовжена пауза - компенсаторна.

26.2. Добову періодику фізіологічних функцій у живих організмів називають добовим ритмом.

$$26.3. ХОД = ЧД \cdot ДО,$$

де $ХОД$ - хвилинний об'єм дихання (л/хв),

$ЧД$ - частота дихання (раз/хв),

$ДО$ - дихальний об'єм (мл).

$$\text{Звідси } ДО = \frac{ХОД}{ЧД}$$

Найбільш тренований - перший, бо

$$ДО_1 = \frac{ХОД}{ЧД} = \frac{30000 \text{ мл}}{35 \text{ раз/хв}} \approx 850 \text{ мл}$$

Найменш тренований - третій, бо

$$ДО_3 = \frac{ХОД}{ЧД} = \frac{28000 \text{ мл}}{40 \text{ раз/хв}} = 700 \text{ мл}$$

$$\text{Другий має } ДО_2 = \frac{ХОД}{ЧД} = \frac{30000 \text{ мл}}{40 \text{ раз/хв}} = 750 \text{ мл}$$

$$\text{Четвертий } ДО_4 = \frac{ХОД}{ЧД} = \frac{28000 \text{ мл}}{35 \text{ раз/хв}} = 800 \text{ мл}$$

27.

27.1. Обмін речовин та енергії між організмом та середовищем є обов'язковою рисою всіх біологічних систем. Процес обміну речовин полягає в безперервній асиміляції поживних речовин, накопиченні енергії в тканинах організму та одночасній дисиміляції складних органічних речовин клітин, вивільненні енергії та її трансформації. Ця енергія використовується організмом для забезпечення всіх життєвих процесів - дихання, кровообігу, травлення, м'язової роботи, підтримання постійної температури тіла.

27.2. Специфічним ефектом, який суттєво відрізняється від інших оздоровчих впливів, (які розвиваються при виконанні фізичних вправ), є ефект згасання реакції організму, викликаний попереднім стомлюючим навантаженням. Цей ефект лежить в основі особливого виду відпочинку, який в

найпростішому вигляді являє собою поєднання спокою втомлених м'язів з діяльністю м'язових груп, що не працювали.

27.3. Реакція крові (рН) зумовлена співвідношенням у ній водневих та гідроксильних іонів. У нейтральному середовищі рН становить 7,0, у кислому - менше 7,0, у лужному - більше 7,0. Реакція крові є слабколужною. В артеріальній крові рН становить 7,4, а у венозній - 7,36. Гомеостатичність рН крові жорстко запрограмована. Життя можливе лише при зміщенні у вузькому діапазоні рН, а саме - від 7,0 до 7,8. У здоровому організмі рН крові не виходить з меж норми. Це можливе завдяки наявності буферних систем, які зв'язують гідроксильні та водневі іони і забезпечують постійність рН. До буферних речовин належать гемоглобін, бікарбонати, фосфати та білки.

Збереженню сталості рН сприяє функціонування легень, нирок, шлунка, кишок, потових залоз. Через нирки та потові залози виводиться надлишок лугів і кислот.

При інтенсивній м'язовій роботі виділяється багато молочної кислоти, яка надходить у кров. Це призводить до зростання рН крові в кислу сторону. Після припинення роботи величини рН повертаються до норми. Деякі захворювання теж викликають зміщення рН в кислу сторону.

Реакція крові зміщується в лужну сторону при посиленому диханні, коли значна кількість вуглекислоти виділяється з неї.

28.

28.1. Кожен аналізатор структурно складається з трьох частин: периферичний (рецепторний) відділ, провідниковий відділ та центральний відділ, до якого входять структури головного мозку і його корковий відділ. Первинний аналіз подразників здійснюється на рівні рецепторного апарату, подальший аналіз інформації закодовано в нервових імпульсах. При цьому кількість інформації, що надходить від рецептора до ЦНС, суттєво зменшується по мірі наближення до кори головного мозку. Цей принцип роботи аналізаторів і носить назву інформаційної воронки.

28.2. Найважливішою компенсаторною реакцією на великій висоті служить гіпервентиляція. Висотна гіпервентиляція зумовлена збудженням периферичних хеморецепторів в умовах гіпоксії.

28.3. У цьому випадку потужність виконуваної роботи можна розрахувати по наступній формулі:

$$N = 1,33 \cdot P \cdot h \cdot n,$$

де N - потужність навантаження (кгм/хв або Вт); P - маса тіла досліджуваного (кг); h - висота сходинки (м); n - кількість сходинок (сход./хв); 1,33 - поправочний коефіцієнт, що враховує розмір роботи при спуску зі сходинки.

$$N = 1,33 \cdot 70 \text{ кг} \cdot 0,15 \text{ м} \cdot 21 = 293,3 \text{ кгм/хв.}$$

Примітка: у випадку дозування фізичних навантажень на велоергометри у ватах необхідно враховувати, що $1 \text{ Вт} \approx 6,12 \text{ кгм/хв.}$

29.

29.1. В природних умовах людина зустрічається з великою кількістю подразників та їх окремих компонентів. Для того, щоб вибрати з безлічі подразників лише ті, які є біологічно та соціально значущими, важливим є те, що мозок володіє здатністю до аналізу різних впливів на організм і здатністю диференціювати окремі елементи середовища. Для наступної адекватної реакції організму на даний подразник обов'язковими є процеси синтезу подразників, які проявляється в здатності мозку зв'язувати та узагальнювати, поєднувати окремі подразники в одне ціле. Обидва ці процеси - аналізу та синтезу - нерозривно пов'язані та здійснюються нервовою системою в процесі вищої нервової діяльності.

29.2. Застосування з оздоровчою метою зовнішніх впливів у вигляді своєрідних концентратів зовнішнього середовища широко застосовується з давніх часів. Застосування масажу (концентрованих механічних подразнень), водних процедур (компреси, обтирання, купання, плавання), сонячних променів (природних та штучних - у вигляді кварцового опромінення), холоду (від повітряних ванн до моржування).

29.3. Робота максимальної потужності характерна для відносно невеликої групи фізичних вправ. До них відносяться легкоатлетичний біг на 100 і 200 м, 110 м із бар'єрами, плавання на 25 м, трекові велогонки на 200 м і т.п. Час, протягом якого виконується робота з максимальною потужністю, складає 20-30 сек. М'язова робота максимальної потужності виконується виключно у анаеробних умовах, а основними джерелами енергії є макроергічні речовини - креатинфосфат (КФ) та аденозинтрифосфорна кислота (АТФ).

30.

30.1. Поняття „організація функцій”, „організованість” мають певний біологічний сенс, який виражає оптимальний для повноцінного життя взаємозв'язок функцій.

30.2. Нервові процеси, пов'язані з руховою пам'яттю, включають декілька компонентів:

- сприйняття інформації, що надходить з різних сенсорних систем;
- переробка та синтез цієї інформації;
- фіксація (зберігання) результатів переробки інформації;
- вилучення з пам'яті потрібної інформації;
- програмування реакцій відповіді.

При порушенні одного з компонентів погіршується виконання фізичних вправ.

30.3. Якщо за одну хвилину досліджуваній споживає 0,25 л кисню, то за 1 годину він споживає $0,25 \cdot 60 = 15$ л. За добу $15 \cdot 24 = 360$ л кисню. Основний обмін досліджуваного складає $4,8 \text{ ккал} \times 360 = 1728 \text{ ккал}$.

31.

31.1. Розрахунок диференціального кисневого пульсу:

$$ДКП = \frac{Co_2p - Co_2c}{ЧССp - ЧССc},$$

де Co_2p - споживання кисню при роботі;

Co_2c - споживання кисню у спокої;

$ЧССp$ - ЧСС під час роботи;

$ЧССc$ - ЧСС у стані спокою.

31.2. Визначення кисневої вартості роботи:

$$КВР = \frac{Co_2170}{PWC_{170}},$$

де Co_2170 - споживання кисню при пульсі 170 уд/хв.

31.3.

- Знаходимо, чому дорівнює ефективний дихальний об'єм (ЕДО) при роботі:

$$ЕДО = ДО - МП = 2 - 0,3 = 1,7 \text{ л.}$$

- Знаходимо, чому дорівнює альвеолярна вентиляція легень при роботі:

$$АВЛ = ЕДО \cdot ЧД = 1,7 \cdot 40 = 68 \text{ л.}$$

32.

32.1. Аеробні циклічні вправи: максимальної аеробної потужності, приблизно максимальної, субмаксимальної, середньої, малої аеробної потужності.

32.2. Циклічні анаеробні вправи: максимальної анаеробної потужності, близько максимальної анаеробної потужності та субмаксимальної анаеробної потужності.

32.3. Знаходимо артеріо-венозну різницю за киснем ($ABPo_2$) при роботі за формулою Фіка:

$$Co_2 = ХОК \cdot ABPo_2;$$

де Co_2 - споживання кисню, $ХОК$ - хвилинний об'єм крові.

Звідси:

$$ABPo_2 = \frac{Co_2}{ХОК} = \frac{2\text{л}}{20\text{л}} = 0,1\text{л} \text{ або } 10 \text{ об.}\%$$

33.

33.1. Форми передстартового стану бувають наступними: стан готовності, стартової лихоманки, стартової апатії.

33.2. Розминка сприяє оптимізації передстартового стану та готує організм до тренувальної або змагальної діяльності. Розрізняють загальну та спеціальну розминки.

33.3. При оцінці функціонального стану системи зовнішнього дихання традиційно використовують методи спірометрії або спірографії,

пневмотахометрії, а також різні функціональні проби.

34.

34.1. Під істинним стійким станом за А.Хіллом треба розуміти досить високу збалансованість між процесами запиту кисню та його забезпеченням під час роботи. Кисневий борг є незначним і дорівнює кисневому дефіциту, який виник на початку роботи.

Щирий стійкий стан - фізіологічний стан організму, який виникає при тривалих фізичних навантаженнях, під час якого спортсмен суб'єктивно відчуває себе досить комфортно, а розмір споживання кисню практично цілком відповідає кисневому запиту (кисневий борг прагне до нуля).

34.2. Три основні групи систем, що забезпечують виконання будь-якої роботи:

- регулюючі системи (нервова та ендокринна системи);
- система вегетативного забезпечення роботи (дихальна система, ССС, кров);
- виконавча система (руховий апарат).

34.3. Знаходимо чому дорівнює XCO_2 при роботі субмаксимальної потужності:

$$XCO_2 = XOK \cdot ABP_{O_2} = 32 \text{ л} \cdot 0,12 \text{ л} = 3,84 \text{ л}$$

Знаходимо, чому дорівнює серцевий індекс:

$$CI = \frac{XOK}{ЧСС} = \frac{32000_{\text{мл}}}{180_{\text{уд/хв}}} = 200_{\text{мл}}$$

35.

35.1. Швидкий (алактатний) компонент кисневого боргу пов'язаний, головним чином, з використанням кисню, але швидке відновлення витрачених під час роботи високо енергетичних фосфагенів в робочих м'язах, а також з відновленням нормального вмісту кисню у венозній крові та з насиченням міоглобіну м'язів.

35.2. Існує чотири шляхи ліквідації молочної кислоти в робочих м'язах:

- окислення до вуглекислого газу та води (70 %);
- перетворення на глюкозу та глікоген (20 %);
- перетворення на білки (8 - 9 %);
- видалення з сечею та потом (1 - 2 %).

$$35.3. aPWC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \cdot \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1},$$

де N_1 - потужність першого навантаження;

N_2 - потужність другого навантаження;

f_1 та f_2 - ЧСС у спокою та після роботи.

$$вPWC_{170} = \frac{aPWC_{170}}{M},$$

де $aPWC_{170}$ - абсолютний розмір PWC_{170} (кгм/хв);
 M - маса тіла (кг).

36.

36.1. Повільний (лактатний) компонент кисневого боргу пов'язаний з ліквідацією лактату з крові та тканинної рідини, підтриманням посиленої діяльності дихальної та серцево-судинної системи у відновлювальний період, підтриманням посиленого обміну речовин у цьому періоді, підвищеною температурою тіла у цей період.

$$36.2. N = 1,33 \cdot P \cdot h \cdot n,$$

де N - потужність навантаження (кгм/хв або Вт); P - маса тіла досліджуваного (кг); h - висота сходинки (м); n - кількість сходинок (сход./хв); 1,33 - поправочний коефіцієнт, що враховує розмір роботи при спуску зі сходинки.

36.3. Під час ізометричного скорочення м'язів спостерігаються такі особливості:

- активація всіх рухових одиниць даного м'язу;
- режим повного тетанусу всіх м'язових волокон м'язу;
- скорочення м'язу при довжині спокою.

37.

37.1. Фактори, що визначають м'язову силу людини:

- механічні умови дії м'язової тяги - плече важеля, дія м'язової сили та кут прикладення цієї сили до кісткових важелів;
- довжина м'язу;
- поперечник м'язів, які активуються;
- співвідношення швидких та повільних м'язових волокон у м'язах, які скорочуються.

37.2. Збільшення м'язового поперечнику внаслідок фізичної роботи називається робочою гіпертрофією м'язів. Гіпертрофія може бути двох типів: саркоплазматичною та міофібрилярною.

37.3. Під максимальною анаеробною потужністю даної людини розуміють потужність тієї роботи, яку вона може підтримувати лише декілька секунд. Така робота виконується за рахунок анаеробного розщеплення АТФ та КРФ (креатинфосфату).

38.

38.1. В залежності від типу та характеру роботи розрізняють:

- статичну та динамічну витривалість;
- локальну та глобальну витривалість;
- силову витривалість;
- аеробну та анаеробну витривалість.

38.2. Максимальне споживання кисню (МСК) відображає аеробні можливості організму та визначається максимальною швидкістю споживання кисню. Вимірюється в л/хв. або мл/хв.

38.3. Киснево-транспортна система організму складається з системи зовнішнього дихання, системи крові та серцево-судинної системи.

39.

39.1. Легенева вентиляція лімітується:

- об'ємом легень;
- силою та витривалістю легневих м'язів;
- здатністю грудної клітки до розтягнення;
- опором току повітря у повітроносних шляхах.

39.2. Вентиляційний еквівалент кисню - це об'єм легеневої вентиляції на літр спожитого кисню.

39.3. Анаеробний поріг служить показником анаеробних можливостей організму. Ще його називають порогом анаеробного обміну (ПАО), який виражається тим найменшим навантаженням, під час якого досягається концентрація лактату в артеріальній крові 4 ммоль/л.

40.

40.1. Оскільки в спортсменів киснево-транспортні можливості визначаються здатністю серця прокачувати велику кількість крові по судинах, то споживання кисню (CO_2) знаходиться у прямій залежності від серцевого викиду (СВ) та артеріально-венозній різниці за киснем (ABP_{O_2}):

$$CO_2 = CB \cdot ABP_{O_2}$$

$$CB = CO \cdot ЧСС$$

Отже, ЧСС, СВ, ABP_{O_2} та CO_2 є основними функціональними показниками киснево-транспортної системи.

40.2. Оскільки більш високі темпи приросту спортивних досягнень мають місце при диференційованому спортивному вдосконаленні, то велике значення має спортивна орієнтація, тобто вибірковий підхід до спортсменів, які тренуються, з урахуванням індивідуальних морфологічних та функціональних даних, особливостей вищої нервової діяльності (ВНД).

40.3. Оцінка рівня загальної фізичної працездатності має важливе значення в тренувальній і змагальній практиці спортсмена, тому що дозволяє здійснювати постійний контроль за його функціональним станом, вносити відповідні корективи в учбово-тренувальний процес і планувати досягнення певного спортивного результату.

У загальному виді загальну фізичну працездатність можна представити у виді об'єму або кількості механічної роботи, що організм спортсмена здатний виконувати тривалий час із досить високою інтенсивністю. Необхідно відзначити, що поряд із терміном „загальна” використовується також термін „спеціальна” фізична працездатність, що характеризує можливості спортсмена виконувати специфічну, для конкретного виду спорту, м'язову роботу.



Термінологічний словник

Аглютинація - (від лат. agglutinatio - склеювання) - це склеювання еритроцитів у судинах.

Аглютиніни - це антитіла, що розрізняють у системі груп крові АВО. Вони мають назву α (альфа) і β (бета), містяться в плазмі крові.

Аглютиногени - це антигени системи АВО, що містяться на мембрані еритроцитів (А, В).

Адаптація - пристосування до умов оточуючого середовища шляхом зміни рівня функціонування окремих систем і відповідного напруження регуляторних механізмів.

Аденозинтрифосфорна кислота (АТФ) - основна високоенергетична сполука, яка складається з аденіна, рибози і трьох залишків фосфорної кислоти. При гідролізі кожного макроергічного зв'язку звільняється 7–10 ккал енергії на 1 моль, яка використовується при скороченні м'язів і в інших процесах.

Адреналін - гормон мозкової частини надниркових залоз. Він належить до групи біогенних моноамінів.

Азотовий баланс - співвідношення між кількістю азотвмісних речовин, які надходять в організм і виділяються із сечею, калом та потом. Буває позитивним, негативним і нульовим (або азотова рівновага). Азотова рівновага - стан, при якому кількість азоту, що надходить і виводиться, однакова.

Актин - скорочувальний білок м'язової тканини, знаходиться в тонких нитках міофібрил.

Алактатний кисневий борг - частина кисню, яка витрачається на відновлення витраченого при роботі креатинфосфату.

Амінокислоти - органічні кислоти, які містять аміногрупу ($-\text{NH}_2$). Основний структурний компонент білків.

Анаболізм - сукупність біохімічних реакцій, спрямованих на утворення й оновлення структурних елементів і тканин за рахунок синтезу складних молекул із простих. Анаболічні процеси відбуваються за рахунок енергії катаболічних процесів.

Анаболіки - хімічні речовини, часто гормональної природи, які стимулюють синтез білка в тканинах організму і збільшують м'язову масу, прискорюючи відновлення організму.

Анаеробне окиснення вуглеводів (гліколіз або глікогеноліз) - розщеплювання глюкози, глікогену в тканинах організму без участі O_2 до молочної кислоти і АТФ.

Анаеробний обмін - процес розпаду поживних речовин, який протікає в клітинах організму без участі кисню (O_2).

Андрогени - чоловічі статеві гормони.

Антиоксиданти - (лат. antioxydanta < грец. anti – проти + oxy[genium] – кисень; син.: антиокисники, антиоксигени) - поліфункціональні сполуки різної природи, здатні усувати або гальмувати вільнорадикальне окиснення (ВРО) органічних речовин мономолекулярним киснем Використовуються в практиці

спорту і клініці для запобігання накопиченню токсичних перекисів водню в тканинах.

Асиміляція (анаболізм) - засвоєння необхідних для організму речовин і синтез специфічних для організму сполук. Протікає з поглинанням енергії.

АТФаза - фермент, що гідролізує АТФ до АДФ і фосфату. Його дія супроводжується затратою енергії. Від його активності в міозині скелетних м'язів залежать швидкісні якості людини.

Ацетил-КоА - активна форма оцтової кислоти ($\text{CH}_3\text{--CO--CoA}$), інтегратор внутрішньоклітинного обміну вуглеводів, жирів і білків.

Ацетилхолін - складний ефір холіну і оцтової кислоти, який утворюється в нервових закінченнях під дією ферменту холінацетилази. Є хімічним передавачем парасимпатичної нервової системи.

Аеробне окиснення вуглеводів - окиснення молекули глюкози в тканинах організму за участю кисню до кінцевих продуктів обміну з утворенням 38 молекул АТФ.

Аеробний обмін (клітинне дихання) - процес розпаду і окиснення поживних речовин за участю кисню, який протікає в мітохондріях з утворенням АТФ.

Білок - полімер, побудований з амінокислот, сполучених пептидними зв'язками. Він має високу молекулярну масу і складну структуру.

Білки глобулярні - білки, які мають округлу або еліпсоподібну форму, - глобулу.

Білки фібрилярні - білки, які мають ниткоподібну форму (м'язовий білок міозин, білок сухожилля колаген і ін.).

Біосинтез білка - процес утворення нових молекул білка, протікає на рибосомах за участю нуклеїнових кислот у два основні етапи: транскрипція - синтез в ядрі інформаційної РНК на ДНК як матриці; трансляція - переклад інформації, закодованої в молекулі іРНК, у послідовність амінокислотних залишків у молекулі білка (синтез білка на рибосомах).

Вітаміни - регулятори обміну речовин, не синтезуються в організмі людини, потрапляють в організм з їжею.

Водневий показник (pH) - показник активної реакції середовища, дорівнює негативному десятковому логарифму концентрації іонів водню в даному розчині: $\text{pH} = \lg[\text{H}^+]$.

Гаммааміномасляна кислота (ГАМК) - утворюється в тканинах головного мозку при декарбоксилюванні глутамінової кислоти, є фактором гальмування діяльності ЦНС; у ЦНС бере участь в енергетичних процесах, підвищує окиснення глюкози; у клініці використовується як лікарський препарат.

Гем - небілкова частина гемоглобіну, міоглобіну і інших білків, що надає їм червоний колір; є комплексом протопорфірину з двовалентним залізом.

Гемоглобін (Hb) - складний білок еритроцитів крові, який складається з небілкової частини, - гема і білкової частини - глобіну; виконує транспортну функцію (доставку O_2 з легень у тканини і CO_2 - від тканин до легень), а також буферну дію. Киснева ємність крові залежить від вмісту гемоглобіну.

Гемоліз - розрив мембран еритроцитів крові і вихід з них гемоглобіну в плазму.

Гідроліз - процес розщеплення речовин із приєднанням води в місці розриву міжмолекулярних зв'язків. Перебігає за схемою: $AB + H-OH \rightarrow AH + B-OH$ і каталізується гідролазами.

Гіпоксія - киснева недостатність, кисневе голодування. Цей стан виникає при недостатньому надходженні в тканини організму кисню або порушенні його використання в процесі біологічного окиснення.

Гормони - речовини органічної природи, що утворюються в залозистих клітинах, виділяються в кров або лімфу і регулюють обмін речовин та розвиток організму.

Глікоген або тваринний крохмаль $(C_6H_{10}O_5)_n$ - основний полісахарид організму, який відкладається в печінці і скелетних м'язах, є основним енергетичним резервом вуглеводів.

Гліколіз - складний ферментативний процес перетворення глюкози, який перебігає у тканинах тварин і людини без споживання кисню, до молочної кислоти й АТФ.

Глюкоза $(C_6H_{12}O_6)$ - основний моносахарид організму; структурний компонент складних вуглеводів, який використовується як енергетичний субстрат.

Гомеостаз - постійність складу внутрішнього середовища організму, відносна стабільність біохімічних показників метаболізму.

Гормони - біологічно активні органічні сполуки, які синтезуються в залозах внутрішньої секреції і регулюють обмін речовин і функції організму.

Гормони (тканинні) - біологічно активні речовини, які виробляються в деяких тканинах і мають регуляторну дію.

Дезоксірібонуклеїнова кислота (ДНК) - тип нуклеїнової кислоти, яка зберігає і передає спадкову інформацію організму, в першу чергу про структуру білків.

Денатурація - порушення вищих рівнів організації білкових молекул із збереженням первинної структури.

Дисиміляція (катаболізм) - сукупність біохімічних реакцій, які забезпечують розпад речовин, отримання з них енергії і виділення продуктів розпаду в зовнішнє середовище.

Дисоціація - розпад молекул на іони або іонізація атомних груп в органічних речовинах.

Дифузія - мимовільне переміщення молекул розчиненої речовини з області підвищеної концентрації в область зниженої його концентрації. Впливає на швидкість хімічних реакцій і функції систем організму. Особливим видом дифузії є осмос.

Інсулін - гормон, який синтезується β -клітинами підшлункової залози і регулює вуглеводний обмін шляхом посилення проникнення глюкози в тканини, що призводить до зниження концентрації її в крові, а також обмін жирів і білків. При недостатньому синтезі інсуліну розвивається захворювання «цукровий діабет».

Катаболізм - сукупність реакцій, які супроводжують розпад складних органічних сполук їжі й речовин клітини.

Катехоламіни - групи медіаторів і гормонів, які належать до біогенних амінів, що утворюються з фенілаланіну і тирозину. Головними представниками є адреналін і норадреналін.

Колаген - білки сполучної тканини, які утворюють дуже міцні колагенові волокна.

Креатинфосфат - макроергічна сполука, використовується для швидкого відновлення (ресинтезу) АТФ у м'язах і інших тканинах організму; підтримує її відносну постійність у клітинах (служить енергетичним буфером).

Лактат (молочна кислота) - кінцевий продукт анаеробного окиснення вуглеводів - гліколізу.

Медіатори - речовини, які утворюються в клітинах під впливом нервових імпульсів або гормонів і передають їх дію на інші клітини або внутрішньоклітинні процеси. Основні з них - норадреналін, ацетилхолін, циклічний АМФ.

Метаболізм або проміжний обмін речовин - перетворення речовин в організмі з часу їх надходження в клітини до утворення кінцевих продуктів обміну.

Міозин - міофібрилярний скорочувальний білок м'язів. Кількість його у м'язах впливає на швидко-силові якості людини.

Моносахариди ($C_nH_{2n}O_n$) - підклас вуглеводів, не вступаючих у реакцію гідролізу (глюкоза, фруктоза, рибоза, дезоксірибоза, галактоза); можуть містити від 2 до 7 вуглецевих атомів. Виконують енергетичну і інші функції в організмі.

Нейромедіатори - хімічні речовини, які виробляються в нервовій системі й беруть участь у передачі імпульсів у нервових центрах, а також від нервів до різних органів, збуджуючи чи гальмуючи їхню діяльність. До них належать ацетилхолін, адреналін, норадреналін, серотонін, γ -аміномасляна кислота.

Нуклеїнові кислоти - присутні в клітинах всіх живих організмів і виконують найважливіші функції по зберіганню і передачі генетичній інформації (див. ДНК і РНК).

Нуклеотиди - сполука нуклеозиду із залишком фосфорної кислоти; входить до складу нуклеїнових кислот і деяких коферментів.

Обмін речовин - (див. метаболізм).

Осмоз - одностороння дифузія розчинника через напівпроникну мембрану у бік розчину з більшою концентрацією розчинених речовин. Направлена на вирівнювання концентрацій у розчинах, тобто встановлення осмотичної рівноваги. Грає важливу роль у житті клітин.

Осмотичний тиск - та сила або тиск, який потрібно застосувати, щоб припинити переміщення води в бік більш концентрованого розчину через напівпроникну мембрану від менш концентрованого.

Пепсин - протеолітичний фермент шлункового соку, який розщеплює харчові білки до поліпептидів; активний у кислому середовищі при рН 2-3.

Пептиди - продукти неповного розщеплювання природних білків у процесі травлення; утворюються в клітинах організму, біологічно активні речовини.

Піровиноградна кислота (піруват) - проміжний продукт внутрішньоклітинного окиснення вуглеводів в аеробних і анаеробних умовах.

Полісахариди ($C_5H_{10}O_5$)_n - високомолекулярні складні вуглеводи; утворюються з великої кількості моносахаридів; у організмі грають енергетичну роль; депонуються в печінці і скелетних м'язах у вигляді глікогену, в продуктах харчування - у вигляді крохмалю.

Поріг анаеробного обміну (ПАНО) - потужність вправ, при якій різко посилюються анаеробні механізми енергозабезпечення м'язів; при цьому вміст лактату в крові досягає 4 моль·л⁻¹.

Протеїди - складні білки, молекули яких складаються з білкової і небілкової (простетичної) частини.

Протеїни - прості білки, які складаються тільки з амінокислот.

Реабсорбція - процес зворотного всмоктування речовин. Здебільшого це Na⁺-залежний вторинний активний транспорт. Наприклад, зворотне всмоктування амінокислот, глюкози в ниркових каналцях.

Рецептори - спеціальні чутливі утворення, які сприймають і перетворюють роздратування із зовнішнього або внутрішнього середовища організму і передають інформацію про подразник, який діє, в нервову систему або в метаболічні процеси.

Рибонуклеїнова кислота (РНК) - вид нуклеїнових кислот, до складу яких входить вуглевод рибоза; синтезується на основі певного гена ДНК, переносить інформацію про структуру білка до рибосом і є матрицею при синтезі білка. Розрізняють іРНК, рРНК, тРНК.

Сарколема - двошарова ліпопротеїдна плазматична мембрана м'язової клітини або волокна.

Саркомер - ділянка міофібрили між двома Z-мембранами; скорочувальний елемент міофібрили. Від їх кількості і довжини залежать швидко-силові властивості м'язів людини. Під впливом тренування відстань Z – Z не змінюється.

Сахароза ($C_{12}H_{22}O_{11}$) - дисахарид, який складається із залишків глюкози і фруктози. У великій кількості міститься в рослинах, особливо в буряку, очереті.

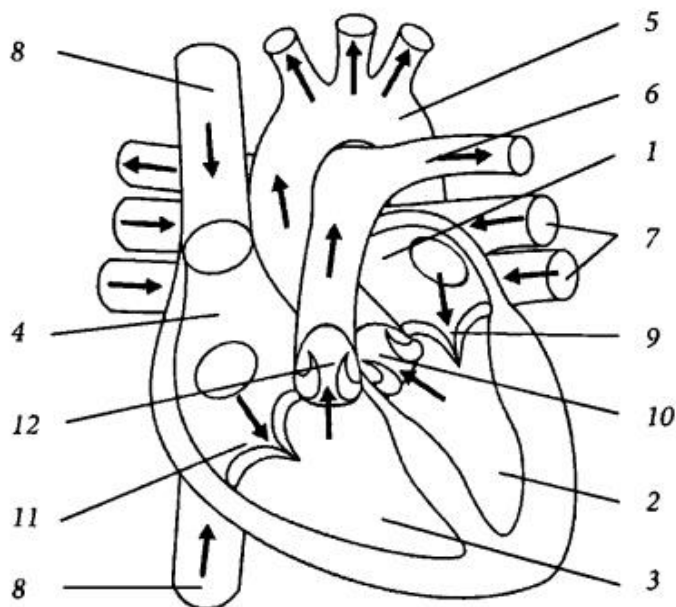
Тропонін - Ca²⁺-зв'язуючий регуляторний білок міофібрил. Пов'язаний з актином, блокує центри контакту актину з міозином.

Ферменти-ензими - біологічно активні білки, які синтезуються в організмі і виконують роль каталізаторів біохімічних реакцій.

Фосфоліпіди (фосфатиди) - підклас ліпідів, молекули яких складаються з гліцерину, жирних кислот, фосфорної кислоти, азотвмісних речовин. Є важливим компонентом клітинних мембран,

Фосфорилування - приєднання залишку фосфорної кислоти до органічних або неорганічних речовин.

Будова серця

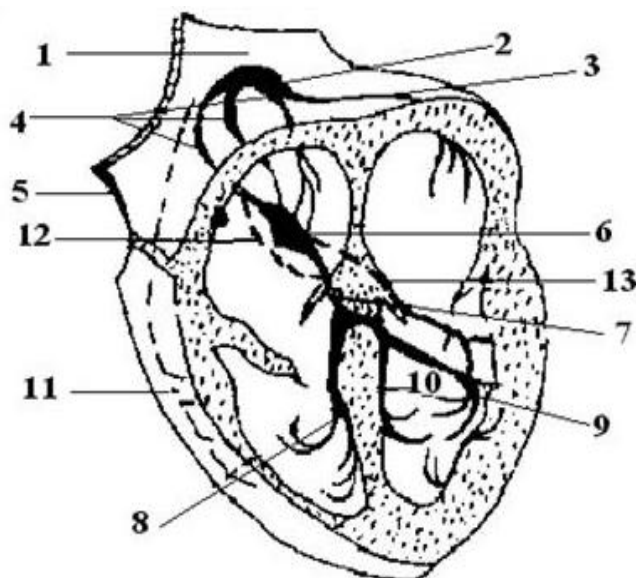


- 1 - ліве передсердя;
- 2 - лівий шлуночок;
- 3 - правий шлуночок;
- 4 - праве передсердя;
- 5 - аорта;
- 6 - легенева артерія;
- 7 - легеневі вени;
- 8 - верхня та нижня порожнисті вени;
- 9 - двостулковий (мітральний) клапан;
- 10 - аортальний клапан;
- 11 - тристулковий клапан;
- 12 - клапан легеневого стовбура (легеневий клапан).

Серце людини (лат. cor) - це непарний порожнистий фіброзно-м'язовий орган, що забезпечує безперервний кровообіг. Стінка серця побудована з 3-х шарів: ендокарда (внутрішнього), міокарда (середнього) та епікарда (зовнішнього). Ендокард вистилає всі камери серця й утворює його клапани. Міокард складається із особливої серцевої посмугованої м'язової тканини. Епікард - зовнішній шар стінки серця; є внутрішнім листком навколосерцевої сумки (перикарду).

Серце людини чотирикамерне. Дві верхні камери називаються передсердями, дві нижні - шлуночками, права і ліва половини серця розділені товстою м'язовою стінкою. Кожне передсердя сполучається з відповідним шлуночком через передсердно-шлуночковий отвір.

Схема провідної системи серця



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

Серцю притаманні такі функції:

- збудливість - збуджуватися при надходженні імпульсів порогової амплітуди;
- провідність - проводити імпульси від місця їх утворення до волокон скорочувального міокарда;
- скоротливість - скорочуватися під впливом цих імпульсів;
- рефрактерність. Під час збудження м'яза його збудливість постійно змінюється. Розрізняють декілька фаз збудливості, серед яких є фаза абсолютної рефрактерності (абсолютної незбудливості). Вона характеризується відсутністю відповіді (розвитку процесу збудження, а слідом за ним і скорочення м'яза) на подразник будь - якої сили. Розрізняють абсолютний та відносний рефрактерний

період. Абсолютний рефрактерний період виникає під час систоли передсердь та шлуночків - якої б сили не наносили подразник, серцевий м'яз не відповідає скороченням. Рефрактерність запобігає виникненню надто частих повторних збуджень міокарда, що могли б призвести до послаблення нагнітаючої функції серця. Під час діастоли передсердь та шлуночків виникає відносний рефрактерний період. Серцевий м'яз може скоротитись, якщо на нього діє подразник надпорогової сили;

- автоматизм - здатність виробляти імпульси, що викликають збудження. Серце, видалене із організму, продовжує ритмічно скорочуватись тому, що в самому серці є причини, які викликають його скорочення. Збудження, що виникло в серці спонтанно і зумовлює його скорочення, називається автоматизмом серця.

Електрокардіографія дозволяє отримати уявлення безпосередньо про функції автоматизму, провідності та збудливості. Ці функції забезпечує провідна система серця, яка включає центри автоматизму та провідні шляхи. До центрів автоматизму належать:

- синусний вузол (СВ) або синоатріальний вузол (СА) - центр автоматизму першого порядку;

- скупчення клітин автоматизму в передсердях та атріовентрикулярному (АВ) з'єднанні - центри автоматизму другого порядку;

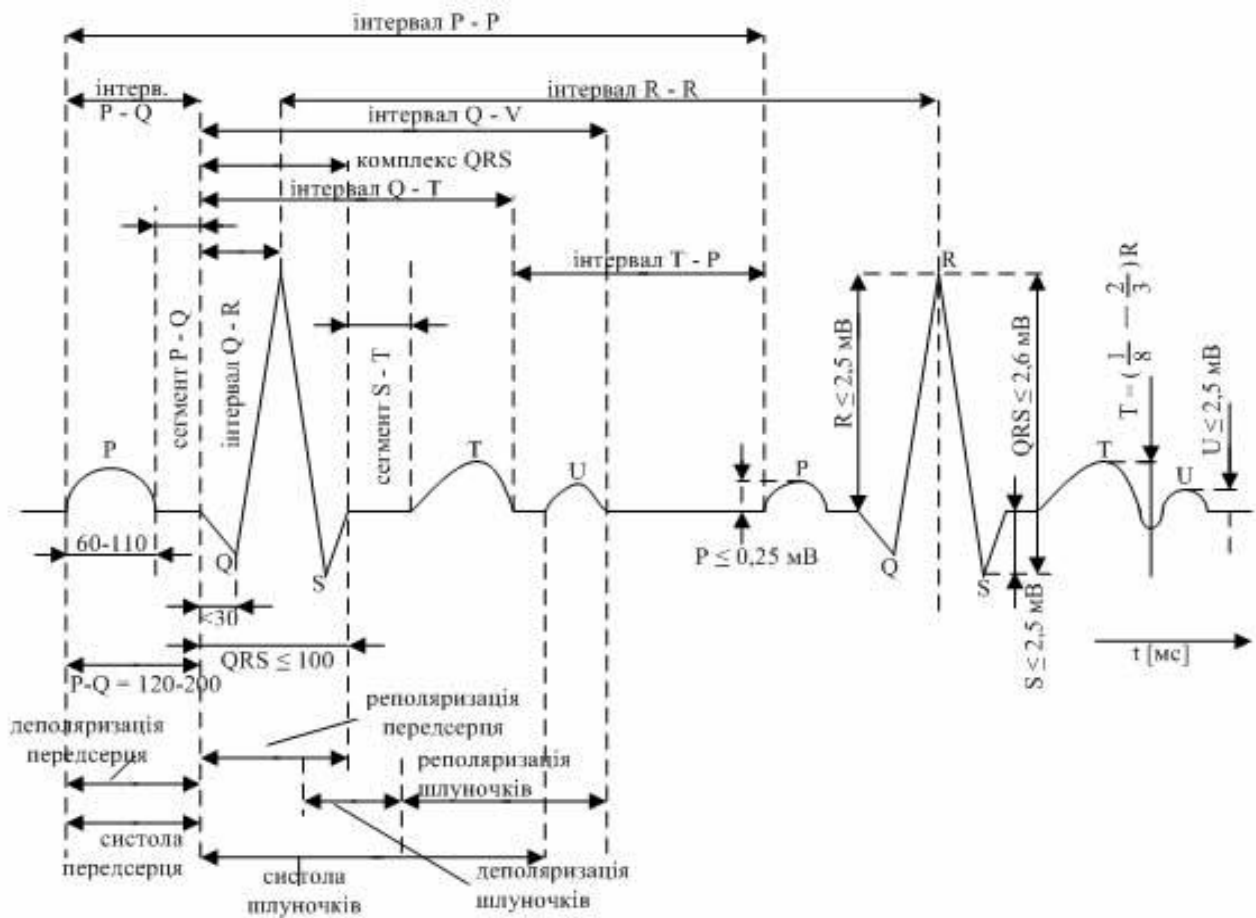
- пучок Гіса, його розгалуження;

- волокна Пуркін'є - центри автоматизму третього порядку.

Кожний відділ провідної системи має автоматизм. При цьому спостерігається градієнт автоматизму: зменшення здатності до автоматизму ділянок провідної системи, які більш віддалені від синусного вузла (інша назва - синусно-передсердний вузол).

У звичайних умовах водієм серцевого ритму є синусний вузол. Він пригнічує автоматизм усіх ділянок провідної системи, що розташовані нижче. Однак, при ураженні СВ водієм ритму може стати передсердно-шлуночковий вузол (АВ), але імпульси в цьому випадку будуть виникати з частотою 40-50 за хв. Якщо вийде з ладу і цей вузол, водієм ритму стають волокна пучка Гіса, що генерують імпульси з частотою 30-40 за хв.

Стандартна ЕКГ



ЕКГ - запис складається з 5 зубців (латинськими літерами P, Q, R, S, T, іноді є 6 зубець U), сегментів і інтервалів. Амплітуда зубців вимірюється від нульової лінії (ізолінії) в мілівольтах, а тривалість - в секундах.

Зубець P відбиває збудження (деполяризацію) передсердя. Загальна тривалість зубця P складає 0,06-0,11 секунди.

PQ-сегмент. Сегмент PQ - час передсердно-шлуночкової провідності, що вимірюється від початку зубця P до початку першої відповіді, і відповідає діастолі серця. Він складається з зубця P і сегмента PQ, який розміщений на нульовій лінії і відображає поширення хвилі збудження по провідній системі. Нормальна тривалість інтервалу PQ - від 0,12 до 0,20 секунди і залежить від частоти серцевих скорочень.

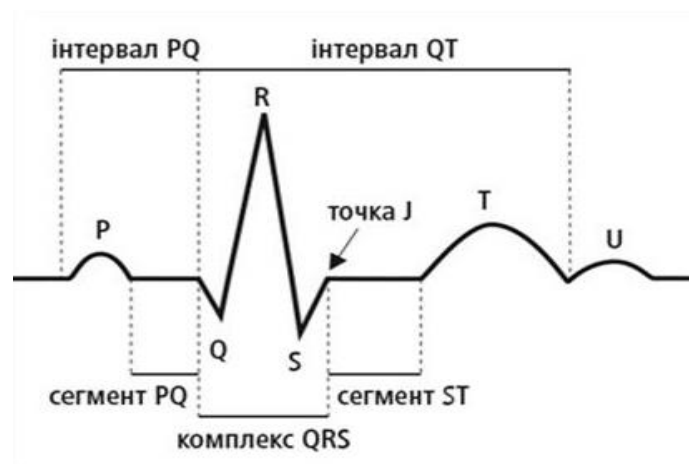
QRS-комплекс. Зубці Q, R, S, T складають шлуночковий комплекс. Інтервал QRS характеризує поширення збудження по міокарду шлуночків, вимірюється від початку зубця Q до кінця зубця S, тривалість його коливається від 0,06 до 0,10 секунди. Всякий додатний зубець цього комплексу позначають як зубець R, за ним йде від'ємний зубець S.

ST-сегмент. Сегмент ST-відрізок від кінця комплексу QRS до початку зубця Т вказує на те, що міокард шлуночків повністю охоплений збудженням. Сегмент ST у відведеннях від кінцівок звичайно розміщений на ізоелектричній лінії. Допустиме зміщення ST донизу до 5 мкВ і догори до 10 мкВ.

Т-зубець. Зубець Т відповідає процесам припинення збудження шлуночків. Сегмент QRST, що називається електричною систолою, вимірюється від початку зубця Q до кінця Т. Тривалість цього інтервалу залежить від статі, віку та частоти серцевих скорочень.

U-зубець. Інколи за зубцем Т через 0,02 - 0,04 секунди після його закінчення йде зубець U - змінюваний і невеликий. Визначається здебільшого в відведеннях V_2 - V_4 .

Інтервали та сегменти нормальної ЕКГ



Накладання електродів при стандартних відведеннях ЕКГ (I, II, III) та схема грудних відведень ЕКГ і криві, що отримують при цих відведеннях

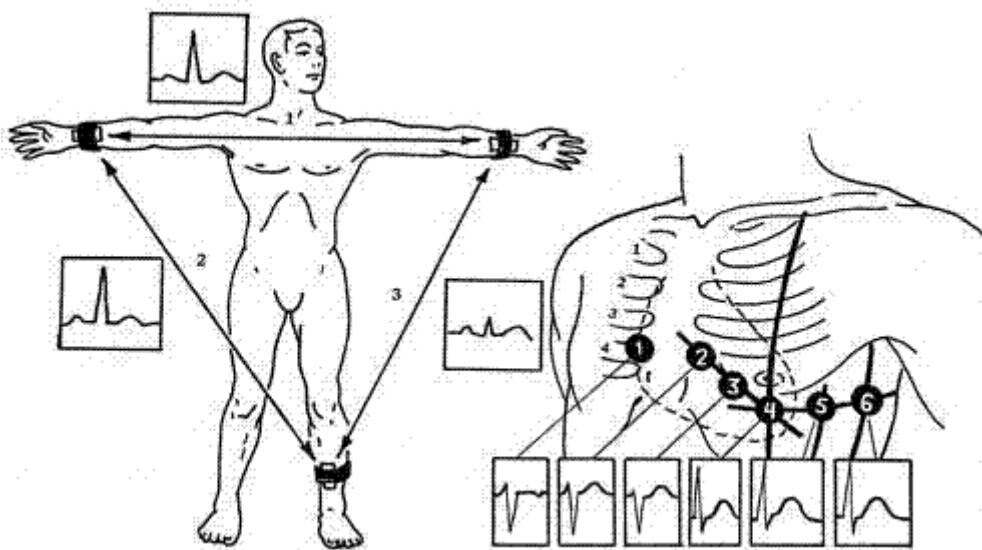
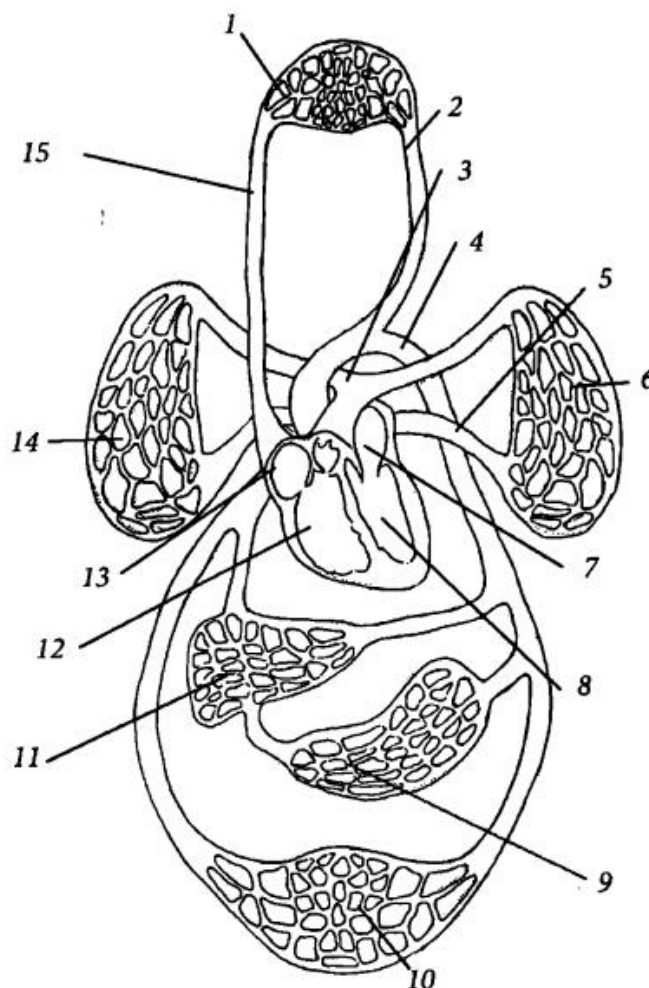


Схема кровообігу людини



- 1 - капілярна сітка великого кола;
- 2 - сонна артерія;
- 3 - легенева артерія;
- 4 - аорта;
- 5 - легенева вена;
- 6 - судини лівої легені;
- 7 - ліве передсердя;
- 8 - лівий шлуночок;
- 9 - судини у травній системі;
- 10 - капілярна сітка великого кола;
- 11 - судини в печінці;
- 12 - правий шлуночок;
- 13 - праве передсердя;
- 14 - судини правої легені;
- 15 - верхня порожниста вена.

Правий шлуночок і ліве передсердя замикають мале коло кровообігу, лівий шлуночок і праве передсердя замикають велике коло кровообігу.

Підрахунок еритроцитів крові в камері Горяєва

Точну кількість крові рівномірно змішують у визначеній кількості рідини і поміщають в камеру з відомим об'ємом, в якій завись крові розподіляється одним шаром. Дно камери розграфлено, завдяки чому можливий точний підрахунок еритроцитів.

В суворо визначеному об'ємі камери підраховують під мікроскопом клітинні елементи, а потім здійснюють перерахунок отриманого результату на 1 мкл крові. Кров заздалегідь розводять з метою зменшення кількості клітин, які підлягають підрахунку. Самим зручним і досить точним є спосіб розведення крові в пробірках. Для цього в завчасно висушену чисту пробірку точно відмірюють піпеткою 4 мл рідини, що розводить, і обережно видують в неї 0,02 мл капілярної крові (кров забирають піпеткою від гемометра Салі). Отримане розведення 1:202 можна практично прийняти рівним 1:200. Завісь ретельно перемішують і потім заповнюють камеру.

Зазвичай використовують камеру (рис. 1) з двома сітками Горяєва (рис. 3), розмежованими глибокою поперечною канавкою. Збоку від сіток знаходяться скляні прямокутні пластинки, до яких притираються спеціальні шліфовані покривні стекла. Сітка Горяєва складається з 225 великих квадратів (15x15).

Більші квадрати, розкреслені вертикально і горизонтально на 16 малих квадратів, чергуються з квадратами, розділеними тільки вертикальними або горизонтальними лініями, і з квадратами чистими, без ліній. Глибина камери дорівнює 1/10 мм, сторона малого квадрата - 1/20 мм; таким чином, об'єм малого квадрата дорівнює 1/4000 мм³.

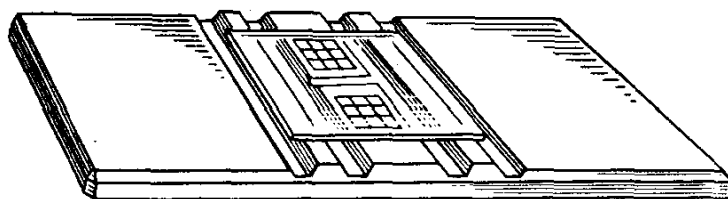


Рис. 1 Схема будови камери Горяєва

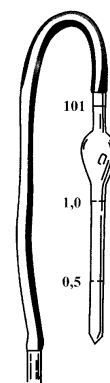


Рис. 2 Змішувач для червоної крові

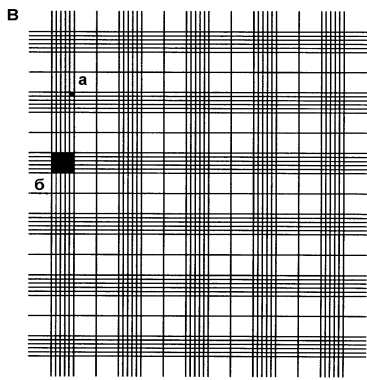


Рис. 3 Сітка Горяєва
а - великий квадрат;
б - малий квадрат.

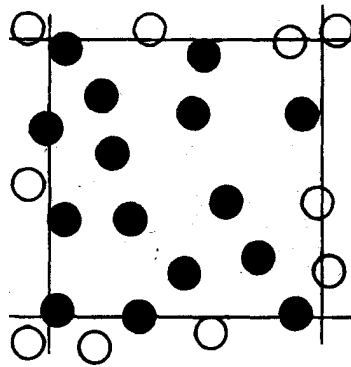


Рис. 4 Правило підрахунку клітин крові в квадратах камери (заштриховані клітини, які повинні бути зараховані до даного квадрату)

Перед заповненням камеру і шліфоване покривне скло миють і висушують. Покривне скло притирають до камери так, щоб з'явилися райдужні кільця (тільки за цих умов підтримується правильний об'єм камери). Каплю розведеної крові вносять піпеткою під притерте покривне скло камери. Після заповнення камеру залишають на 1-2 хв. в спокої для осідання формених елементів, потім приступають до підрахунку при малому збільшенні мікроскопу в затемненому полі зору (прикритій діафрагмі і декілька опущеному конденсорі).

Еритроцити рахують в п'яти великих квадратах ($5 \cdot 16 = 80$ малим квадратам), розташованих по діагоналі, оскільки розподіл клітин в камері може бути нерівномірним. Для цього під мікроскопом розшукують лівий верхній великий квадрат (розграфлений), підраховують кількість еритроцитів, що знаходяться в ньому, потім по діагоналі вниз і направо знаходять наступний розграфлений квадрат і т.д. Щоб не рахувати двічі одні й ті самі клітини, використовують правилом, відображеним на рис. 4.

Кількість еритроцитів в 1 мкл (мм^3) крові розраховують за формулою:

$$x = \frac{a \cdot 4000 \cdot v}{b},$$

де x - кількість еритроцитів в 1 мкл крові;

a - число еритроцитів, порахованих у визначеній кількості малих квадратів;

b - кількість малих квадратів, в яких рахувались еритроцити;

v - ступінь розведення крові;

$1/4000$ - об'єм малого квадрата (помножуючи його на 4000, приводимо до об'єму 1 мкл крові).

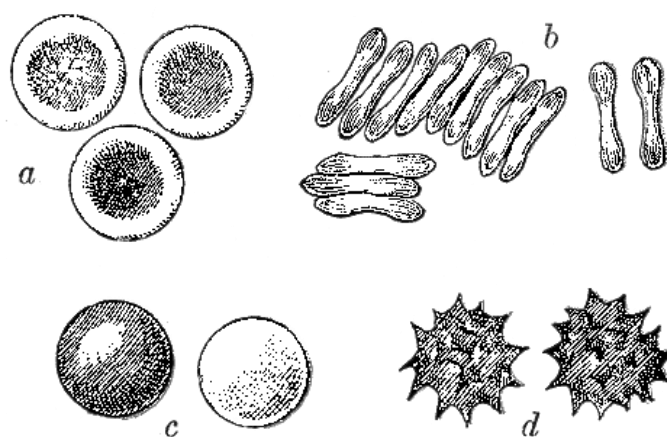
При підрахунку в п'яти великих (80 малих) квадратах і при розведенні крові в 200 разів кількість еритроцитів в 1 мкл крові по даній формулі виявляється рівним числу підрахованих еритроцитів, помноженому на 10000.

Підрахунок еритроцитів в лічильній камері в досвідчених руках достатньо точний (похибка може досягати в середньому $\pm 2,5\%$), але досить трудомісткий. Більш зручними, не трудомісткими і такими, що дають значну економію часу є фотометричний і, найбільш прогресивний, електронно-автоматичний методи.

Таблиця нормальних показників загального аналізу крові

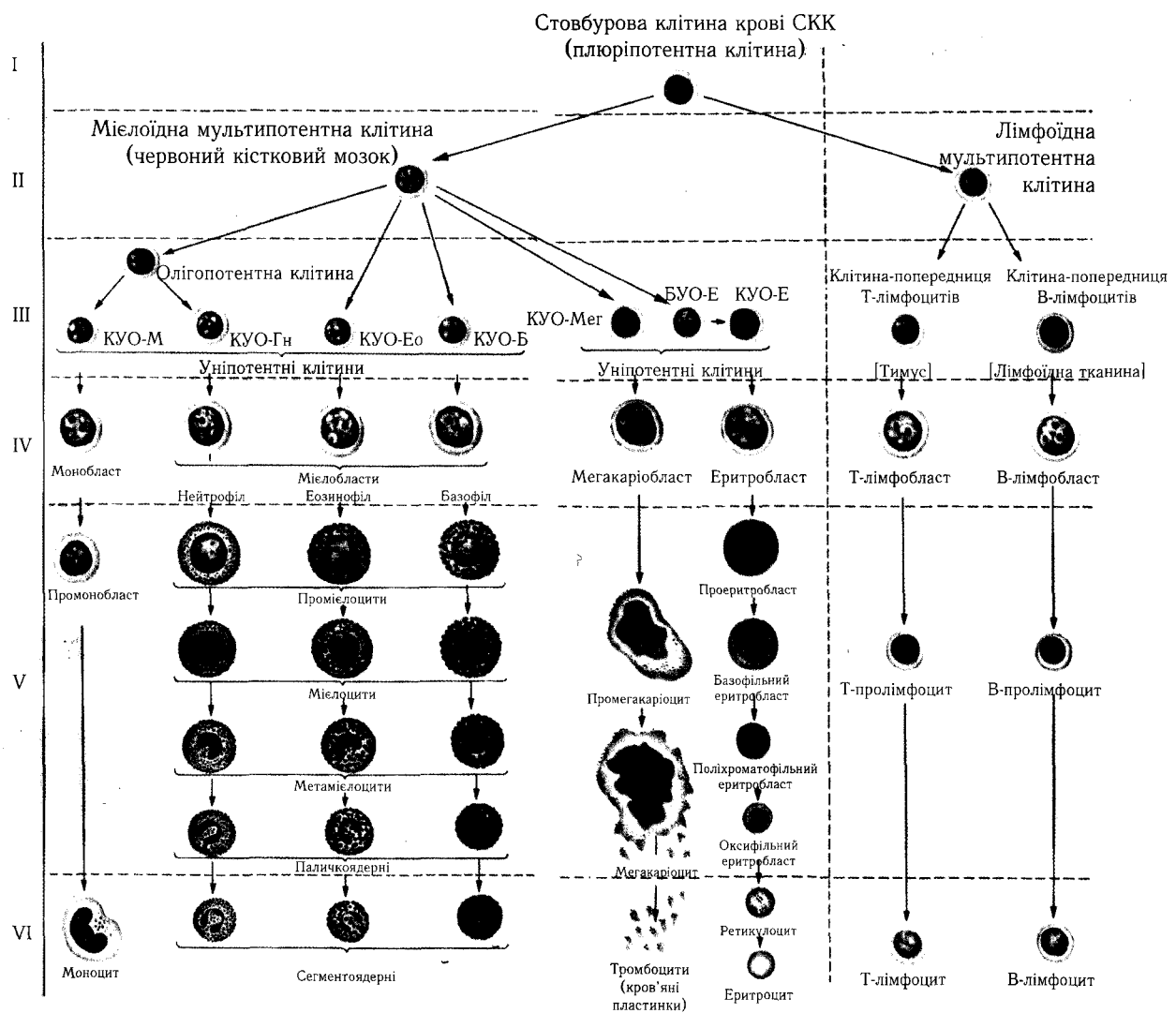
Показник аналізу	Норма
Гемоглобін	Чоловіки: 130-160 г/л
	Жінки: 120-140 г/л
Кількість еритроцитів	Ч.: $4,0-5,0 \cdot 10^{12}/л$
	Ж.: $3,9-4,7 \cdot 10^{12}/л$
Кількість лейкоцитів	В межах $4,0-9,0 \cdot 10^9/л$
Гематокрит (співвідношення об'єму плазми та формених елементів крові)	Ч.: 42-50%
	Ж.: 38-47%
Середній об'єм еритроцита	В межах $86-98 \text{ мкм}^3$
Лейкоцитарна формула	Нейтрофіли: • Сегментоядерні форми 45-75% • Паличкоядерні форми 1-6% Еозинофіли: 0-5% Базофіли: 0-1% Лімфоцити: 18-40% Моноцити: 2-10%
Кількість тромбоцитів	В межах $180-320 \cdot 10^9/л$
Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ)	Ч.: 1-10 мм/ч
	Ж.: 2-15 мм/ч

Вигляд еритроцитів



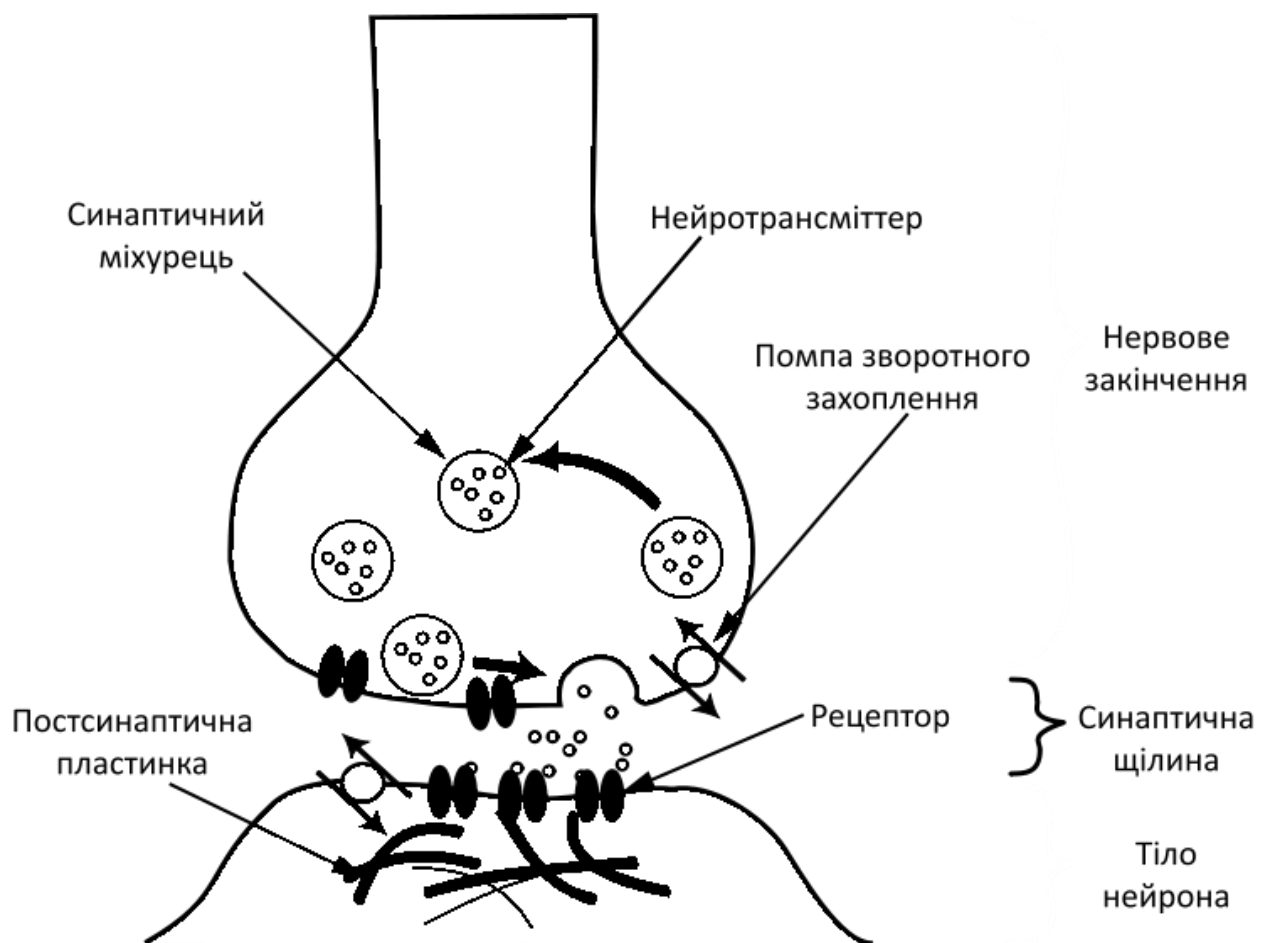
(a) зверху, (b) в профіль, (c) округлість, спричинена водою (перебуванням у гіпотонічному розчині), (d) шипастість, спричинена сіллю (перебуванням у гіпертонічному розчині). За нормальних умов, c і d в організмі не утворюються

Постембріональний гемопоєз, забарвлення азур II-еозином



I-IV - клітини, які морфологічно не диференціюються; V - клітини, які морфологічно диференціюються

Схема процесу передачі нервового сигналу в хімічному синапсі



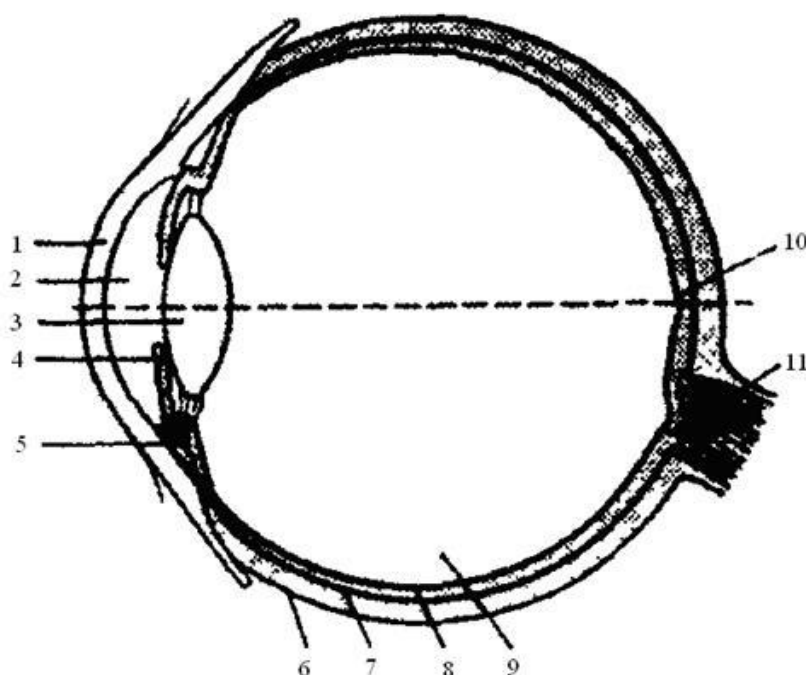
Синапс утворений двома мембранами - пресинаптичною, яка знаходиться на нервовому закінченні і має вигляд гудзиків, кілець, бляшок, і постсинаптичною, яка міститься на тілі або дендритах нейрона, до якого передається нервовий імпульс. Збудження через синапси передається хімічним шляхом за допомогою медіатора, який міститься в синаптичних міхурцях, що розташовані в синаптичній бляшці.

Найчастіше виробляються серед медіаторів: ацетилхолін, адреналін і норадреналін, рідше серотонін, речовина Р, глутамінова кислота, енкефалін, нейротензин, ангіотензин II, дофамін, гліцин та ін.

За способами передачі нервового імпульсу з однієї клітини на іншу розрізняють синапси:

- хімічні - передача нервового імпульсу здійснюється за участі біологічно активних речовин - медіаторів (більшість синапсів є хімічні);
- електричні - передають нервові імпульси у вигляді електричних сигналів.

Будова ока (в розрізі)



- 1 - рогівка;
- 2 - передня камера;
- 3 - кришталік;
- 4 - райдужна оболонка;
- 5 - війкове (целіарне) тіло;
- 6 - склера;
- 7 - судинна оболонка;
- 8 - сітківка;
- 9 - скловидне тіло;
- 10 - центральна ямка жовтої плями сітківки;
- 11 - зоровий нерв.

Око є складною оптичною системою. Воно має форму кулі з трьома оболонками. Зовнішня товста білкова оболонка (6) називається склерою, а її передня прозора частина (1) - рогівкою. За склерою розташована друга, судинна (7) оболонка. Передня частина судинної оболонки, яка лежить за рогівкою, називається райдужною (4), в центрі якої є отвір, що називається зіницею. Райдужна оболонка виконує функцію діафрагми.

За райдужною оболонкою, навпроти зіниці, розташований кришталік (3), який можна порівняти з двоопуклою оптичною лінзою. За кришталіком, заповнюючи всю порожнину ока, розташоване скловидне тіло (9).

Промені світла, проникаючи в око, проходять через рогівку, кришталік та потрапляють на внутрішню оболонку ока - сітківку (8). Вона вистилає задню половину ока. В ній знаходяться світлочутливі рецептори - палички та

колбочки. Палички є апаратом ахроматичного зору, а колбочки - хроматичного. Від кожної колбочки та від декількох паличок відходить одне нервеве зорове волокно, яке в складі зорового нерва досягає зорового центру головного мозку.

Світло, яке проникло в око, впливає на фотохімічну речовину елементів сітківки і розкладає її. Продукти розкладу подразнюють нервові закінчення, які містяться в паличках та колбочках. Імпульси, які при цьому виникають, надходять по волокнах зорового нерва в нервові клітини зорового центру, і ми можемо бачити колір, форму та величину предметів.

Для того, щоб бачити предмети, необхідно чітко розрізнити їх контури. Така здатність ока називається гостротою зору. Гострота зору вимірюється мінімальним кутом (від $0,5$ до 10°), при якому дві крапки ще сприймаються окремо на відстані 5 м.

Узгоджений рух очей здійснюється за допомогою трьох пар м'язів, які повертають очне яблуко, внаслідок чого осі обох очей завжди скеровані на одну точку фіксації. Око розрізняє сім основних кольорів та близько сотні їх відтінків. Кольорові відчуття викликаються впливом світлових хвиль довжиною $380-780$ нм. Межі довжин хвиль, що відповідають певним кольорам, такі:

- $380-455$ нм - фіолетовий;
- $455-470$ нм - синій;
- $470-500$ нм - блакитний;
- $500-550$ нм - зелений;
- $540-590$ нм - жовтий;
- $590-610$ нм - оранжевий;
- $610-780$ нм - червоний.

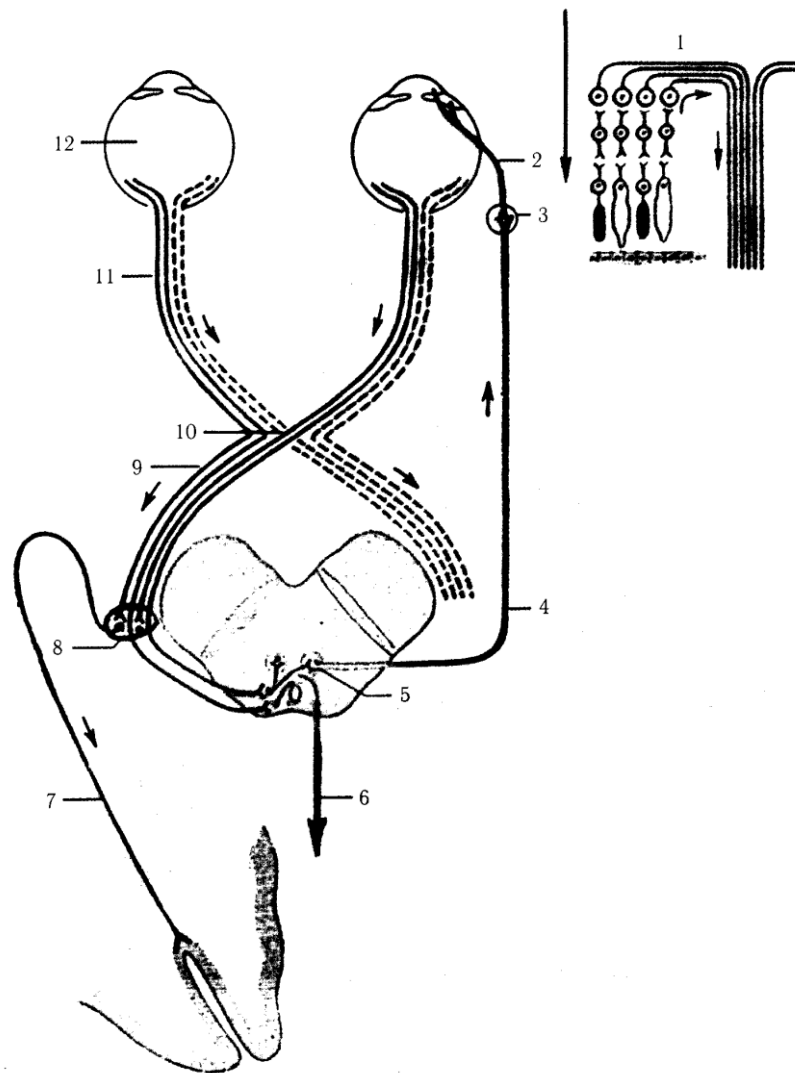
Зоровий аналізатор характеризується спектральною чутливістю, яка проявляється через відносну видність монохроматичного випромінювання. Найбільша видність вдень відповідає жовтому кольору, а вночі або в сутінках - зелено-блакитному. Гама переходів від білого кольору до чорного утворює ахроматичний ряд.

Відчуття, викликане світловим сигналом, зберігається протягом певного часу після зникнення сигналу. Інерція зору складає $0,1-0,3$ с.

При дії переривчастого подразнювача виникає відчуття блимань, які, при певній частоті зливаються в рівне неблимаюче світло. У випадку, коли блимання світла використовується як сигнал, то оптимальна частота у цьому випадку - $3-10$ Гц. Інерційність зору зумовлює стробоскопічний ефект. Він виникає тоді, коли час, який розділяє дискретні фази спостереження, менший, ніж час згасання зорового образу. В цьому випадку спостереження суб'єктивно відчувається як неперервне. Може виникнути ілюзія руху при переривчастому спостереженні окремих об'єктів або ілюзія нерухомості, чи сповільненості руху, коли рухомий об'єкт періодично опиняється в попередньому положенні.

Сприйняття об'єктів у двовимірному та тривимірному просторах характеризується полем зору та глибинним зором.

Провідний шлях зорового аналізатора



1 - схема будови сітківки і формування зорового нерва (довгою стрілкою вказаний напрямок світла в сітківці);

2 - короткі війкові нерви;

3 - війковий вузол;

4 - окоруховий нерв;

5 - ядро окорухового нерва (додаткове);

6 - покришко-спинномозковий шлях;

7 - зорове сямво;

8 - латеральне колінчасте тіло;

9 - зоровий шлях;

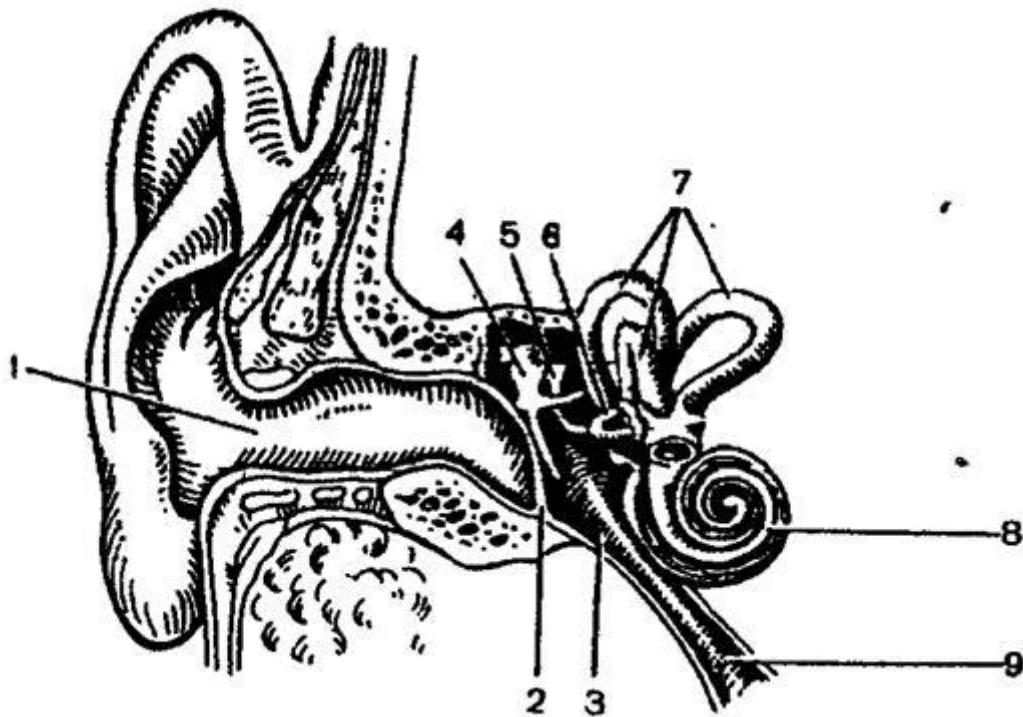
10 - зоровий перехрест;

11 - зоровий нерв;

12 - очне яблуко.

Короткі стрілки вказують напрямок руху нервових імпульсів.

Схема будови вуха



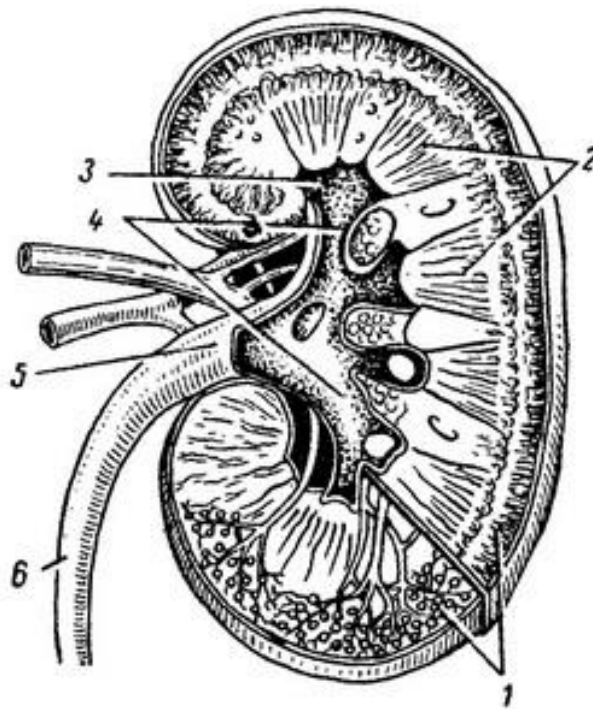
- 1 - зовнішній слуховий прохід;
- 2 - барабанна перетинка;
- 3 - порожнина середнього вуха (барабанна порожнина);
- 4 - молоточок;
- 5 - ковадло;
- 6 - стремінце;
- 7 - півколові канали;
- 8 - завитка;
- 9 - євстахієва труба.

Звукові хвилі з навколишнього середовища надходять до зовнішнього слухового проходу і надають коливного руху барабанній перетинці, далі через ланку слухових кісточок передаються в порожнину завитки внутрішнього вуха. Коливання волокон завитки передаються, розташованим в них, клітинам кортієвого органу. Внаслідок цього виникає нервовий імпульс, який передається до відповідного відділу кори великих півкуль головного мозку, де виникає відповідна слухова уява.

Слух - здатність організму сприймати та розрізняти звукові коливання за допомогою слухового аналізатора. Людське вуха здатне сприймати звуки з частотами від 16 до 20 000 Гц.

Сприймальною частиною звукового аналізатора є вуха. Воно поділяється на три відділи: зовнішнє, середнє і внутрішнє.

Схема будови нирки (в розрізі)



- 1 - корковий шар;
- 2 - мозковий шар (пірамідки) нирки;
- 3, 4 - малі і великі ниркові чашечки;
- 5 - ниркова балія (лоханка);
- 6 - сечовід.

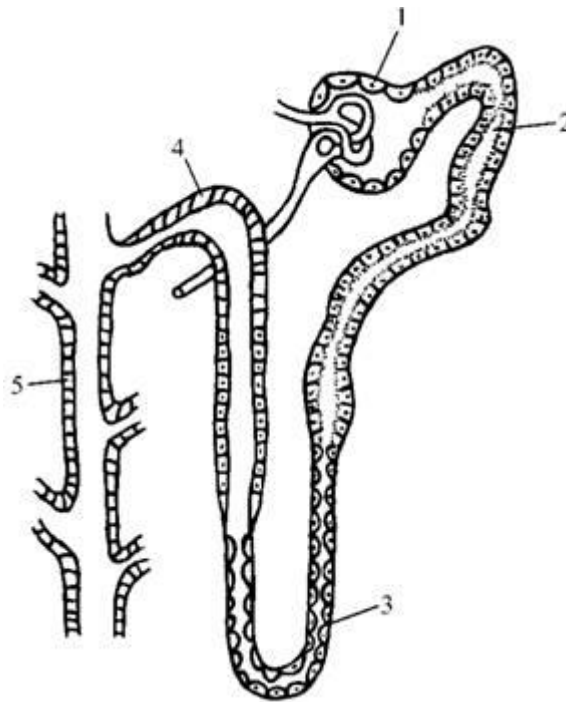
Нирки складаються з кіркової (зовнішній шар) і мозкової (внутрішній шар) речовин.

Внутрішня будова нагадує піраміди з вершинами до середини. Між пірамідами розташовані ниркові стовпи. Загалом кіркова і мозкова речовини характеризуються упорядкованістю кровоносних судин і сечовивідних структур.

Головною структурно-функціональною одиницею нирок є нефрон.

Нирки очищають плазму крові від продуктів обміну речовин. Крім того, через нирки виводяться речовини, необхідні для життєдіяльності організму, - вода, іони натрію, кальцію, фосфати - у тому випадку, коли їх концентрація в крові перевищує нормальну. Таким чином, функція нирок полягає у вибіркового видаленні різних речовин з метою підтримки відносної сталості хімічного складу плазми крові й позаклітинної рідини.

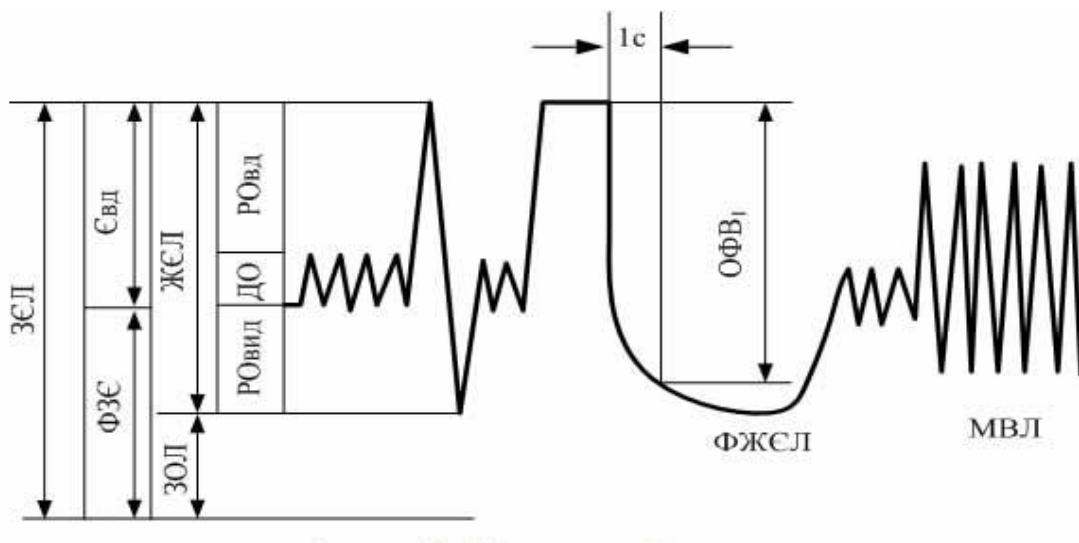
Схема будови нефрону



- 1 - клубочок;
- 2 - проксимальний каналець;
- 3 - петля Генле;
- 4 - дистальний каналець;
- 5 - збиральна трубка.

Нефрон (nephros) - структурна й функціональна одиниця нирки. До його складу входить капсула Боумена-Шумляньського, котра складається з одношарового епітелію і створює двошарову чашу. В цю чашу занурений мальпігієв клубочок, що складається з капілярних петель. Між стінами капсули знаходиться порожнина, від якої в корковому шарі починається звитий сечовий каналець першого порядку. Випрямляючись, він переходить у мозковий шар. Тут каналець утворює петлю Генле і знову повертається в коркову речовину, продовжуючись у звивистий каналець другого порядку. Надалі він випрямляється і впадає в збиральну трубочку. Трубочки зливаються одна з одною і відкриваються загальними протоками в ниркову миску. Довжина одного нефрону близько 30-35 мм. У кожній нирці їх налічується приблизно 1-1,2 млн. Загальна довжина всіх каналців - 70-100 км, а їх поверхня складає 6 м². Нирки густо пронизані кровоносними судинами.

Нормальна спірограма



Спірографія - метод графічної реєстрації змінення об'єму легенів при диханні, який дозволяє отримати ряд показників, що характеризують діяльність дихальної системи людини. На рис. показана нормальна спірограма, на якій:

ДО (дихальний об'єм) - об'єм повітря, що надходить в легені за один вдих при спокійному диханні;

РОВд (резервний об'єм вдиху) - максимальний об'єм, який можна додатково вдихнути після спокійного вдиху;

РОвид (резервний об'єм видиху) - максимальний об'єм, який можна додатково видихнути після спокійного видиху;

Євд (ємність вдиху) - характеризує здатність легеневої тканини до розтягування;

ЖЄЛ (життєва ємність **легенів**) - максимальний об'єм, який можна вдихнути після максимально глибокого вдиху;

ФЖЄЛ (форсована життєва ємність **легенів**) - об'єм повітря, який можна видихнути на форсованому видиху після максимального вдиху.

МВЛ - максимальна вентиляція **легень**.

Застосовують багато методів оцінки функції дихання. Найважливіші з них - це спірографія, пневмотахометрія і пневмотахографія, загальна плетизмографія, дослідження вмісту газів і кислотно-основного стану крові. Спірографія дає можливість оцінити ефективність легеневої вентиляції при спокійному та форсованому диханні. Результати спірографічного дослідження залежать від багатьох чинників, тому його виконують за стандартною методикою у спокої і після дозованого фізичного навантаження.

Список рекомендованої літератури

1. Фізіологія людини : Підручник, рек. МОНУ / Микола Васильович Маліков, Володимир Іванович Філімонов, Надія Василівна Богдановська. - Запоріжжя : ЗНУ, 2009. - 758 с.
2. Фізіологія людини : Посібник для вищих навчальних закладів з фізичної культури / М. В. Маліков, К. Л. Власенко, Ю. В. Єщенко. - Запоріжжя : ЗНУ, 2007. - 109 с.
3. Завацький В.І. Курс лекцій з фізіології: Навчальний посібник. - Рівне: Волинські обереги, 2001. - 160 с.
4. Нормальна фізіологія: Підручник / Кол.авторів; За ред. В.І. Філімонова. - К.: Здоров'я, 1994. - 608 с.
5. Анатомія та фізіологія з патологією / За ред. Я.І. Федонюка, Л.С. Білика, Н.Х. Микули. - Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. - 680 с.
16. Посібник з нормальної фізіології / За ред. В.Г. Шевчука, Д.П. Наливайка. - К.: Здоров'я, 1995. - 368 с.
7. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) : Підруч. для студ. вищ. навч. закл., затвердж. МОНУ / М.Ю. Клевець, В.В. Манько, М.О. Гальків та ін. - вид. друге, доп. - Львів : ЛНУ імені І. Франка, 2012. - 312 с.
8. Фізіологія людини / Вільям Ф. Ганонг; пер. з англ. ; наук. ред. : М.: Гжегоцький, В. Шевчук, О. Заячківська. - Львів : БаК, 2002. - 784 с.
9. Фізіологія людини. Обмін речовин і енергозабезпечення м'язової діяльності : Навчальний посібник / Петро Плахтій. - 2-ге вид., доп. і перер. - К. : Професіонал, 2006. - 464 с.

Навчальне видання
(українською мовою)

Гречко Катерина Миколаївна
Власенко Констанція Львівна

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

Практикум
для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»
напрямів підготовки «Фізичне виховання»,
«Спорт», «Здоров'я людини»

Рецензент *М.В. Маліков*
Відповідальний за випуск *К.Л. Власенко*
Коректор *А.В. Бєляєва*