

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І. І. МЕЧНИКОВА
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН

ЕЛЕКТРОННІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Частина 4.

Лабораторні роботи та завдання для перевірки знань
Фізіологія обміну речовин та енергії. Фізіологія виділення



ОДЕСА
ОНУ
2023

**УДК 612.015.3:612.1/.8(072)
Ф503**

Укладачі:

Т. В. Гладкій, кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології, здоров'я і безпеки людини та природничої освіти;

Т. В. Коломійчук, ст. викладач кафедри фізіології, здоров'я і безпеки людини та природничої освіти.

Рецензенти:

Т. В. Гудзенко, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри мікробіології, вірусології та біотехнології Одеського національного університету імені І. І. Мечникова;

С. С. Чернадчук, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри молекулярної біології, біохімії та генетики Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

*Рекомендовано вченою радою біологічного факультету
ОНУ імені І. І. Мечникова.
Протокол № 5 від 16.03.2023 р.*

Ф503 **Фізіологія** людини і тварин [Електронний ресурс]: Електрон. метод. вказівки. Ч.4. Лабораторні роботи та завдання для перевірки знань. Фізіологія обміну речовин і енергії. Фізіологія виділення. Для студ. біологічного факультету першого (бакалаврського) рівня освіти, спец.091 «Біологія», 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини), для студ. факультету хімії та фармації другого (магістерського) рівня освіти, спец. 226 «Фармація. Промислова фармація»/ уклад.:Т. В. Гладкій, Т. В. Коломійчук. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2023. – 78 с. – 1,6 МБ.

Методичні рекомендації розроблені відповідно до вимог навчальної програми з дисципліни «Фізіологія людини» для здобувачів першого і другого рівнів вищої освіти біологічних і медичних спеціальностей (091 Біологія, 226 Фармація. Промислова фармація). Мета методичних рекомендацій – допомогти студентам засвоїти теоретичні розділи курсу зі змістових модулів: Фізіологія обміну речовин та енергії, фізіологія виділення і набути практичних навичок.

Методичні рекомендації містять опис та методіку проведення лабораторних робіт, перелік питань для підготовки і обговорення на заняттях, завдання для самостійного опрацювання окремих питань, перелік допоміжної літератури. Послідовність лабораторних занять відповідає робочій програмі.

УДК 612.015.3:612.1/.8(072)

ЗМІСТ

Передмова	5
ФІЗІОЛОГІЯ ОБМІНУ РЕЧОВИН І ЕНЕРГІЇ. ОСНОВНИЙ І НАЛЕЖНИЙ ОБМІН ЕНЕРГІЇ	7
Заняття 16. Фізіологія обміну енергії. Основний і належний обмін енергії	11
Робота 1. Визначення належної величини основного обміну за допомогою таблиць та формул	13
Робота 2. Методика розрахунку відсоткового відхилення основного обміну від належного за формулами та номограмами	18
Робота 3. Дослідження добової витрати енергії у людини хронометражно-табличним методом (визначення загального обміну)	20
Контрольні запитання.....	25
Тестові завдання для самоконтролю рівня знань	26
Ситуаційні завдання	28
Відповіді до ситуаційних завдань	28
Заняття 17. Харчування. Визначення складу і калорійності добового харчового раціону	30
Робота 1. Скласти харчовий раціон із розрахунку для себе на один день	33
Контрольні запитання	38
Тестові завдання для самоконтролю рівня знань	39
Ситуаційні завдання	42
Відповіді до ситуаційних завдань	43
ФІЗІОЛОГІЯ ВИДІЛЕННЯ	46
Заняття 18. Роль нирок у процесах виділення. Механізм сечоутворення	50
Робота 1. Вплив гідростатичного тиску, осмотичного тиску та діаметру приносних та виносних артеріол на утворення сечі	51
Робота 2. Вплив альдостерону та антидіуретичного гормону на швидкість утворення сечі	52
Робота 3. Вплив глюкози на швидкість утворення сечі	53
Робота 4. Визначення швидкості клубочкової фільтрації (ШКФ)	54
Контрольні запитання	56
Тестові завдання для самоконтролю рівня знань	57
Ситуаційні завдання	60
Відповіді до ситуаційних завдань	61

Заняття 19. Вивчення фізико-хімічних властивостей сечі	63
Робота 1. Дослідження фізико-хімічних властивостей сечі.....	65
Робота 2. Якісне визначення складових сечі людини	66
Робота 3. Мікроскопічне дослідження сечового осаду.....	69
Контрольні запитання	71
Тестові завдання для самоконтролю рівня знань	72
Ситуаційні завдання	74
Відповіді до ситуаційних завдань	75
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	77
ЕЛЕКТРОННІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ	77

ПЕРЕДМОВА

Першочергова задача лабораторних занять з фізіології полягає в наочній ілюстрації основних положень теоретичного курсу шляхом безпосереднього спостереження фізіологічних процесів. З'ясування механізмів діяльності органів і тканин можливе тільки при глибокому знанні особливостей методів і методик фізіологічного експерименту. Для цього необхідно познайомити здобувачів з багатьма методами дослідження, особливо з тими, які застосовуються в клінічній практиці.

Разом з тим лабораторні роботи повинні бути доступними для виконання здобувачами. При розробці переліку лабораторних занять передбачали можливість проведення робіт з використанням стандартного устаткування, що є в розпорядженні більшості кафедр фізіології університетів.

Значна частка робіт розрахована на самостійне виконання їх здобувачами. Деякі досліди на тваринах, які вимагають використання складної апаратури, представлені у вигляді віртуальних лабораторних робіт, а також є посилання на техніку виконання і отримані результати, які ілюструються відеофільмами, що знаходяться у вільному доступі в інтернеті.

Обов'язковою умовою успішного оволодіння основами фізіології є систематична самостійна робота студентів над курсом протягом року. Для полегшення і систематизації підготовки студентів до занять розроблені питання, які здобувачі повинні розглянути до початку роботи.

Для закріплення матеріалу після кожної роботи наводяться тестові питання, а також різні ситуаційні завдання, вирішення яких допоможе здобувачеві побачити можливість застосування своїх знань у практичній діяльності.

Виконані роботи оформляються студентами у вигляді протоколів дослідів, з акцентуванням уваги на заповнення таблиць, формулювання висновків, аналіз та обговорення отриманих матеріалів.

У Частині 4 «Методичних рекомендацій» представлені 11 лабораторних робіт, із них 4 – з теми «Фізіологія обміну речовин та енергії» та 7 лабораторних робіт з теми «Фізіологія виділення».

Роботу з експериментальними тваринами необхідно проводити згідно з Законом України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (№ 1759-VI від 15.12.2009 р.) з урахуванням правил Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються в експериментальних та інших наукових цілях.

Методичні рекомендації розроблені для студентів спеціальностей біологічного і медичного спрямувань (091 Біологія і 226 Фармація. Промислова фармація.)

ФІЗІОЛОГІЯ ОБМІНУ РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ

Обмін речовин та енергії становлять основу життєдіяльності. У процесі обміну поживні речовини перетворюються на власні компоненти тканин та кінцеві продукти метаболізму. При цих перетвореннях поглинається та вивільняється енергія. **Використання хімічної енергії в організмі називають енергетичним обміном.**

Багато фізіологічних явищ можна зрозуміти і пояснити, якщо використовувати термодинамічний підхід. Він ґрунтується на положеннях, зміст яких розкривають перший та другий закони термодинаміки.

Перший закон термодинаміки говорить про **кількісні співвідношення енергії при перетвореннях**. Відповідно до цього закону енергія не може виникнути з нічого, як і не може безслідно зникнути.

Усі енергетичні процеси є перетворенням одного виду енергії на інший. Якщо при цьому відбувається якась робота, то частина енергії втрачається у вигляді тепла (стає неупорядкованою, перетворюється на хаос), що розсіюється у просторі.

Стан будь-якої системи можна охарактеризувати двома термодинамічними параметрами – **вільна енергія та ентропія**.

Вільна енергія – це та частина загальної енергії, яка може бути перетворена на роботу.

Ентропія – міра неупорядкованості системи, хаотичність її стану.

Якщо в клітині відбувається синтез білкових молекул, то впорядкованість підвищується, молекули стають складнішими. Відповідно ентропія клітини при цьому знижується, а кількість вільної енергії підвищується.

При розпаді молекул картина зворотна, ентропія підвищується, а вільна енергія знижується.

Другий закон термодинаміки визначає **напрямок процесу**, він стверджує, що будь-яка енергія, що надходить до термодинамічної системи, не може уся бути використана для виконання роботи. Для роботи може бути використана тільки вільна енергія. Зв'язана енергія не може бути використана для виконання роботи, оскільки вона деградована.

У закритих термодинамічних системах вільна енергія мимовільно перетворюється на зв'язану і тому ці системи стають непрацездатними.

Щоб такі системи привести у стан працездатності, треба ввести додаткову вільну енергію ззовні, тоді системи стають відкритими.

Організми людини і тварин – це відкриті термодинамічні системи, у які постійно надходить приплив вільної енергії. Одночасно в довілля віддається знецінена, зв'язана енергія.

Завдяки взаємодії цих двох процесів ентропія живого організму (ступінь неупорядкованості, хаосу, деградації) залишається на постійному рівні.

Коли приплив вільної енергії (негентропії) зменшується або збільшується утворення зв'язаної енергії, сумарна ентропія (хаос) організму зростає, що може призвести до його термодинамічної смерті.

Вільна енергія для організму може надходити лише з їжею. Вона акумульована у хімічних зв'язках органічних речовин – білків, жирів, вуглеводів. Щоб звільнити цю енергію поживні речовини спочатку піддаються гідролізу, потім окисленню в аеробних або анаеробних умовах.

Речовини, що надходять з їжею в організм, **метаболізуються** (зазнають змін), частково вони перетворюються на речовини самого організму. У цьому полягає **процес асиміляції (або анаболізм)**, що забезпечує пластичні потреби організму, тобто побудову нових структур та оновлення клітин. Потреба організму в пластичних речовинах може бути задоволена тим мінімальним рівнем їх надходження з їжею, який врівноважуватиме втрати структурних білків, жирів, вуглеводів.

Усі реакції, які здійснюються у живому організмі, можна розділити на дві групи: **обмін енергетичний та обмін пластичний** (рис. 1, табл. 1).

Пластичний обмін – (асиміляція або анаболізм) – реакції утворення складних органічних речовин з простих, що протікають з використанням енергії.

Енергетичний обмін (дисиміляція або катаболізм) – процеси окислення та розщеплення складних органічних речовин до простих, що йдуть із вивільненням енергії, що запасена в речовинах їжі.



Рис. 1. Метаболічні переутворення речовин та енергії

Таблиця 1

Порівняння складових процесів метаболізму

Ознаки для порівняння	Анаболізм	Катаболізм
Задача процесу	Забезпечення організму будівельним матеріалом та енергоносіями	Забезпечення організму енергією
Хімічні сполуки	З простих сполук синтезуються складніші	Складні сполуки розпадаються до простих
Енергія	Використовується	Звільняється
АТФ	Витрачається	Утворюється, накопичується

Коли кількість енергії, що постуила, дорівнює кількості енергії, що втрачена, процеси асиміляції і дисиміляції перебувають у рівноважному стані.

Між обміном речовин та обміном енергії існує одна важлива відмінність. Речовина в біосфері обмінюється замкненим циклом і

- катаболічних процесів веде до часткового руйнування тканинних структур;
- віку (у дитячому віці переважає анаболізм, у дорослих зазвичай спостерігається рівновага, у старечому віці переважає катаболізм);
 - статі;
 - стану здоров'я;
 - маси тіла, площі поверхні тіла
 - фізичного або психоемоційного навантаження, що виконується організмом.

Заняття 16.

ФІЗІОЛОГІЯ ОБМІНУ ЕНЕРГІЇ.

ОСНОВНИЙ І НАЛЕЖНИЙ ОБМІН ЕНЕРГІЇ

Мета заняття: закріпити теоретичні знання з фізіології обміну речовин та енергії. Оволодіти табличними методами визначення основного обміну речовин та хронометражно-табличною методикою визначення добової витрати енергії у людини. Розрахувати добову витрату енергії у студентів.

Опанувати практичні навички: розраховувати належну величину основного обміну; розраховувати основний обмін досліджуваного табличним методом та відхилення основного обміну від належного; розраховувати площу поверхні тіла за номограмами; розраховувати добову трату енергії хронометражно-табличним методом; аналізувати вікові зміни енергетичних витрат організму.

Мати знання:

1. Закон збереження та перетворення енергії.
2. Основи термодинаміки.
3. Одиниці виміру енергії, анаболізм, катаболізм, асиміляція, дисиміляція, енергетична ємність білків, жирів та вуглеводів.
4. Методи дослідження метаболічних процесів організму людини.

У процесі обміну речовин постійно відбувається перетворення енергії: потенційна енергія складних органічних сполук, що надійшли з їжею, перетворюється на теплову, механічну та електричну.

Енергія витрачається не лише на підтримку температури тіла та виконання роботи, а й на відтворення структурних елементів клітин, забезпечення їх життєдіяльності, зростання та розвитку організму.

Головним результатом енергетичних процесів в організмі є теплоутворення, тому вся енергія, що утворилася в організмі, може бути виражена в одиницях тепла – **калоріях або джоулях**.

1 калорія = 4,19 Дж; 1 Дж = 0,239 кал.

1 ккал = 1000 кал = 4190 Дж.

Для визначення енергоутворення в організмі використовуються пряма калориметрія, непряма калориметрія та дослідження валового обміну.

Кількість енергії, що витрачається організмом протягом доби, називається загальним, або валовим обміном.

Валовий обмін складеться з величини основного обміну та енергетичних затрат при виконанні роботи (робочий обмін).

Основним обміном (ОО) називають кількість енергії, яка витрачається організмом у стані повного спокою і необхідна лише на підтримання життя (робота серця, кровообіг, дихання, збереження постійної температури тіла). Основний обмін визначається як теплопродукція організму в умовах максимального фізичного, інтелектуального та емоційного спокою.

Енергетичні витрати основного обміну зазвичай виражаються в кілокалоріях за 1 годину (або добу) та розраховуються на 1 кг маси тіла або 1 м^2 його поверхні.

Для дорослої людини середнє значення ОО дорівнює 1 ккал/кг/годину, що складає для чоловіків ($70\text{ кг} \cdot 24\text{ год} \cdot 1\text{ ккал}$) – 1700 ккал/добу (7000 кДж). Для жінок на – 10-15 % менше, ніж у чоловіків, тобто 1500 ккал/добу.

Дана величина залежить від статі, віку, маси тіла, стану здоров'я індивідуума і корелює з відношенням поверхні тіла до його об'єму.

Запитання для підготовки до заняття

1. Обмін речовин та енергії як основна функція живого організму.
2. Поняття про обмін енергії в організмі, між організмом та зовнішнім середовищем.
3. Методи оцінки енергозатрат. Одиниці виміру енергозатрат організмом
4. Уявлення про енергетичний баланс організму.
5. Принципи обліку приходу (одержання) та витрати енергії організмом.
6. Умови визначення основного обміну. Залежність його величини від статі, віку, ваги, поверхні тіла.

Робота 1.

Визначення належної величини основного обміну з а допомогою таблиць та формул

Обладнання та матеріали: таблиці Гарріса та Бенедикта; номограма для визначення площі поверхні тіла; мікрокалькулятор; медичні ваги; зрістомір.

Об'єкт дослідження: людина.

Мета роботи: розрахувати свій «належний» основний обмін двома способами:

- за таблицями і формулами Гарріса-Бенедикта, знаючи стать, вагу, вік, зріст;
- за даними поверхні тіла.

I. Розрахунок основного обміну за таблицями Гарріса-Бенедикта

Таблиці Гарріса-Бенедикта (таблиці А і Б) для розрахунку основного обміну складені на підставі математичного аналізу численних вимірювань основного обміну речовин здорових людей за допомогою спеціальних апаратів. При складанні таблиць враховані всі фактори, що впливають на основний обмін (стать, вік, вага, ріст), тому обчислені за таблицями і визначені на різних приладах показники основно-

го обміну у здорових людей дуже близькі за своїм значенням (у нормі різниця не повинна перевищувати 10 %).

Розрахункові таблиці для чоловіків та жінок різні. Кожна розрахункова таблиця складається з таблиці А та Б.

Хід роботи

1. За таблицею А, яка враховує масу тіла людини, знайти свою масу (кг) та відповідний до неї нормальний показник основного обміну (ккал).
2. За таблицею Б, яка враховує ріст і вік, у місці перетинання ліній, які йдуть від цих показників, знаходять необхідне число (ккал);
3. До показника, який отриманий за таблицею А, додають показник, отриманий за таблицею Б. Сума цих чисел і буде шуканою величиною належного основного обміну за добу.
4. Отримані значення ОО занести у таблицю 3.

Таблиця А

Визначення величини основного обміну за масою тіла

Жінки				Чоловіки			
кг	ккал	кг	ккал	кг	ккал	кг	ккал
44	1076	64	1267	50	754	70	1029
45	1085	65	1277	51	768	71	1043
46	1095	66	1286	52	782	72	1057
47	1105	67	1296	53	795	73	1070
48	1114	68	1305	54	809	74	1084
49	1124	69	1315	55	823	75	1098
50	1133	70	1325	56	837	76	1112
51	1143	71	1334	57	850	77	1125
52	1152	72	1344	58	864	78	1139
53	1162	73	1353	59	878	79	1153
54	1172	74	1363	60	892	80	1167
55	1181	75	1372	61	905	81	1180
56	1191	76	1382	62	919	82	1194
57	1200	77	1391	63	933	83	1208
58	1210	78	1401	64	947	84	1222
59	1219	79	1411	65	960	85	1235
60	1229	80	1420	66	974	86	1249
61	1238	81	1430	67	988	87	1263
62	1248	82	1439	68	1002	88	1277
63	1258	83	1449	69	1015	89	1290

Таблиця Б

Визначення основного обміну за ростом та віком у чоловіків (ккал)

Вік, у роках	Ріст, см									
	152	156	160	164	168	172	176	180	184	188
19	648	678	708	738	768	788	808	828	848	868
21	619	669	659	679	699	719	729	759	779	799
23	605	625	645	665	685	705	725	745	765	785
25	592	612	631	652	672	692	718	732	752	772
27	578	598	618	638	658	678	698	718	7638	758
29	565	585	605	625	645	665	685	705	725	745
31	551	571	591	611	631	651	671	691	711	731
33	538	558	578	598	618	638	658	678	698	718
35	524	544	564	584	604	624	644	664	684	704
37	511	531	551	571	591	611	631	651	671	691
39	497	517	537	557	577	597	617	637	657	677
41	484	504	524	544	564	584	604	624	644	664
43	470	490	510	530	550	557	590	610	630	650

Таблиця Б

Визначення основного обміну за ростом та віком у жінок (ккал)

Вік, у роках	Ріст, см									
	152	156	160	164	168	172	176	180	184	188
19	192	206	220	234	246	258	270	282	294	304
21	183	190	198	205	213	220	227	235	242	250
23	174	181	188	196	203	211	218	225	233	240
25	164	172	179	186	194	201	209	216	223	231
27	155	162	170	177	184	192	199	207	214	221
29	146	153	160	168	175	183	190	197	204	215
31	136	144	151	158	166	173	181	188	195	203
33	127	134	142	149	156	164	171	179	186	193
35	117	125	132	140	147	154	162	169	177	184
37	108	116	123	130	138	145	153	160	167	175
39	99	106	114	121	128	136	143	151	158	165
41	89	97	104	112	119	126	134	141	149	156
43	80	87	95	102	110	117	123	132	139	147

II. Розрахунок основного обміну за формулами Гарріса і Бенедикта

$$OO \text{ (для чоловіків)} = 66,47 + 13,7516 M + 5,0033 Zp + 6,7558 B,$$

$$OO \text{ (для жінок)} = 65,0955 + 9,5634 M + 1,8496 Zp + 4,6756 B,$$

де M – маса тіла, кг; Zp – зріст, см; B – вік, років.

Отримані величини основного обміну (за формулами) порівнюють з показниками ОО, розрахованими з використанням таблиць.

Отримані значення ОО занести у таблицю 3.

III. Методика визначення належної величини основного обміну за площею поверхні тіла

Між інтенсивністю обміну речовин та величиною поверхні тіла є закономірний зв'язок. Продукція тепла на 1 м² поверхні у людини за 1 годину в залежності від статі та віку наводиться нижче в таблиці 2.

Таблиця 2

Стандартні значення основного обміну, ккал 1 м²/год

Вік	Чоловіки	Жінки
16–18	43,0	40,0
18–20	41,0	38,0
20–30	39,5	37,0
30–40	39,5	36,5

Площу поверхні тіла знаходять за номограмою (рис. 3)

Хід роботи

1. Знайти у таблиці 1 стандартне значення величини витрати енергії в 1 годину на 1 м² поверхні тіла (відповідно до статі та віку);
2. За номограмою (рис. 1) знайти площу поверхні тіла;
3. Отримане значення ОО за 1 годину помножити на поверхню тіла (в м²), а потім зробити розрахунок на добу (24 год).

Примітка: площу поверхні тіла можна розрахувати також за формулою Мостелера:

$$ППТ = \sqrt{\text{зріст (см)} \times \text{вага(кг)} \div 3600}, \text{ де}$$

ППТ – площа поверхні тіла, м²;

ріст – ріст, см;

вага – маса тіла, кг.

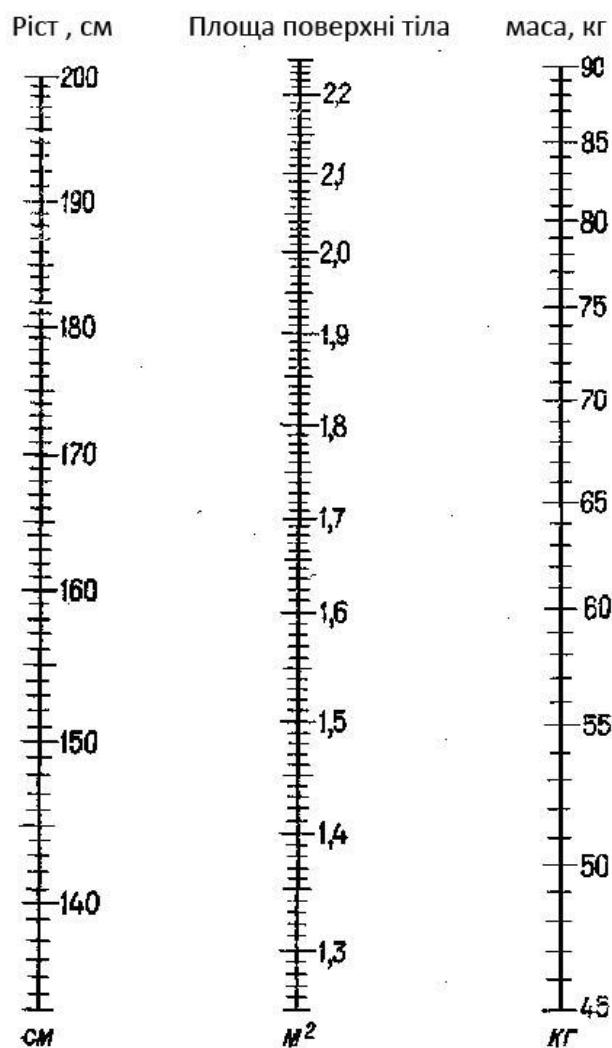


Рис. 3. Визначення площі поверхні тіла за масою та зрістом

4. Отримані значення ОО занести у таблицю 3.

Таблиця 3

Визначення належної величини основного обміну за допомогою таблиць та формул

Досліджуваний	Визначена належна величина основного обміну		
	за таблицями Гарріса-Бенедикта	за формулами Гарріса і Бенедикта	За площею поверхні тіла
.....			
.....			

Робота 2. Методика розрахунку відсоткового відхилення основного обміну від належного за формулами та номограмами

Обладнання та матеріали: секундомір, стетофонендоскоп, тонометр, калькулятор.

Об'єкт дослідження: людина.

Мета роботи: визначити відхилення основного обміну

1. Розрахунок відсоткового відхилення основного обміну за формулою Ріда.

Формула Ріда дає можливість розрахувати відсоток відхилення основного обміну від норми. Ця формула базується на тому, що існує зв'язок між артеріальним тиском, частотою пульсу та продукцією тепла в організмі. Відомо, що розрахунок основного обміну за допомогою формул завжди дає тільки приблизні результати, але при деяких захворюваннях вони є повністю відповідними і ці формули часто застосовують у клініці.

Відхилення до 10 % вважається у межах норми.

Для спрощення розрахунку за формулою Ріда існує номограма, на якій, з'єднавши прямою лінією крапки, що відповідають частоті пульсу та пульсовому тиску, знаходимо у точці перетину цієї прямої з середньою шкалою величину відхилення основного обміну в процентах.

Хід роботи

1. Тричі у проміжках часу 1–2 хв провести підрахунок пульсу й артеріального тиску за Коротковим. Знаходять середні величини.
2. Розрахувати відсоток відхилення величини основного обміну від норми за формулою Ріда:

ПО % = $0,75 \times (\text{ЧП} + \text{ПД} \times 0,74) - 72$, де

ПО – % відхилення основного обміну від норми;

ЧП – частота пульсу;

ПД – пульсовий тиск (різниця між систолічним та діастолічним тиском)

ЧП і ПД – є середніми величинами трьох вимірів.

Приклад розрахунку:

Частота пульсу (ЧП) дорівнює 75 за хв.; артеріальний тиск 120/80 мм рт. ст., пульсовий тиск (120-80)=40 мм рт. ст.

Відсоток відхилення: $0,75 \times [75 + (120 - 80) \times 0,74] - 72 = 6,45 \%$. Таким чином, основним обмін у даного піддослідного більше за норми на 6,45 %. Нормальними показниками відсотку відхилення вважаються коливання в межах (-10) – (+10)

Отримані дані занести у таблицю 4.

Для спрощення розрахунку відсотку відхилення ОО за формулою Ріда існує номограма на якій, з'єднавши прямою лінією крапки, що відповідають частоті пульсу та пульсовому тиску, знаходимо у точці перетину цієї прямої з середньою шкалою величину відхилення основного обміну у процентах (рис. 4).

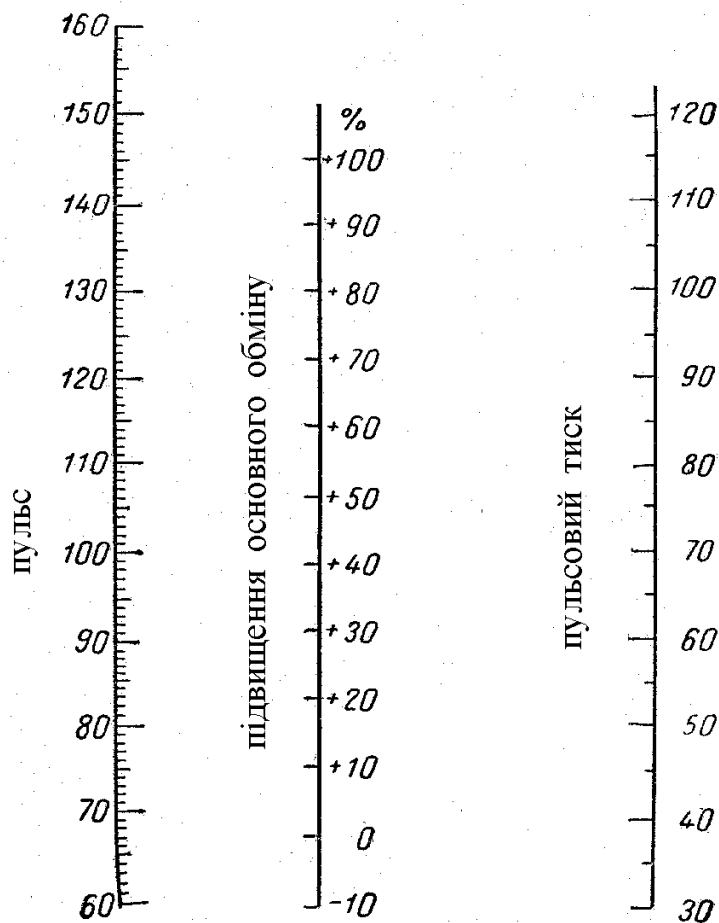


Рис. 4. Номограма визначення відсотку відхилення основного обміну от нормальних значень

Таблиця 4

Відхилення значень основного обміну (у %) від норми і кількість енергії, яка припадає на даний відсоток

Піддослідні	За формулою Ріда	За номограмою	Ккал (Дж)

Примітка. Формули придатні для виявлення порушень основного обміну при станах легкої та середньої тяжкості. Наприклад, за умов порушення функції щитоподібної залози легкої та середньої тяжкості. При тяжких формах захворювання результати значно відстають від величин основного обміну, отриманих газоаналітичним способом.

Розрахунок основного обміну за допомогою формул не проводиться у людей з тяжкими серцево-судинними розладами, миготливою аритмією, пароксизмальною тахікардією, недостатністю клапанів аорти та печінковими ускладненнями.

Робота 3. Дослідження добової витрати енергії у людини хронометражно-табличним методом (визначення загального обміну)

Будь-який вид діяльності значно збільшує витрати енергії. Тому добова витрата енергії людиною, яка проводить частину доби у русі та фізичній роботі значно перевищує величину основного обміну. Це збільшення енергетичних витрат становить **робочу надбавку**, яка тим більше, чим інтенсивніша м'язова робота (табл. 5).

При розумовій праці енергетичні витрати значно менші, ніж за фізичної.

Таблиця 5

Добова потреба енергії для осіб різних категорій праці

Категорія	Стать	Потреба у ккал за добу	Вид діяльності
I	Чол.	2450	Люди розумової праці
	Жін.	2100	
II	Чол.	2800	Робітники, які зайняті легкою фізичною працею
	Жін.	2400	
III	Чол.	3300	Особи, які зайняті на механізова-

	Жін.	2950	них видах праці (токарі, фрезерувальники та ін.)
IV	Чол.	3850	Робітники фізичного труда в галузях, де немає механізації, або є лише часткова (слюсарі, колгоспники та ін.)
	Жін.	3400	
V	Чол.	4200	Особи, які виконують тяжку фізичну роботу (вантажники, шахтарі, металурги та ін.)
	Жін.	3850	

Прийом їжі збільшує інтенсивність обміну речовин та енергетичні витрати організму в порівнянні з їх рівнем в умовах основного обміну. Збільшення обміну речовин та енергії починається через годину, досягає максимуму через 3 години після їжі і зберігається протягом декількох годин. Вплив прийому їжі, що посилює обмін речовин та енергетичні витрати, отримало назву **«специфічна динамічна дія їжі»**.

Найбільше посилення обміну спостерігається при білковому харчуванні, обмін збільшується в середньому на 30 %. При харчуванні жирами та вуглеводами – на 15 %.

Таким чином, загальні добові витрати енергії у людини складаються з:

1. Енергетичних витрат на основний обмін;
2. Розумового навантаження;
3. Фізичного навантаження;
4. Специфічної динамічної дії їжі;
5. Емоційного навантаження;
6. Терморегуляції (теплопродукції і тепловіддачі).

Хронометражно-табличний метод визначення добової витрати енергії у людини базується на використанні спеціальних таблиць, в яких представлені в кілокалоріях енерговитрати за одиницю часу за різних форм діяльності із розрахунку на 1 кг маси тіла людини. Дані цих таблиць були отримані в результаті спеціальних експериментів та досліджень шляхом прямої і непрямой калориметрії, яка вимагає спеціальної складної апаратури.

На відміну від інших, метод хронометражно-табличного визначення добової витрати енергії не потребує використання спеціальної апаратури і може застосовуватися за будь-яких умов.

Для визначення добової витрати енергії потрібно враховувати вид діяльності протягом доби і за таблицями (табл. 8), де вказується енергія, що затрачується для виконання тієї чи іншої роботи за 1 годину (хвилину) на кг ваги тіла. Потрібно визначити добову витрату енергії (див. приклад розрахунку, табл. 6) за добу.

Таблиця 6

Приклад розрахунку трати енергії за сутки

Вид діяльності	Ккал/кг/хв	Маса тіла (в кг)	Ккал/хв на масу тіла	Час у хв	Витрата енергії(ккал)
1	2	3	4	5	6
Сон	0,0155 ·	60	=0,93	420	=390,6
.....					
Усього					

Хід роботи:

1. В 1-й стовпчик робочої таблиці (табл. 7) записати в хронологічній послідовності всі види діяльності досліджуваного впродовж доби.
2. У другий стовпчик занести кількість енергії, яка тратиться на відповідний вид діяльності. у ккал/кг за 1 хвилину (див. табл. 6);
3. Отриману величину потрібно помножити на масу тіла та отримаємо кілокалорії на хвилину на масу тіла (стовпчик 4);
4. Кількість отриманих ккал/хв на масу тіла помножити на час (у хвилинах), що витрачається на виконання тієї чи іншої роботи. Отримана величина відображає витрату енергії для даного виду роботи.
5. Результати розрахунків занести у таблицю 7.

Таблиця 7

Робоча таблиця визначення трати енергії студентом за добу з урахуванням різних видів діяльності

Вид діяльності	Ккал/кг/хв	Маса тіла (в кг)	Ккал/хв на масу тіла	Час у хвиликах	Трата енергії (ккал)
Сон					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
Усього					

1. Для отримання кінцевого результату витрати енергії на різні види роботи за 24 години до отриманої суми додати 15 % від основного обміну, розрахованого на поверхню тіла (см. попередню роботу) для врахування специфічно-динамічного впливу їжі.

Таблиця 8

Витрати енергії при різноманітних видах діяльності

Вид діяльності	Енерговитрати за 1 хв на 1 кг маси тіла, ккал
1	2
Ходьба зі швидкістю 5 км/год	0,0690
--«-- 6 км/год	0,0714
--«-- 8 км/год	0,1548
Біг зі швидкістю 8 км/год	0,1357
--«-- 11 км/год	0,1780
--«-- 20 км/год	0,3200
Гімнастика, заняття йогою	0,0845
Гімнастика на спортивних приладах	0,1280
Крутіння хула-хупу	0,0539
Стрибки на скакалці	0,198
Гребля	0,1100
Їзда на велосипеді	0,1261
Бокс	0,1600
Боротьба	0,1066
Плавання	0,1323

1	2
Заняття аеробікою	0,1005
Пілатес	0,0868
Фехтування	0,1066
Вигул собаки	0,0587
В'язання, вишивання	0,0276
Шиття на машинці	0,0264
Миття вікон	0,0793
Прибирання	0,0329
Прибирання пилососом	0,0488
Миття посуду	0,0343
Прибирання ліжка	0,0200
Спів	0,0290
Гра на піаніно, гітарі	0,0503
Робота на городі	0,0806
Господарсько-побутова (прибирання у шафі)	0,0573
Прасування	0,0343
Їзда на машині	0,0267
Робота в лабораторії	0,0433
Робота в офісі	0,0290
Розумова праця сидячи	0,0250
Розумова праця стоячи,	0,0360
Друкування на комп'ютері	0,0333
Розмови по телефону	0,0407
Сидіння в Інтернеті	0,0302
Читання книги	0,0217
Заняття в навчальних закладах	0,0264
Носіння на руках маленьких дітей	0,0627
Годування та одягання маленьких дітей	0,0470
Особиста гігієна, одягання, роздягання, прийняття душа	0,0329
Укладка волосся	0,0470
Прийняття їжі	0,0236
Відпочинок стоячи	0,0264
--«-- сидячи	0,0229
--«-- лежачи	0,0183
Сон	0,0155

2. Зробити висновки

Контрольні запитання для перевірки рівня знань

1. Поняття та значення калориметрії. Методи прямої та непрямой калориметрії.
2. Поняття про компоненти добових енергетичних витрат організму: основний обмін, специфічна динамічна дія поживних речовин, робоча надбавка (робочий обмін).
3. Що називають основним обміном? Чому основний обмін визначають в стандартних умовах: максимального м'язового і емоційного спокою, натще, при температурі комфорту?
4. На які процеси розходиться енергія основного обміну в організмі? Які фактори визначають величину належного (середньостатистичного) основного обміну здорової людини?
5. Величини специфічного динамічного впливу різних поживних речовин.
6. Величина робочого обміну за різних видів праці.
7. Яка існує залежність між площею поверхні тіла та значеннями основного обміну. Чому?
8. Чому величини основного обміну у чоловіків та жінок різняться?
9. Як змінюються величини основного та добового обміну з віком?
10. Як впливає температура навколишнього середовища на витрату енергії організмом? Чому зростає обмін речовин при температурі навколишнього середовища нижче 15° С і вище 30° за С?
11. Дорослі або діти 3-5-річного віку затрачують більше енергії при виконанні м'язової роботи для досягнення одного і того ж корисного результату, у скільки разів і чому?

Тестові завдання для самоконтролю рівня знань

1. Єдність організму та середовища проявляється у безперервному

- А. Обміну енергією між організмом та середовищем
- В. Обміну речовин між організмом і середовищем
- С. Надходженням в організм речовин та виділенні токсичних речовин
- Д. Обміну речовинами та енергією між організмом та середовищем

2. Енерговитрати організму можна визначити шляхом вимірювання

- А. ЧСС та АТ
- В. Кількості тепла, що виділяється
- С. Рівню глюкози та вільних жирних кислот у крові

3. Знаючи обсяг поглиненого кисню, можна визначити величину основного обміну методом

- А. Прямої калориметрії
- В. Повного газоаналізу
- С. Неповного газоаналізу

4. Відношення об'єму виділеного вуглекислого газу до об'єму поглиненого кисню називається

- А. Дихальним коефіцієнтом
- В. Калоричним еквівалентом кисню
- С. Калоричною цінністю речовини

5. Інтенсивність загального обміну після прийому білкової їжі

- А. Зменшиться на 15%
- В. Не змінюється
- С. Збільшується на 15%
- Д. Збільшується 30%

6. Інтенсивність загального обміну після вживання вуглеводної їжі

- А. Зменшиться на 15%
- В. Не змінюється
- С. Збільшується на 15%
- Д. Збільшується на 30%

7. Методом непрямой калориметрії встановлено, що основний обмін досліджуваного на 15 % нижчий за належний. Порушення діяльності якої ендокринної залози можна припустити?

- А. Гіпоталамуса
- В. Гіпофіза
- С. Підшлункової залози
- Д. Щитоподібної залози
- Е. Статевих гормонів

8. Фактичний основний обмін визначають:

- А. За кількістю поглиненого кисню
- В. За площею поверхні тіла
- С. За таблицями Гарріса і Бенедикта
- Д. За формулами Ріда, Джейля, Брейтмана
- Е. За формулою Дрейера

9. Для дорослої людини у нормі середнє значення показника основного обміну становить:

- А. 0,5 ккал/(кг·год)
- В. 1 ккал/(кг·год)
- С. 2 ккал/(кг·год)
- Д. 5 ккал/(кг·год)
- Е. 10 ккал/(кг·год)

10. Методом непрямой калориметрії встановлено, що основний обмін досліджуваного на 25 % вищий за належний. Порушення діяльності якої ендокринної залози можна припустити?

- А. Гіпоталамуса
- В. Гіпофіза
- С. Підшлункової залози
- Д. Щитоподібної залози
- Е. Статевих гормонів

11. При визначенні величини основного обміну методом непрямой калориметрії з неповним газовим аналізом досить мати дані про:

- A. Кількість поглиненого кисню за одиницю часу
- B. Кількості живильних речовин, що надійшли в організм
- C. Кількості виділеного організмом тепла
- D. Кількості виділеного організмом вуглекислого газу
- E. Усі відповіді неправильні

12. При визначенні величини основного обміну методом прямої калориметрії використовують:

- A. Об'єм кількості виділеного вуглекислого газу
- B. Об'єм кількості виділеного вуглекислого газу і поглиненого кисню
- C. Об'єм кількості поглиненого кисню
- D. Безпосередній вимір кількості виділеного організмом тепла
- E. Усі відповіді неправильні.

Відповіді: 1.D; 2.B; 3.C; 4.A; 5.D; 6.C; 7.D; 8.A; 9.B; 10.D; 11.A; 12.D.

Ситуаційні завдання

1. Розрахуйте об'єм кисню, поглиненого за 1 хв, якщо МОД дорівнює 6 л. У повітрі, що вдихається міститься 20,93 % кисню, у видихуваному – 16,93 %.
2. Розрахуйте ДК, якщо випробуваний поглинає за хвилину 0,4 л кисню і виділяє 0,36 л вуглекислого газу.
3. а) Чи може ДК бути меншим за 0,7? Якщо так, то в якому разі?
б) У якому разі у людини ДК може бути більше ніж 1? Чому?
4. Чим переважно харчувався випробуваний, якщо він за добу спожив 672,8 л кисню і виділив з повітрям, що видихається, 628,3 л вуглекислого газу?
5. У випробуваного під час фізичного навантаження методом непрямой калориметрії визначають рівень енерговитрат. Відомо, що ДК у випробуваного становить 0,98. Які поживні речовини окислюються у випробуваного зараз в організмі? Чи можна розрахувати енерговитрати за обсягом виділеного CO_2 ? За яким показником розраховувати краще: за обсягом поглиненого O_2 чи за обсягом виділеного CO_2 ?
6. Температура повітря $+38\text{ }^\circ\text{C}$. На пляжі люди борються з перегріванням різними способами: один лежить, згорнувшись калачиком, інший знаходиться у воді за тієї ж температури, третій загорнувся у мокре простирadlo, четвертий стоїть. Який спосіб найефективніший?
7. Чи завжди збільшення кількості поту, що виділяється, призводить до збільшення тепловіддачі?
8. Одну тварину періодично поміщають у холодну воду, а іншу – у кімнату з повітрям тієї ж температури. У якої з тварин значно зміниться обмін речовин?

Відповіді на ситуаційні завдання

1. З кожних 100 мл повітря поглинено 4 мл кисню (20,93 мл – 16,93 мл). Значить, за хвилину з 6 л поглинено 240 мл.

2. ДК дорівнює відношенню кількості виділеного вуглекислого газу до поглиненого кисню в одиницю часу. У даному прикладу $ДК = 0,9$.
3. а) ДК ставати менше 0,7 у період відновлення після інтенсивної м'язової роботи, коли частина вуглекислоти тканин зв'язуються бікарбонатами, які звільняються при окисненні молочної кислоти, і в результаті до легень доходить менше вуглекислого газу, ніж утворюється в тканинах. б) ДК стає більше 1 відразу після інтенсивної роботи, коли в легенях виділяється не тільки вуглекислота, що утворюється в тканинах, а й вуглекислий газ, що витісняється молочною кислотою з бікарбонатів крові.
4. ДК є відношенням виділеного вуглекислого газу до спожитого кисню, тому $ДК = 628,3 \text{ л} / 672,8 \text{ л} = 0,93$. Враховуючи, що при окисненні вуглеводів ДК наближається до одиниці, а для жирів і білків становить 0,7 і 0,81, відповідно, випробуваний приймав їжу, багату на вуглеводи.
5. Так як ДК практично дорівнює 1, отже, в організмі випробуваного зараз окислюються вуглеводи. За обсягом виділеного CO_2 енерговитрати розрахувати можна, проте його виділення не завжди точно відображає рівень метаболізму; також внаслідок більшої залежності цього газу від факторів зовнішнього середовища (температури, вологості, тиску) краще розраховувати енерговитрати за обсягом поглиненого O_2 .
6. Шляхи віддачі тепла організмом – конвекція, радіація, випаровування, кондуктивність. За температури $+38 \text{ }^\circ\text{C}$ основну роль грає випаровування. У воді при температурі $+38 \text{ }^\circ\text{C}$ відсутні всі види тепловіддачі. Отже, найбільш ефективно охолоджуватиметься третій суб'єкт, який загорнувся у мокре простиралло.
7. Не завжди. Охолоджуючий ефект дає виділення поту, який випаровується. Якщо піт виділяється дуже рясно, він стікає по шкірі, не встигаючи випаруватися. При високій вологості випаровування поту зменшується, тепловіддача погіршується.

8. Теплопровідність і теплоємність води вища, ніж повітря, тому охолоджувальна здатність води більша. При дії холоду обмін речовин (теплопродукція) компенсаторно збільшується. Це збільшення буде більшим при впливі холодної води, тобто у тварини, яку поміщають у холодну воду.

Заняття 17.

ХАРЧУВАННЯ. ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ І КАЛОРІЙНОСТІ ДОБОВОГО ХАРЧОВОГО РАЦІОНУ

Мета заняття: Скласти харчовий раціон із розрахунку на одну особу на один день. Порівняти енергоємність харчового раціону з енерговитратами організму та з'ясувати, чи покриває він енерговитрати. Оцінити якісний склад харчового раціону.

Мати знання

1. Значення поживних речовин для організму людини.
2. Раціональне харчування.
3. Поняття про макро- та мікронутрієнти.

Запитання для підготовки до заняття

1. Принципи обліку приходу (отримання) та витрати енергії організмом.
2. Поняття пойкило-, гомойо-, гетеротермії та терморегуляції.
3. Уявлення про енергетичний баланс організму.
4. Закон термодинаміки Гесса. Скільки тепла звільняється при окисленні в організмі 1 г білків, 1 г жирів і 1 г вуглеводів?
5. Пластична та енергетична роль поживних речовин
6. Характеристика основних поживних речовин та ступінь значущості кожного з них.
7. Потреба організму в мінеральних речовинах (макро- та мікроелементах), їх значення.
8. Вітаміни, потреба, їх значення
9. Калорійна цінність різноманітних поживних речовин.

10. Що таке енергоцінність харчового раціону і як вона визначається?
11. Теорії харчування.
12. Що таке раціональне харчування та на яких принципах воно засноване?

Харчування – процес доставки та засвоєння поживних речовин в організмі для забезпечення його енергетичних та пластичних потреб, а також потреб у воді, вітамінах, мінеральних речовинах.

Основним принципом раціонального харчування є відповідність енергетичної цінності компонентів харчового раціону сумарним енерговитратам організму.

Визначення балансу поживних речовин є теоретичною основою розробки якісних параметрів харчових раціонів: необхідності надходження певної кількості білків, жирів та вуглеводів та їх оптимального співвідношення.

Харчові речовини, які входять до харчових продуктів, виконують функції, які забезпечують життєздатність організму. До них відносяться білки, жири та вуглеводи (табл. 9).

Таблиця 9

Функції харчових речовин, калорійний коефіцієнт та добова потреба

Функції білків	Функції жирів	Функції вуглеводів
Структурна	Енергетична	Енергетична
Скорочувальна	Захисна	Структурна
Транспортна	Терморегуляційна	
Каталітична		
Сигнальна		
Енергетична		
Будівельна		
Калорійний коефіцієнт		
4,1 ккал	9,3 ккал	4,1 ккал
Добові потреби		
110-112 г	100 г	450-500 г

Потреба людини у пластичному матеріалі покривається тільки в тому випадку, якщо харчовий раціон містить усі три види поживних речовин: білки, жири, вуглеводи.

Співвідношення у добовому раціоні по масі між поживними речовинами має становити 1 : 1 : 4 (табл. 9), а по енергетичній цінності 15 : 30 : 55 %. Це співвідношення поживних речовин має зберігатися у раціонах всіх груп населення (табл. 10)

Таблиця 10

Фізіологічні норми харчування на добу для населення з різною тяжкістю фізичної праці

Праця	Групи калорійності	Добова потреба у поживних речовинах, г			Добова витрата енергії, ккал
		Білки	Ліпіди	Вуглеводи	
Розумова праця	I	109	67	433	2100-2450
Легка фізична праця (механізована)	II	116	70	465	2500-2800
Середня фізична праця (частково механізована)	III	122	72	491	2950-3300
Тяжка фізична праця (немеханізована)	IV	141	82	558	3400-3850
Особливо важка немеханізована праця	V	163	94	631	3850-4200

Фізіологічні норми харчування дуже значною мірою змінюються залежно від віку, статі, росту, ваги, кліматичних і географічних умов, і навіть від виду праці та відпочинку.

Харчовий раціон складають, користуючись спеціальними таблицями, де зазначено відсотковий вміст у харчових продуктах білків, жирів та вуглеводів у 100 г продуктів.

При складанні харчового раціону необхідно керуватися такими вимогами:

1. У харчовому раціоні має бути оптимальне для людей даного виду праці кількість білків, жирів і вуглеводів.
2. Калорійність харчового раціону має покривати добову витрату енергії.

3. Співвідношення між поживними речовинами (білками, жирами, вуглеводами. відповідно) у харчовому раціоні дорослої людини становить 1,4:1:4. (30%:20%:50%)
4. До харчового раціону повинні входити вітаміни, мінеральні солі, вода.
5. Рекомендується включати 1/3 від необхідної кількості білків і жирів у вигляді продуктів тваринного походження.
6. Продукти, багаті на білки (м'ясо, риба, боби), рекомендується вводити в денний час; увечері – молочно-рослинні страви.
7. Обід повинен складатися з 2-х гарячих страв – першої та другої, і третьої – солодкої.
8. Хліб вводити як білий, так і чорний.

Найбільш раціональний 4-разовий режим харчування, тому, складаючи раціон, слід розраховувати перші та другі сніданки, обід та вечерю. Калораж раціону рекомендується розподіляти за окремими прийомами їжі так, щоб перший сніданок містив 25% всього добового калоражу раціону, другий сніданок – 15%, обід – 45%, вечеря – 15%. Кількість продуктів тваринного походження у харчовому раціоні повинна складати 1/3, продуктів рослинного походження – 2/3.

Робота 1.

Скласти харчовий раціон із розрахунку для себе на один день

Обладнання та матеріали: таблиці хімічного складу харчових продуктів та їхньої калорійності. Калькулятор.

Об'єкт дослідження: людина.

Мета роботи: визначити склад харчового раціону.

Для визначення складу та калорійності їжі застосовується обчислювальний метод. На першому етапі вивчають меню. Воно являє собою перелік страв, які входять до раціону харчування. Для розрахунку вмісту харчових речовин і їх енергетичної ємності у харчових продуктах використовуються дані таблиць хімічного складу та поживної вартості продуктів з кількістю засвоєних білків, жирів та вуглеводів у 100 г продуктів (табл. 12).

Хід роботи:

1. Вивчити меню і скласти харчовий раціон для себе за минулий день (сніданок, обід, вечеря). Продукти та страви, які були використані, занести у таблицю 11.

2. Підрахувати кількість продуктів в одній порції меню у грамах і занести у в 2-й стовпчик таблиці 11.

3. Підрахувати кількість білків, жирів та вуглеводів в одній порції у грамах і записати в 3-5 стовпчики таблиці 11:

(100 г житного хліба містить 5,5 г білків

125 г житного хліба містять x г білків.

$X = 125 \text{г} * 5,5 / 100 = 6,87 \text{ г білків у } 125 \text{ г житного хліба}$).

4. Користуючись таблицею 11, у якій вказана калорійність 100 г продукту, зробити розрахунок свого раціону, з перерозрахунком на кількість спожитих харчових речовин:

Отримані дані занести у 6-й стовпчик таблиці 11.

5. Отримані дані підсумувати по кожній графі робочої таблиці, результати записати в рядок Усього.

Таблиця 11

Калорійність добового раціону конкретної особи

Продукти та страви	Кількість у порції, г	Вміст поживних речовин в 1-й порції, г			Калорійність, ккал
		Білки	Жири	Вуглеводи	
Сніданок					
Хліб житній	125	6,87	1,25	42,50	212,5
Каша гречана (розсипч.)	150	9,0	1,59	46,8	250,5
...					
Усього сніданок:					
Обід					
.....					
.....					
Усього обід:					
Вечеря					
.....					
.....					
Усього вечеря:					
Усього за добу					

6. Зробити висновок щодо стану енергетичного балансу (рівновага, позитивний, негативний).

7. При остаточному визначенні необхідної кількості енергетичного обсягу харчового раціону необхідно врахувати, що **ступінь засвоєння їжі** становить, у середньому, **90 %**, тому калорійність раціону має перевищувати добові витрати організму (валовий обмін) до 10 %.

8. Оцінити якісний склад раціону та дати рекомендації щодо усунення виявлених недоліків у харчуванні

9. Якщо після остаточного підрахунку кількості білків, жирів і вуглеводів у добовому раціоні виявиться, що він не повністю відповідає прийнятним нормам, слід провести корекцію харчування (або зменшити, або збільшити кількість поживних речовин за рахунок додаткового введення в організм або відміни деяких видів продуктів).

Таблиця 12

Хімічний склад та енергетична цінність харчових продуктів

Продукти та страви	Кількість	Вміст поживних речовин, г			Калорійність, ккал
		білки	жири	вуглеводи	
1	2	3	4	5	6
Житній хліб	100 г	5,5	1,0	34,0	170
Пшен. хліб (I сорт)	100 г	7,6	0,9	49,7	240
Пшен. хліб (II сорт)	100 г	8,4	1,3	40,9	218
Каша рисова	100 г	2,5	0,2	26,8	122
~гречана (розсип.)	100 г	6,0	1,06	31,2	167
~гречана (в'язка)	100 г	3,2	0,8	17,4	92
~вівсяна (в'язка)	100 г	2,9	1,4	14,9	85
~вівсяна (рідка)	100 г	2,0	0,9	11,6	64
Отварна локшина	100 г	4,2	0,4	19,6	100
Молоко	1 ст.	7,3	8,	11,8	148
Сметана	100 г	4,3	26,23	1,72	256
Кефір	1 ст.	7,0	8,0	10,3	141
Сир голландський	100 г	26,8	27,3	—	353
Сир жирний	100 г	14,0	18,0	1,3	223
Сирки (сирк. маса)	100 г	7,1	23,0	27,5	135
Згущене молоко	100 г	10,5	10,1	51,0	337,5
Вершкове морозиво	100 г	3,3	10,0	2,02	181

1	2	3	4	5	6
Рослинна олія	100 г	0	99,9	0	899
Майонез	100 г	3,1	67,0	2,6	626
Молочн. маргарин	100 г	0,3	82	1	743
Вершкове масло	100 г	0,6	82,5	0,9	749
Топлене масло	100 г	0,3	98,0	0	882
Жир свинини	100 г	0	99,7	0	897
Цукор пісок	100 г	0	0	99,8	379
Карамель леденцева	100 г	0	0	96,7	364
Шоколад чорний	100 г	6,27	22,2	63,39	427
Шоколад молочний	100 г	6,9	35,7	52,4	559
Печиво цукрове	100 г	7,4	10	76	424
Пряники заварні	100 г	4,8	2,8	77,7	355
Тістечко листкове	100 г	4,1	29,0	34,8	417
Мед	100 г	1,42	—	79,89	315
Яловичина відварна	100 г	25,8	16,8	0	254
Котлети з ялович.	100 г	14,6	11,8	13,6	220
Печінка	100 г	19,4	4,6	—	116,5
Ковбаса	100 г	11,0	20,1	1,8	240
Сардельки свинячі	100 г	10,1	31,6	1,9	332
Свинина смажена	100 г	20,0	24,2	0	298
Сосиски молочні	100 г	11,0	23,9	1,6	266
М'ясний бульйон	200 г	1,2	0,4	10	8
Борщ зі сметаною	500 г	5,8	23,1	93	270
Рисовий суп	500 г	10,2	9,6	25,6	232
Курячий бульйон	100 г	0,5	0,1	0	3
Варена курка	100 г	25,2	7,4	—	170
Смажена курка	100 г	26,3	11,0	33	240
Яйце варене	100 г	12,8	11,6	0,8	159
Яєчня	100 г	12,9	20,9	0,9	243
Тріска смажена	100 г	15,9	5,1	30	122
Палтус варений	100 г	13,9	17,4	21	212
Судак варений	100 г	21,3	1,3	37	97
Окунь варений	100 г	19,9	3,6	24	112
Оселедець солоний	100 г	18,43	14,48	—	129

1	2	3	4	5	6
Карась свіжий	100 г	17,6	0,5	—	41,0
Вобла сушена	100 г	41,3	14,2	—	196,5
Ікра чорна	100 г	25,9	16,3	—	250,5
Капуста білокочан.	100 г	1,8	0,1	4,7	26
Капуста квашена	100 г	1,8	0,1	2,2	19
Морква	100 г	1,3	0,1	7,2	34
Помідори	100 г	1,1	0,2	3,8	23
Огірки	100 г	0,8	0,1	2,6	14
Цибуля	100 г	1,4	—	9,1	41
Картопля варена	100 г	2,0	0,4	16,7	80
Картопля в мунд.	100 г	2,0	0,4	16,9	81
Картопля смажена	100 г	2,8	9,5	23,4	192
Капуста тушена	100 г	2,0	3,3	9,6	75
Буряк варений	100 г	1,8	0	10,8	49
Морква варена	100 г	1,2	0,1	5,9	28
Морквяні котлети	100 г	3,6	6,8	20,1	158
Цибуля смажена	100 г	4,7	15,1	28,3	263
Абрикоси	100 г	0,9	—	9,0	41
Апельсини	100 г	0,9	—	8,1	40
Виноград	100 г	0,6	—	15,0	65
Груші	100 г	0,4	—	9,5	42
Полуниця	100 г	0,8	—	6,3	34
Слива	100 г	0,8	—	9,6	43
Чорна смородина	100 г	1,0	—	7,3	38
Яблука	100 г	0,4	—	9,8	45
Сік виноградний	100 г	0,3	—	13,8	54
Сік яблучний	100 г	0,5	—	9,1	38
Компот з абрикосів	100 г	0,2	—	13,8	53
Варення із сливи	100 г	0,4	—	73,2	280
Повидло яблучне	100 г	0,4	—	65,3	250
Кисіль із смород.	100 г	0,1	—	14,0	54
Компот із суш. ябл.	100 г	0,2	—	14,8	57
Смородина в цукрі	100 г	0,1	—	68	272
Чай без цукру	100 г	0	0	0	0

1	23	4	5	6	7
Кофе без цукру	100 г	0,2	0,6	0,1	9
Мінеральна вода	100 г	0	0	0	0
Безалк. газ. напої	100 г	0	0	8,7	36
Хлібний квас	100 г	0,2	0	5,0	25

Контрольні запитання для перевірки рівня знань

1. Уявлення про обмін енергії між організмом та зовнішнім середовищем.
2. Компоненти добових енергетичних витрат організму: основний обмін, специфічна динамічна дія поживних речовин, робоча надбавка (робочий обмін).
3. Величина робочого обміну за різних видів праці.
4. Добова потреба дорослої людини, дітей та підлітків у білках, жирах, вуглеводах, мінеральних речовинах та вітамінах.
5. Обмін білків. Азотистий баланс. Азотиста рівновага. Регуляція обміну білків.
6. Які білки і чому називають неповноцінними? Тваринні або рослинні білки вважаються повноцінними для організму, чому?
7. Які зміни в стані організму розвиваються при недостатньому надходженні білків?
8. Який відсоток від загальної кількості білків у харчовому раціоні повинні становити тваринні білки?
9. Що називають білковим мінімумом, чому він дорівнює в комфортних умовах спокою?
10. Що таке білковий оптимум, чому він дорівнює?
11. Яка роль печінки в обміні білків?
12. Перелічіть гормони, що регулюють обмін білків.
13. Обмін жирів: значення, основні етапи обміну, регуляція обміну жирів.
14. Від чого залежить біологічна цінність жирів, що поступають в організм? Які жирні кислоти і чому називаються незамінними?
15. Обмін вуглеводів: значення, основні етапи обміну, регулювання обміну вуглеводів.
16. Водно-сольовий обмін та його регуляція.

17. Поняття про поживні речовини та харчові продукти. Засвоюваність їжі.
18. Фізіологічні норми харчування людини.
19. Принцип складання харчового раціону.
20. Вікові особливості обміну білків, жирів та вуглеводів.
21. Яким має бути співвідношення в харчовому раціоні жирів тваринного і рослинного походження?
22. Яка частина енерговитрат організму (у відсотках) повинна покриватися за рахунок жирів?
23. Що таке збалансоване харчування.
24. Проблеми харчування населення світу.

Тестові завдання для самоконтролю рівня знань

- 1. Стан, при якому кількість виведеного азоту менша за кількість азоту, що надійшов в організм, називається**
 - A. Негативним азотистим балансом
 - B. Азотистим балансом
 - C. Азотистою рівновагою
 - D. Позитивним азотистим балансом
- 2. Кількість білка в їжі, що повністю забезпечує потреби організму, називається**
 - A. Білковим оптимумом
 - B. Негативним азотистим балансом
 - C. Білковим мінімумом
 - D. Позитивним азотистим балансом
- 3. Кількість тепла, що виділяється при окисленні 1 г харчової речовини в організмі, називається**
 - A. Калоричним еквівалентом кисню
 - B. Дихальним коефіцієнтом
 - C. Калоричною цінністю їжі
 - D. Позитивним балансом речовини
- 4. При згорянні білка в калориметрі утворюються такі кінцеві продукти:**
 - A. Вуглекислий газ, вода
 - B. Вуглекислий газ, сечовина, сечова кислота, креатинін
 - C. Амінокислоти, жирні кислоти
 - D. Глюкоза, фруктоза
 - E. Вуглекислий газ, аміак
- 5. В організмі жири та вуглеводи окислюються до наступних кінцевих продуктів:**
 - A. Вуглекислий газ, вода
 - B. Сечовина, сечова кислота, креатинін
 - C. Вуглекислий газ, вода, аміак
 - D. Глюкоза, фруктоза
 - E. Амінокислоти, жирні кислоти
- 6. Взаємозамінність окремих поживних речовин відповідно до їх енергоємності носить назву закону**
 - A. Специфічно-динамічної дії їжі
 - B. Засвоюваності їжі
 - C. Ізодинамії поживних речовин
 - D. Калоричного коефіцієнта
 - E. Дихального коефіцієнта

7. Провідна роль в регуляції обміну енергією належить наступному відділу головного мозку:

- A. Таламусу
- B. Довгастому мозку
- C. Ретикулярній формації середнього мозку
- D. Гіпоталамусу
- E. Корі великих півкуль

8. Добова потреба людини середнього віку у вуглеводах дорівнює

- A. 70-100 г
- B. 400-450 г
- C. 150-200 г
- D. 1000-1200 г

9. Добова потреба людини середнього віку у білках дорівнює

- A. 150-200 г
- B. 400-450 г
- C. 80-130 г
- D. 1000-1200 г

10. Добова потреба людини середнього віку у жирах дорівнює

- A. 70-100 г
- B. 120-150 г
- C. 400-450 г
- D. 1000-1200 г

11. З перелічених нижче гормонів переважну дію на вуглеводний обмін надає

- A. Тирокальцитонін
- B. Альдостерон
- C. Антидіуретичний
- D. Глюкагон
- E. Паратгормон

12. З перелічених нижче гормонів переважну дію на білковий обмін надає

- A. Соматотропний
- B. Адреналін
- C. Антидіуретичний
- D. Інсулін
- E. Вазопресин

13. Підсилює розпад білків у тканинах гормон:

- A. Вазопресин
- B. Адреналін
- C. Інсулін
- D. Глюкортикоїд (кортизол)
- E. Тироксин

14. Стимулює синтез білка у тканинах гормон

- A. Гідрокортизон
- B. Адреналін
- C. Соматотропін
- D. глюкагон

15. За відсутності в їжі, що споживається, незамінних амінокислот спостерігається

- A. Позитивний азотистий баланс
- B. Негативний азотистий баланс
- C. Азотна рівновага
- D. Ретенція (затримка) азоту

16. До жиророзчинних відносяться вітаміни

- A. Групи В
- B. С, Р
- C. А, Е
- D. К, С

17. До водорозчинних відноситься наступна група вітамінів

- A. А, Д, Е
- B. Е, К, Р
- C. В, Р, Д
- D. В, С, Р

18. Утворення складних органічних сполук із простих із витратою енергії називається

- A. Анаболізмом
- B. Робочим обміном
- C. Катаболізмом
- D. Основним обміном

19. Розпад складних органічних сполук до простих із виділенням енергії називається

- A. Асиміляцією
- B. Дисиміляцією
- C. Основним обміном
- D. Енергетичним балансом

20. Який гормон стимулює синтез жирів?

- A. Адреналін
- B. Тироксин
- C. Глюкокортикоїди
- D. Глюкагон
- E. Інсулін

21. Який гормон сприяє застосуванню глюкози клітинами:

- A. Глюкагон
- B. Адреналін
- C. Інсулін
- D. Тироксин
- E. Соматотропний гормон

22. Виділення організмом 9,3 ккал енергії відповідає окисненню в організмі:

- A. 1 г жирів
- B. 1 г білків
- C. 1 г вуглеводів
- D. 1 г будь-якої речовини
- E. Немає вірної відповіді

Відповіді: 1.D; 2.A; 3.C; 4.E; .A; 6.C; 7.D; 8.B; 9.C; 10.A; 11.D; 12.A; 13.D; 14.C; 15. B;16.C; 17.D; 18.A; 19.B; 20.E; 21.C; 22.A.

Ситуаційні завдання

1. Поясніть, чи зменшується калорійна цінність поживних речовин у процесі травлення.
2. Розрахуйте кількість енергії, що виділилася, якщо за час досліду окислювалися лише вуглеводи, і при цьому виділилося 6 л CO₂.
3. Насичене вологою повітря за умов температури тіла містить рівно удвічі більше водяної пари, ніж насичене повітря при меншій температурі. Виходячи з цього, поясніть, що відбувається з повітрям, що видихається, у дихальних шляхах тварин, які мешкають у пустелі.
4. У жінки зростом 150 см і масою 60 кг основний обмін дорівнює 1600 ккал. Визначте, чи відповідає це нормі.
5. Доросла людина спожила за добу 70 г білка, 300 г вуглеводів, 100 г жирів. Поясніть, чи відповідає це добовій потребі людини у поживних речовинах.
6. Які умови необхідно враховувати під час складання харчових раціонів, окрім відповідності калорійності їжі добовим витратам енергії?
7. Із сечею виділилося на добу 12 г азоту. Скільки білка розпалося в організмі?
8. Чому людям, які працюють в умовах забруднення солями важких металів, рекомендується вживати в їжу соки з м'якоттю та хлібопродукти із зерна грубого очищення?
9. Чому, незважаючи на однаковий вміст води у різних органах, відсоток води у всьому тілі у жінок та чоловіків різний?
10. Чим більшу роботу робить м'яз, тим інтенсивніше він споживає кисень. Чи можна стверджувати, що чим складнішу задачу вирішує мозок, тим більше кисню він споживає?
11. Чому при одній і тій же температурі повітря ми більше зябнемо у сиру погоду, ніж у суху?
12. Чому людина, яка перебуває на морозі в стані алкогольного сп'яніння, особливо схильна до загрози замерзання?

13. У багатьох тварин, на відміну від людини, при дії високої температури середовища температура тіла підвищується до значного рівня (у деяких антилоп до 46°C) і потім стабілізується на цьому рівні. Спробуйте пояснити фізіологічне значення такої реакції.
14. Людина потрапила в умови охолодження: при температурі навколишнього середовища 0°C на зупинці довго чекає автобус. Яка людина швидше замерзне – худа чи огрядна? В яку погоду людина замерзне швидше – у дощову чи суху погоду, якщо інші показники погодних умов однакові?
15. З якою метою при штучній гіпотермії людині вводять міорелаксанти?

Відповіді до ситуаційних завдань

1. За законом Гесса, енергетичний підсумок хімічної реакції не залежить від проміжних шляхів перетворення речовини, тому калорійна цінність поживних речовин у процесі травлення не зміншується.
2. Якщо окислювалися вуглеводи, то ДК дорівнює 1. Отже, кількість поглиненого O_2 теж 6 л. Калорійний еквівалент O_2 за умов ДК, що дорівнює 1, становить 5,05 ккал. Помноживши цю величину на 6, дістанемо 30,3 ккал.
3. За звичайних умов повітря, що поглинається, у дихальних шляхах максимально насичується вологою, що небезпечно для життя організму за умов пустелі, так як при видиханні цього повітря можна втратити велику кількість вологи. Тому у тварин, які мешкають у пустелі, повітря значно охолоджується в дихальних шляхах і забирає з собою меншу кількість води.
4. Для жінок належний основний обмін за 1 год дорівнює площі тіла (m^2) на 36 ккал. У даному випадку (ріст жінки 150 см, вага 60 кг) належний основний обмін дорівнює 1126 ккал. Основний обмін у випробовуваної жінки підвищений на 42 %.
5. Добова потреба у поживних речовинах залежить від рівня енергетичних витрат. У даному випадку харчовий раціон не відпові-

дає навіть найнижчим енерговитратам дорослої людини (І група: білка 100–120 г, жиру 90–100 г, вуглеводів 420–450 г).

6. Під час складання харчових раціонів, окрім відповідності калорійності їжі добовим витратам енергії, необхідно враховувати: добову потребу у поживних речовинах; оптимальне співвідношення продуктів рослинного і тваринного походження; ступінь засвоєння їжі; вміст вітамінів, мінеральних солей, мікроелементів; різноманітність страв і їх органолептичні властивості; стан організму людини; оптимальний добовий розподіл харчових продуктів.
7. 1 г азоту відповідає 6,25 г білка. В даному випадку в організмі зруйнувалося 75 г білка.
8. Ці продукти містять велику кількість целюлози, пектинів та споріднених ним сполук, які є речовинами з вираженою сорбційною здатністю. Тому ці продукти зменшують всмоктування солей важких металів у кишечнику.
9. У жінок відносно більша жирова тканина, яка містить дуже мало води. Тому, чим більше жиру входить до складу тіла, тим менший відсотковий вміст води в організмі.
10. Ні. М'яз можна уподібнити двигуну, який в одиницю часу споживає енергію пропорційної виробленої роботі. Мозок можна уподібнити ЕОМ, яка споживає багато енергії, але необхідна її кількість не залежить від складності розв'язуваних завдань.
11. Вологе повітря містить пари води і тому має більшу теплопровідність порівняно з сухим, тому у вологому середовищі віддача тепла йде швидше, ніж у сухому.
12. Алкоголь викликає розширення судин шкіри, що створює суб'єктивне відчуття тепла, незважаючи на дію холоду. Тому п'яний чоловік розкриває шубу, його тепловіддача різко посилюється, але відчуття тепла зберігається. Таким чином, алкоголь порушує зворотний зв'язок у системі терморегуляції.
13. Якщо температура тіла вище температури середовища, то стає можливою тепловіддача радіацією і конвекцією, і тоді еконо-

миться вода, яку організм втрачає з потом або слиною. У разі пустелі це важливо. Слід зазначити, що у таких тварин є спеціальні механізми, що сприяють охолодженню крові, що надходить у мозок.

14. Худий замерзне швидше, ніж гладкий, тому що жир має низьку теплопровідність і забезпечує теплоізоляцію, а у худого шар підшкірно-жирової клітковини тонше, ніж у гладкого. Людина швидше замерзне в дощову погоду, ніж у суху, якщо інші показники погодних умов однакові, оскільки збільшення вологості повітря збільшує теплоємність і теплопровідність повітря, що посилює тепловіддачу.
15. Міорелаксанти блокують нервово-м'язові синапси. При цьому вимикається скорочувальний термогенез (механізм тремтіння), що полегшує розвиток гіпотермії.

ФІЗІОЛОГІЯ ВИДІЛЕННЯ

Виділення є кінцевим етапом обміну речовин. Видільна система організму включає нирки, легені, шкіру та слизові оболонки, слинні залози, шлунково-кишковий тракт, печінку.

Потові залози виділяють воду та солі, деяку кількість сечовини, сечової кислоти, в умовах інтенсивної м'язової роботи – молочну кислоту.

Через **легені** виводяться з організму вуглекислий газ, пари води, деякі леткі речовини (пари ефіру, хлороформ при наркозі).

Слинні та шлункові залози видаляють деякі важкі метали, ряд лікарських речовин та чужорідні органічні сполуки.

Через **печінку** виводяться з крові гормони (тироксин, фолікулін), продукти розщеплення гемоглобіну, азотистого метаболізму та багато інших речовин.

Підшлункова залоза та кишкові залози виводять солі важких металів, лікарські речовини.

Але **нирки** – це **основний орган виділення**, вони забезпечують очищення плазми крові від ряду кінцевих продуктів обміну, які утворюються у процесі життєдіяльності, що підтримує постійний склад та об'єм міжклітинної рідини, забезпечуючи оптимальну життєдіяльність клітин,

Функції нирок – екскреторна, гомеостатична, метаболічна, інкреторна, захисна.

В основному ці функції реалізуються за рахунок утворення та виділення сечі. Нирки приймають участь у регуляції: водного балансу; іонного балансу та складу рідин внутрішнього середовища; постійності осмотичного тиску; кислотно-лужного балансу; метаболізму білків, жирів, вуглеводів, нуклеїнових кислот та інших органічних речовин (за рахунок змін екскреції та власної метаболічної функції); циркуляторного гомеостазу; еритропоезу, гемостазу (утворення гуморальних регуляторів зсідання крові та фібринолізу).

Структурно-функціональною одиницею нирки є нефрон (рис. 5).

Основними складовими нефрону є:

- судинний клубочок (гломерула, клубочок Мальпігієв),

- капсула клубочка (капсула Шумлянського-Боумена),
- проксимальний звивистий каналець,
- петля Генле,
- дистальний звивистий каналець,
- сечозбірна трубочка.

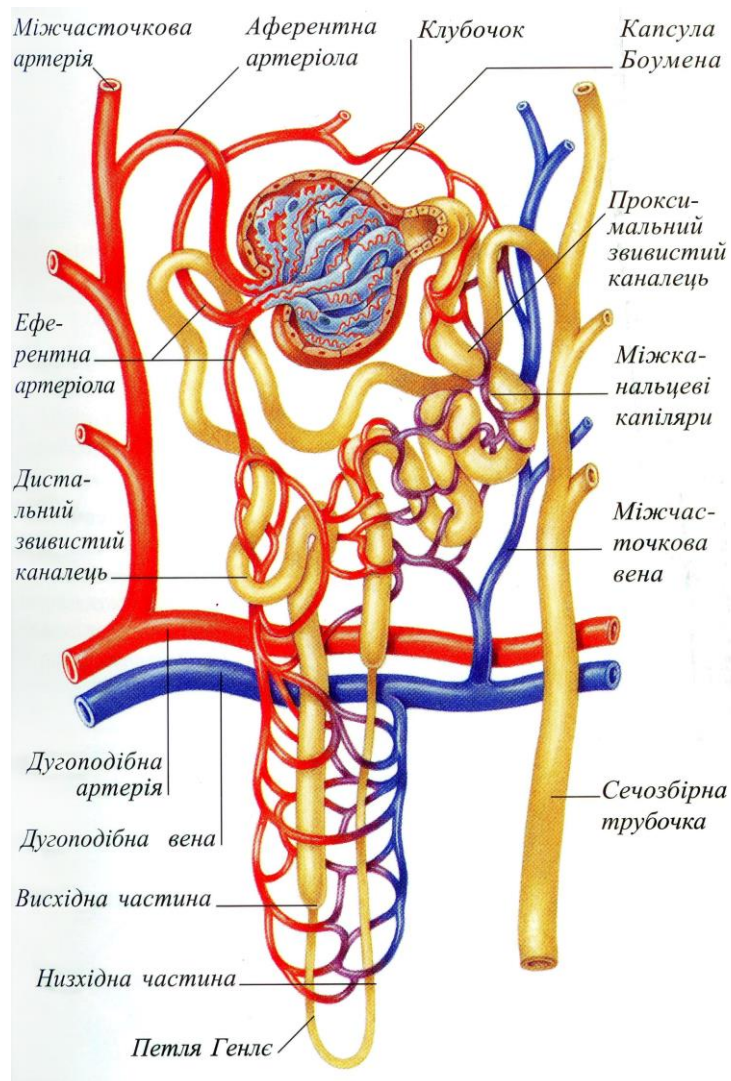


Рис. 5. Нефрон – структурно-функціональна одиниця нирки

Саме у нефроні відбувається процес утворення сечі (первинної і кінцевої).

Процес утворення сечі у нирці є результатом трьох процесів:

- клубочкова фільтрація,
- канальцева реабсорбція,
- канальцева секреція.

Клубочкова фільтрація – це фільтрація плазми крові з перенесенням води і речовин з низькою молекулярною масою з плазми, що протікає через клубочкові капіляри, під тиском, у порожнину капсули Боумена-Шумлянського. У результаті утворюється первинна сеча, приблизно 180 літрів за добу.

Клубочкова фільтрація – пасивний процес, він залежить від гідростатичного тиску у капілярному клубочку, онкотичного тиску плазми крові і внутрішньо капсульного тиску:

$$P_{\text{фільт}} = P_{\text{клуб}} - (P_{\text{онк}} + P_{\text{вн.кап}})$$

$P_{\text{клуб}}$ – гідростатичний тиск у судинному клубочку (70 мм рт. ст.),

$P_{\text{онк}}$ = онкотичний план білків плазми крові (30 мм рт. ст.),

$P_{\text{вн.кап.}}$ = тиск рідини, яка профільувалась у капсулу нефрона (20 мм рт. ст.).

Канальцева реабсорбція (зворотне всмоктування) - це процес всмоктування клітинами канальців і транспорт у міжклітинну рідину і капіляри нирок необхідних для організму речовин із первинної сечі.

Процеси реабсорбції здійснюються активно і пасивно.

Канальцева секреція – це переміщення деяких речовин з плазми крові в просвіт канальця в напрямку, протилежному реабсорбції, за допомогою активного і пасивного транспорту. В канальцях нефрона здійснюється секреція як речовин з крові околоканальцевих капілярів, так і речовин, що утворюються безпосередньо в клітинах канальцевого епітелію.

У результаті совокупності цих трьох процесів утворюється кінцева сеча.

Кінцевим продуктом діяльності нирок є сеча, обсяг, і склад якої варіює в залежності від фізіологічного стану організму. У нормі відокремлюється велика кількість розведеної сечі, але при нестачі в організмі води утворюється концентрована сеча.

Водний баланс організму та екскрецію солей регулюють гормони, що діють на дистальні звивисті ниркові канальці і ниркові

збірні трубки. Гуморальна регуляція діурезу здійснюється альдостероном та вазопресином.

Альдостерон (мінералокортикоїдний гормон), який синтезується в клубочковій зоні кори надниркових залоз.

Основними діями альдостерону є збільшення реабсорбції іонів Na^+ , Cl^- , двовуглецевих іонів та води у дистальних відділах звивистих каналців нефрону; зменшення швидкості утворення сечі і, як наслідок, підвищення артеріального тиску.

Антидіуретичний гормон (АДГ або вазопресин) є нейрогормоном гіпофізу, який синтезується в гіпоталамусі та накопичується у задній частині гіпофіза. АДГ виділяється в кровотік, якщо осморорецептори гіпоталамуса сприймають збільшення осмотичного тиску крові, а також барорецептори аорти та сонної артерії сприймають зниження кров'яного тиску.

Основними діями АДГ є збільшення реабсорбції води у дистальних відділах звивистих каналців нефрону; зменшення швидкості утворення сечі; підвищення артеріального тиску.

Діурез – об'єм сечі, що утворюється за певний проміжок часу, є різницею між кількістю рідини, що профільтрувалася в клубочках нирок і всмокталася назад у каналцях нефрону.

Осмотичний діурез (збільшення утворення сечі) спостерігається при підвищенні кількості речовин, які погано реабсорбуються, або знаходяться у великій кількості. Наприклад, підвищення рівня глюкози в крові, яке характерне для цукрового діабету, впливає на швидкість утворення сечі за рахунок того, що глюкоза проходить ниркові бар'єри і потрапляє в каналці нефрону, осмотичний тиск у каналцях підвищується і глюкоза тягне на себе воду і в результаті швидкість утворення сечі збільшується.

Заняття 18.

РОЛЬ НИРОК У ПРОЦЕСАХ ВИДІЛЕННЯ. МЕХАНІЗМ СЕЧОУТВОРЕННЯ

Мета заняття: Пояснити поняття системи виділення і механізми регуляції гомеостазу. Розкриття механізмів сечоутворення, що необхідне для розуміння функціонування системи виділення за умов різних функціональних станів, що забезпечує нормальний рівень метаболічних процесів в органах і тканинах. Вивчити механізми виділення та секреторної функції нирок, нейрогуморальної регуляції діяльності нирок.

Опанувати практичні навички: розраховувати швидкість фільтрації у клубочках, величину реабсорбції води у нефроні, проводити розрахунок кліренсу деяких речовин, інтерпретувати результати досліджень

Мати знання про: будову і функції нирки, будову структурно-функціональної одиниці нирки – нефрону, роль різних відділів нефрону у формуванні сечі; механізми утворення сечі; регуляція утворення сечі, фактори, які впливають на утворення сечі.

Питання для підготовки до заняття

1. Значення процесів виділення в життєдіяльності організму. Роль видільних органів у підтриманні гомеостазу.
2. Поняття про органи виділення. Система органів виділення, їх функції.
3. Структура, фізіологічна роль нефрону. Особливості його кровопостачання.
4. Процеси клубочкової фільтрації. Механізми утворення первинної сечі (значення тиску крові, онкотичного тиску, внутрішньокапсулярного тиску для фільтрації сечі).
5. Реабсорбція і секреція в нефроні, їх фізіологічні механізми.
6. Поворотно-протиплинно-помножувальна система нефронів.
7. Коефіцієнт очищення, визначення його і використання для виміру рівня клубочкової фільтрації, канальцевої реабсорбції, секреції і ниркового кровотоку

Робота 1.

Вплив гідростатичного тиску, осмотичного тиску та діаметру приносних та виносних артеріол на утворення сечі

До початку роботи ознайомтеся з відеофільмами:

Утворення сечі – <https://www.youtube.com/watch?v=0GOYWRVQlgE>

Нирковий клубочок і капсула Боумена –

<https://www.youtube.com/watch?v=2DFDGF6L3qQ>

Для виконання роботи необхідно скачати програму «Віртуальна фізіологія» «LuPraFi-Sim» за посиланням:

<http://www.ukraine-projekt.de/download.html?n=238>.

У програмі вибрати мову (англ.), потім вибрати необхідний розділ / Сечовивідна система / обрати вищевказану роботу.

Обладнання: віртуальна експериментальна модель нефрону.

Хід роботи

1. Натисніть кнопку "Старт" і дочекайтеся закінчення вимірювань.
2. Визначте величину швидкості утворення сечі.
3. Повторіть дії, описані в пунктах 1 і 2, змінивши діаметр приносної клубочкової артеріоли спочатку у більшу сторону, а потім – у меншу сторону.
4. Повторіть дії, описані в пунктах 1 і 2, змінивши діаметр виносної клубочкової артеріоли спочатку в більшу сторону, а потім – в меншу сторону.
5. Повторіть дії, описані в пунктах 1 і 2, змінивши значення кров'яного тиску, спочатку підвищивши, а потім знизивши його.
6. Повторіть дії, описані в пунктах 1 та 2, змінивши значення онкотичного тиску крові, спочатку підвищивши, а потім – знизивши його.
7. Заповнити таблицю 13:

Умови	Диаметр приносної артеріоли	Диаметр виносної артеріоли	Гідростатичний тиск, мм рт. ст.	Осмотичний тиск, мм рт. ст.	Величина діуреза, мл/хв
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

8. Оформити висновок:

- пояснити механізм впливу величини діаметру приносних та виносних артеріол на швидкість діурезу;
- пояснити механізм впливу величини гідростатичного тиску на швидкість діурезу;
- пояснити механізм впливу величини осмотичного тиску на швидкість діурезу.

Робота 2.

Вплив альдостерону та антидіуретичного гормону на швидкість утворення сечі

Для виконання роботи скачати програму «Віртуальна фізіологія» «LuPraFi-Sim»: <http://www.ukraine-projekt.de/download.html?n=238>.

У програмі вибрати мову (англ.), потім вибрати необхідний розділ/Сечовивідна система/ обрати вищевказану роботу.

Обладнання: віртуальна експериментальна модель нефрону, АДГ, альдостерон.

Мета роботи: продемонструвати вплив альдостерону та вазопресину на швидкість утворення сечі.

Хід роботи

1. Натисніть кнопку "Старт" та дочекайтеся закінчення вимірювання.
2. Визначте швидкість утворення сечі.

3. Введіть в організм альдостерон і повторіть пункти 1 та 2.
4. Введіть в організм вазопресин та повторіть пункти 1 та 2.
5. Заповніть таблицю 14:

Таблиця 14

Умови	Величина діурезу, мл/хв
Нормальні умови	
Ведення альдостерону	
Введення АДГ	

6. Оформити висновок:
 - пояснити механізм впливу альдостерону на швидкість діурезу;
 - пояснити механізм впливу вазопресину на швидкість діурезу.

Робота 3.

Вплив глюкози на швидкість утворення сечі

Для виконання роботи завантажити програму «Віртуальна фізіологія» «LuPraFi-Sim»: <http://www.ukraine-projekt.de/download.html?n=238>.

У програмі вибрати мову (англ.), потім вибрати необхідний розділ/Сечовивідна система/ обрати вищевказану роботу.

Обладнання: віртуальна експериментальна модель нефрону, глюкоза, NaOH, CuSO₄.

Мета роботи: продемонструвати ефект глікемії на інтенсивність утворення сечі та вмісту глюкози в сечі.

Хід роботи:

1. Натисніть кнопку "Старт" і дочекайтеся закінчення вимірювання.
2. Визначте швидкість утворення сечі.
3. Натисніть кнопку "взяти зразок".
4. Додайте в пробірку NaOH.
5. Додайте в пробірку CuSO₄.
6. Натисніть кнопку "нагріти зразок" і дочекайтеся закінчення вимірювання.
7. Введіть в організм глюкозу та повторіть пункти 1-6.
8. Заповнити таблицю 15:

Таблиця 15

Умови	Реакція Троммера	Величина діурезу, мл/хв
Нормальні умови		
Введення глюкози		

7. Оформити висновок:
– пояснити механізм впливу глюкози на швидкість діурезу.

Робота 4.

Визначення швидкості клубочкової фільтрації (ШКФ)

Швидкість клубочкової фільтрації визначають за об'ємом фільтрату, що надходить у початковий відділ нефронів обох нирок за 1 хв.

Метод ґрунтується на визначенні кліренсу.

Кліренс – це показник швидкості очищення плазми крові, інших середовищ чи тканин організму від будь-якої речовини (наприклад, ліків) в процесі його перетворення та виведення з організму.

Дослідження кліренсу ряду речовин, або кліренс-тести, застосовують у діагностичній практиці для оцінки видільної та метаболічної функції нирок.

Для вимірювання клубочкової фільтрації використовують інертні нетоксичні речовини, не зв'язані з білками плазми крові, що вільно проходять через пори мембрани шляхом фільтрації і не підлягають ні реабсорбції, ні секреції: інулін, ендogenous креатинін, тіосульфат натрію.

Швидкість клубочкової фільтрації вимірюють у мл за 1 хв на 1,73 м² поверхні тіла, і кількісно це відповідає кліренсу речовини, від якої плазма очищається лише шляхом фільтрації.

Розрахунок здійснюють за такою формулою:

$$K_{\text{ін}} = \frac{C_{\text{інсеча}}}{C_{\text{інплазма}}} \cdot V_{\text{мл/хв}}$$

де:

$K_{\text{ін}}$ – швидкість клубочкової фільтрації інуліну, **або кліренс по інуліну**;

$C_{\text{інсеча}}$ – концентрація інуліну у сечі;

$C_{\text{інплазма}}$ – концентрація інуліну у плазмі;

V – об'єм сечі в мл за 1 хвилину.

ШКФ в середньому становить у чоловіків 125 мл/хв; у жінок – 110 мл/хв. За результатами визначення концентрації інуліну чи ендogenous

генного креатиніну в крові і сечі можна розрахувати ШКФ речовини, яка нас інтересує.

Задача: Розрахувати швидкість клубочкової фільтрації сечовини у відповідної особи, якщо відомо:

Кліренс по інуліну у досліджуваної особи складає 120 мл/хв

Концентрація сечовини у плазмі крові – 0,13 мг/мл;

Концентрація сечовини у сечі – 1,9 мг/мл

Кількість виділеної сечі за хвилину – 5 мл/хв

Рішення

Для визначення величини реабсорбції і секреції речовини необхідно знати наступне.

а) Швидкість переходу даної речовини у фільтрат, для чого необхідно знати об'єм фільтрації і концентрацію даної речовини у фільтраті (у плазмі). Об'єм фільтрації по інуліну рівний 120 мл/хв, а концентрація сечовини в плазмі — 0,13 мг/мл. Отже, у фільтрат кожен хвилину переходить $120 \times 0,13 = 15,6$ мг/хв сечовини.

б) Швидкість переходу сечовини в кінцеву сечу, для чого треба знати об'єм кінцевої сечі (мл/хв) і концентрацію речовини в кінцевій сечі.

За 1 хвилину утворюється 5 мл/хв сечі, а концентрація в ній сечовини рівна 1,9 мг/мл, отже, за 1 хвилину переходить в кінцеву сечу 9,5 міліграм сечовини.

На підставі цих двох значень можна розрахувати швидкість реабсорбції або секреції сечовини.

З 15,6 міліграм сечовини (за 1 хвилину), що утворилися, організм покидають 9,5 міліграм сечовини, а решта частини – $15,6 - 9,5 = 6,1$ мг/хв сечовини реабсорбується.

Завдання

1. Розрахувати ШКФ у чоловіка віком 35 років, якщо після введення інуліну концентрація його в плазмі становить 0,04 ммоль/л, в сечі – 0,85 ммоль/л. Сечі виділяється 5 мл/хв.

2. Розрахувати ШКФ у чоловіка віком 40 років, якщо після введення інуліну концентрація його в плазмі становить 0,044 ммоль/л, в сечі – 0,72 ммоль/л. Сечі виділяється 4 мл/хв.

Концентрація сечовини в крові в звичайних умовах практично постійна. Оскільки сечовина не лише фільтрується, але і частково реабсорбується, коефіцієнт «очищення» сечовини завжди менше коефіцієнта «очищення» інуліна. Кліренс сечовини в нормі дорівнює 60-80 мл/хв. Менші величини свідчать про порушення функції нирок.

Контрольні запитання для перевірки рівня знань

1. Значення процесів виділення в життєдіяльності організму. Поняття про органи виділення.
2. Структура, фізіологічна роль нефрону. Особливості його кровопостачання.
3. Процеси клубочкової фільтрації: а) характеристика ниркової мембрани; б) механізми утворення первинної сечі.
4. Які фактори визначають швидкість клубочкової фільтрації?
5. Яка величина гідростатичного тиску крові у капілярах клубочка?
6. Як зміниться ефективний фільтраційний тиск у нирці при підвищенні онкотичного тиску плазми?
7. Які з білків плазми з найбільшою ймовірністю можуть з'явитися в сечі при патології нирок?
8. Концентрування сечі.
9. Як називаються спеціальні білки клітинної мембрани, що формують мембранні канали та забезпечують селективність транспорту води у ниркових каналцях?
10. Нейрогуморальна регуляція функції нирок.
11. Який гормон збільшує реабсорбцію натрію у нирках?
12. Який вид діурезу розвивається у хворих на нецукровий діабет?
13. Як називається гормон, що збільшує проникність дистальних звивистих каналців та збиральних трубочок для води?
14. У яких ділянках нирки утворюється ренін? У чому полягає фізіологічна роль реніну?

8. 15. У якому відділі нефрону переважно реабсорбується глюкоза? При якій концентрації глюкози в плазмі починає виникати явище глюкозурії?
15. Канальцева реабсорбція: а) механізми реабсорбції натрію, глюкози, амінокислот, білків, води; б) механізм поворотно-протитечійної системи в нирках; в) обов'язкова і факультативна реабсорбція води. Методи визначення канальцевої реабсорбції.
16. Коефіцієнт очищення, визначення його і використання для виміру рівня клубочкової фільтрації, канальцевої реабсорбції, секреції і ниркового кровотоку

Тестові завдання для самоконтролю рівня знань

1. Участь нирок у регуляції кровотоку зумовлена виробленням у них:

- A. Еритропоетину
- B. Урокінази
- C. Ангіотензину
- D. Реніну
- E. Фосфатази

2. Які білки плазми крові з найбільшою імовірністю можуть з'явитися у сечі при патології нирок?

- A. Глобуліни
- B. Фібриноген
- C. Гамма-глобуліни
- D. Альбумін
- E. Альбумін і фібриноген

3. У людини внаслідок тривалого голодування швидкість клубочкової фільтрації зростає на 20 %.

Найбільш ймовірною причиною змін фільтрації в зазначених умовах є:

- A. Збільшення системного артеріального тиску
- B. Збільшення проникності ниркового фільтру
- C. Зменшення онкотичного тиску плазми крові
- D. Збільшення коефіцієнта фільтрації

E. Збільшення ниркового плазмотоку

4. Хворий втратив багато рідини, внаслідок чого виник стан дегідратації. Які виникнуть зміни в порівнянні з нормою?

- A. Підвищення проникливості збірних трубочок для води
- B. Підвищення венозного тиску
- C. Підвищення концентрації натрійуретичного гормону
- D. Підвищення швидкості екскреції сечі
- E. Зменшення активності реніну

5. При аналізі сечі встановлено глюкозурію. При якій концентрації глюкози в крові (ммоль/л) можливе таке явище?

- A. 2,4 – 4,4
- B. 4,4 – 5,5
- C. 7,0 – 8,0
- D. 9,5 – 10,5

E. Усі відповіді невірні

6. Які з перерахованих гормонів впливають на обмін натрію в організмі за рахунок збільшення його реабсорбції канальцями нирок?

- A. Мінералокортикоїди
- B. Глюкокортикоїди
- C. Паратгормон
- D. Тироксин

Е. Андроген

7. У якому відділі нефрону переважно реабсорбується глюкоза?

- А. Проксимальному
- В. Дистальному
- С. Збиральних трубочках
- Д. Петлі Генле
- Е. Петлі Генле і збиральних трубочках

8. В експерименті виявили, що тиск крові у капілярах клубочка 47 мм рт. ст., тиск сечі у капсулі нефрону – 10 мм рт. ст., онкотичний тиск первинної сечі – 0 мм рт. ст. Визначіть, за якої величини онкотичного тиску плазми зупиниться клубочкова фільтрація?

- А. 57 мм рт. ст.
- В. 47 мм рт. ст.
- С. 37 мм рт. ст.
- Д. 27 мм рт. ст.
- Е. 10 мм рт. ст.

9. Реабсорбція глюкози здійснюється шляхом вторинного активного транспорту в одному з таких відділів нефрону:

- А. Проксимальних канальців
- В. Низхідного відділу петлі Генле
- С. Висхідного відділу петлі Генле
- Д. Дистальних канальців
- Е. Збиральних трубочках

10. Пацієнтові призначено антибіотик пеніцилін. В якому з відділів відбуваються його секреція і виділення з організму?

- А. Проксимальних канальців
- В. Низхідному відділі петлі Генле
- С. Висхідному відділі петлі Генле
- Д. Дистальних канальців
- Е. Збиральних трубочках

11. Під час дослідження виділення нирками низькомолекулярної речовини виявили, що її кліренс більший, ніж кліренс інуліну. Які процеси у нефроні сприяють виділення цієї речовини?

А. Клубочкова фільтрація

- В. Секреція у канальцях
- С. Секреція у збиральних трубочках
- Д. Секреція у петлі Генле
- Е. Клубочкова фільтрація та секреція в канальцях

12. Кліренс інуліну є показником:

- А. Канальцевої секреції
- В. Канальцевої реабсорбції
- С. Клубочкової фільтрації
- Д. Усіх указаних функцій нефрону
- Е. Ниркового плазматому

13. Чому дорівнює об'єм клубочкової фільтрації, якщо концентрація інуліну в сечі 2 мг%, концентрація інуліну в плазмі – 0,02 мг%, хвилинний діурез – 1,0 мл?

- А. 260 мл/хв
- В. 0,04 мл/хв
- С. 400 мл/хв
- Д. 100 мл/хв
- Е. 300 мл/хв

14. Ультрафільтрат клубочка має склад, найближчий до складу:

- А. Кінцевої сечі
- В. Суцільної артеріальної крові
- С. Суцільної венозної крові
- Д. Плазми крові
- Е. Плазми крові та кінцевої сечі

15. Яка сеча утворюється за умов антидіурезу?

- А. Гіпотонічна
- В. Нормотонічна
- С. Гіпертонічна
- Д. Ізоосмолярна
- Е. Ізоосмолярна і нормотонічна

16. Передсердний натрійуретичний гормон:

- А. Виділяється у правому передсерді
- В. Розширює ниркові артерії
- С. Зменшує реабсорбцію натрію у нирках

D. Зменшує виділення альдостерону

E. Усі відповіді вірні

17. Як діє АДГ на канальцеву реабсорбцію?

A. Збільшує реабсорбцію води

B. Знижує реабсорбцію води

C. Не впливає на реабсорбцію води

D. Знижує, потім збільшує реабсорбцію води

E. Усі відповіді вірні

Відповіді: 1A; 2 D; 3C; 4C; 5 D; 6A; 7A; 8C; 9A; 10A; 11У; 12C; 13 D; 14 D; 15C; 16E; 17A.

Ситуаційні завдання

1. Тиск крові в капілярах клубочків дорівнює 70 мм рт. ст., онкотичний тиск – 25 мм рт. ст., внутрішньонирковий тиск – 45 мм рт. ст., величина кровотоку в нирці – 1000 мл/хв. Яка кількість сечі утворюється у нирці за 1 хв. Чому?
2. Поясніть, як зміниться діурез, якщо у тварини знижений осмотичний тиск крові та збільшений артеріальний тиск.
3. Чому в осіб з порушенням водно-електролітного балансу набряки сильніше виражені рано-вранці?
4. Поясніть, які зміни у сечоутворенні відбуватимуться за умов збільшення осмотичного тиску крові.
5. Поясніть, чому у нічний час величина діурезу зменшується.
6. Поясніть, якщо концентрація фармакологічного препарату, наприклад, антибіотика, повинна підтримуватися у плазмі крові на постійному рівні, який нирковий кліренс – високий або низький – повинен бути у даного препарату?
7. Під час обстеження виявлено, що речовина А має нирковий кліренс 56 %, речовина В – 99 %. Поясніть:
 - 1) Яку з даних речовин можна застосувати для оцінки величини ниркового кровотоку?
 - 2) Який ще показник необхідно знати для розрахунку ниркового кровотоку?
 - 3) Яка об'ємна швидкість кровотоку через нирки?
8. Поясніть, чому за умов інтенсивної м'язової роботи може різко зменшитися утворення сечі.
9. Відоме явище больової анурії. Суть його полягає в тому, що за умов сильного болю робота нирок може тимчасово сповільнитися аж до повного припинення утворення сечі. Поясніть фізіологічне значення цього явища.

10. Навіщо під час розтягування передсердя надлишком крові, що притікає, у ньому утворюється натрійуретичний гормон? У чому фізіологічне значення цієї реакції?
11. Дитина з'їла шматок солоної риби, після чого у неї з'явилися набряки і підвищилася температура. Як пояснити це явище?
12. Поясніть, які з наведених нижче речовин потрапляють у сечу в результаті фільтрації, а які – в результаті канальцевої секреції: сечовина, пеніцилін, сечова кислота, уробілін, бікарбонати, фосфати, глюкоза, аміак, гіпурова кислота, інулін, іони натрію, іони калію, іони кальцію, креатинін, альбумін.

Відповіді до ситуаційних завдань

1. У даному разі ЕФД (ефективний фільтраційний тиск) = $P_{\text{гідростатичний}} - P_{\text{онк}} - P_{\text{внутрішньокасульний}} = 70 \text{ мм} - 25 \text{ мм} - 45 \text{ мм} = 0 \text{ мм}$. При ефективному фільтраційному тиску, що дорівнює 0, фільтрації не буде, а значить, не буде і первинної сечі.
2. Діурез збільшиться за рахунок посиленого виходу води за осмотичним градієнтом і одночасного збільшення фільтраційного тиску.
3. Тому що максимальний рівень антидіуретичного гормону відзначається приблизно о 2 годині ночі, тому до ранку відзначається виражена затримка води.
4. За умов збільшення осмотичного тиску крові вода затримується нирками і кількість сечі зменшується. Водночас уповільнюється зворотне всмоктування солей.
5. Вночі зменшується АТ, що спричинює падіння фільтраційного тиску і зменшення фільтрації. Також у нічний час спостерігається найвища кількість секреції вазопресину (антидіуретичного гормону), що сприяє збільшенню реабсорбції води..
6. У даного препарату має бути низький нирковий кліренс.
7. 1) Кліренс, який дорівнює 99 %, свідчить про те, що плазма крові практично повністю очищується від речовини, проходячи через нирки, тобто кліренс дорівнює величині плазмотоку. Такою речовиною є речовина В, парааміногіпурова кислота, яка вільно

фільтрується, секретується за допомогою переносника органічних кислот у проксимальних канальцях, але не реабсорбується.

2) Для розрахунку ниркового кровотоку необхідно знати ще і величину гематокриту.

Крізь нирки проходить близько 20 % об'ємного кровотоку, тобто близько 1 л/хв.

8. Під час м'язової роботи збуджується симпатична нервова система. Виділяється адреналін, який за умов взаємодії з різними рецепторами (α і β) змінює діаметр судин різних органів по-різному, що призводить до розподілу кровотоку.

Судини працюючих м'язів розширюються за рахунок місцевих метаболітів і вони отримують більше крові.

Оскільки у коронарних судинах серця домінують β -адренорецептори, то дія адреналіну супроводжується розширенням судин серця і кровопостачання серця збільшується.

Автономна регуляція мозкового кровообігу забезпечує збереження його на постійному рівні. Таким чином, м'язи, серце і мозок за умов фізичного навантаження працюють у оптимальному режимі кровопостачання.

Проте адреналін звужує судини внутрішніх органів, в яких переважає кількість α -адренорецепторів і вони звужуються. Тому їх кровопостачання тимчасово погіршується. У нирках це може призвести до припинення діурезу.

9. Дане явище має пристосувальний характер, який виробився у процесі еволюції у відповідь на біль, який супроводжує травми і крововтрати. За цих умов нирки тимчасово припиняють утворення сечі і організм зберігає рідину перед загрозою її втрати.

При болю активується симпатичний відділ вегетативної нервової системи що супроводжується збільшенням виділення адреналіну. Адреналін впливає на судини нирок звужує їх, що призводить до зменшення утворення сечі.

10. Натрійуретичний гормон сприяє зменшенню реабсорбції Na^+ у канальцях нефрону, отже, і води. В результаті більше води виводиться з сечею, зменшується об'єм циркулюючої крові. Для зменшення об'єму циркулюючої крові кількість води в організмі

необхідно зменшити, тоді стає зрозумілим значення дії натрійуретичного гормону.

11. У дітей спостерігається інтенсивніша реабсорбція натрію, ніж у дорослих, тому посилюється реабсорбція води, збільшується об'єм циркулюючої крові і підвищується кров'яний тиск, що супроводжуються фільтрацією рідини у міжклітинний простір. Тому навіть помірне сольове навантаження викликає набряк і гарячковий стан.
12. Фільтруються: інулін, бікарбонати, сечовина, сечова кислота, уробілін, фосфати, глюкоза, аміак, іони калію і натрію, Ca^{2+} альбумін, креатинін.
У результаті канальцевої секреції в сечу виділяються: сечовина, пеніцилін, аміак, гіпурова кислота.

Заняття 19.

ВИВЧЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СЕЧІ

Мета заняття: ознайомитися з основними методами клінічного аналізу сечі.

Опанувати практичні навички: визначати фізико-хімічні властивості сечі, проводити якісне визначення складових сечі, проводити мікроскопію сечового осаду.

Мати знання про: механізм утворення сечі, збір і аналіз сечі, значення організованого і неорганізованого компонентів осаду сечі, склад сечі в нормі і причини, які призводять до порушення складу сечі.

Питання для підготовки до заняття

1. Процес сечовиділення, фактори, що його зумовлюють.
2. Регуляція сечоутворення і сечовиділення.
3. Нейрогуморальна регуляція сечоутворення.
4. Вплив гормонів на процес сечоутворення.
5. Регуляція виведення сечі.
6. Вплив м'язової діяльності на функції органів виділення.
7. Фізико-хімічні особливості складу сечі.

Дослідження сечі полягає у визначенні фізичних властивостей, хімічного складу і мікроскопічному виявленні сечового складу.

Для дослідження збирають усю порцію ранкової (концентрованої) сечі після ретельного туалету зовнішніх статевих органів.

Сечу необхідно збирати в абсолютно чистий сухий посуд, зберігати в холодному місці, мікроскопічне дослідження слід здійснювати не пізніше як за 2 години після збирання.

В нормі з організму з сечею виводиться 60-80 % від об'єму спожитої рідини.

Поліурія – збільшення добової кількості сечі (понад 2000 мл за добу).

Олігурія – зменшення добової кількості сечі (менше 500 мл за добу).

Анурія – повне припинення виділення сечі (менше 200 мл за добу).

Обладнання: сеча (нормальна, з підвищеною концентрацією білка, з підвищеною концентрацією глюкози); мірний циліндр, пінцет, урометр, фільтрувальний папір, універсальний індикаторний папір (рН 1-10), хімічні склянки, скляні лійки, реактив Ларіонової, дистильована вода, спиртівка, центрифужні пробірки, пастерівська піпетка, груша гумова, предметне скло, центрифуга, мікроскоп.

Робота 1.

Дослідження фізико-хімічних властивостей сечі

Перед початком роботи ознайомтеся з відеофільмом:

https://www.youtube.com/watch?v=J_k0f3mXrpg загальний аналіз сечі (9 хв.)

Хід роботи

1. Визначення кольору сечі

- У вузький циліндр ємкістю 100 мл налити (по стінці) сечу, уникаючи утворення піни.
- Колір сечі визначають на світлі, тримаючи циліндр коло очей.

Колір сечі в нормі коливається від солом'яного до насиченого жовтого, що залежить від наявності в ній пігментів (уроchromів, уробіліноідів, уроетрину та ін). Насичений жовтий колір вказує на відносно високу щільність і концентрованість сечі. Безбарвна або бліда сеча має низьку щільність і виділяється у великій кількості.

Забарвлення сечі може змінюватися при певних патологічних станах, споживанні деяких продуктів харчування (буряк, морква), прийомі певних лікарських препаратів.

2. Прозорість сечі. У нормі сеча прозора. Каламутність може бути спричинена бактеріями, еритроцитами, клітинними елементами, солями, слизом. Встановити причини помутніння сечі дає змогу мікроскопічне дослідження сечового складу.

3. Запах сечі. Нормальна сеча, що постояла деякий час на відкритому повітрі, або свіжовипущена сеча при запальному процесі в сечових шляхах має запах аміаку. При цистинурії сеча має запах сірководню, при цукровому діабеті внаслідок ацетонурії – запах гнилих яблук; неприємний запах меркаптану з'являється після споживання великої кількості часнику, хрону.

4. Визначення питомої ваги (відносної густини) сечі

Для визначення питомої ваги сечі використовують урометр. Питому вагу визначають по відношенню до питомої ваги води, яку приймають за 1000. Питома вага сечі за нормальних умов за цією шкалою становить 1010-1025 (або 1,010 – 1,025 г/мл):

- У вузький циліндр ємкістю 100 мл налити (по стінці) сечу, уникаючи утворення піни.
- Поволі опустити урометр у циліндр, щоб та частина його, що знаходиться вище рівня сечі, не намокла.
- зафіксувати на урометрі поділку проти нижнього меніска рівня сечі у циліндрі (питома вага сечі).
- Внести поправку на температуру: на кожні 3 °С вище 15 °С додають, а на кожні 3 °С нижче 15 °С зменшують по 0,001 показань шкали урометра.
- Порівняти одержані показники з нормальними величинами густини сечі у людини.
- Отримані результати занести у таблицю

У здорової людини упродовж доби відносна густина сечі може коливатися в широких межах, від 1,008 – 1,026, в ранковій порції вона становить 1,020 – 1,026.

5. Визначення реакції сечі

Реакція сечі може бути кислою, лужною або нейтральною. Сеча травоядних тварин у нормі лужна, всеїдних та хижаків – слабокисла або кисла.

У нормі реакція сечі нейтральна або слабокисла (рН 5,0-7,0).

- На предметне скло, яке лежить на білому листку, помістіть червоний та синій лакмусові папірці.
- Скляною паличкою нанеси на лакмусовий папір по краплі сечі і спостерігати за зміною забарвлення.

Можливі наступні результати:

- а) синій папір червоніє, червоний не змінюється – реакція сечі кисла;
 - б) червоний папір синіє, синій не змінюється – реакція сечі лужна;
 - в) обидві смужки не змінюють кольору – реакція сечі нейтральна.
- Отримані результати занести у таблицю 15.

Робота 2. Якісне визначення складових сечі людини

А) Визначення білка в сечі

Всі реакції на білок базуються на його коагуляції, тобто появі муті при легкій альбумінурії. Тому при виконанні реакції на білок сеча повинна бути абсолютно прозорою (профільтрувати).

Проведення якісної проби х застосуванням реактиву Ларіонової.
Готування реактиву Ларіонової:

20 – 30 г кристалічного натрій хлориду розчинити у 100 мл дистильованої води при підігріванні, дати відстоятись до охолодження. Надосадочну рідину злити, фільтрувати.

Для приготування 10 мл реактиву до 9,9 мл фільтрату натрій хлориду додати 0,1 мл концентрованої нітратної кислоти.

- У пробірку налити 1-2 мл реактиву Ларіонової.
- Піпеткою обережно по стінці пробірки нашарувати сечу, намагаючись не збовтувати рідину, вмикнути секундомір.
- Відзначити час появи на межі поділу двох рідин каламутно-білого кільця.

Поява тонкого білого кільця на межі поділу середовищ через 2 – 3 хвилини вказує на наявність білка в досліджуваній сечі в кількості 0,033 г/л (0,0033 %) –це вважається нормою.

Якщо кільце з'явилося раніше, сечу необхідно розбавити дистильованою водою. Підбирають таке розведення, щоб при нашаруванні сечі на азотну кислоту кільце з'явилося на 2-3-й хвилині. Концентрацію білка вираховують, помноживши 0,033 г/л на ступінь розведення.

Протеїнурія – надмірне виділення білка з сечею.

Б) Якісне визначення цукру в сечі за методом Альтгаузена

- Змішати 4 мл сечі з 1 мл 10 % розчину лугу;
- Кип'ятити вміст пробірці впродовж 1 хв.
- Через 10 хв визначити, яке забарвлення на кольоровій таблиці (див. рис. б) відповідає кольору рідини, отриманому в пробірці.
- Для цього пробірку поставити на кружечок забарвленої смужки таблиці.
- Якщо забарвлення рідини більш інтенсивніше за колір однієї будь-якої смужки, але слабкіше за наступну, тоді концентрація цукру у данному зразку буде становити середню величину від зазначених показників на цих смужках.
- Якщо концентрація глюкози в сечі більше 4 %, сечу розбавити водою у 2 і більше разів;

- Визначити відсоткову кількість цукру (отримане число необхідно помножити на ступінь розведення).

Альтгаузен запропонував шкалу кольорових стандартів (рис. 6), що відповідають певному відсотковому вмісту глюкози у сечі.

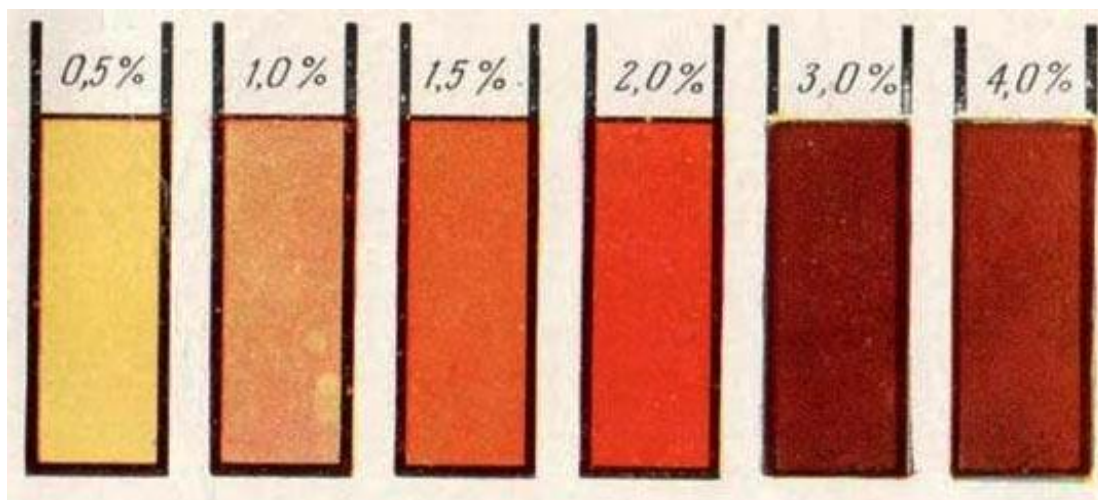


Рис. 6. Сахариметр Альтгаузена

Глюкозурія – поява глюкози в сечі.

Отримані у досліді дані занести у таблицю 16.

Таблиця 16

Фізико-хімічні показники досліджуваного зразка сечі

Показники сечі	Норма	Досліджуваний зразок
Кольор	жовтий (солом'яний або бурштиновий)	
Прозорість	прозора	
Запах	легкий запах аміаку	
Питома вага	1010-1025	
Реакція	pH 5,0-7,0	
Білок	відсутній	
Глюкоза	відсутня	

Робота 3. Мікроскопічне дослідження сечового осаду

Перед початком роботи ознайомтеся з відеофільмом:

https://www.youtube.com/watch?v=DFaR-Nw_GC8 – мікроскопія сечового осаду

<https://www.youtube.com/watch?v=5s5GSzaXp28> мікроскопія сечового осаду

Розрізняють органічну і неорганічну частини сечового осаду.

Органічна частина осаду (організований осад) представлена еритроцитами, лейкоцитами, циліндрами і епітелієм.

Неорганічна частина (неорганізований осад) складається із солей, що випадають у вигляді кристалів та аморфних мас. Характер солей залежить від колоїдного стану мас, рН та інших властивостей.

Приготування мікроскопічних препаратів із сечових осадів

Хід дослідження

- 10 мл сечі, зібраної з дна посуду, перенести в конічну пробірку для центрифугування та центрифугувати впродовж 5 хв при 1000 об/хв;
- Надосадову рідину злити, швидко нахилиючи пробірку, намагаючись не збовтати осад.
- Осад набрати в піпетку і перенести на предметне скло, накрити покривним склом.
- Роздивитись під мікроскопом, спочатку при малому збільшенні (окуляр 10 * об'єктив 8), а потім, для більш детального ознайомлення, при великому збільшенні (10 * 40) з опущеним конденсором.
- Ідентифікувати виявлені організовані (рис. 7) і неорганізовані компоненти осаду (рис. 8).

Результати дослідження сечі замалювати у зошиті і підписати.

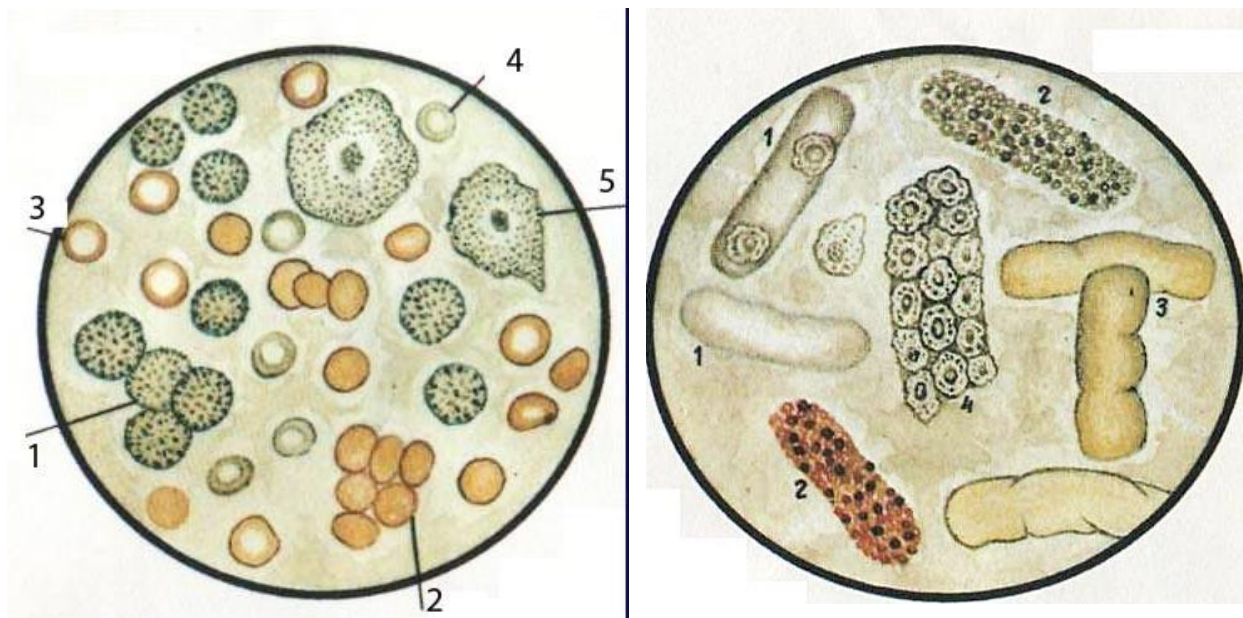


Рис. 7. Організований осад сечі

1 – лейкоцити;
 2 – еритроцити незмінні;
 3 – еритроцити мало змінні;
 4 – еритроцити змінні (вилуджені);
 5 – клітини плоского епітелію

1 – гіаліновий циліндр;
 2 – зернисті циліндри;
 3 – воскоподібні циліндри;
 4 – еритроцитарний циліндр

Лейкоцити у нормі в сечі відсутні або можуть спостерігатися поодинокі в полі зору.

Лейкоцитурія (>5 лейкоцитів у полі зору або > 2000 в 1 мл);

Піурія – відповідає вмісту в сечі ≥ 60 лейкоцитів у полі зору (при гломерулонефриті, амілоїдозі, хронічному відторгненні ниркового трансплантату, хронічному інтерстиціальному нефриті).

Еритроцити (червоні кров'яні клітини) у незначних кількостях можуть виводитися з сечею у цілком здорової людини (2-5 у полі зору).

Гематурія – поява у сечі понаднормової кількості еритроцитів.

Гематурія свідчить при патологіях: захворювання нирок, сечового міхура, сечоводів, серйозної інтоксикації і навіть злякисних новоутвореннях сечовидільної системи.

За кислої реакції сечі виявляються: сечова кислота (ромбічні кристали жовтувато-коричневого кольору) і урати (дрібні цеглясто-червоні зерна, що розміщуються купками).

За лужною реакцією сечі знаходять: трипельфосфати, аморфні фосфати, кислий сечокийсний амоній, вуглекислий кальцій.

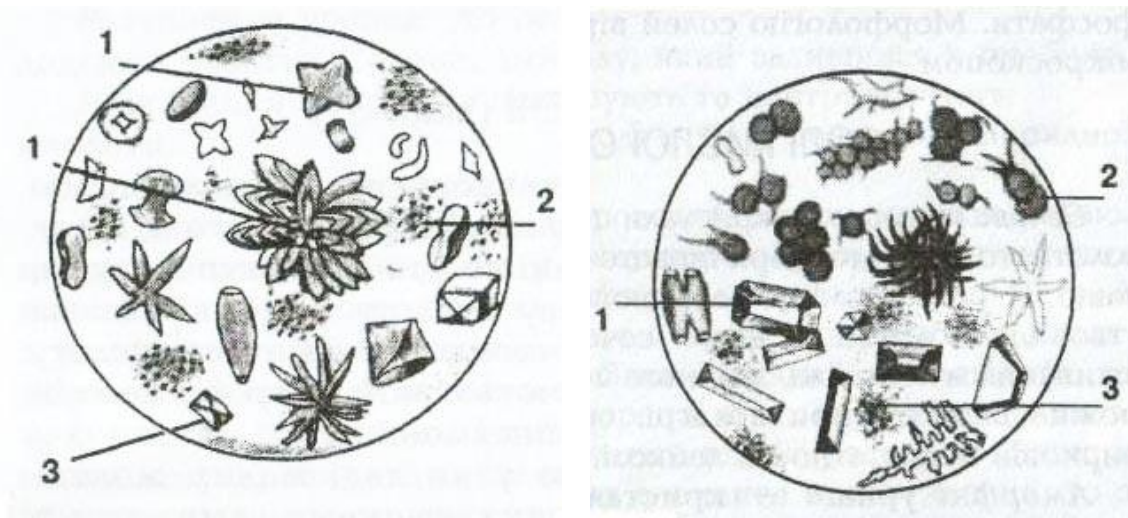


Рис. 8. Неорганізований осад сечі

Соли кислої сечі:

- 1 – кристали сечової кислоти;
- 2 – аморфні урати;
- 3 – кристали оксалатів

Соли лужної сечі:

- 1 – кристали трипельфосфатів;
- 2 – кристали кислого сечокийсного амонію;
- 3 – аморфні фосфати

Дослідження сечі дуже важливе для постановки діагнозу і контролю перебігу захворювання.

Різноманітні патологічні процеси, що відбуваються в нирках і сечовивідних шляхах, позначаються на властивості сечі.

Патологічні зміни в інших органах теж можуть викликати зміни в сечі.

Контрольні запитання для перевірки рівня знань

- 2. Які є методи клінічного дослідження нирок і сечовивідних шляхів?
- 3. У чому полягають фізичні властивості сечі і як вони змінюються у здорових і хворих осіб?
- 4. Яке діагностичне значення хімічного дослідження сечі?
- 5. Що таке протеїнурія і яке її значення в діагностиці захворювань нирок?
- 6. Що таке гематурія й гемоглобінурія?
- 7. Чим характерна глюкозурія?
- 8. Які ознаки має кетонурія?

9. Для чого і як проводять мікроскопічне дослідження осадів сечі і яке його діагностичне значення?
10. Що таке неорганізовані осади?
11. Що таке організовані осади сечі?
12. За яких обставин з'являється у сечі гемоглобін?
13. Яка форма білірубіну може з'явитися у сечі? Чому?
14. Де знаходиться рефлекторний центр сечовипускання?
15. Які структури ЦНС здійснюють гальмівний вплив на процес сечовипускання?
16. За якого приблизно об'єму сечі в сечовому міхурі з'являються перші позиви до сечовипускання?
17. Для вигнання рідини із сечового міхура необхідне створення якої величини надлишкового тиску?

Тестові завдання для самоконтролю рівня знань

- 1. За якого рівня наповнення сечового міхура виникає стійкий позив до сечовипускання у дорослої людини в нормі?**
 - A. 10–50 мл
 - B. 50–100 мл
 - C. 100–150 мл
 - D. 200–250 мл
 - E. Не залежить від наповнення
- 2. Рецептори рефлексу сечовипускання у сечовому міхурі належать до:**
 - A. Хеморецепторів
 - B. Терморецепторів
 - C. Барорецепторів
 - D. Пропріорецепторів
 - E. Усіх перерахованих
- 3. рН артеріальної крові 7,4; первинної сечі – 7,4; кінцевої сечі – 5,8. Зменшення рН кінцевої сечі – причина секреції у каналцях нефрону однієї з перерахованих речовин:**
 - A. Калію
 - B. Йоду
 - C. Сечовини
 - D. Водню
 - E. Креатину
- 4. У людини внаслідок втрати 1,5 л крові різко зменшився діурез. Посилена секреція якого гормону стала причиною змін діурезу?**
 - A. Паратгормону
 - B. Кортизолу
 - C. Вазопресину
 - D. Окситоцину
 - E. Натрійуретичного
- 5. Ультрафільтрат клубочка має склад, найближчий до складу:**
 - A. Кінцевої сечі
 - B. Суцільної артеріальної крові
 - C. Суцільної венозної крові
 - D. Плазми крові
 - E. Плазми крові та кінцевої сечі
- 6. Після вживання солоної їжі значно зменшилася кількість сечі. Збільшена секреція якого гормону призвела до зменшення діурезу?**
 - A. Альдостерону
 - B. Натрійуретичного гормону
 - C. Ангіотензину²
 - D. Реніну
 - E. Вазопресину

7. Активація антидіуретичного механізму відбувається за умов:

- A. Водного навантаження
- B. Прийому солоної їжі, втрати рідини
- C. Прийому кислої їжі
- D. Прийому гострої їжі
- E. Водного навантаження і прийому гострої їжі

8. Добовий діурез у нормі дорівнює:

- A. 15–20 л
- B. 150–180 л
- C. 1,5–2,0 л
- D. 3–5 л
- E. 7–10 л

9. Яку реакцію (рН) може мати сеча у здорової людини?

- A. Кислу
- B. Нейтральну
- C. Нейтральну і кислу
- D. Лужну
- E. Усі відповіді правильні

10. Скільки первинної сечі утворюється за добу?

- A. 150–180 л
- B. 1,5–2,0 л
- C. 40–50 л
- D. 30–40 л
- E. 15–20 л

11. Від просвіту приносних і виносних артеріол і від проникності мембран капілярів ниркового клубочка залежить величина:

- A. Фільтрації
- B. Секреції
- C. Онкотичного тиску
- D. Реабсорбції
- E. Секреції та реабсорбції

12. Як називається клубочковий фільтрат, що утворюється?

- A. Кінцевою сечею
- B. Вторинною сечею
- C. Коефіцієнтом очищення
- D. Первинною сечею

E. Первинною сечею і вторинною сечею

13. Як називається всмоктування назад у кров із первинної сечі води, амінокислот, мікроелементів, солей, низькомолекулярних білків?

- A. Канальцевою секрецією
- B. Канальцевою реабсорбцією
- C. Клубочковою фільтрацією
- D. Адсорбцією
- E. Клубочковою фільтрацією та канальцевою секрецією

14. Яка функція збиральних трубочок нефрону?

- A. Утворення реніну
- B. Синтез білка
- C. Екскреція метаболітів
- D. Концентрація сечі
- E. Утворення простагландинів

15. Як називається припинення утворення сечі?

- A. Протеїнурія
- B. Глюкозурія
- C. Альбумінурія
- D. Поліурія
- E. Анурія

16. Який об'єм ультрафільтрату утворюється за нормальних умов в обох нирках за одну хвилину:

- A. 240–250 МЛ
- B. 50–60 мл
- C. 25–30 мл
- D. 125–130 мл
- E. 60–100 мл

17. Поява ацетону у сечі називається?

- A) Кетонурія;
- B) Поліурія;
- C) Кетонемія.

18. Ацетонурія характерна для?

- A) Циститу;
- B) Панкреатиту;
- C) Цукрового діабету.

19. За яких станів з'являється ацетон у сечі?

- А) Гіпоглікемії;
- В) Голодування;
- С) Вживанні їжі.

20. Кетонів тіла зсувають рН крові у бік?

- А) Алкалозу;
- В) Ацидоз;
- С) Кетозу

Відповіді: 1 D; 2С; 3 D; 4С; 5 D; 6А; 7В; 8С; 9Е; 10А; 11А; 12 D; 13И; 14 D; 15Е; 16 D; 17А; 18С; 19В; 20В.

Ситуаційні завдання

1. Добовий діурез дорослої здорової людини за дотримання водно-харчового режиму становить 1,5 л. Який добовий обсяг первинної сечі, що утворюється? Яка кількість води реабсорбується з первинної сечі? Відомо, що через 1 хв через нирки протікає 1 л крові при гематокриті 50 %.
2. У процесі дослідження одна людина випила дві склянки солоної води, друга – дві склянки водопровідної води, третя – п'ять хвилин полоскала рот солоною водою. Поясніть, як змінилася величина діурезу у кожної з них
3. Поясніть, чому утворення каменю у сечоводі гальмує діурез.
4. Яку сечу (гіпотонічну чи гіпертонічну) виділяють жаби?
5. У акул осмолярність крові перевищує осмолярність морської води. Тим часом у крові цих риб концентрація солей у кілька разів нижча, ніж у морській воді. Як пояснити це явище?
6. У яких ссавців сеча більш концентрована: у тих, що живуть у пустелі або у зволжених місцях?
7. Що є кінцевим азотистим екскретом у амфібій, риб, рептилій, птахів, ссавців?
8. Чому людина не може вгамувати спрагу морською водою?
9. Яку роль грає сольова залоза у морських птахів?
10. Чи здатна нирка немовляти виділяти концентровану сечу?
11. Як змінюється в процесі еволюції об'єм рідини, що фільтрується і резорбується в нирці?

12. Нічне нетримання сечі відбувається під час глибокого сну. Як при цьому змінюється тонус нервів, що регулюють сфінктери сечового міхура?
13. У ряді випадків для корекції ніктурії (нетримання сечі) використовують препарат, який є гормоном. Що це за гормональний препарат та обґрунтуйте його застосування?

Відповіді до ситуаційних завдань

1. Відомо, що через 1 хв через нирки протікає 1 л крові при гематокриті 50 %. Якщо при 50 % гематокриті хвилинний кровотік дорівнює 1 л, значить хвилинний плазмоток буде 500 мл, а хвилинна кількість фільтрату складе 100 мл (20% від плазмотоку). Добовий обсяг первинної сечі в цьому випадку становитиме 144 л, а реабсорбованої в канальцях води буде 142,5 л.
2. Величина діурезу багато в чому залежить від осмотичного тиску крові. Якщо у крові багато солей, вода економиться, аби не допустити подальшого збільшення осмотичного тиску, відповідно діурез зменшується. Якщо солей мало, надлишок води виводиться і діурез збільшується.
Солона вода підвищує осмотичний тиск, і діурез зменшується. У водопровідній воді солей мало, вона гіпотонічна і, отже, розбавляє кров. Осмотичний тиск крові знижується, діурез зростає.
Полоскання ж рота солоною водою не впливає на діурез, оскільки в ротовій порожнині немає осморорецепторів, подразнення яких викликає осморегулювальний рефлекс.
3. По-перше, це перекриття – часткове або повне – просвіту сечовода. Відтік сечі утруднений, що призводить до підвищення внутрішньониркового тиску. За умов його підвищення за механізмом зворотного зв'язку фільтрація сечі зменшується аж до повного припинення. По-друге, розтягування стінок сечовода спричинює сильний біль і, як наслідок, больову анурію.
4. Жаби та прісноводні риби виділяють гіпотонічну сечу. Звільняючись, таким чином, від надлишку води, що безперервно надходить до їхнього організму. Морські костисті риби екскретують

гіпертонічну сечу, з якої вони видаляють двовалентні іони, що надходять до їхнього організму з питтям морської води. Поглинати (пити) воду їм доводиться внаслідок висушуючої дії океанської води.

5. У крові акул дуже високий вміст сечовини.
6. У тварин, що живуть у пустелі, сеча концентрована, що дозволяє їм економити воду.
7. У риб – аміак, амфібій – сечовина, у більшості рептилій та птахів – сечова кислота, у ссавців – сечовина.
8. Нирки людини не здатні виділяти сечу, в якій концентрація солей була б вищою, ніж у морській воді.
9. Сольова залоза виділяє хлористий натрій у високій концентрації.
10. Не здатна. Нирка дитини має низьку чутливість до дії антидіуретичного гормону.
11. Збільшується.
12. Зовнішній сфінктер сечового міхура, що підкоряється свідомому контролю, під час глибокого сну не здатний контролювати початок сечовипускання. Внутрішній гладком'язовий сфінктер скорочується під дією симпатичних вегетативних нервів та розслаблюється під дією парасимпатичних волокон. Під час глибокого повільно-хвильового сну часом відбувається гіперактивація парасимпатичного центру сечовипускання (що у мосту) і безконтрольне сечовипускання.
13. Як засіб корекції цього стану використовується пітуїтрин (отримують з нейрогіпофізу), який є фактично антидіуретичним гормоном), так як зазвичай утворення цього гормону в нічний час підвищується і зменшується утворення вторинної сечі

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Альтернативні методи викладання фізіологічних дисциплін / Ю. В. Боянович, О. В. Жигаліна, Л. В. Коба [та ін.]. – Харків, 2012. – 72 с.
2. Ганонг В. Фізіологія людини / Вільям Ганонг. – Переклад з англ. Львів: БаК, 2002 – 784 с.
3. Нормальна фізіологія. За ред. В. І. Філімонова, К.: Здоров'я, 2010.– 608 с.
4. Фізіологія : навч. посіб. / О. А. Кашенко, О. М. Поспелов, С. Л. Ляшенко та ін. / за ред. проф. О. А. Шандри. – Одеса: ОНМедУ, 2012. – 288 с. (Серія «Бібліотека студента-медика»).
5. Фізіологія людини : навч. посібник / Є. О. Яремко, Л. С. Вовканич, Д. І. Бергтраум. [та ін.]. – Львів: ЛДУФК, 2013. – 208 с.
6. Фізіологія/підручник для студ.вищ.мед.навчальних закладів / В. Г. Шевчук, В. М. Мороз, С. М. Белан [та ін.] / за ред. В. Г. Шевчука. – Вінниця: Нова книга, 2012. – 448 с.
<https://chmnu.edu.ua/wp-content/uploads/2016/07/za-red.-V.G.ShevchukaFiziologiya.pdf>
7. Фізіологія людини з основами вікової фізіології: метод. рекомендації до лаборант. занять / Лупаїна І. С., Ляшевич А. М. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2021. – 120 с. <http://eprints.zu.edu.ua/33142/1/fiziologiya.pdf>
8. Філімонов В. І. Фізіологія людини у питаннях і відповідях : навч. посібник / В. І. Філімонов.– Вінниця: Нова книга, 2009. – 488 с.
9. Філімонов В. І. Фізіологія людини: підручник / В. Ф. Філімонов. – К. : Медицина, 2010. – 816 с. 4-е видання, Медицина. 2021. – 488 с.
10. Чайченко Г. М. Фізіологія людини і тварин / Г. М. Чайченко, В. О. Цибенко, В. Д. Сокур. Київ: Вища школа, 2003. – 464 с.
[<http://www.-booksmed.com/fiziologiya/956-fiziologiya-lyudini-i-tvarin-chajchenko.html>]

Електронні та інформаційні ресурси

1. Сайт біологічного факультету. URL: <http://biologywiki.onu.edu.ua>
2. Репозитарій наукової бібліотеки. URL: <http://dspace.onu.edu.ua>
3. <http://anatom.ua>
4. Довідкова інформація з анатомії людини. <http://anatomia.ucoz.com/>
5. Бази тестів «Крок-1», «Крок-2», «Крок-3».
6. Утворення сечі – <https://www.youtube.com/watch?v=0GOYWRVQlgE>
7. Нирковий клубочок і капсула Боумена – <https://www.youtube.com/watch?v=2DFDGF6L3qQ>
8. Микроскопія сечового осаду https://www.youtube.com/watch?v=DFaR-Nw_GCs
9. Микроскопія сечового осаду <https://www.youtube.com/watch?v=5s5GSzaXp28>
10. Утворення сечі – <https://www.youtube.com/watch?v=0GOYWRVQlgE>
11. Нирковий клубочок і капсула Боумена – <https://www.youtube.com/watch?v=2DFDGF6L3qQ>
12. Загальний аналіз сечі https://www.youtube.com/watch?v=J_k0f3mXrpg

Навчальне видання

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН

ЕЛЕКТРОННІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Частина 4.

**Лабораторні роботи та завдання для перевірки знань
Фізіологія обміну речовин та енергії. Фізіологія виділення**

Електронне практичне видання

Укладачі:

Гладкій Тетяна Володимирівна

Коломійчук Тетяна Вікторівна

В авторській редакції

Затвердж. авт. 01.08.2023. Шрифт Times New Roman.
Системні вимоги: операційна система сумісна з програмним
забезпеченням для читання файлів формату PDF.
Обсяг 1,6 МБ. Зам. № 2629.

Видавець і виготовлювач

**Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4215 від 22.11.2011 р.
65082, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12, Україна
Тел.: (048) 723 28 39, e-mail: druk@onu.edu.ua**