

ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ  
ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ  
ЧЕРКАСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ІНСТИТУТ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ ПЕДАГОГІЧНИХ  
ПРАЦІВНИКІВ

**Л.І.Даниленко**

**Пізнавальні завдання до розділу  
“Людина”  
(II частина)**

**Черкаси  
2008**

**АВТОР-УПОРЯДНИК:**

**Л.І.Даниленко**, методист Черкаського обласного інституту післядипломної освіти педагогічних працівників

**РЕЦЕНЗЕНТИ:**

**О.В.Волошенко**, завідувача кафедрою психології та соціальної освіти Черкаського обласного інституту післядипломної освіти педагогічних працівників, кандидат педагогічних наук;

**Л.П.Юрченко**, учитель біології Черкаської гімназії №31 Черкаської міської ради, старший вчитель

Методичний посібник створено відповідно до нової програми 12-річної школи.

Мета посібника – забезпечити вчителів та учнів комплектом дидактичних матеріалів (творчі завдання, пізнавальні задачі, гіпотетичні ситуації) до найважливіших тем розділу “Людина”.

Завдання різноманітні за змістом і ступенем складності (найбільше завдань високого рівня, які розраховані на учасників учнівських олімпіад з базових дисциплін та біологічних турнірів).

Комп’ютерна верстка І.І.Дробот

Затверджено на засіданні Вченої ради інституту.  
Протокол № 4 від 05.11.2008 року

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| Передмова   | 5  |
| <b>I частина. Пізнавальні завдання</b>                    |    |
| <b>Тема 1. Опора і рух</b>                                | 5  |
| <b>Тема 2. Дихання</b>                                    | 7  |
| <b>Тема 3. Харчування і травлення</b>                     | 8  |
| <b>Тема 4. Виділення</b>                                  | 8  |
| <b>Тема 5. Розмноження та розвиток людини</b>             | 8  |
| <b>Тема 6. Нервова регуляція функцій організму людини</b> | 10 |
| <b>Тема 7. Сприйняття інформації нервовою системою.</b>   | 12 |
| Сенсорні системи  |    |
| <b>Тема 8. Формування поведінки і психіки людини</b>      | 13 |
| <b>Тема 9. Мислення і свідомість</b>                      | 14 |
| <b>II частина. Відповіді</b>                              | 16 |
| <b>1. Опора і рух</b>                                     | 16 |
| <b>2. Дихання</b>   | 22 |
| <b>3. Харчування і травлення</b>                          | 26 |
| <b>4. Виділення</b>                                       | 29 |
| <b>5. Розмноження та розвиток людини</b>                  | 29 |
| <b>6. Нервова регуляція функцій організму людини</b>      | 37 |
| №1  | 37 |
| №2  | 37 |
| №3  | 38 |
| <b>7. Сприйняття інформації нервовою системою.</b>        | 40 |
| Сенсорні системи: зорова, слухова                         |    |
| №1  | 40 |
| №2  | 41 |
| №3  | 43 |
| №4  | 44 |
| №5  | 45 |
| №6  | 46 |
| №7  | 46 |
| №8  | 47 |

|   |    |
|---|----|
| <b>8. Формування поведінки і психіки людини</b> | 48 |
| №1  | 48 |
| №2  | 50 |
| №3  | 51 |
| №4  | 52 |
| <b>9. Мислення і свідомість</b>                 | 53 |
| №1  | 53 |
| №2  | 55 |
| №3  | 59 |
| №4  | 60 |
| №5  | 62 |
| №6  | 63 |
| №7  | 64 |
| <b>Література</b>                               | 66 |

## ПЕРЕДМОВА

Пропонований посібник містить завдання з розділу “Людина”.

Більшість завдань, запропонованих автором-упорядником, потребують нестандартних способів розв’язання і спонукатимуть учнів до виконання різноманітних логічних операцій, зокрема: аналіз, синтез узагальнення, порівняння, висування гіпотез та їх обґрунтування, пошук причинно-наслідкових зв’язків і т.ін.

Зміст посібника охоплює такі теми: “Опора і рух”, “Дихання”, “Харчування і травлення”, “Виділення”, “Розмноження та розвиток”, “Нервова регуляція функцій організму людини”, “Сприйняття інформації нервовою системою”, “Сенсорні системи”, “Формування поведінки і психіки людини”, “Мислення і свідомість”.

Посібник складається з двох логічно об’єднаних частин. У першій частині пропонується набір пізнавальних завдань, а у другій – можливі варіанти відповідей.

Серед завдань є пізнавальні задачі практичного характеру, мета яких розширити обізнаність учнів у важливих питаннях щодо збереження власного здоров’я та свідомої мотивації здорового способу життя.

Сподіваємось, що методичний посібник не лише викличе певну зацікавленість у вчителів та учнів, а й суттєво допоможе їм у підготовці для розв’язання творчих завдань, гіпотетичних ситуацій та пізнавальних задач, що постають перед учнем при вивченні розділу “Людина”.

**I частина**  
Пізнавальні завдання

**Тема 1. Опора і рух**

1. Для виконання своїх функцій кістки повинні бути твердими. Які ж речовини, на Вашу думку, можуть забезпечити твердість кісток?
2. Формування хімічного складу кісток відбувається завдяки макро- та мікроелементам у водному середовищі (міжклітинна речовина). Використовуючи таблицю розчинності і знання теорії електролітичної дисоціації, поясніть катіони та аніони яких металів можуть входити до складу міжклітинної речовини.
3. Наявність у кістках лише нерозчинних солей, які забезпечують їх твердість, недостатньо для забезпечення міцності кісток. Як ви вважаєте, за рахунок чого забезпечується міцність кісток?
4. Не дивлячись на міцність і твердість кістки, вона є живим органом, який чутливий до різних впливів як зовнішнього, так і внутрішнього середовища. Яким чином різні чинники зовнішнього та внутрішнього середовища організму змінюють властивості кісткової тканини? Наведіть приклади.
5. Скелет – це каркас нашого організму, тому він має бути досить міцним. І дійсно, кістка набагато міцніша за граніт й бетон, а поступається лише твердим сортам сталі. Доведіть, що архітектурні конструкції і внутрішня структура деяких технічних матеріалів має багато спільного з будовою кісткової тканини і саме це забезпечує їм необхідні механічні ознаки.
6. Кінь, який біжить, може обігнати людину, яка швидко рухається. Зубам і нігтям людини не зрівнятися з величезними іклами леопарда. Але вона має дві особливості, притаманні лише її виду: прямостоячий скелет та рухливі руки. Які переваги має людина завдяки цим двом особливостям?

7. Від величини відділів скелету або основних кісток залежать пропорції тіла людини (“золоте співвідношення” або “золотий переріз”).  
Яким чином проглядається закон “золотого перерізу” у будові кістяку людини?
8. Розрахуйте скільки вам необхідно вжити протягом року кальцію та фосфору. Чому норма вживання цих елементів для підлітків вища, ніж для дорослих людей? Які можуть бути наслідки нестачі цих елементів у їжі?

## Тема 2. Дихання

1. Тканинне (клітинне) дихання називають внутрішнім, а процес газообміну – зовнішнім диханням. Яка відмінність між цими процесами?
2. Чому, на вашу думку, ніс людини має дві ніздрі, а не одну велику?
3. Чому поранення грудної клітки призводить до порушення дихання, навіть у тому випадку, коли легені неушкоджені?
4. Розгляньте приклади реакцій:  
А.  $\text{Hb} + 4\text{O}_2 = \text{HbO}_8$  (оксигемоглобін).  
Б.  $\text{HbO}_8 = \text{Hb} + 4\text{O}_2$   
Поясніть, де проходять ці реакції і завдяки яким системам органів вони відбуваються.
5. Чи бере участь дихальний центр у роботі голосового апарату під час спокійної розмови і співу?
6. На уроці біології один із учнів звернувся до вчителя з такою ідеєю:  
“Маріє Іванівно! Я хочу спробувати подихати водою! Так просто встромити голову у ванну з водою і почати дихати. А хіба кисень із води у капіляри не буде надходити?”  
Якби ви пояснили, чому людина не може дихати водою? Які проблеми і труднощі при цьому (або після цього) виникнуть?
7. Загальновідомо, що екологічна ситуація у містах світу весь час погіршується. Однією з екологічних проблем міст є забруднення повітря (один із компонентів довілля).

Поясніть, чому частота захворювань органів дихання у міських жителів набагато вища, ніж у сільських.

### **Тема 3. Харчування і травлення**

1. Харчові добавки – це речовини, які ніколи не вживаються самостійно, а добавляються в продукти харчування з метою надання їм певних ознак. Перелічіть, яких саме. Що це за речовина із загадковою для багатьох назвою “Е”?
2. Як правило при інфекційному захворюванні у людини втрачається апетит? Поясніть значення цієї фізіологічної реакції.
3. Останнім часом лікарі-гастроентерологи рекомендують вилучати з харчового раціону рафіновані продукти, напої, вироби із сої. Чим небезпечні для здоров'я людини перелічені продукти харчування?

### **Тема 4. Виділення**

1. Чому кухонна сіль повинна щоденно надходити до організму?
2. Чому наявність в сечі білка чи цукру вказує на можливе захворювання нирок?
3. На конкретних прикладах покажіть можливість саморегуляції внутрішнього середовища організму.

### **Тема 5. Розмноження та розвиток людини**

1. Шимпанзе витрачають на вигодовування дитинчат п'ять років, а у більшості матерів це займає менше року. Чому, на Вашу думку, така різниця?
2. Коли-небудь, на думку письменників-фантастів, людина буде вживати “омолоджувальний” коктейль. Яким, на Вашу думку, має бути цей еліксир молодості і чи зможе він зупинити процес старіння?  
Відповідь аргументуйте.



3. Образ Орлеанської діви притягує до себе увагу людей декілька століть. Він яскравим промінцем світла пробивається до нас з кривавого, заповненого вогнищами і катівнями похмурого середньовіччя.

Скільки в цій особистості чистоти й непорочності, святості і безкорисливості, любові й самовідданості, мужності й відваги, довготерпіння й жалості. Це рідкий взірець самопожертви. Під час звільнення Орлеану, у битві при Пате, вона розгромила сильний загін англійців на чолі з лордом Тальботом, борючись за прибуття до двору Карла VII.

Винахідливість й героїзм, логічність й послідовність, наполегливість, воля й здоровий глузд – всі ці риси яскраво виявились під час суду над нею, а згодом і під час страти.

Дивно те, що все це здійснила дівчина, майже дитина.

Поселянка, неосвічена, непередбачена юна особа впливає на маси, керує десятками тисяч людей, впливає на аристократію, володарює над усім й всіма, керує подіями і діями, підбиває на війну, отримує перемоги, саджає на престол короля й покійно гине заради любові до ближнього і безмежної відданості до вітчизни і в ім'я Господа Бога.

На думку професора В.Б.Ефроїмсона, подібна біографія Жанни д'Арк свідчить про те, що вона, можливо, була індивідом з синдромом тестикулярної фемінізації (синдром Морріса).

Які можливі відхилення статевої диференціації при синдромі Морріса?

Проаналізуйте сім фенотипових ознак синдрому Жанни д'Арк.

4. Учений Джост у свій час висловив таку думку щодо становлення чоловічого організму – це тривалий, нелегкий і ризикований процес свого роду, боротьба проти іманентного прагнення до жіночності. Доведіть справедливість цього висловлювання.

Від чого ж залежить формування чоловічого фенотипу на відміну від жіночого?

5. Відомо, що розвиток гонад є унікальним ембріональним явищем. У чому ж різниця у розвитку гонад від розвитку інших органів?

Поясніть механізм формування чоловічих і жіночих статевих органів.

6. Формування статевих ознак у людини передбачає чотири рівні статевої диференціації, а саме визначення статі за:

- хромосомним набором (23-я пара містить XX або XY хромосоми);
- на рівні гонад (наявність яєчників або сім'яників);
- за фенотипом (зовнішні жіночі або чоловічі статеві ознаки);
- за психологічними особливостями.

У чому суть механізму хромосомного визначення статі?

7. З якою метою японські лікарі розробили метод вітрифікації (консервація яйцеклітини з наступним її заплідненням)? У чому складність його практичного застосування?

## **Тема 6. Нервова регуляція функцій організму людини**

1. Виявляється, що з усіх органів людини найбільше енергії споживає мозок. На його долю припадає біля 20% енергії, яку споживає організм людини, хоча це складає лише 2% від загальної ваги тіла. З спожитої енергії, як вважають, на сьогодні фізіологи, 60-80% витрачається на обмін інформацією між нейронами, а також між нейронами і астроцитами.

Сучасні прилади – позитронно-емісійні томографи і томографи з ефектом ядерно-магнітного резонансу дозволили вченим побачити функціонування мозку на екрані монітора.

Власне, томограф показує, як розподіляється і посилюється потік крові у різних ділянках мозку при роботі над різними задачами. Посилена робота тієї чи іншої ділянки мозку потребує збільшеного надходження кисню, і для цього зростає об'єм місцевого потоку крові. Зазвичай, збільшення складає 5-10% від норми.

Але буває так, що зв'язаний з таким збільшенням кровотоку ріст спожитої енергії мозок витрачає невідомо на що.

Запропонуйте свої гіпотези щодо питання на що витрачає енергію мозок, коли він ніби-то нічим не зайнятий?

2. Маса головного мозку людини збільшується в основному до 20 років. Потім спостерігається її повільне зменшення. Як можна пояснити цей факт? Чи обов'язково вікове зменшення маси головного мозку буде супроводжуватися погіршенням розумових здібностей людини? Чому?
3. Регуляція роботи органів людини здійснюється завдяки двом системам нервової та ендокринної. У таблиці представлені деякі гормони, які виділяються ендокринними залозами, і дві частини вегетативної нервової системи.

| <b>Гормони</b>   | <b>Симпатична<br/>нервова система</b> | <b>Парасимпатична<br/>нервова<br/>система</b> |
|--|---------------------------------------|---|
| Адреналін<br>Альдостерон<br>Вазопресин<br>Глюкагон<br>Кортизол<br>Норадреналін<br>Окситоцин<br>Передсердний<br>гормон<br>Гастрин |                                       |   |

Позначте знаком “+” випадки, коли вплив гормону нервових імпульсів на будь-який орган чи фізіологічний процес призводить до однакових наслідків.

Чим обумовлена необхідність одночасної роботи цих двох регуляторних систем (нервової й ендокринної), що у багатьох випадках дублюють одна одну?

## Тема 7. Сприйняття інформації нервовою системою. Сенсорні системи

1. 90% інформації про надзвичайно цікавий навколишній світ ми отримуємо за допомогою зору. Органом зору є око. Німецький вчений Герман Гельмгольц у свій час встановив, що око подібне фотоапарату, саме: зображення на сітківці виходить перевернутим і зменшеним.

Доведіть, що око подібне фотоапарату.

2. Довгий час вважали, що очі випромінюють особливі промені і таким чином людина бачить. Як же насправді формується зображення на сітківці?

3. Зір вважають одним із найголовніших органів чуття, тому що більшу частину інформації про навколишній світ людина отримує від фоторецепторів, які містяться на сітківці нашого ока. Але зір також є важливим і для вищих тварин. Як ви думаєте, чим відрізняється зір вищих тварин (наприклад, таких як зебри, коня, тигра, кішки, собаки) від зору людини? Яка особливість кольорового сприйняття навколишнього світу людини та високоорганізованих тварин?

4. На сьогодні вплив шуму високої інтенсивності на організм людини вивчено досить добре, а ось вплив довготривалого шуму середньої частоти вивчено недостатньо (а саме це є основною проблемою). Які види дії шуму вам відомі?

5. Чи потрібно постійно тренувати слух (щоб він був завжди у формі) тим людям, які живуть у постійній тиші?

6. Опрацювавши зміст таблиці, спробуйте відповісти на запитання: чи зможе людина нормально бачити під водою?

| Параметри                                   | Значення |
|---|----------|
| Діаметр очного яблука у дорослої людини, мм | 23-24    |
| Діаметр очного яблука у немовляти, мм       | біля 16  |
| Об'єм очного яблука, см <sup>3</sup>        | 6,5      |

|  |             |
|--|-------------|
| Маса, г  | 15          |
| Кількість паличок на сітківці ока, млн. шт.              | близько 130 |
| Кількість колбочок на сітківці ока, млн. шт.             | близько 7   |
| Показник заломлення рогівки                              | 1,38        |
| Показник заломлення водянистої вологи і скловидного тіла | 1,34        |
| Показник заломлення речовини кришталіка                  | 1,44        |
| Оптична сила рогівки, D <sub>np</sub>                    | 40          |
| Фокусна відстань кришталіка, мм                          | 69,6        |
| Фокусна відстань (передня) повної системи ока, мм        | 17,06       |
| Фокусна відстань (задня) повної системи ока, мм          | 22,78       |
| Оптична сила повної системи ока, мм                      | 58,64       |
| Діаметр зіниці при дуже яскравому світлі, мм             | до 2        |
| Діаметр зіниці при слабкому освітленні                   | 6-8         |

## **Тема 8. Формування поведінки і психіки людини**

1. Навіщо організму потрібний сон? Найпростіша з можливих відповідей – для відпочинку мозку. Чи згодні ви з такою відповіддю? Як сьогодні вчені трактують фізіологічну сутність сну?
2. Учений Вільям Демент за допомогою експерименту довів, що людина засинає не поступово, а відразу, миттєво. Суть експерименту така: людина-доброволець, повіки якої закріплювалися пластирем таким чином, щоб очі були постійно відкритими, лежить і готується до сну. Кожні 1-2 секунди вмикається спалах світла, у відповідь на який людина має натиснути на кнопку. Коли людина засинала, незважаючи на розплющені очі, відповіді не було. Які ще фізіологічні характеристики сну, окрім названої, Вам відомі?

3. Якщо протягом життя людина спить близько 25 років, то приблизно 5 років з них вона бачить сновидіння. Незмінна поява сновидінь, їхня регулярність наводить на думку: а чи не є вони необхідними для організму?

В чому фізіологічна сутність сновидінь? Які на цей час існують гіпотези

щодо природи сновидінь?

4. У людей похилого віку (старше 65 років) значно зменшується тривалість фази швидкого сну. Як пояснити цей факт?

### **Тема 9. Мислення і свідомість**

1. У вищих хребетних тварин мозочок й передній мозок складаються з чітко розмежованих парних півкуль. Як і інші відділи центральної нервової системи, вони за зовнішньою та внутрішньою будовою, у тому числі й за характером зв'язків з іншими відділами головного мозку, зберігають двосторонню симетрію.

Відкриття яких вчених-лікарів зруйнували сталі уявлення про симетрію

головного мозку? В чому виявляється функціональна асиметрія мозку?

2. До асиметрії рук та ніг ми встигли звикнути раніше, ніж здогадались, що за нею стоїть набагато важливіша ознака людини, асиметрія нашого мозку, функціональна спеціалізація його правої і лівої половин. І лише зв'язок провідної, домінантної півкулі з мовою дав змогу пересвідчитися в особливій актуальності даної проблеми і викликав до неї велику зацікавленість всіх спеціалістів, які займаються вивченням головного мозку.

Які дослідження сучасних вчених вам відомі у цій галузі?

3. З часу відкриття П.Броком й Верніке центрів мови минуло понад 100 років і за цей час багато вчених поступово схилились до думки, що права півкуля у правшів є "німою". Хоча, ще в кінці позаминулого століття, лікарі в разі великих пошкоджень правої півкулі відмічали своєрідні порушення зорового сприйняття, але

ці спостереження ніяким чином не пов'язували з таємницями "німої" півкулі.

4. Серед мешканців Землі на всіх п'яти континентах нашої планети незалежно від національності і расової належності переважають праворукі люди.

Однак до цього часу нам достеменно невідомі причини домінування правої руки над лівою. До того ж невідомо скільки ж на Землі проживає право- та ліворуких людей та амбідекстрів.

Відповідні розрахунки щодо їх кількості проводились неодноразово, але результати їх рідко співпадали. Чому?

5. Всі наші емоції мають власну еволюційну теорію. Частина з них, як і у тварин закріплена спадково. Так, усмішка у поведінці людини є, мабуть, генетично запрограмованим виразом. У новонароджених всіх народів світу на обличчях присутнє дещо подібне до усмішки, діти 2-3-х місячного віку усміхаються кожному, кого побачать. Чому?
6. Виявляється, люди незалежно від мови і віку знають більше слів, які відносяться до негативних емоцій, ніж до позитивних або нейтральних. Це співвідношення становить 50%:30%:20%. Поясніть даний факт.
7. Для людини завжди були таємницею виключна узгодженість, тонке і точне поєднання мільйонів процесів, які протікають в організмі. Питання щодо інтеґративної цілісності й функціонування живого організму на сьогодні повністю не розв'язано через його надзвичайну складність. Але достеменно відомо, що гомеостаз живого організму, який підтримує стійкість внутрішнього середовища і процесів, які відбуваються в ньому, базується на гармонійному поєднанні багатотисячних реакцій і функцій, а під час хвороби відбуваються зрушення узгодженої роботи цього злагодженого ансамблю систем.  
З чим, на Вашу думку, пов'язана ця гармонія? Що лежить в її основі? Які вам відомі дослідження в галузі біосиметрики?

## II частина

### Відповіді

#### Тема 1. Опора і рух

**№1.** Ці речовини, якими б вони не були, надходять до організму людини з їжею. Ланцюг живлення людини має такий вигляд: рослина → людина, або рослина → тварина → людина.

Складовими їжі людини можуть бути лише речовини, які входять й до складу рослин.

Як відомо, до складу рослин входять як макроелементи N, P, K, Na, Mg, так і мікроелементи Z, Mn, Cu, I, F, Al.

Мікроелементи містяться у клітинах у дуже малих кількостях від 0,001 до 0,000001%. Але навіть ці мікроелементи необхідні для життя й нічим не можуть бути замінені.

**№2.** Катіони  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$ , адже лише вони можуть утворювати нерозчинні у воді солі. До елементарного складу рослин входять аніони  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ . Таким чином, твердість кісток може бути обумовлена наявністю нерозчинних солей - фосфатів й карбонатів кальцію і магнію у міжклітинному середовищі. Експериментальним доказом наявності карбонатів у кістці є дія розчину соляної кислоти на подрібнену палену кістку й виявлення вуглекислого газу вапняною водою.

Результат експерименту з паленою кісткою такий: кістка тверда, але крихка.

**№3.** За рахунок наявності в кістках органічних речовин. Експериментальним доказом цього є дослідження фізичних якостей декальцинованої кістки у соляній кислоті (вона м'яка й еластична).

У кислоті розчиняються нерозчинні у воді мінеральні солі, а залишаються лише органічні речовини, які поєднані з солями, і забезпечують міцність кістки. Таким чином, міцність кістки пояснюється її хімічним складом, до якого входять мінеральні солі й органічні речовини білкової природи.

Ці речовини містяться у кістці у співвідношенні 70%:30%.

**№4.** Дійсно кістка – це живий орган, який досить чутливий до різних впливів, мінеральний компонент кісткової тканини - це



система з величезною поверхнею, на якій шляхом обміну іонів здійснюються надзвичайно швидкі зміни.

Наприклад, підраховано, що за 50 днів обмінюється 2,9% фосфору епіфізів стегна або великої гомілкової кістки, майже половина мінеральних речовин лопатки і здійснюється повне оновлення фосфатидів кісткового мозку. З цим пов'язана висока чутливість кісткової тканини до змін зовнішнього і внутрішнього середовища організму.

У разі порушення обміну речовин змінюються деякі властивості кісткової тканини, в тому числі і міцність.

Значний вплив має нестача або надлишок поживних речовин. Наприклад, нестача вітаміну С викликає не лише уповільнення росту кісток, але й дегенерацію кісткової тканини. Нестача вітаміну А призводить до уповільнення росту скелета. Як знижений, так і підвищений вміст білка у раціоні негативно відбивається на процесах мінералізації кісток. Вживання великої кількості житнього хліба, в якому міститься фітінова кислота, що утворює з кальцієм нерозчинні сполуки, які погано всмоктуються і сприяють виникненню рахіту у дітей.

Величезний вплив на стан кісткової тканини здійснює геохімічне середовище.

Наприклад, велика кількість фтору у воді викликає виснаження кісткової системи й всього організму, а також ендемічний флюороз, крапчастість емалі.

Надлишок кремнію викликає витіснення з кісткової тканини іонів кальцію. У сукупності з нестачею кальцію це викликає розм'якшування епіфізів й порушення процесів окостеніння (хвороба Кашина-Бека).

Нищівно відбивається на кістковій тканині вплив радіації. При надходженні до організму радіоактивного радію, плутонію, стронцію, близьких за своїми властивостями до кальцію, вони міцно фіксуються у кістковій тканині і дуже повільно звідти видаляються, що може викликати некроз кістки, появу злоякісних пухлин скелету.

На розвиток і властивості кістки впливає фізичне навантаження. Загальновідомо, що кістка росте там, де на неї діє

навантаження і поступово руйнується там, де його немає. Так, лежачі хворі, які позбавлені можливості рухатися, втрачають до 0,5 г кальцію за день, а за 70-73-денний період обмеження рухової активності – в середньому 110-120 г кальцієвих солей (при загальній кількості 1000-1200 г).

Тривалий вплив невагомості, а також деяка гіподинамія під час космічних польотів приводять до змін фосфорно-кальцієвого обміну, що виявляється у виведенні із організму (до 12-15%).

Так, у перших космічних польотах космонавти втрачали до 3 г кальцію в день. Це становило загрозу для космонавтів, адже значні м'язові зусилля могли б викликати переломи кісток.

Крім того, солі кальцію відкладаються у тканинах різних органів (наприклад, у нирках), що несприятливо відображається на їхньому функціонуванні.

**№5.** Міцність кістки обумовлена як складним хімічним вмістом кісткової тканини, так і особливою будовою. Висловлюючись технічною мовою, кістка – це композиційний матеріал (композиційними матеріалами у техніці називають тверді матеріали, які складаються з двох компонентів, кожен з яких зберігає свої специфічні ознаки), який складається з органічного й неорганічного компонентів. Біля  $\frac{2}{3}$  маси кістки (або половину її об'єму) складають мінеральні речовини: майже 99% тканинного кальцію, 67% фосфору і 58% магнію, а також калію, натрію, хлору, алюмінію, бору, фтору і біля 30 інших мікроелементів.

У нашому організмі немає іншої тканини з таким вмістом мінеральних речовин. Крім цього, кісткова тканина складається з органічної речовини: колагена й інших структурних білків, мукополісахаридів, ферментів.

Органічні речовини надають кісткам гнучкості й пружності, а мінеральні – твердості.

Однак, міцність кісткової тканини обумовлена не просто наявністю в ній двох груп речовин, але й їх взаємним розміщенням, взаємодією.

Неорганічна речовина, яка представлена, в основному, нерозчинним гідроксиапатитом  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 - \text{Ca}_2(\text{OH})_2$ , утворює мікроскопічні кристали, які розміщені між фібрилами колагена

таким чином, що їх довгі вісі паралельні всім фібрил. Групи фібрил, розміщуючись паралельно одна одній, утворюють кісткові пластинки. У двох сусідніх пластинках волокна перетинаються приблизно під прямим кутом. Така будова притаманна більшості типів кісткової тканини, на які припадає найбільше навантаження.

У кістковій тканині є порожнини для клітин – остеобластів – і канали, по яких проходять кровоносні судини. Здавалося б, ці пустоти повинні знизити міцність кісткової тканини. Однак це не так. Коли розколина досягає клітинної порожнини або каналу, дно її якби розширюється, стає більш похилим і ріст розколин припиняється. У цьому можна переконатися, розщеплюючи невеличкий кусень кістки, наприклад, з допомогою долота. Якщо робити це акуратно, в них утворюється розколина, яка не досягає протилежного боку. Досліджуючи розколин під мікроскопом (зробивши попередньо тонкий зріз), можна помітити, що зазвичай, вони закінчуються у клітинній порожнині. Ймовірно, поширенню розколин перешкоджають і канали, по яким проходять кровоносні судини, але, так як їх менше, ніж клітинних порожнин, їх роль в цьому не на стільки велика.

Механічні ознаки кістки можна продемонструвати на зразку склопластика – композиційного матеріалу, який використовується у техніці. До його складу входять два компоненти – скло й смола, які мають свої специфічні особливості. Так, скло надто крихке й при ударі розбивається, покриваючись великою кількістю розколин, а пластик еластичний, але немає необхідної твердості. Склопластик – це каркас із тонких скляних волокон, заповнених пластиком, наприклад, якою-небудь поліефірною смолою. Його використовують для виготовлення різних речей, зокрема, човнів. Головна його позитивна якість в тому, що він одночасно міцний і легкий.

Якщо у куску склопластика в разі навантажень виникає розколина, смола розтягується й знімає напругу, не даючи йому зруйнуватися. Смола, яка входить до складу склопластика, можна порівняти з колагеном, а скло – мінеральною речовиною кістки.

Однак не лише композитна природа кісткової тканини, але й власне будова кісток забезпечує їх міцність.

У нашому організмі є плоскі, трубчасті та змішані кістки. На них припадають різні навантаження, і вони, відповідно, побудовані по-різному.

Найбільший запас міцності мають трубчасті кістки. Наприклад, велика гомілкорова кістка у вертикальному положенні витримує навантаження до 1,8 т, а стегорова – до 1,5 т.

Такі навантаження у 25-30 разів перевищують масу тіла.

Кістки нашого скелету працюють в основному на розтягнення, стиснення та згину. Як повинна бути побудована кістка, щоб витримувати досить вагомі навантаження у різних напрямках і в той же час мати відносно невелику масу? Для того, щоб це зрозуміти розглянемо такий приклад. Уявімо, що відрізок балки, яка розміщена горизонтально, має витримати деякий вантаж. Опірність балки згину надзвичайно залежить від форми її поперечного перерізу. Під дією навантаження балка згинається таким чином, що її верхній шар стискується, нижній розтягується, а в середині є шар, довжина якого при згині не змінюється.

Матеріал, який розміщений у цьому шарі, не впливає на міцність і лише робить важчою балку, тому його можна видалити. Кістки мають круглястий переріз, і для них, по аналогії, оптимальна конструкція з частково відсутньою серцевиною, яка не зазнає суттєвої деформації при згині і лише збільшує масу кістки. Виміри показують, що, наприклад, співвідношення внутрішнього й зовнішнього діаметрів найбільш крупної кістки нашого скелету – стегорової – дорівнює 0,5-0,6, внаслідок чого маса кістки при тій же міцності зменшується приблизно на 25%. Таке ж співвідношення спостерігається й у багатьох хребетних тварин. У птахів маса скелету зменшена максимально. Наприклад, у фрегата, який має розмах крил 2 м, скелет вагою 1100 г.

**№6.** Прямостоячий скелет дозволяє людині пересуватися на двох ногах, переносючи вагу з п'ятки на пальці ноги, що перетворює кожен крок у тренування з балансування, яке вимагає миттєвої координації роботи м'язів, спини, стегон і ніг. Бігуни на довгі дистанції своєю витривалістю перевершують оленя.

Рухливість рук дозволяє маніпулювати предметами. Так, чутливі пальці рук можуть обшупувати поверхню предметів і стискати їх з необхідною силою й точністю. Але, маючи численні переваги, тіло людини має і свої вади. І більшість проблем пов'язано саме з вертикальним положенням скелету. Так, для того, щоб людина могла повертати тулуб і нахилитися, у неї з'явилися клиноподібні хребці, які спираються на свої масивні передні краї. Це ослаблює нижню частину хребта, і тому підняття важких предметів може призвести до зміщення хребця або зношення міжхребцевого хряща (диску), що викликає гостру біль у спині. Крім того, внаслідок вигину поперекового відділу хребта, деякі хребці глибоко проникають у пологові шляхи жінки, ускладнюючи тим самим пологи.

Оскільки тіло спирається на дві кінцівки, ноги можуть страждати від перевантажень, а склепіння стопи прогинатися, що призводить до плоскостопості, зміни форми кісток і навіть викривленню пальців ніг.

**№7.** Виникнення вчення про пропорції тіла відносять до періоду розквіту цивілізації Стародавнього Сходу (Єгипет, Індія). Так єгиптяни встановили, що довжина всього тіла людини у 19 разів більше середнього пальця. Цього правила вони дотримувалися при створенні статуй. Скульптори Стародавньої Греції запровадили одиницю виміру – ширину долоні, і тому пропорції тіла вони виражали так: 2 кисті - висота обличчя, 3 кисті – довжина стопи, 4 кисті – відстань від плеча до ліктя.

Пізніше анатоми й художники встановили ще низку подібних співвідношень, наприклад, 3 довжини голови – довжина тулуба, 3 довжини кисті – довжина руки, 3 довжини стопи – довжина ноги, розмах рук дорівнює довжині тулуба.

Таким чином, закон золотого перерізу проглядається в кількісному членуванні людського тіла, що відповідає числам ряду Фібоначчі (у 1202 році була видана математична праця “Книга про Абак” Леонардо Фібоначчі з Пізи (1180-1240), з якої вперше стало відомо про числовий ряд Фібоначчі, а сама книга містила в собі сукупність знань того часу з арифметики й алгебри).

Числа Фібоначчі стали відомі завдяки знаменитому завданню Леонардо Пізанського про кроликів: “Скільки пар кроликів народиться за рік від однієї пари, якщо кожна пара дає на місяць одну пару приплоду, що у свою чергу буде здатна розмножуватися через місяць, і якщо всі пари залишаться живі?” – приблизно так звучить умова даного завдання.

На початку року буде одна пара кроликів, через місяць буде дві пари. З них перша пара кроликів дає ще одну пару кроликів, тому через два місяці буде вже три пари. З них дві пари дають приплід, і через три місяці буде п'ять пар. Продовжуючи далі міркування таким чином, одержуємо ряд чисел 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377.

Під кінець року буде 377 пар кроликів. Таким чином, приходимо до числової послідовності  $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n, \dots$ , де  $V_{n+1} = V_n + V_{n-1}$ .

Французький математик Едуард Люка цю послідовність назвав послідовністю Фібоначчі, а члени цієї послідовності – числами Фібоначчі. Прикладом, що відповідає числам ряду Фібоначчі може бути число кісток тулуба, черепа й кінцівок. Так, у кістяку тулуба розрізняють: хребет і грудну клітку. Грудна клітка утворена непарною грудною кісткою, 12 парами ребер і грудними хребцями.

**№8.** Підлітку протягом року необхідно вжити 438 г кальцію й фосфору (1200 мг/день  $\times$  365 днів = 43800 мг). Ці елементи використовуються для формування скелету. Внаслідок їх нестачі уповільнюється ріст і підвищується крихкість кісток.

## Тема 2. Дихання

**№1.** Дихання – це сукупність процесів, які забезпечують надходження в організм кисню, використання його в окиснювальних процесах і видалення з організму вуглекислого газу. Раніше під диханням розуміли лише так зване зовнішнє дихання, тобто процес вдиху та видиху повітря в легенях.

Тепер це поняття охоплює обмін газів між довкіллям і клітиною, тобто газообмін, а також складні окиснювальні реакції в

клітині з вивільненням енергії АТФ, утворенням вуглекислого газу й води.

Зовнішнє дихання полягає в обміні повітрям між атмосферою й легеневиими міхурцями (так звана легенева вентиляція).

Кисневе дихання клітин є надзвичайно складним біохімічним процесом, який полягає в окисненні вуглеводів, жирів та білків із виділенням енергії АТФ та утворенням  $\text{CO}_2$ .

Відбувається це здебільшого в “хімічних лабораторіях” клітини – мітохондріях, де міститься безліч ферментів окиснювальних процесів.

Процес клітинного дихання дуже вразливий і легко порушується. Ферменти клітинного дихання блокуються нікотином, продуктами життєдіяльності деяких мікроорганізмів. Алкоголь і наркотики, маючи високу здатність розчиняти жироподібні речовини клітинних мембран (у тому числі й мітохондрій) та руйнувати дихальні ферменти, грубо порушують процес внутрішньоклітинного дихання. Причинами порушення внутрішньоклітинного дихання може бути також авітаміноз, білкове та вуглеводне голодування, хронічні професійні отруєння, вплив радіації.

**№2.** Наявність парних органів у тварин та людини зумовлена двобічною симетрією їх тіла, а наявність двох ніздрів у людини - функціями носової порожнини.

**№3.** Поранення грудної клітки порушує герметичність плевральної порожнини, і це робить неможливим наповнення легенів повітрям.

**№4.** А – в легенях, Б – у тканинах. Наведені реакції можливі завдяки взаємозв'язку дихальної, кровоносної та нервової систем.

**№5.** Дихальний центр підпорядковується відділам головного мозку, тому він узгоджує роботу дихальних органів з роботою голосового апарату під час розмови і співу. Звук виникає тільки під час видиху.

**№6.** По-перше, густина води більша за густину повітря (приблизно у 700 разів). Відповідно збільшиться зусилля, необхідне для видиху. Швидше всього, людина не зможе видихнути воду, або дихання стане більш енергоємним. (Крім того, вода більш в'язка, ніж повітря і додаткове тертя у дихальних

шляхах теж збільшує навантаження на м'язи). Легені можуть розігріватися через підвищення в них тиску, а декілька кілограмів води у легенях здатні пошкодити органи, які розміщені нижче.

По-друге, відбудеться осмос води у кров крізь стінки капілярів (у крові розчинено більше речовин, ніж у водопровідній воді).

По-третє, у воді менше кисню, ніж у повітрі (відповідно 1,8 об.% - при 20°C і 21%).

Крім того, потрапляння води у дихальні шляхи викликає рефлекс кашлю і зупинку дихання, тобто, можливо, воду не вдасться вдихнути.

Теплоємність і теплопровідність води вище, ніж повітря, тому вдихання холодної (тобто найбільш збагаченої киснем) води призведе до переохолодження.

У воді міститься більше домішок, ніж у повітрі, а через велику густину води вони будуть значно гірше осідати у верхніх дихальних шляхах. Вода змиє слиз, який вносить з дихальних органів пил і обеззаражує бактерії. Внаслідок цього легені заповнюються нестерильною водою з великою часткою сторонніх домішок, підвищиться вірогідність інфікування.

На завершення можна додати, що водопровідна вода хлорується, а сполуки хлору навряд чи будуть корисними для епітелію легень людини.

**№7.** У зв'язку з урбанізацією у міському середовищі досить суттєво змінюється склад повітря, що, безперечно, впливає на загальну освітленість, кількість сонячної радіації, у тому числі ультрафіолетової, іонізуюче випромінювання, вологість і кількість опадів, а також і на частоту утворення туманів і смогу.

Так, у грудні 1952 року світові інформаційні агенства передавали тривожні повідомлення про біду, що спіткала Лондон. Через безвітряну й дуже холодну погоду над цим величезним містом утворився так званий чорний смог ("смог у перекладі з англійської означає "дим") – скупчення шкідливих газів котелень, що використовували вугілля, мазут і соляріву оливу. У приземному шарі повітря різко зріс (до 10 мг/м<sup>3</sup>, а подекуди й більше) вміст отруйного оксиду та інших шкідливих сполук. Це



призвело до загибелі близько чотирьох тисяч чоловік, а десятки тисяч потрапили до лікарень із захворюваннями легень.

Над іншим великим містом – Лос-Анджелесом – через велику загазованість його території внаслідок роботи автотранспорту досить часто з'являється так званий білий смог. Це явище серйозно загрожує здоров'ю жителів великих індустріальних міст, таких як Київ, Харків, Дніпропетровськ, Запоріжжя, Одеса. Утворенню смогу сприяє спекотна безвітряна погода.

Дослідження вчених свідчить, що смог виникає внаслідок складних фотохімічних реакцій (тому його ще називають фотохімічним смогом) у повітрі, забрудненому вуглеводнями, пилом, сажею та оксидами азоту під дією сонячного світла, підвищеної температури нижніх шарів повітря й великої кількості озону, який утворюється в результаті розпаду діоксиду азоту під впливом олефінів у парах несповна згорілого автомобільного палива. У сухому, загазованому, теплому повітрі з'являється синюватий прозорий туман, який має неприємний запах, викликає подразнення слизових оболонок очей, носа, горла, задишку, спричинює розвиток бронхіальної астми, емфіземи легень тощо.

Із зменшенням кількості ультрафіолетової радіації зростає бактеріальне забруднення повітря, а воно є причиною багатьох інфекційних хвороб, особливо хронічної пневмонії.

У міському середовищі температура повітря завжди на декілька градусів вища, ніж за межами міста. Це відбувається за рахунок накопичення у повітрі аерозолей, які перешкоджають вечірньому охолодженню, активного накопичення тепла кам'яними спорудами, а також за рахунок теплових викидів промислових підприємств і транспорту. Через більш високу температуру в місті знижується відносна вологість повітря взимку на 2% і влітку на 8%, а також знижений атмосферний тиск.

Швидкість вітру у місті нижча, ніж у сільській місцевості, на 20-30%. Послаблення вентиляції створює стійке забруднення повітряного середовища міста, що також є причиною частих захворювань органів дихання у міських жителів.

Доведено, що у містах з високим рівнем забрудненого повітря у 1,5 рази частіше виникають захворювання органів дихання у порівнянні з середніми показниками.

### **Тема 3. Харчування і травлення**

**№1.** Харчові добавки додаються до продуктів харчування для надання їм таких ознак: смаку, кольору, запаху, консистенції та зовнішнього вигляду, для збереження харчової та біологічної цінності, покращення умов обробки, збереження, транспортування.

Індекс “Е” означає систему кодифікації, яка розроблена у Європі. Цифри E121, E330 і т.ін. Вказують на тип харчової добавки. Маються на увазі консерванти, стабілізатори, антиокислювачі, емульгатори та підсилювачі смаку. Саме завдяки харчовим добавкам продукт навіть не дуже високої якості набуває привабливого смаку, кольору, запаху й консистенції. З кожним роком суттєво збільшується асортимент продуктів харчування, які містять харчові добавки.

На сьогодні відомо більше як 500 харчових добавок, що застосовуються у різних країнах світу. Деякі з них дозволяють використовувати з певними обмеженнями.

Харчові добавки, які надходять до організму, як правило, не залишаються бездіяльними. Їх вплив на організм залежить від біологічної активності харчової добавки, кількості надходження, швидкості виведення, здатності накопичуватися, а також частоти надходження до організму.

Іноколи невеликі дози речовини при багаторазовому їх застосуванні стають більш небезпечними для організму, ніж великі, що надходять рідко.

“Все є ядом, все є ліками, важлива лише доза,” – сказав колись вчений Парацельс.

Не варто забувати нам цей мудрий вислів.

Міжнародний комітет експертів ФАО/ВООЗ по харчових добавках продовжує дослідження щодо впливу їх на здоров'я людини, ґрунтовно вивчає їх дію у різних комбінаціях, наслідком якої є непередбачувані ефекти. Так, наприклад, спеціалістами

виявлено, що поєднання декількох харчових добавок “Е” у газованих напоях призводить до утворення бензолу. Бензол, як відомо, є небезпечним канцерогеном, який викликає рак, захворювання печінки, нирок, пригнічує процес кровообігу.

Сучасна людина не може повністю уникнути вживання харчових добавок. Спеціалістами й представниками ВООЗ складений перелік небезпечних для здоров'я речовин. І тому дуже важливо знати кожному, які харчові добавки містяться у конкретних харчових продуктах, щоб самостійно робити свій вибір відносно певного харчового продукту й знати, які речовини вживаємо.

Об'єднаний комітет експертів ФАО/ВООЗ по харчових добавках вважає, що харчові добавки не повинні використовуватись у тих випадках, коли подібного ефекту можна досягти й іншими способами.

**№2.** Виявляється, що тимчасова втрата апетиту при інфекційному захворюванні є важливою фізіологічною реакцією, яка допомагає організмові отримати перемогу над збудниками хвороби.

У разі обмеження харчування у печінці значно поліпшується процес утворення так званих гострофазних білків, що має дуже велике значення для захисту організму від бактерій і вірусів.

Крім того, при зменшенні кількості вжитої їжі у крові знижується концентрація цинку й заліза, а це гальмує ріст і розмноження багатьох збудників інфекційних хвороб.

**№3.** Останні статистичні показники свідчать, що у нашій країні захворювання травної системи займає друге місце після хвороб серцево-судинної системи.

Так, для дорослих й дітей шкідливими для здоров'я є печиво із рафінованого борошна; чіпси, напівсинтетичний шоколад; кондитерські вироби з консервантами, барвниками, ароматизаторами. Все це викликає численні види патологій, в першу чергу шлунково-кишкового тракту, алергічні захворювання.

Напої, що містять стимулятори – пепсі-кола, кока-кола, фанта та ін., небезпечні тим, що після короткочасної стимуляції,

припливу сил, настрою вони згодом викликають занепад сил та знижують імунітет.

Багато рафінованих продуктів висококалорійні, але досить бідні щодо інших харчових цінностей. Крім того, вони старанно очищені від харчових волокон, які віднесені до баластних речовин.

Рафіновані продукти – цукор, борошно, печиво з такого борошна, цукерки, шоколад – сприяють розвитку дисбактеріозів травної системи, уповільненню перистальтики, всмоктуванню токсичних речовин з кишечника, розвитку гастритів, виразки шлунку та 12-палої кишки, ентериту, захворювання печінки та жовчного міхура.

Навпаки, у нерафінованих продуктах – висівках, овочах й фруктах містяться рослинні харчові волокна, які є баластними компонентами і приносять велику користь організму. Саме на них розмножується корисна мікрофлора, яка розчиняє баласт, абсорбує токсини, виробляє вітаміни, захищає від шкідливих (патогенних й умовно патогенних) бактерій, стимулює імунний захист організму.

Саме така їжа, дуже багата всіма необхідними для організму поживними речовинами – білками, жирами й жирними кислотами, вуглеводами, мінералами, вітамінами, мікроелементами, рекомендується для вживання.

Останнім часом у торгівельній мережі представлений великий асортимент виробів із сої: різноманітні шніцелі, котлети, сметана, кефір, молоко, майонез, сири й т.п., які користуються попитом у пересічних покупців. Зараз, на Україні, майже всі продукти мають соєві добавки, навіть паштети, сарделі, цукерки, кондитерські вироби, хліб і т.п.

Ще років 15-20 тому у кулінарних книгах не було жодного рецепту з цієї бобової культури. Те, що соя виявилась небезпечним продуктом для здоров'я людей свідчить той факт, що останнім часом почастишали випадки отруєння продуктами сої.

Ознаками гострого отруєння продуктами сої є дискінезія шлунку, простуда, запаморочення, втрата орієнтації, головний біль. Одночасно з цим з'являється біль у серці, послаблюється

серцева діяльність, уповільнюється пульс, утруднюється дихання. Такий стан може тривати 3-4 дні. Як встановлено, отруєння виникає внаслідок підвищеного вмісту в сої солей міді.

До всього ще треба додати, що як самостійний продукт годування, наприклад, тварин соя не застосовується, а застосовується лише як невелика добавка до денного раціону (не більше як 5%) великої рогатої худоби для підвищення жирності молока й незначних добавок у корм свиням.

#### **Тема 4. Виділення**

**№1.** Організм втрачає хлорид натрію у процесі виділення. Добова потреба хлориду натрію (NaCl) складає 2-10г.

Натрій бере участь у передачі нервових імпульсів, підтримує осмотичний тиск, утримує воду в організмі. Хлор входить до складу соляної кислоти (HCl). Джерелом хлору в організмі є хлорид натрію.

**№2.** Стінки капілярів при утворенні первинної сечі виконують функцію фільтра – не пропускають великі частинки білка. При утворенні вторинної сечі такі речовини, як цукор, повністю всмоктуються стінками ниркових канальців і повертаються у кров.

**№3.** Водно-сольовий баланс підтримується завдяки осморецепторам-пухирцям, які містяться у стінках судин, постачають мозок кров'ю та пронизані нервовими закінченнями. Всередині пухирців знаходиться рідина. Коли концентрація солей у крові підвищена, вода виходить із пухирців, стінки їх звужуються і це слугує сигналом до споживання води: виникає відчуття спраги, людина п'є воду і нормальна концентрація крові відновлюється.

У разі надлишку води стінки пухирців розтягуються, вода надходить до осморецептора. Виникають рефлекси, пов'язані з видаленням з організму надлишку води, - посилюється робота нирок.

#### **Тема 5. Розмноження та розвиток людини**

**№1.** Існує припущення, що перелом щодо цього питання відбувся біля 2,6 млн. років тому. У той час перші гомініди почали вживати м'ясо вбитих ними тварин. Це заняття виявилось досить

ризикованим, тому що охочих посмакувати ним було багато і були вони далеко не ручними.

Тому смерть серед мисливців та їх близьких значно зросла. Можливо, це й стало причиною того, що матері стали раніш відлучати малюків від грудей – у них з'явилося більше шансів вижити без матері. До того ж не могли не позначитися й переваги м'ясної їжі для дітей: їх мозок ріс і розвивався набагато швидше.

**№2.** Для з'ясування природи старіння лише в ХХ столітті запропоновано близько 200 теорій і гіпотез. Така їх велика кількість пояснюється не відсутністю фундаментальних даних щодо сутності та особливостей перебігу старіння, а чисельністю порушень на різних рівнях життєдіяльності протягом цього процесу.

Процес старіння уражає кожен клітинний тканину, орган і систему, відповідно і різні теорії намагаються пояснити природу порушень на кожному із цих рівнів.

Розглянемо найвідоміші теорії старіння.

Адаптаційно-регуляторна теорія розглядає старіння як внутрішньо суперечливий процес порушення життєдіяльності організму та виникнення важливих пристосувальних механізмів, як процес згасання обміну й функції та виникнення активних механізмів їх пригнічення. Завдяки нерівномірним змінам саморегуляції пристосувальні механізми можуть виникати на різних рівнях життєдіяльності організму. Це, наприклад, ріст активності гліколізу на фоні зниження тканинного дихання, збільшення чутливості тканин до гормонів в умовах падіння активності деяких залоз та ін. Особливе значення має розрегулювання в системі нейрогуморального контролю. Вікові зміни нейрогуморальної регуляції обмежують діяльність ряду органів і ведуть до розвитку в них вторинних порушень обмінних процесів.

Таким чином, старіння організму пов'язане, перш за все, з порушеннями механізму саморегуляції та процесів переробки й передачі інформації на різних рівнях життєдіяльності. Особливе значення в механізмах старіння на клітинному рівні має порушення передачі інформації в системі генетичного апарату, а

на рівні цілісного організму – в системі нейрогуморальної регуляції.

Узагальнена нейроендокринна теорія.

Після обґрунтування В.М.Дильманом гіпоталамічного механізму старіння було висунуто низку гіпоталамічних, нейрогуморальних і регуляторних теорій старіння, які деякі автори узагальнюють як нейроендокринні теорії.

На думку В.М.Дильмана, основою умовного підтримання гомеостазу є “скорумпована діяльність двох головних регулюючих систем – ендокринної і нервової”. Іншими словами, основні зміни, що виявляються в організмі під час старіння, зумовлені поступовою втратою організмом здатності зберігати гомеостаз за рахунок гормонального контролю та мозкової регуляції. Структурою, що об'єднує нервову і гормональну регуляцію внутрішнього середовища організму, є гіпоталамус.

Гіпоталамус є складною і неоднорідною структурою, що складається з 32-ох пар ядер, які можна поділити на три групи: передні, середні та задні. Ядра гіпоталамуса пов'язані з іншими відділами нервової системи та основною ендокринною залозою організму – гіпофізом. Через гормони гіпофізу гіпоталамус регулює функції залоз внутрішньої секреції, що впливають на функціональну активність організму.

Під час старіння відбувається порушення гіпоталамічного контролю, розрегулювання його функцій внаслідок різнонапрявленої зміни чутливості гіпоталамічних структур до нервової імпульсації, до гормонів і медіаторів, що призводить до помилок в інформації про стан внутрішнього середовища організму, а відповідно й до помилок у реалізації гіпоталамічної регуляції гомеостазу.

Дослідження показали, що гіпоталамус регулює такі життєво важливі функції, як серцево-судинну діяльність, дихання, травлення, обмін речовин, репродуктивну, поведінкові реакції. Порушення функцій гіпоталамуса спричиняє такі захворювання, як вегетативні неврози, артеріальна гіпертонія, атеросклероз, діабет, настання клімаксу та ін. Виняткова роль гіпоталамуса в регуляції вегетативних функцій організму, схожість основних

виявів порушення діяльності гіпоталамуса та старіння, його роль у виникненні клімаксу дали підставу вважати, що саме гіпоталамус відіграє вирішальну роль у процесі старіння. Таким чином, старіння є складним, багатоланцюговим процесом, пов'язаним з різноманітними порушеннями на різних рівнях життєдіяльності: від генетичного до організменого.

**№3.** Термін “тестикулярна фемінізація” був запропонований Моррісом у 1953 році. Синдром Морріса – спадкова нечуттєвість периферичних тканин організму до маскулінізуючої дії андрогенів, гормонів сім'яників. Такий стан визначається відсутністю в У-хромосомі гена тканинного рецептора чоловічого гормону. Внаслідок цієї нечуттєвості (тобто того, що андрогени не зв'язуються тканинами-мішенями) допологовий і післяпологовий розвиток організму, який має чоловічий набір хромосом (46, XY) і сім'яники, парадоксально йде по жіночому напрямку.

При народженні ця аномалія ніяк не проявляється: хворі виглядають як звичайні дівчатка і у дитячому віці аномалію, зазвичай, вдається ідентифікувати, якщо при піхвових грижах виявляються сім'яники.

Із настанням статевої зрілості розвивається псевдогермафродит: висока, струнка, статна, фізично сильна жінка з добре розвиненими молочними залозами. Ноги часто дещо довші ніж зазвичай.

Пропорції тіла таких індивідів відповідають швидше сучасним уявленням про жіночу красу, ніж середній статури, тому не дивно, що хворі досить часто зустрічаються серед манекенниць.

Однак в індивідів з синдромом Морріса відмічається аменорея, піхва, зазвичай, вкорочена і закінчується сліпим мішком. Замість матки часто бувають залишки мюллерових каналців, а замість фаллопієвих (маткових) труб можна знайти м'язово-волокнистий тяж. Присутні сім'яники можуть містити нормальну або навіть збільшену кількість клітин Лейдіга, які продукують гормони.

Індивіди безплідні, однак здатні до статевого життя і зберігають нормальний статевий потяг до чоловіків.



У силу безплідності псевдогермафродитів ця аномалія досить рідко зустрічається серед населення – порядку 1 на 65000 жінок. Хоч синдром – рідкість серед населення, він виявляється майже у 1% видатних спортсменок (у 600 разів частіше, ніж передбачалося б).

Оскільки за фізичною силою бистротою й спритністю вони значно перевищують нормальних дівчат і жінок, то ці індивіди-жінки з синдромом Морріса – підлягають виключенню з спортивних змагань. Жінки з синдромом Морріса, відрізняються емоційною стійкістю, життєлюбством, багатогранною активністю, фізична і розумова енергія їх просто вражаюча. Деякі з найбільш енергійних, діяльних (але бездітних) жінок – знаменитих спортсменок, менеджерів, вчених, артисток – жінки з синдромом Морріса.

Отже, жінок з синдромом тестикулярної фемінізації відрізняє:

- 1) велика фізична сила;
- 2) високий зріст, довгі руки та ноги;
- 3) вражаюча сміливість;
- 4) схильність до носіння чоловічого одягу або елементів чоловічого костюму;
- 5) практичність;
- 6) сильна воля і високий інтелект;
- 7) аменорея.

Резюме: Жанна д'Арк – високоросла, міцно складена, виключно сильна, але струнка дівчина з тонкою жіночою талією. Її обличчя теж було дуже гарним. Загальна статура характеризувалась дещо чоловічими пропорціями. Вона дуже любила фізичні і військові справи і залюбки носила чоловічий одяг. У неї ніколи не було менструацій. Все це, у сукупності з іншими особливостями, дозволяє через п'ять з половиною віків впевнено поставити Жанні д'Арк діагноз синдрому тестикулярної фемінізації – синдрому Морріса.

Обґрунтування діагнозу:

1. Жанна д'Арк дуже швидко і добре навчилась володіти зброєю, прекрасно трималась у сідлі, володіла великою фізичною силою. (Спортсменка).

2. Вона була високою, стрункою дівчиною, довгорукою й довгоногою, з привабливим обличчям.
3. У ту далеку епоху, коли хоробрість й героїзм жінок були потрібні досить рідко, Жанна д'Арк виявила виключний, послідовний і стійкий героїзм. (Тонізуюча дія андрогенів при Синдромі).
4. Характерним для Жанни було те, що вона постійно носила чоловіче плаття. В ту епоху, коли жінкам заборонялось носити чоловіче плаття і навіть вважалось гріхом, Жанна д'Арк його носила і відмовлялась від нього з небажанням, під великим тиском. (Особливість Синдрому – схильність носити чоловічий одяг).
5. У військових, організаційних й політичних справах проявляла здоровий глузд, кмітливість. практицизм. (Жінки з Синдромом характеризуються як "виключно ділові").
6. Жанна д'Арк проявила виключний інтелект, коли заставила англійців зняти облогу Орлеану, переслідуючи і знищуючи їх (битва при Пате). Рідкісну винахідливість й інтелект вона проявила під час Руанського суду, коли на витончені питання суддів відповідала так винахідливо, що ті ніяк не могли загнати її у пастку. (Власники Синдрому – жінки, як правило, з сильною волею і високим інтелектом).
7. Аменорея. (Неодмінна ознака Синдрому).

**Висновок.** Будь-яка з семи названих фізичних, психічних й інтелектуальних особливостей, взятих порізно, зустрічаються не так вже рідко, але поєднання всіх семи (при тому, що кожна виражена найвищою мірою) в однієї дівчини того часу – явище цілком незвичайне.

**№4.** Формування чоловічого фенотипу пов'язано з секрецією тестикулярних гормонів, що обумовлюють розвиток вольфова каналця й атрофію мюллерова. Перший з цих гормонів – антимюллерівський гормон, який секретується клітинами Сертолі, викликає дегенерацію мюллерова каналця. Другий гормон являє собою стероїд тестостерон, який секретується клітинами Лейдіга. Цей гормон обумовлює диференціювання вольфова каналця у придаток сім'яника, сім'явивідний канал і сім'яні міхурці. Із

сечостатевого бугра під впливом тестостерону розвивається калита й статевий член.

Приблизно на шостому тижні вагітності, коли завершується міграція статевих клітин в ембріонів генетично чоловічої статі з У-хромосомою, починається інтенсивна проліферація тканини гонад. І, насамкінець, із первинної статевої тканини утворюються сперматозоїди, а з мезенхіми – клітини Сертолі й інтерстиціальні клітини Лейдіга.

Отже, формування чоловічого фенотипу залежить, в першу чергу, від двох гормонів, які виробляються сім'яниками, а всього – від 19-ти різних факторів. Нормальні індивіди чоловічої статі розвиваються, за умов, якщо всі ці елементи функціонують у потрібний час і у належному місці. За певної їх відсутності формуються жіночі статеві ознаки. Таким чином, розвиток жіночих статевих ознак не потребує спеціальних регуляторних факторів.

Навіть незначні відхилення у роботі механізму диференціальної статі на різних рівнях викликають неповний розвиток чоловічого фенотипу в організмі з чоловічим генотипом (чоловічий псевдогермафродитизм).

**№5.** Дійсно, розвиток гонад є унікальним ембріональним явищем, всі інші задатки органів у процесі нормального розвитку диференціюються в орган лише одного типу. Наприклад, зачаток легені може покласти початок розвитку легені, а зачаток печінки – лише печінки. А що стосується зачатка гонада, то він у нормі має здатність розвиватися у двох напрямках: внаслідок диференціювання він може перетворитися або у сім'яник, або у яєчник. Зачатки гонад у ранніх ембріонів (до 5 або 6 тижня) не розрізняються у різних статей й не містять клітин зародкового шляху. Первинні клітини зародкового шляху у людини можна виявити на третьому тижні ембріонального розвитку і ектодермі жовточного мішка. Потім під впливом хемотоксичних сигналів вони мігрують в гонади. Ця міграція не залежить від статі.

Розвиток статевих ознак обумовлено диференціюванням гонад. Статеві органи формуються з мюллерових і вольфових каналців, які надходять з первинної нирки.

У жінок мюллерові канальці розвиваються у фалопієві труби й матку, а вольфові канальці атрофуються.

У чоловіків вольфові канальці розвиваються у сім'яні канальці й сім'яні міхурці, а мюллерові канальці атрофуються. Всі ці процеси знаходяться під суворим гормональним контролем.

**№6.** У ссавців стать визначається хромосомним набором і, зазвичай, не залежить від навколишніх факторів. У більшості випадків у генотипі самок міститься дві Х хромосоми, а у генотипі самців – ХУ. У-хромосома слугує вирішальним спадковим фактором, що визначає стать у ссавців.

Навіть у тому випадку, коли особина має п'ять Х-хромосом й одну У-хромосому, вона буде чоловічою. Якщо ж особина має одну єдину Х-хромосому без У-хромосоми, то вона буде жіночою.

Слід зазначити, що у визначенні статі бере участь лише невелика частина У-хромосоми. Вважають, що у людини ген, який відповідальний за фактор детермінації сім'яника знаходиться у короткому плечі У-хромосоми.

Хоча й відомо, що У-хромосома – основний детермінант у визначенні статі у ссавців, більшість досить важливих питань залишаються поки що без відповіді. Яка частина У-хромосоми необхідна для детермінації сім'яників? Чи достатньо одного цього гена, чи у детермінації гонад беруть участь й інші гени? Ці питання поки що потребують вивчення.

**№7.** Метод вітрифікації (консервація яйцеклітини з її наступним заплідненням) був розроблений вченими для того, щоб дати можливість мати дітей тим жінкам, які з тих чи інших причин не можуть виносити плід і змушені відкладати вагітність на тривалий термін. Такими причинами можуть бути, наприклад, онкологічні захворювання, при лікуванні яких вагітність не припускається, складний матеріальний стан.

Вітрифікація дозволить мати дітей і тим жінкам, які бажають вийти заміж у більш старшому віці, оскільки вони зможуть зберігати свої яйцеклітини для використання їх у майбутньому.

Замороження запліднених яйцеклітин практикується досить давно, але незаплідненні яйцеклітини часто пошкоджуються під час девітрифікації (розмороження).

Японські лікарі зробили спробу заморозити і розморозити яйцеклітину поступово, у декілька етапів. Враховуючи, що при девітрифікації поки що виживають лише поодинокі яйцеклітини, успішне проведення операції й народження здорової дитини (дитина народилася у клініці материнства і дитинства “Сува” м.Сімосувамати, префектура Нагано із штучно заплідненої яйцеклітини, яка до цього протягом року зберігалась у замороженому стані) можна вважати важливим досягненням японських медиків.

## **Тема 6. Нервова регуляція функцій організму людини**

**№1.** Можливо під час спокою, він постійно обробляє якусь інформацію, що надходить ззовні і яка не усвідомлюється людиною? Або енергія витрачається на якісь внутрішні процеси, що не залежать від навколишнього світу? Більше всього, другий варіант є ближчим до істини.

Так, у 1994 році американськими вченими було доведено, що лише 10% зв'язків між нейронами у зоровій корі мавп (в якій обробляється інформація від очей) задіяні для сприйняття зорових стимулів. А чим зайняті інші 90% - невідомо.

За однією із гіпотез, мозок постійно знаходиться у динамічній рівновазі, балансуючи між збудженням і гальмуванням. На це і витрачається лєвова частка спожитої енергії – на підтримку системи у робочому стані, у постійній готовності.

За другою гіпотезою, мозок весь час зайнятий прогнозуванням найближчого майбутнього з врахуванням минулого досвіду, для чого й переробляє великі масиви інформації.

Таким чином, ми ще точно не знаємо, чим зайнятий мозок, коли він ніби-то нічим не зайнятий.

**№2.** Під кінець життя мозок людини страждає від зносу деяких нейронів і піддається хімічним змінам.

Разом з тим у багатьох людей ці зміни не призводять до помітного зниження інтелекту. Так, Бернард Шоу, який помер у 1950 році, у віці 94 роки, написав декілька своїх п'єс після 90-річчя.

Однією з головних цілей досліджень старіння мозку – допомогти людям зберегти здоровий розум протягом всього життя.

Встановлено, що, принаймі, не всі зміни нейронів обов'язково деструктивні. Деякі зміни можуть відображати спробу нейронів компенсувати втрату або скорочення інших нейронів та їх проєкцій.

Вчені з Медичинського центру Рочестерського університету спостерігали ріст дендритів у деяких ділянках гіпокампу й кори мозку у людей у віці від 40-50 років до початку старіння (70 років) з наступною регресією дендритів в процесі подальшого старіння (після 80 років), вчені висловили припущення, що початковий ріст дендритів відображає спробу життєздатних нейронів нейтралізувати наслідки втрати сусідніх нейронів, які відбуваються з віком.

Очевидно, що така компенсаційна здатність втрачається у дуже старих нейронів. Подібна здатність до росту виявлена у дорослих щурів: більш довгі і більш складні дендрити з'являються у зоровій зоні кори головного мозку тварин після її стимуляції. Ці результати дають надію. Вони свідчать, що мозок здатний до динамічної перебудови нейронних сітей навіть у пізні роки життя, і що відповідна терапія може збільшити цю пластичність.

**№3.** Функції вегетативної нервової системи полягають у регуляції роботи внутрішніх органів. При цьому два відділи вегетативної системи відіграють неоднакову роль. У загрожуючих ситуаціях (емоційна або фізична напруга) активується симпатичний відділ. У спокійному стані (відпочинок, сон) переважає вплив парасимпатичного відділу, який забезпечує перебіг травлення та інших процесів, спрямованих на підтримання гомеостазу внутрішнього середовища організму.

Дія більшості із наведених у таблиці гормонів подібна дії симпатичної нервової системи.

Адреналін, гормон мозкового шару наднирників, за хімічною будовою подібний норадреналіну – медіатору симпатичних нейронів. Тому вони викликають подібні ефекти: розширення

зіниць, збільшення частоти і сили серцебиття, звуження кровоносних судин багатьох органів, підвищення артеріального тиску, розширення бронхів, збільшення працездатності м'язів, стимуляцію розщеплення глікогену в печінці і жирів у жировій тканині (і як наслідок – збільшення у крові глюкози й жирних кислот), гальмування перистальтики кишечника й секреції травних соків.

Альдостерон – гормон коркового шару наднирників. Він підсилює поглинання іонів натрію клітинами ниркових каналців, і тим самим зменшує виділення натрію з сечею. Разом з іонами натрію (за законами осмосу) до організму повертається і вода. Це призводить до збільшення об'єму крові і, відповідно, до підвищення артеріального тиску (як і в разі дії симпатичної системи).

Вазопресин - гормон задньої частини гіпофіза. Його друга назва – антидіуретичний гормон, тому що його дія призводить до зниження діурезу (виділення сечі). Відповідно, вазопресин викликає збільшення об'єму крові й артеріального тиску. Тиск підвищується ще й тому, що вазопресин звужує кровоносні судини.

Глюкагон - (гормон підшлункової залози) й кортизол (гормон кори наднирників) збільшує концентрацію глюкози в крові, як і симпатична система. Крім того, кортизол підсилює ефекти впливу адреналіну й норадреналіну на клітини багатьох органів.

Окситоцин також гормон задньої долі гіпофізу, дублює дію симпатичної системи при пологах (викликає скорочення матки).

Ефекти, подібні до парасимпатичної нервової системи, викликає передсерцевий гормон. Стимулом до його виділення у кров слугує збільшення (розтягнення) правого передсерддя кров'ю, яка надходить до нього щонайчастіше відбувається в разі збільшення об'єму крові.

Дія цього гормону спрямована на збільшення виділення води і натрію нирками, і, відповідно, на зниження артеріального тиску. Парасимпатична система також знижує тиск крові, в основному пригнічуючи серцеву діяльність. І парасимпатична система, і

передсерцевий гормон розслаблюють кровоносні судини деяких органів.

Ще одним цікавим прикладом “парасимпатичного” гормону, є гастрин. Він виробляється клітинами стінки шлунка й дванадцятипалої кишки й стимулює травлення: секрецію кислоти, води і ферментів у шлунку й дванадцятипалій кишці, скорочення стінок шлунку.

Нервова (вегетативна) і гормональна регуляторні системи значно відрізняються за швидкістю спрацювання: у першому випадку це лічені секунди, у другому - хвилини, інколи навіть години. Крім того, список нині відомих гормонів далеко не обмежується наведеними у задачі. Функції багатьох гормонів “не охоплені” вегетативною нервовою системою.

| Гормони             | Симпатична<br>нервова<br>система | Парасимпатич<br>на нервова<br>система |
|---------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| Адреналін           | +                                |                                       |
| Альдостерон         | +                                |                                       |
| Вазопресин          | +                                |                                       |
| Глюкагон            | +                                |                                       |
| Кортизол            | +                                |                                       |
| Норадреналін        | +                                |                                       |
| Окситоцин           | +                                |                                       |
| Передсердний гормон |                                  | +                                     |
| Гастрин             |                                  | +                                     |

## Тема 7. Сприйняття інформації нервовою системою

### Сенсорні системи

**№1.** Якщо порівнювати око з фотоапаратом, то роль об’єктива виконує рогова оболонка, фотоплівки – сітківка, а роль діафрагми – райдужна оболонка та зіниця. У темряві зіниця ока розширюється, щоб впустити більше світла, за яскравого освітлення – звужується. Розширення та звуження зіниці відбувається завдяки м’язам у райдужній оболонці. На задній



круглій стінці ока розташований шар світлочутливих клітин, що, як сітка, вловлює світлові промені і називається сітківкою. За допомогою сітківки ми отримуємо зображення того, на що дивимось. Чіткість зображення зумовлює прозорий і чистий, як кришталь, кришталік.

Це – своєрідна лінза, яка збирає промені і спрямовує їх на сітківку. Чому своєрідна? Тому що вона еластична. Для того, щоб сприймати предмет, джерело променів, що розташовані далеко від ока, кришталік має бути плоским, а для розташованих близько, навпаки – дуже опуклим. Цей процес регулює м'яз, розташований навколо кришталіка. Якщо м'яз скорочується, кришталік стає опуклим, якщо розслабляються – плоским.

**№2.** Першим вченим, який спростував цей міф, був Абу Алі ібн Сіна (Авіцена). Великий лікар дійшов висновку, що людське око лише вловлює відображені предметами промені сонця або освітлювальних приладів. А німецький вчений-астроном Йоган Кеплер першим зрозумів, що зображення навколишнього світу формується на сітківці.

Порівнюючи око з фотоапаратом, нам стає зрозумілою роль рогової оболонки, зіниці, сітківки. Але щоб на плівці отримати зображення, то насамперед, в об'єктив має потрапити світло, так само і в оці: щоб на сітківці виникло зображення, в око також має потрапити світло.

Але процеси утворення зображення на сітківці і на плівці зовсім не схожі.

Люди, предмети, що нас оточують, освітлюються природним сонячним або місячним світлом чи світлом штучних джерел (електричні лампи, ліхтарі тощо). Промені, що надходять від цих джерел, відбиваються кожною точкою тіла в різних напрямках. Ці відбиті промені й потрапляють в око. І тут з допомогою зіниці та кришталіка на сітківці формується зображення того чи іншого предмета, його форм, контурів. Рецептори клітини, що розташовані в сітківці, перетворюють світловий сигнал на нервовий імпульс, який надходить до зорового центру головного мозку. Те, що бачить мозок, відрізняється від зображення на сітківці. На сітківці виникає “кіно” з кольорових картинок, що

швидко змінюють одна одну. Зоровий центр мозку фіксує кожну з цих “картинок” і запам’ятовує її, потім об’єднує та аналізує в загальному вигляді, порівнює це зображення з тим, що було відоме раніше, і, таким чином, ми усвідомлюємо, які предмети бачимо. Саме мозок допомагає бачити їх об’ємними, а не плоскими. Крім того, мозок бачить віддаленість того, на що ми дивимось. Наприклад, око бачить маленький будинок і велику машину. Одержавши цю інформацію і маючи в своїй пам’яті справжні розміри цих предметів, мозок знає, що машина – близько, а будинок - далеко.

Як може здатися на перший погляд, одержання зорового зображення – це суто фізичне явище. Адже зв’язок між об’єктом, який ми бачимо, і оком має фізичну природу, оскільки сигналом від предмету є промінь світла. Але як цей сигнал перетворюється на нервовий імпульс? Що в цьому разі відбувається? Відповісти на ці запитання допомагає саме хімія. Хоч рецептори ока реагують на фізичне подразнення – світло різних довжин хвиль, але всі подальші процеси виявлення, переробки та передачі відповідних сигналів мають хімічну природу.

Фоторецепція зводиться до ізомеризації ретиналю, що викликає зміни в структурі опсину, а це, в свою чергу, приводить до появи нервового імпульсу. Виникає зорове зображення, але лише чорно-біле. А як же буяння барв світу: блакить неба, кольорове розмаїття рослинного й тваринного світу? Його ми сприймаємо за допомогою рецепторних клітин-колбочок. Було встановлено, що в них містяться “червоний”, “блакитний” і “зелений” родопсини. Ці родопсини назвали відповідно до назв кольорів, які вони здатні сприймати. Механізм їх дії схожий на механізм дії паличкового родопсину, хоча “червоний” і “зелений” родопсини за своєю структурою схожі з родопсином паличок, а “блакитний” – значно відрізняється. Ще М.В.Ломоносов у своїй праці “Слово о происхождении цвета” (1756 р.) писав про те, що різноманітність барв ми можемо бачити в результаті комбінації трьох кольорів – трьох сортів частинок ефіру - червоних, жовтих і блакитних. А Т.Юнг у 1802 р. запропонував теорію кольорового

зору, засновану на припущенні про три види світлочутливих речовин у сітківці.

Отже, колір предметів сприймається за допомогою рецепторних клітин-колбочок.

**№3.** Очі вищих тварин, наприклад, зебри, за будовою подібні очам людини, тільки мають більшу світлосилу. Однак поле зору виявляється меншим.

Так, у коней поля зору очей не сходяться позаду, але тваринам достатньо лише трішки повернути голову, щоб побачити предмети, які розміщені позаду. Зорові образи в даному випадку не такі чіткі, але в той же час від зору тварини не вислизне жоден рух, що здійснюється навколо.

Рухливі хижі тварини, яким доводиться, зазвичай, самим бути нападниками позбавлені цієї здатності бачити навколо себе; у той час вони володіють “бінокулярним” зором, який дозволяє точно оцінювати відстань для стрибка.

Кішка перед телевизором зовсім не рідкість. Особливо любить дивитися хокей і ловить то шайбу, то гравця. Кішка добре розрізняє колір, але за однієї умови. Розмір того, що вона споглядає повинен бути якомога більшим – коли кут зору перевищує  $45^\circ$ , а для цього треба сісти близько до телевизора.

За гарних умов бачення і освітлення очі людини здатні розрізняти до 10 млн. відтінків кольору.

Кольори, сприйняття яких виникає внаслідок впливу на зоровий апарат усіх світлових променів видимої частини спектра за винятком променів, які поглинаються (тобто тих, що викликають відчуття саме кольору), називають додатковими до спектральних.

Спектр, як відомо, складається із семи основних кольорів – червоного, оранжевого, жовтого, зеленого, блакитного, синього та фіолетового. Кожному кольорові відповідає певна довжина електромагнітної хвилі. Усі ці кольори є в сонячному світлі, але вони невидимі, поки світло не проникне крізь призму. Таке явище називається дисперсією світла.

Колір, який ми бачимо, є додатковим до того кольору (тобто світла тієї довжини хвилі), що поглинуло тіло. Отже, кольори, з

якими ми маємо справу в природних умовах, як правило, є додатковими кольорами.

Кожній довжині хвилі відповідає певна енергія. Чим коротша довжина хвилі, тим більшу енергію передає промінь речовині під час зіткнення. Людина та вищі тварини сприймають ділянку спектра від 400 до 760 нм, яка називається видимою, тобто пігмент чи пігменти фоторецепторних клітин поглинають світло у видимій ділянці.

Сприйняття кольорів також доступне риbam, рептиліям, птахам. Не сприймають кольори собаки та копитні. Твердження про те, що бик не любить червоного кольору, не відповідає дійсності. Він не може розрізнити ні червоного, ні зеленого, ні синього кольорів, і йому однаково червона, зелена чи синя ганчірка буде в руках тореадора. Стан збудження у бика викликає не колір, а вигляд матерії, яка колихається вітром і рухи самого тореадора.

**№4.** Розрізняють такі види дії шуму.

1. Дія, що заважає. Вона зростає зі збільшенням гучності, але залежить від індивідуального сприйняття. Дія, що заважає, може бути пов'язана з інформацією, яку вона несе.

Наприклад, мати, яка спить, може не чути грому за вікном, але тихий дитячий плач миттєво будить її.

2. Активація збудження ЦНС і вегетативної нервової системи. Цей тип впливу характеризується незначним підвищенням тиску крові, розширенням зіниць, зменшенням виділення шлункового соку, посиленням м'язової активності й електричного опору шкіри, а також посиленням виділенням гормонів, що відіграють роль у функціонуванні вегетативної нервової системи. Поріг деяких із цих реакцій лежить досить високо (так, кровообіг шкіри змінюється за 70-75 дБ, для зміни електричного опору шкіри достатньо 3-6 дБ над загальним фоном).

3. Вплив на працездатність.

Із численних результатів наукових досліджень зроблено висновок, що небажаний відволікаючий шум знижує результативність виконання завдань, що вимагають

концентрації уваги. Цікаві результати мають експерименти канадських дослідників.

Під голосну музику на виконання розумових вправ витрачається на 20% більше часу.

Під час дослідження добровольці виконували різноманітні завдання під шум, гучність якого змінювали від 53 до 96 дБ. Зі збільшенням гучності реакція людини значно знижувалась, а за гучності 96 дБ під час прийняття висококонцентрованих рішень зменшувалась на 20%.

Донедавна вважалося, що на вегетативну нервову систему діє шум у діапазоні 65-90 дБ, але цей поріг є значно нижчим.

4. Порушення передачі інформації. Особливу проблему в приміщеннях для навчання становлять маскувальні звуки, шуми. Для повної розбірливості звуків гучність шуму має бути на 10 дБ нижчою, ніж мови.

Якщо спокійна розмова на відстані 1 м дає 55 дБ, то в приміщенні для мовного спілкування загальний шумовий фон не повинен перевищувати 35-45 дБ.

5. Глухота може бути спричинена постійною дією шуму на чуттєві клітини слухового аналізатора. Небезпека постійної глухоти виникає, якщо на людину впродовж досить тривалого часу щоденно протягом 8 годин діє шум у 86 дБ. Наприклад, 10-15% робітників у світі зазнають впливу шуму у 90 дБ, а 15-20% - у 85 дБ.

За межами роботи небезпечними є надто гучні розваги, музика, стрілянина тощо.

**№5.** Так. До такого висновку прийшли німецькі фізіологи із університету м.Гіссена. Кілька років вони вимірювали гостроту слуху у 10 тисяч людей з усього світу. При цьому реєструвався і рівень шумності навколишнього середовища.

Виявилось, що люди, які на роботі піддаються гучним звукам, мають ослаблений слух. Але й жителі тихих сіл теж глухуваті. У цілому, вчені констатували, що у міських жителів слух краще, ніж у жителів тихих сіл. А люди таких професій, як оркестранти і пілоти, не дивлячись на постійний шум на робочому місці, мають тонкий слух.

Вчені вважають, що для тонкого механізму внутрішнього вуха постійний шум є шкідливим. А особливо ударні навантаження – окремі голосні звуки.

Навпаки постійний шум тренує витривалість вуха.

**№6.** Здавалося б, якщо вода прозора, то ніщо не повинно заважати бачити під водою так само добре, як і у повітрі. За даними таблиці показник заломлення води становить 1.34. Показник заломлення прозорих середовищ ока людини найближчий до цього значення. Лише показник заломлення кришталіка всього на 0,1 вище, ніж у води. Тому під водою на оці людини промені фокусуються далеко позаду сітківки, зрозуміло, що безпосередньо на сітківці зображення повинно вимальовуватися нечітко. І лише дуже короткозорі люди бачать під водою більш або менш нормально.

А ось у риб, які мешкають у водному середовищі, кришталік має надзвичайно опуклу форму: він кулеподібний, і показник заломлення його найбільший серед усіх тварин. При акомодатії кришталік не змінює форму, а переміщується всередині ока. Не будь цього, очі були б для риб майже безкорисні, так як вони мешкають у дуже заломлюючому середовищі.

**№7.** До недоліків ока як фокусуючого пристрою відносять: астигматизм, сферичну і хроматичну аберації, розсіювання світла.

Астигматизм. Поверхня рогівки не симетрична оптичній осі. Зазвичай, кривизна більша у вертикальній площині, ніж у горизонтальній. Це призводить до залежності заломлюючої сили від кута падіння променів. Якщо різниця не перевищує 0,5 діоптрій – це фізіологічний астигматизм.

Сферична аберація. Як і у всіх звичайних лінз у рогівки і кришталіка фокусна відстань більша у центральній частині, крізь яку проходить оптична вісь, і менша на периферії. За рахунок цього виникає сферична аберація, яка робить зображення нечітким. Чим менший діаметр зіниці, тим менша частка периферичних частин діоптрійної системи в побудові зображення, і зрозуміло, спотворення, викликане сферичною аберацією.

Хроматична аберація. Діоптричний апарат ока заломлює світло тим більше, чим коротша довжина його хвилі. Для точного фокусування червоних частин об'єкта потрібна більша акомодация, ніж для синіх.

Розсіювання світла. Білки та інші макромолекулярні речовини є у складі колоїдів кришталіка та склоподібного тіла. Завдяки цьому відбувається невелике розсіювання світла. Однак воно впливає на сприйняття тільки в разі дуже яскравих стимулів. У склоподібному тілі навіть здорового ока є зони помутніння, які виявляються як маленькі сірі плями при розгляданні білого фону.

Треба зазначити, що недоліки ока, як фокусуєчого пристрою, значною мірою компенсуються нейронними механізмами контрастування.

**№8.** Вага ока людини становить 7-8 г, діаметр – 2,5 см. Воно має здатність чітко розрізняти предмети на відстані 60 м, а вночі розрізняє джерело світла, віддалене від нього на 27 км. Для того, щоб бачити чіткі контури предмета, молода людина має знаходитися на відстані 15 см від нього. Якщо ж предмет розташований близько від ока, вони розпливаються. Ця мінімальна відстань з віком змінюється: у 10 років становить 7 см, у 20 років – 15 см і у 50 років – 40 см. Таке збільшення пов'язано із старечою далекозорістю. За гарних умов бачення і освітлення очі можуть розрізняти з точністю до 10 млн. відтінків кольору.

На сітківці ока під зовнішнім шаром епітеліальних клітин розміщені світлочутливі клітини-фоторецептори. Їх є два види: колбочки і палички. Колбочки сприймають колір, форму і деталі предметів.

Колбочки реагують тільки на певну довжину хвилі, чим зумовлюють сприйняття кольору предметів.

Існує три типи колбочок. Колбочки першого типу реагують переважно на червоний колір, другого – на зелений і третього – на синій. Ці кольори називають основними. При ізольованій дії хвиль різної довжини кожний тип колбочок збуджується неоднаково. Внаслідок цього кожна довжина хвилі сприймається як особливий колір. Якщо всі три типи колбочок збуджуються водночас і однаково, виникає відчуття білого кольору. Оптичним

змішуванням основних кольорів можна одержати всі кольори та їхні відтінки.

## **Тема 8. Формування поведінки і психіки людини**

**№1.** Сон – захисне пристосування організму, яке охороняє його від надмірних подразнень і дає можливість відновити працездатність. Основною функцією сну є відновлення фізичних та психічних сил, яке сприяє максимальній адаптації до зміни умов зовнішнього і внутрішнього середовищ. Сон - це чергування різних функціональних станів головного мозку, але не є “відпочинком” головного мозку, як вважали раніше. Під час сну перебудовується мозкова діяльність, потрібна для переробки і консолідації інформації, що потрапила в період неспання, переведення її із проміжної в довготривалу пам'ять.

Хтось сказав, що сон існує для того, щоб “перешкодити нам блукати в сутінках і наштотуватися на речі”.

Той, хто хоч раз влаштувався на ніч у дикій місцевості, як це робили наші примітивні предки, знайде в цій фразі більше здорового глузду, ніж простої дотепності. Сон – це адаптація, яка пригнічує активність у період найменшої доступності їжі, загрози різких коливань зовнішніх умов і максимальної загрози з боку хижаків. Сон знижує щоденні метаболічні витрати, нав'язуючи організму зміну діяльності, і є вираженням внутрішньої інстинктивної потреби.

Як з'ясували вчені, під час сну мозок не тільки не “вимикається”, а, навпаки, працює часом активніше, ніж під час неспання. Навіть у стані глибокого сну він відповідає на зовнішні впливи, які можуть органічно “вплітатися в сюжет” сновидіння. Ще Арістотель помітив, що сплячому насниться вогонь, якщо до його руки піднести джерело тепла. Отже, сон – зовсім не “відхід від життя”, а особлива форма роботи мозку. Добра половина нейронів мозку під час сну працюють навіть активніше, ніж удень. Це стосується, насамперед, глибинних відділів мозку. Точної відповіді на запитання, чому ж усе-таки організмам з розвиненою нервовою системою необхідний сон, наука ще не дала. Деякі



біологи висловлюють гіпотезу про те, що під час сну організм “перепишує” відомості з короткочасної пам’яті в довготривалу.

Короткочасна пам’ять легко стирається електрошоком, а також при ядусі, струсі мозку. Довготривала пам’ять більш стійка.

Коли людина одержує чи переробляє інформацію у її мозку виникають імпульси. У короткочасній пам’яті, за припущенням вчених, вони записуються з допомогою “абетки” нервових клітин, а в довготривалій – за допомогою “абетки” молекул. Те, що довготривала пам’ять неможлива без створення молекул білка, учені довели шляхом такого експерименту. Мишам давали речовину, що пригнічує в них синтез білків. Після цього у тварин виробляли який-небудь умовний рефлекс (так, якщо вони потрапляли в темряву, на них чекав легкий удар електроструму). Миші “навчалися” як звичайно, але за кілька днів не пам’ятали нічого з вивченого.

У ряді дослідів (хоча інші вчені заперечують чистоту цих експериментів) із пацюками, птахами біологам удавалося перенести рефлекси однієї тварини іншій, не навченій, вводючи в її мозок речовину з мозку першої.

З іншого боку, було запропоновано багато різних пристроїв та методик, які начебто дають можливість, не докладаючи зусиль, навчатися під час сну. На жаль, ці спроби виявилися неефективними. Інформація, що пропонується під час сну, не відкладається у пам’яті, якщо тільки на електроенцефалограмі (ЕЕГ) не з’являється а-ритм (тобто, якщо людина не прокидається). Про це також свідчить і те, що з усіх виявів активності мозку під час сну запам’ятовується лише останнє сновидіння.

З іншого боку, сон полегшує закріплення матеріалу, що вивчається. Якщо певна інформація заучується безпосередньо перед засинанням, то через 8 годин вона легше згадується, ніж матеріал, що засвоювався напередодні зранку. Є кілька пояснень цього феномену. По-перше, удень діє безліч подразників, що відволікають, заважаючи процесові закріплення нових даних у пам’яті в проміжку між їх заучуванням та відтворенням, уночі ж таких подразників немає. По-друге, забування може бути

пасивним процесом, яке уві сні просто відбувається повільніше, ніж у стані неспанья.

Можна також припустити, що сон (особливо “активний” сон, що відзначається швидкими рухами очей, так званий ШРО-сон) сприяє закріпленню матеріалу “вичищаючи” з пам’яті все “зайве”. Під час дослідів на тваринах був виявлений тісний взаємозв’язок між часткою ШРО-фаз в загальній тривалості сну та кількості інформації, що запам’ятовується. Гіпотеза про “розучування”, забування непотрібних знань під час сну належить Френсісу Кріку та Грему Мітчісону.

Насамперед, сон має охоронне значення для нервової систем. Він залежить від стану нервової системи. Деяким людям нелегко заснути, якщо ними володіє якесь сильне почуття – радості, тривоги, страху, і в цьому випадку в корі мозку виникає стійкий осередок збудження – снів немає. Коли людина все ж таки засне, осередок часом залишається пов’язаним з розпочатою вдень уявною роботою, він продовжує функціонувати й уві сні, причому, робота ця може бути більш ефективною, оскільки мозку в цей час не заважають сторонні подразники. Часом уві сні люди знаходять відповіді на запитання, які мучили їх наяву. Так, Дмитро Менделєєв знайшов “ключ” до періодичної системи елементів. А от хімік Фрідріх Кекуле здогадався про циклічну будову молекули бензолу, коли йому наснилася змія, що кусала власний хвіст.

**№2.** Сон характеризується вимиканням свідомості, зниженням м’язового тону, гальмуванням умовних і значним послабленням безумовних рефлексів.

У стані сну зв’язок із навколишнім середовищем значно послаблюється, хоча й не зникає повністю. Відомо, що під час сну в людини не тільки заплющені очі, а й “вимикаються” вуха. М’яз, який керує слуховими кісточками – молоточком, коваделком, стремінцем перебуває в розслабленому стані, і багато не дуже гучних звуків вухо не вловлює. Спляча людина може прокинутися під дією зовнішніх подразників, особливо тих, які мають для неї важливе значення (наприклад, її ім’я). Так, мати миттєво прокидається, почувши плач дитини, хоча може спокійно спати під значно сильніший вуличний шум. Слід, однак, пам’ятати, що цей

шум, як і будь-який інший, негативно впливає на сон, порушуючи його глибину, послідовність фаз і тим самим погіршуючи загальне самопочуття.

Для сну характерний також ряд біохімічних показників. Встановлено, що в крові збільшується кількість серотоніну, а вміст адреналіну під час сну, навпаки зменшується. Варто ввести в кров тварини невелику дозу адреналіну, і вона довго не засне.

Під час сну збільшується секреція анаболічних гормонів (пролактин, соматотропін) і зменшується секреція катаболічних (тиреотропін, адренкортикотропін, кортизол).

**№3.** За сучасними даними, сновидіння є наслідком невпорядкованої активності нейронів великого мозку за дефіциту внутрішнього диференційованого гальмування. Пристосувальне (адаптивне) значення сновидінь поки що не доведене. Вважають, що сновидіння виконують захисну функцію, відволікаючи частково не сплячу свідомість від різних зовнішніх та внутрішніх подразнень, які могли б збудити. До зовнішніх подразників, які збуджують окремі групи клітин кори великого мозку і породжують сновидіння, належать різноманітні впливи на сенсорні системи сплячої людини. Це шум, яскраве освітлення кімнати, гострі запахи, температурні подразнення шкіри тощо, а також різні інтероцептивні імпульси, спричинені переповненим шлунком, сечовим міхуром, ускладненням дихання тощо.

На даний час висувається гіпотеза про імпульси сновидінь, потоки яких посилюються у зв'язку з ускладненням дихання (гіпоксія), порушенням серцевої діяльності, підвищенням температури тіла тощо.

Не можна, однак, однозначно сказати, що події навколишнього світу під час сну людини спричиняють її сні. Звуки, температурні зміни, дотики не були причиною початку ШРО-сну (швидкий рух очей).

Якщо ж людина вже перебуває у фазі швидкого сну, стимули з навколишнього середовища можуть вплітатися в сюжет сновидіння. Такі стимули (особливо слухові) використовують як "відмітки часу" під час аналізу звітів про сновидіння. Коли на

обличчя сплячих піддослідних бризкали водою, вони частіше згадували про сновидіння, пов'язані з водою.

Є припущення, що під час швидкого сну у сновидінні людина наче “програє” для себе реальні життєві ситуації, закріплюючи їх у пам'яті. Так само під час гри дитина відкладає у своїй пам'яті відомості про реальне життя.

Іноколи один й той самий сон повторюється протягом кількох днів і навіть місяців. У таких випадках можна говорити про діагностичне значення сновидіння. Йдеться про сни, причиною яких слугують подразнення, що йдуть від внутрішніх органів. Тому одноманітні сновидіння, які тривалий час повторюються повинні бути проаналізовані лікарем.

У сновидіннях може відобразитися передбачення хвороб задовго до визнання цього лікарем, тут немає ніякої містики. І це підтверджується хоча б тим, що терміни передбачення “сну-діагноста” майже цілком збігаються з тривалістю прихованого, чи інкубаційного періоду захворювання. Мозок вміє не тільки відчувати найтонші процеси в організмі людини, а й оцінювати навколишнє середовище, моделювати можливий, найбільш імовірний результат ситуації. Так що й у “пророчому” діагнозі, який ставить сам мозок, немає нічого надприродного. При захворюванні людини мозок у сні, одержавши ледь уловимий сигнал від хворого органа, створює свою асоціативну картину, і ми спостерігаємо її у вигляді сну. Захворювання серця нерідко викликають кошмарні видіння, які можуть супроводжуватися сильним почуттям страху смерті.

**№4.** Деякі вчені вважають, що швидкий сон - адаптаційний механізм, який компенсує інформаційний потік, що надходить до головного мозку.

Тому сни дітей відрізняються емоційністю (таким чином організм дитини пристосовується до нової для неї інформації).

Доросла ж людина нових відомостей і вражень отримує значно менше, відповідно і швидкий сон у неї набагато коротший.

З віком співвідношення між часом неспання та сну, а також між фазами ШРО (не ШРО-сну зазнають характерних змін). Основна тенденція – поступове зменшення загальної тривалості

сну і значне зниження в ньому частки ШРО-фази. У немовлят на швидкий сон припадає 50% загальної тривалості сну (у недоношених навіть 75%), або 10 годин на добу. Загалом немовлята сплять 20 годин на добу, а дорослі лише близько 8, хоча цей показник дуже індивідуальний. Коли дитині виповнюється 1 рік, вона проводить у стані неспанья вже 10 годин. Послідовність і тривалість інших фаз у немовлят та малих дітей також інші, ніж у дорослих. В останніх 22% усього часу сну припадає на швидкий сон, решта часу – на повільний. Таким чином, дорослі 1,5 год. бачать сновидіння. Люди похилого віку сплять менше, вони частіше прокидаються, глибокий сон для них – рідкість.

Вважають, що ШРО-сон має особливе значення для онтогенезу ЦНС. Оскільки грудні діти отримують менше інформації про навколишній світ, ніж дорослі, їхні сновидіння забезпечують внутрішню стимуляцію, що компенсує нестачу зовнішньої.

## **Тема 9. Мислення і свідомість**

**№1.** Головний командний центр нервової системи – великі півкулі є скупченням вищих психічних розладів. Вони мають зв'язки з усіма відділами головного й спинного мозку. До них надходить інформація з усіх частин тіла, від усіх органів чуття і звідси спрямовуються команди щодо руху до спинного мозку. Зв'язки, по яким передається інформація й всілякі найрізноманітніші команди, як і все в нервовій системі, симетричні. Однак у їх характері, у людини багато несподіваного. Відділи руху великих півкуль керують роботою м'язів протилежної частини тіла: права півкуля керує лівою половиною тіла, а ліва – правою.

Нервові волокна, які проводять рухливі команди, проходячи через довгастий мозок, здійснюють повний перехрест, переходячи на протилежну сторону спинного мозку.

У свою чергу нервові волокна, які несуть інформацію від органів чуття, очей, вух, вестибулярного апарату, від рецепторів шкіри й м'язів, перш ніж ввійти у великі півкулі, теж здійснюють

перехрест. Але перехрест цей неповний. Так, у приматів перехрещуються приблизно 50% чуттєвих волокон, тобто інформацію від одного ока дві півкулі отримують рівномірно.

Внутрішні органи людини – серце шлунок, кишечник, печінка й селезінка – непарні. Тому здавалося б, що центри для керування ними мають розвиватися лише в одній з півкуль мозку. Але нічого подібного не виявлено. Заради керування внутрішніми органами симетрія мозку не порушена.

У наш час здається дивним, що лише недавно люди стали вважати мозок найважливішим органом.

Так, у свій час великий грецький вчений Аристотель вважав мозок великою залозою, яка охолоджує кров. І лише спостереження за пораненими в голову людьми дали змогу відкрити деякі таємниці мозку. Вже великий Гіпократ знав, що в разі тяжких ушкоджень великих півкуль виникає параліч рук та ніг протилежної сторони тіла. Це у деякій мірі відповідало на запитання про призначення мозку, але не похитнуло щодо думки про те, що мозок – це залоза і, як і всі інші залози організму людини допомагає виводити з організму зайву вологу. І лише інший грецький лікар Герофіл, який жив дещо пізніше Аристотеля і працював у Александрійському мусейоні часів Птолемея I Сотера, зумів звільнитися від забобонів й поглянув на мозок очима медика, який неодноразово спостерігав тяжкі наслідки черепних поранень. Він зумів здогадатися, що головний мозок – центр всієї нервової системи, керує мимовільними рухами, бере участь у сприйнятті навколишнього світу і слугує людині органом мислення. На жаль, досягнення стародавніх вчених ігнорувалися і лише через два тисячоліття європейські вчені сприйняли здогадки Герофіла та його послідовника Галена.

Першим вченим, який похитнув уявлення про симетрію мозку, був лікар-невролог Поль Брок. Його відкриття зроблено на основі спостереження за двома хворими. Перший з них протягом двадцяти одного року не міг розмовляти. Він міг промовити два слова (“пора”, “чорт візьми”), а словниковий запас другого становив п’ять слів, але й їх він промовляв спотворено.

Брок не лише встановив зв'язок між розладом мови та ушкодженням лівої півкулі, але й зумів знайти ту ділянку мозку від якої залежить організація моторної мови. Вона отримала назву зони Брока. У більшості людей вона розташована в лівій півкулі, біля задньої третини нижньої лобної звивини. Пошкодження цієї ділянки спричинює так звану моторну афазію (порушення мови).

Суттєвий внесок щодо розподілу функцій між лівою та правою півкулями головного мозку зробив й лікар Верніке, який відкрив у задній третині першої скроневої звивини, що розташована поряд зі слуховими центрами другу мовну ділянку. Ця ділянка отримала назву зони Верніке. У разі її пошкодження хворі втрачали здатність розуміти мову й не могли самі говорити, повторювати слова, називати предмети, писати під диктовку. Таку афазію називають сенсорною. Згодом виявилось, що діяльність лівої півкулі забезпечує й інші функції, які причетні до мови: читання, письмо, лічба, словесна пам'ять, мислення.

**№2.** Функціональна асиметрія мозку виявляється в неоднакових здібностях лівої та правої рук.

Слід зауважити, що поділ людей на ліво-, праворуких і амбідекстрів (людей, які однаково володіють обома руками) досить умовний. Деякі дослідники виділяють 6-8 типів функціональної асиметрії, виходячи з різного співвідношення домінування рук, ніг, ока, вуха і т.д. Результати досліджень вказують, що майже у 98% право – і 70% ліворуких мова контролюється лівою півкулею.

Однак слід зауважити, що деякі мовні функції розподілені між півкулями і це знижує ступінь асиметрії мозку.

На основі локалізації центрів мови було сформовано поняття про домінантну ліву півкулю і субдомінантну праву півкулю.

Ліва півкуля забезпечує розбірливу мову, письмо та читання. Аналізуючи та синтезуючи словесні сигнали, вона спирається на граматичну структуру мови, тобто є апаратом обслуговування абстрактно-логічного мислення. Функції лівої півкулі є надзвичайно важливими, її завданням є не лише аналіз звукової обробки мови, а й визначення сенсу інформації, що надходить.

Разом з тим без участі правої півкулі такий процес втрачає сенс, оскільки права півкуля відає просодичними (інтонація, словесні й логічні наголоси та ін.) компонентами мови і відповідає за конкретно-образне розуміння слів, які надають мові справжнього змісту. Права півкуля забезпечує безпосередню обробку інформації та оцінює в реальному масштабі часу, тоді як у лівій півкулі може відбуватися деформація реальної часової шкали, розтягування часу або його стискування. Права півкуля також відповідає за формування “схеми тіла”, тобто уявлення людини про себе саму.

Ще зовсім недавно праву півкулю лікарі одноставно вважали “неробою”. Тепер стало очевидним, що права половина мозку у нас не бездіяльна і її справедливо було б називати “мовчазним помічником”.

Однією з перших спеціалізованих функцій, що виявили у правій півкулі, була функція стримування свого співбрата – домінантної півкулі. У разі виключення правої півкулі помітно проявляється балакучість. Стримані або навіть дещо загальмовані до впливу правостороннього електрошоку пацієнти одразу ж після завершення лікувальної процедури стають занадто балакучими. Вони весь час прагнуть заговорювати лікаря, діляться своїми враженнями. Мова людини з вимкненою правою півкулею стає багатшою, з'являються нові слова, звороти, будь-яке поставлене питання він прагне висвітлити з усіма подробицями. Фрази стають довгими і будуються із багатоскладних слів. Конструкція фраз ускладнюється, в них збільшується кількість службових й додаткових слів. Найбільше дивує те, що балакучість зовсім не заважає піддослідному успішно виконати завдання з розпізнавання різноманітних мовних звуків.

Не дивлячись на підвищену балакучість піддослідні після правостороннього шоку не стають приємними співрозмовниками. Голос у них буває глухим, сиплим, або гавкаючим.

Інколи піддослідні починають заїкатися. Мова втрачає свій звичний ритм. Фраза, розпочата тихим голосом, може закінчитися неприродно голосно, з вереском. Наголоси і в окремих словах, і у



цілих фразах постійно опиняються не там, де вони повинні бути, і тому часто не зразу зрозумієш, що хотів сказати піддослідний. Мова стає аритмічною, інколи переривчастою, зникають логічні й емоційні паузи.

Інколи виникають неприродні інтонації, які вражають слух, як у глухих від народження людей, які позбавлені можливості достеменно тонко контролювати звукове забарвлення своєї мови.

Загалом, голос піддослідного завжди значно змінюється, навіть якщо саме відтворення звуків і не викликає особливих труднощів. Він втрачає свої індивідуальні риси, стає менше виразним, монотонним. За його інтонацією стає досить важко зрозуміти, чи радує піддослідного те, про що він розповідає, чи засмучує, чи задає він питання, чи висуває якусь претензію.

Завдання щодо стримування своєї логічно мислячої і тому дещо відірваної від реальної дійсності лівої сусідки, є одним із найголовніших обов'язків правої півкулі.

Наразі нераціонально, щоб окремі ділянки мозку працювали з повним навантаженням. Це неекономно, і в цьому немає особливої потреби.

Нашій мові притаманна надмірність і її можна добре розуміти, навіть не прислухаючись ретельно до кожного звуку або слова.

І тому права півкуля аж ніяк не заважає правильному сприйняттю мови, а лише регулює її рівень відповідно до потреб даного моменту. Права півкуля сумлінно допомагає лівій слухати мову. Захист мови від перешкод – одне з найважливіших завдань правої півкулі. Це її особистий внесок до аналізу звукової мови.

Крім допомоги своїй сусідці, права півкуля має і власні обов'язки. Відомо, що добре знайомих людей ми впізнаємо не лише в обличчя, але й по голосу. Цим займається виключно права півкуля. На час її виключення піддослідний перестає розрізняти голоси навіть близьких йому людей. Він не в змозі визначити по голосу, хто із групи співрозмовників звернувся до нього з питанням, якщо в цей час не дивився на їх обличчя. Він також не в змозі відрізнити чоловічий голос від жіночого. Для нього залишається незрозумілим сенс інтонацій.

У відсутності правої півкулі світ звуків гасне. Все, що не є людською мовою, перестає хвилювати людину, привертати її увагу.

Гуркіт весняного грому, курликання журавлів в осінньому небі, сміх дитини, кукурікання півня - все здається одноманітним нецікавим шумом. Він не впізнає їх, не в змозі пригадати, а якщо й впізнає правильно, виконує це невпевнено й з великими труднощами.

Світ музики доступний лише правій півкулі. Після правостороннього електрошоку музика перестає цікавити піддослідних. Вони не здатні помітити суттєвої різниці між двома музичними фразами, якщо їх ритм співпадає. Вони не впізнають мелодії знайомих пісень, уривки із загальновідомих музичних творів. Піддослідний втрачає здатність і бажання співати. Навіть при музичному супроводі він фальшує. Цікаво, що здатність впізнавати мелодії відновлюється після правостороннього шоку і значно раніше, ніж відновлюється здатність співати.

Для людини з вимкненою правою півкулею гасне, тьмяніє світ барв. Після пошкодження потиличних відділів правої півкулі хворі починають плутати кольори, а побачити різницю у їх яскравості й насиченості здається ще складнішим.

Права півкуля керує образним баченням світу. Ось чому у відсутності функцій лівої півкулі при повному або значному ушкодженні мови і пов'язаних з нею дефектів мислительних процесів, у хворих зберігаються музичні, артистичні й художні здібності. Так, відомий угорський скульптор Бені Ференці, який втратив мову внаслідок порушення кровообігу у лівій півкулі, і яке супроводжувалось паралічем правої руки й ноги, продовжував працювати лівою рукою.

Пошкодження або виключення правої півкулі не призводить до порушення ні читання, ні письма, якщо, звісно, хворий користується абетковою системою письма.

Результати багатьох досліджень свідчать, що функціональна асиметрія мозку не абсолютна; вона є певним континуумом, тобто кожна півкуля здатна впоратися з багатьма видами завдань, проте стиль і ефективність розв'язування цих завдань у лівій і

правій півкулях істотно різняться. Під час розв'язування конкретного завдання кожного разу формується певний стан асиметрії і основою його формування є міжпівкульний синтез, за якого участь кожної півкулі може як посилюватися, так і пригнічуватися. У такому разі називати одну з півкуль домінуючою зовсім недоречно.

**№3.** По справжньому вивчення функцій мозку людини стало можливим лише тепер, після появи нових методів діагностики, хірургічного й терапевтичного лікування. Численні спостереження лікарів, які були зроблені завдяки використанню цих методів, значно розширили наші уявлення про організацію вищих психічних функцій людини.

Першим серед цих методів є операція розщеплення мозку шляхом перерізування мозолистого тіла, який з'єднує великі півкулі. Методику цієї складної операції розробили американські нейрохірурги для лікування деяких форм епілепсії, що не піддається медикаментозному лікуванню. Після проведення операції великі півкулі стають ізольованими одна від одної. Обмін інформацією між ними надзвичайно утруднений.

Такий хворий стає унікальним об'єктом, на якому зручно вивчати окремо функції кожної з півкуль.

Другий метод – це одностороння електросудомна терапія (на лобні й потиличні ділянки правої або лівої сторони голови піддослідного накладають електроди).

Подразнення електричним струмом настільки дезорганізує роботу мозку, що його звичайна діяльність на деякий час призупиняється. Ззовні це виглядає як випадання окремих функцій. Саме на це й розраховують дослідники. За короткий час, поки нормальна діяльність подразненої півкулі ще не відновилась, вони роблять різні проби, які дають можливість охарактеризувати стан окремих психічних функцій. Метод дозволяє точно встановити, яку роботу виконує кожна з півкуль головного мозку.

Третій метод запропонували японські медики. Якщо постає питання про необхідність проведення операції на одній з великих півкуль, то хірург повинен точно знати, яка з півкуль домінуюча і що чекає хворого після хірургічного вторгнення. При цьому

використовують наркотичні речовини. Якщо подіяти наркотиком лише на одну півкулю мозку, то цілком природно чекати, що випаде функція лише цієї півкулі. Для цього невеликі дози наркотику вводять безпосередньо в одну із сонних артерій, у праву чи ліву.

Завдяки цьому тимчасово виключається, “засинає” лише та півкуля, яка отримує кров із відповідної сонної артерії.

Фармакологічна проба дозволяє отримати точні відомості про розподіл функцій мозку. Однак вона достатньо складна й небезпечна, тому, зазвичай, застосовується одноразово, лише на одній із півкуль мозку. До того ж “сон” мозку триває не більше однієї хвилини, що вкрай недостатньо для всебічної оцінки обсягу й характеру випадання його функцій.

Учені також винайшли способи для вивчення розподілу функцій великих півкуль мозку і у нормальних, цілком здорових людей.

Однак більшість важливих фактів щодо розподілу функцій між великими півкулями, вдалося пізнати, головним чином, при вивченні хворих з різними формами пошкодження мозку або в разі виключення однієї з півкуль після одностороннього електрошоку.

**№4.** Різні вчені по-різному оцінюють кількість ліворуких людей, а саме: від 1 до 30%. Враховуючи сучасні, більш ґрунтовно проведені дослідження, називаються цифри від 5 до 20%. Така розбіжність пояснюється різними методами оцінки. Важливо не лише, ким вважає себе сам піддослідний, як його оцінюють навколишні і якою рукою він переважно користується у повсякденному житті, але й результати виконання спеціальних тестів. Завдяки ним удається виявити потайних, перенавчених у дитинстві ліворуких. Але більшість вчених на разі вважають, що хоча спеціальні тренування, а особливо, коли вони розпочаті у ранньому дитинстві, можуть ліворукого перетворити на праворукого, але перенавчання суттєво не змінить особливості функціональної асиметрії мозку.

Під час тренувань удосконалюються не руки, а наш мозок, який керує ними. Це він, навчившись координувати роботу м'язів,

робить рухи точними й пластичними. Тому вірніше говорити не про провідну руку, а про провідну півкулю мозку. При цьому не слід забувати особливості функціональної організації нашого мозку – перехресне керування м'язовим апаратом. Роботою правих м'язів тіла керує ліва півкуля, а роботою лівих м'язів – права. Таким чином, у праворуких провідна півкуля – ліва, а у ліворуких, без достатньо поважних на те підстав, до цього часу провідною вважалась права півкуля. Як розвинений мозок амбідекстрів, достеменно невідомо. Амбідекстри – люди з однаково розвиненими руками. Практично, це люди з однаково погано розвиненими руками.

Припускають, що найбільш розвинуті центри із будь-якої однойменної пари командних пунктів у випадковому порядку представлені то у правій, то у лівій півкулях головного мозку.

Системне вивчення рухової асиметрії дозволило виявити багато дивних і поки що малозрозумілих явищ. Так, у новонароджених дітей дві руки рівноцінні. Якщо у перші роки життя й виникають переваги в користуванні ними, то вони не бувають тривалими і можуть багаторазово змінюватися. І лише на п'ятому році життя права рука у майбутніх праворуких поступово починає брати на себе всю складну діяльність.

Процес її удосконалення досить тривалий і закінчується у зрілому віці, але коли саме вчені ще не можуть на це дати остаточну відповідь. На разі вчені припускають, що у похилому віці виникає протилежний процес і нерівноцінність рук поступово вирівнюється. Але важко сказати чи є ця послідовність нормальним процесом розвитку функцій або у вирівнюванні рухової асиметрії винні процеси вікової патології мозку.

У дівчаток та жінок асиметрія рук менш виразна, а ліворуких серед них у 1,5-2 рази менше, ніж у представників "сильної" статі. Удосконалення функцій мозку дівчаток розтягується на значний термін і здійснюється досить повільно. У хлопчиків вже у шість років багато функцій виконується окремо правою й лівою півкулями мозку, а у дівчаток вдвічі старше спеціалізація мозку часто ще тільки намічається.

Особливо цікавим є те, що серед близнюків ліворукі зустрічаються значно частіше, ніж серед народжених по одному, причому обидва близнюки рідко бувають ліворукими. Зазвичай, один із двійні завжди стає праворуким. Якщо близнюки різної статі, то ліворуким стає хлопчик. Серед сіамських близнят, як правило, один – правша, другий – лівша.

**№5.** Деякі вчені вважають, що посмішка еволюційно походить від оскалу, який багато тварин використовують як захисну реакцію або як символ підкорення (у деяких видів мавп). У будь-якому разі усмішка означала й означає зараз відсутність агресивних намірів і на мові тварин означає “Я – слабкий і нічого не маю проти тебе. Але якщо ти мене образиш – буду захищатися”. Можливо переклад не зовсім точний, але суть зрозуміла.

Чим вище положення тварини в еволюційному ряді, тим більше в неї емоцій. Оскільки лише добре розвинена лімбічна система забезпечує складну емоційну поведінку, то людина є найбільш емоційною істотою в природі. Завдяки сильному розвитку кори нам притаманна здатність до запам'ятовування й абстракції, тому ми можемо відчувати хвилювання, радість, сором, гнів лише при думці або згадуванні про щось або про когось. Складність мозку забезпечує й складність емоцій. Наприклад, почуття прихильності, різновидом якої є турбота про нащадків, стає можливим лише внаслідок розвитку лімбічної системи. Порушення цієї системи позбавляють тварин батьківської любові.

Еволюційні аспекти емоцій вивчав ще Чарлз Дарвін (“Выражение эмоций у человека и животных”, 1872).

На сьогодні достеменно відомо, що ряд фундаментальних емоцій людини є універсальними, спадково закріпленими й проявляються завдяки наявності складної лімбічної системи.

Розвиток емоцій у всіх дітей проходить однакові стадії, які подібні до стадій формування емоційної поведінки у дитинчат тварин. Спочатку дитина часто плаче, що є важливим емоційним сигналом, який спонукає батьків турбуватися про неї.

Так, кошенята у перші дні свого життя теж постійно подають писк, цуценята скавчать.

Потім, через декілька тижнів, дитина починає посміхатися навіть тому, кого не знає. У дітей віком 5-6 місяців виникають інші універсальні емоції – боязнь незнайомих людей й страх при відлученні від матері. Таку саму емоційну поведінку проявляють кошенята й цуценята після місячного віку.

Діти людей, як і дитинчата інших ссавців, у певному віці активно засвоюють нову інформацію. При цьому вони постійно налаштовують власні емоційні реакції під реакції обличчя матері, дитина отримує потрібну інформацію при зустрічі з незнайомими явищами в природі й людьми. Інколи батьків дивує, чому їх син чи донька відчувають неприязнь до тієї чи іншої людини. Дорослим здавалось, що вони жодним словом не висловили свого ставлення. Але дитина могла вгадати це ставлення за виразом обличчя батьків.

У певний період життя для людини, яка формується, набагато важливішим є мова жестів, міміки – мова емоцій. Тому й не дивно, що емоції мають велике значення в процесі навчання. З власного досвіду ми всі добре знаємо, що події, які супроводжуються сильними хвилюваннями запам'ятовуються набагато краще і залишаються у пам'яті надовго. Інформація, яка викладається нудно, монотонно викликає набагато меншу зацікавленість і застосовується дещо важче, ніж емоційно забарвлена. Цей зв'язок не випадковий. Важливі структури лімбічної системи – гіпокамп, міндалина й гіпоталамус, які забезпечують прояв емоцій, відіграють також виключно важливу роль у процесах навчання й формування пам'яті. Тож виходить, що збуджуючи мозок емоціями, ми готуємо його до запам'ятовування.

Роль емоцій у нашому житті важлива й різноманітна. Спробуйте уявити життя без емоцій: нам стали ні до чого радість, любов, дружба, сум і багато іншого – все стало байдужим. Чи захотіли б ми жити у такому світі?

**№6.** Це пояснюється тим, що обробка позитивних і негативних емоцій відбувається різними шляхами.

До позитивних емоцій людина відноситься поверхово – такі емоції сигналізують про те, що все в порядку й зупинятися на

цьому не слід. Негативні – сигнал тривоги, потрібно зупинитися і придивитися, обробка стає ретельнішою, необхідна увага до деталей і тому більше слів.

**№7.** Дослідження в галузі біосиметрики показали, що злагодженість у живому організмі є наслідком точного дотримання законів симетрії, а саме: гомеостаз проявляється у злагодженому гармонійному поєднанні процесів життєдіяльності, оскільки він базується на суворих законах чисел, пропорцій, відповідностей.

Дослідник М.О.Марутаєв (композитор) у своїх роботах з теорії якісної симетрії показав, що гармонія є фундаментальною ознакою світу, що нас оточує і обумовлена глибоким вираженням симетрії. Він зумів розкрити сутність симетрії, яка виражена у гармонійному числовому зв'язку між об'єктами і процесами, у суворій відповідності чисел і відношень, які відображають ці процеси. Виявилось,

що числа 0,417; 0,943; 1,37; 1,618 відіграють важливу роль у побудові, наприклад, музичних рядів, але й у Періодичній системі хімічних елементів Д.І.Менделєєва, у ряді важливих фізичних констант, у планетних відстанях і у натуральному ряді чисел.

Якщо виходити з того, що гармонія є принципом цілісності, стійкості системи, то в такому разі слід чекати у живому організмі проявів, які відповідають цьому принципу, - певних співвідношень кількості, величин показників або змін цих показників при різних станах організму у суворій відповідності з законами симетрії, у чіткій й певній пропорційності, що базується на фундаментальних числах. І дійсно, це підтверджується фактами. Наприклад, у 1975 році фізики О.О.Соколов і Я.О.Соколов опублікували результати своїх досліджень електричної активності головного мозку за допомогою математичних методів аналізу. Зроблені ними розрахунки виявили, що якщо взяти за основу так звані бета-хвилі електроенцефалограми - коливання, які знаходяться в діапазоні від 14 до 35 Гц, - то вся шкала електромагнітних коливань, що записувалась з головного мозку людини, розділяється у такому випадку, ніби на дві частини, які співвідносяться між собою з постійним коефіцієнтом 1,618. Цей коефіцієнт зв'язаний з відомим



у симетрії правилом золотого перерізу. Цікаво, що при аналізі молекулярної ваги гормонів, які забезпечують роботу ендокринної системи людини, ці дослідники виявили аналогічні числові закономірності, які відомі у симетрії.

## Література

1. Александер Р. Биомеханика. – М.: Мир, 1970.
2. Блум Ф., Лейзерсон А., Хофстертер Л. Мозг, разум и поведение. – М.: Мир, 1988.
3. Богданов К.Ю. Физик у гостях у биолога. – М.: Мир, 1988.
4. Брагина Н.И., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. – М.: Медицина, 1981.
5. Васютинский Н. Золотая пропорция. – М.: Молодая гвардия, 1990.
6. Гилберт С. Биология развития: В 3 т. Т.3 Пер. с англ. М.: Мир, 1995. – С.233.
7. Дубров А.П. Симметрия функциональных процессов. – М.: Знание, 1980. – С.64.
8. Касавина Б.С., Торбенко В.П. Минеральные ресурсы организма. – М.: Наука, 1985.
9. Ковалевский П.И.. Психиатрические эскизы из истории: В 2 т. Т.2. Орлеанская дева – М.: Терра, 1995. – С.117.
10. Коган А.Б. Физиология человека и животных (общая и эволюционно-экологическая). – М.: Высшая школа, 1981.
11. Малишева С. Природа старіння: теорії та гіпотези// Біологія і хімія в школі. – 1999. - №5.- С.4-8.
12. Петухов С.В. Биомеханика, бионика и симметрия. – М.: Наука, 1981.
13. Сергеев Б.Ф. Асимметрия мозга. – М.: Знание, 1981. – С.64.
14. Тарасов Л. Этот удивительный симметричный мир. Пособие для учащихся. – М.: Просвещение, 1982.
15. Ульмер Х.Ф., Брюк К., Эве К. и др. Физиология человека / Под ред. Шмидта Р. и Тевса Г.: В 3 т. Т.3. М.: Мир, 1996. – С.823.
16. Урманцев Ю.А. Симметрия природы и природа симметрии. – М.: Мысль, 1974.
17. Фогель Ф., Мотульськи А. Генетика человека: В 3 т. Т.2 М.: Мир, 1990. – С.136.
18. Хайнд Р. Поведение животных. М.: Мир, 1975.

19. Эфроимсон В.П. Пол и интеллект. Гениальная Жанна, гениальный Толстой // Химия и жизнь. – 1995.- №9. – С.20.

Видання підготовлено до друку та віддруковано  
редакційно-видавничим відділом ЧОІПОПП  
Зам. № 972 Тираж 100 пр.  
18003, Черкаси, вул. Бидгощська, 38/1