

## Практичне заняття № 10

### ФІЛОГЕНЕЗ ОСНОВНИХ СИСТЕМ ОРГАНІВ ХРЕБЕТНИХ. ЕВОЛЮЦІЯ ЛЮДИНИ

1. Органічний світ як результат процесу еволюції. Взаємозв'язок онто- і філогенезу. Еволюція людини.
2. Еволюція основних систем органів хребетних.
3. Онтофілогенетично зумовлені вроджені вади розвитку людини.

#### 1. ОРГАНІЧНИЙ СВІТ ЯК РЕЗУЛЬТАТ ПРОЦЕСУ ЕВОЛЮЦІЇ. ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ОНТО- І ФІЛОГЕНЕЗУ. ЕВОЛЮЦІЯ ЛЮДИНИ.

##### 1.1. Основні етапи виникнення життя на Землі, за О. І. Опаріним:

- 1) абіогенний (*небіологічний, неорганічний*) синтез простих органічних сполук;
- 2) абіогенний синтез складних органічних сполук (полімерів)
- 3) утворення індивідуальних фазовідокремлених передбіологічних систем – попередників життя (пробіонтів);
- 4) поява перших живих організмів.

Перші живі організми, які виникли на Землі, були гетеротрофами (живилися готовими органічними речовинами поживного бульйону), анаеробами (енергію здобували за рахунок безкисневого окиснення органічних речовин – бродіння) і прокаріотами. За сучасними уявленнями, перші еукаріотичні клітини з'явилися 1,5 млрд. років тому. Є дві гіпотези щодо їх виникнення: інвагінаційна і симбіотична. Походження багатоклітинних тварин також пояснюють дві гіпотези: гіпотеза гастрей Е. Геккеля (1874) і гіпотеза фагоцителі І. І. Мечникова (1886).

**1.2. Форми еволюції груп:** філетична, дивергентна, конвергентна, паралельна, сітчаста.

1. Філетична еволюція – поступове перетворення в часі в певному напрямі одного таксону, як єдиного цілого, в інший.

2. Дивергентна еволюція – утворення на основі дивергенції (розходження) ознак у процесі історичного розвитку від однієї предкової групи кількох нових груп. Внаслідок цієї форми еволюції виникає різноманітність таксонів нижчого рангу в більших таксонах (родин у ряді, рядів у класі, класів у типі). На мікроеволюційному рівні дивергентній еволюції відповідає дивергентне видоутворення. У результаті дивергентної еволюції утворюються *гомологічні* органи, тобто органи, які мають однаковий план будови, спільне походження, а функцію виконують різну або однакову (передні кінцівки хребетних, рука людини).

3. Паралельна еволюція – незалежний розвиток подібних ознак в еволюції близькоспоріднених груп організмів. Вона відбувається, якщо два споріднені таксони, утворені на основі дивергенції від спільного предка розвивалися спочатку в різних умовах і в різних напрямках, але далі потрапили в одне і те саме екологічне середовище і, відповідно, зазнали філетичної еволюції в подібному напрямку. Закон гомологічних рядів спадкової мінливості є відображенням цього типу еволюції.

4. Конвергентна еволюція – незалежне утворення подібних ознак у неспоріднених організмів, що потрапили в подібне середовище. Явище конвергенції (сходження ознак) протилежне явищу дивергенції (розходження ознак). При конвергентній еволюції утворюються *аналогічні* органи – органи, які виконують

однакову функцію, але різні за походженням і планом будови (наприклад, крила комахи, птаха і кажана).

5. Сітчаста еволюція – одна з форм еволюції груп, яка відбувається на основі синтезогенезу (об'єднання). Розрізняють наступні види сітчастої еволюції: гібридизація (об'єднання споріднених видів), симбіогенез (об'єднання двох неспоріднених організмів), трансдукція (перенесення генетичного матеріалу з геному одних організмів в інші).

### **1.3. Взаємозв'язок онто- і філогенезу.**

Основні поняття.

Рекапітуляція – повторення ознак дорослих пращурів в ембріогенезі нащадків (Ф. Мюллер).

Палінгенези – ознаки дорослих предків, які повторюються в ембріогенезі нащадків (Е. Геккель). Зараз існує думка, що в онтогенезі повторюється будова не дорослих стадій предків, як думав Е. Геккель, а ембріонів.

Ценогенези – пристосування, які виникають у зародків або личинок і не зберігаються в дорослому стані, наприклад, амніон, алантоїс (Е. Геккель).

Філембріогенези – називаються нові спадкові зміни, які виникають в ембріональному періоді, зберігаються в дорослих форм, передаються наступним поколінням, включаючись, таким чином, у філогенез (О. М. Сєверцов):

- анаболії (пролонгації) – філембріогенези, які виникають на пізній стадії ембріогенезу, тобто спочатку органи розвиваються так само, як і в предка, і тільки наприкінці ембріонального розвитку додаються нові зміни. Прикладом може бути розвиток довгих щелеп у мальків морської риби саргана. Впродовж ембріонального розвитку його щелепи мають таку саму довжину, як в інших риб. Видовження щелеп відбувається в малька тільки після вилуплення.

- девіації (від лат. *deviatio* - відхилення) – виникають на середній стадії ембріонального розвитку, до девіації розвиток органа відбувається так само, як і в предка, але потім відхиляється і продовжується по новому шляху. За типом девіації розвивається рогова луска рептилій. Початкові стадії її розвитку подібні до розвитку плакоїдної луски акул, а потім настає відхилення.

- архалаксиси – виникають на ранній стадії ембріонального розвитку, у цьому випадку розвиток органа з самого початку відбувається по новому шляху без рекапітуляції і прояву біогенетичного закону; так розвивається волосся у ссавців, яке не повторює розвитку плакоїдної луски акул – їх далеких предків.

### **1.4. Еволюція людини.**

Люди і сучасні людиноподібні мавпи виникли від спільного предка, який жив у далекому минулому, а далі настала дивергенція людини і людиноподібних мавп. Так, людина і шимпанзе розійшлися близько 5 млн. років, а людина й орангутанг - понад 13-16 млн. років тому.

Суттєвою морфофізіологічною відміною людини від людиноподібних мавп є об'єм головного мозку. У людини він у середньому становить 1400-1600 см<sup>3</sup>, а у мавп – до 600 см<sup>3</sup>. Поверхня півкуль переднього мозку в людини в середньому дорівнює 1250 см<sup>2</sup>, а в людиноподібних мавп - менше в 3,5-4 рази.

Найважливішими якісними особливостями людини як біологічного виду є свідомість, мислення, її здатність до усвідомленої праці.

Поява сучасної людини як біологічного виду якісно відрізняється від процесів виникнення нових видів у тварин. Найбільш важлива відмінність полягає в тому, що еволюція людини відбувалася під впливом не тільки біологічних, а й соціальних факторів. На ранніх етапах антропогенезу у найдавніших і давніх людей провідне значення для еволюції відігравали біологічні фактори – мінливість і природний добір. Вже на цих етапах добір відбувався не тільки за фізичними показниками (сила, витривалість), а й за рівнем розумового розвитку (вміння виготовляти найпростіші знаряддя праці, використання їх, здатність до спілкування з іншими членами племені, навички до колективних дій тощо). Отже, вже в цю епоху добір сприяв збереженню особин з вираженими соціальними рисами. В міру удосконалення в наших предків трудової діяльності й мови ця спрямованість добору підсилювалась. Особини, які мали більше здібностей до винайдення нових знарядь, до навчання й аналізу обставин, гинули рідше.

Велике значення для соціальної еволюції людини мала поява альтруїстичних тенденцій – турбота про стариків, жінок і дітей, зменшення агресивності при зустрічах з представниками інших племен. Всі ці фактори сприяли розширенню інтелекту людини.

В ході еволюції людини відбулось виникнення вищої форми ароморфозу – епіморфоз. Епіморфоз – це такий ароморфоз, який дозволяє організмам не підкорятися вимогам середовища проживання, а опанувати місцем існування, перетворити це середовище відповідно до своїх потреб. Епіморфоз – це унікальне явище в історії органічного світу Землі, досягнуте людиною.

### **1.5. Походження людських рас.**

Загально визнаним є поділ людства на три основні раси – негроїдну, європеїдну та монголоїдну. Обґрунтовану відповідь на питання, коли і де виникли ці основні раси сучасної людини, отримано за результатами вивчення мінливості білків і груп крові. Варіанти білків і груп крові є маркерами генів, а їх частоти дають інформацію про частоти відповідних алелів. Розділення людства призвело до утворення двох гілок – африканців і неафриканців. Згідно з молекулярним годинником, така дивергенція відбулася близько 100 000 років тому. Тоді ж розпочалася міграція населення з Африки. Початок усіх маршрутів – певна область Східної Африки, розташована південніше Сахари.

Вважають, що африканці (негроїди) влаштувалися в самій Африці. А первинне розселення неафриканців здійснювалося вже в Євразії. Розходження предків монголоїдів і європеїдів відбулося тому, що вони опинилися по різні боки важких для подолання гірських систем (Тибетське нагір'я – Гімалаї, Гіндукуш та ін.) Їх спільні пращури жили на Близькому Сході, звідки предки монголоїдів у один з міжльодовикових періодів (50 або 70 тис. років назад) переселилися на територію теперішнього Китаю, а предки європеїдів значно пізніше (близько 40 тис. років назад) – в Європу. Вважають, що сучасна людина тривалий час не могла проникнути в Європу, тому що цьому перешкоджали неандертальці – корінні мешканці цього континенту. Перші європейці нашого підвиду – кроманьйонці.

## **2. ЕВОЛЮЦІЯ ОСНОВНИХ СИСТЕМ ОРГАНІВ ХРЕБЕТНИХ.**

### **2.1. Зовнішній покрив тіла.**

Функції покриву тіла:

- взаємодія організму з оточуючим середовищем;
- підтримання гомеостазу;
- захист внутрішнього середовища від шкідливих впливів: механічних, хімічних, ультрафіолетових променів, термічних чинників; непроникність для мікроорганізмів;
- сприймання подразнень – це рецепторне поле, де зосереджені тактильні, температурні та больові рецептори;
- участь в обміні речовин (синтез і депонування вітаміну D, обмін води й електролітів);
- служить депо крові;
- дихання і виділення;
- терморегуляція.

У хордових тварин характерною рисою є поява у шкірі двох шарів: верхнього (ектодермального) епідермісу (надшкір'я) і нижнього (мезодермального), до якого входять дерма (власне шкіра) та гіподерма (підшкірна жирова клітковина). Еволюція шкірних покривів у хордових йшла шляхом переходу від одношарового до багатшарового епітелію і зміни співвідношення між шарами в бік більшого розвитку нижнього шару. Крім того, відбулось формування похідних шкіри (нігті, волосся, пір'я, роги, шкірні залози та ін.).

## 2.2. Скелет.

Функції скелета:

- захищає організм хребетного від пошкоджень;
- формотвірна;
- виконує опорну функцію для м'яких тканин тіла;
- система важелів для роботи м'язів;
- депо солей кальцію і фосфору в організмі;
- вмістилище для головного і спинного мозку та кісткового мозку.

Розрізняють зовнішній і внутрішній скелет

Зовнішній скелет виконує захисну функцію, він наявний у нижчих хребетних і розташовується на тілі у вигляді луски або панцира (черепашка, броненосець). У вищих хребетних зовнішній скелет зникає, але окремі його частини залишаються, змінюючи своє розташування (покривні кістки черепа, які розташовані вже під шкірою і зв'язані з внутрішнім скелетом).

У ссавців внаслідок зростання об'єму головного мозку та прогресивного розвитку переднього мозку змінилась конфігурація черепа, збільшився об'єм мозкової порожнини черепа. Відбулась зміна функції окремих елементів щелепної і під'язикової дуг з утворенням порожнини середнього вуха і слухових кісточок (стремено, молоточок і коваделко).

Внутрішній скелет хребетних у філогенезі пройшов три стадії розвитку сполучнотканинну, хрящову та кісткову. Під впливом біомеханічних навантажень, обумовлених позами та рухами організму, внутрішній скелет постійно змінювався, що стало основою різноманіття будови тіла хребетних.

## 2.3. Кровоносна система.

Функції кровоносної системи:

- забезпечення взаємодії організму з оточуючим середовищем;
- підтримка гомеостазу організму;

- транспорт крові до всіх органів, регуляція кровопостачання органів;
- транспорт і розподіл речовин між кров'ю та прилеглими тканинами;
- проведення лімфи від тканин у венозне русло;
- гуморальна регуляція;
- захисна функція;
- терморегульовальна функція.

Основними напрямками еволюції кровоносної системи є:

1. Закладка і диференціювання серця (від 2-х до 4-х камерного).
2. Формування другого (малого) кола кровообігу і повне розділення артеріальної і венозної крові.
3. Перетворення зябрових артерій (артеріальних дуг) і диференціювання судин.

В ембріональному періоді в усіх хребетних у передній частині тіла закладка кровоносних судин відбувається за єдиним планом (рис. 2.1). Від серця вперед спрямована черевна аорта, від якої у зябрових перетинках відходять 5-7 пар великих судин, вони охоплюють глотку і позаду з'єднуються в корені аорти. Вони називаються зябровими, або артеріальними, дугами. Через те, що перші зяброві перетинки входять до складу черепа, кровоносні судини називаються щелепною і під'язиковою.

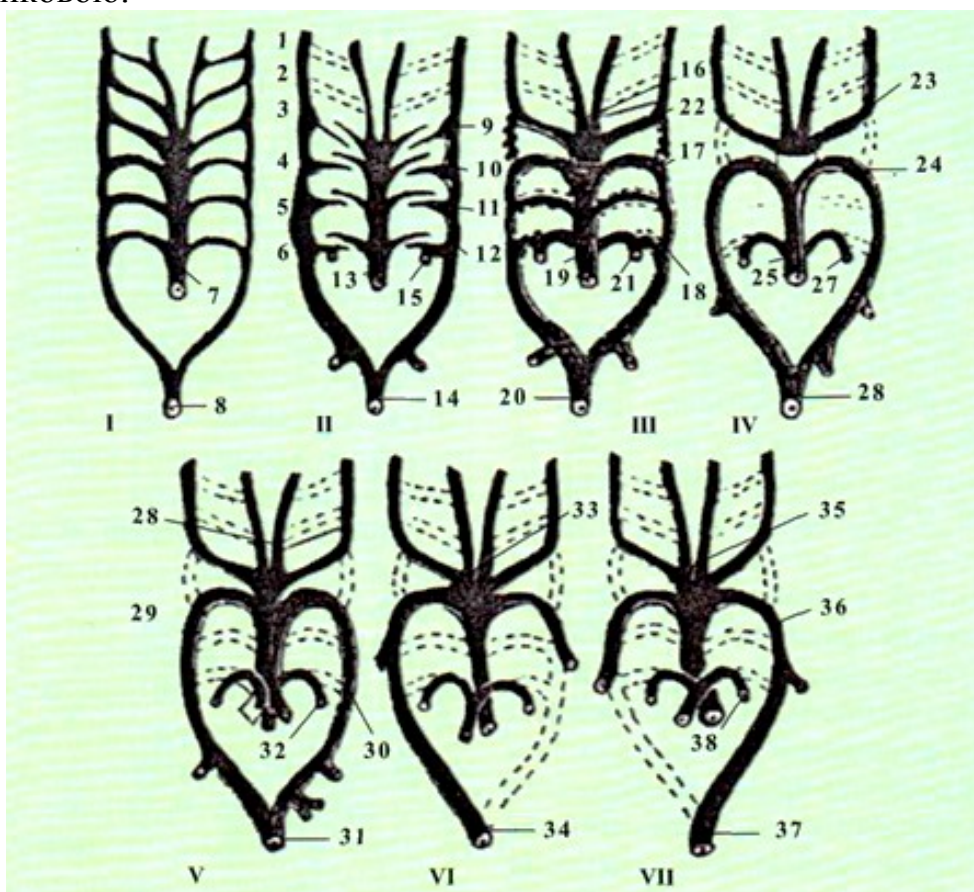


Рис. 1. Схема розвитку артеріальних дуг хребетних тварин: I - зародок; II - двоципрні риби; III - хвостаті амфібії; IV - безхвості амфібії; V - рептилії; VI - птахи; VII - ссавці; 1-6 - артеріальні дуги; 7, 13, 19, 25 - черевна аорта; 8, 14, 20, 26 (помилково на рис. IV позначено 28), 31, 34, 37 - спинна аорта; 9-12 - приносні і виносні зяброві артерії; 15, 21, 27, 32, 38 - легенева артерія; 16, 23, 28, 33, 35 - сонна артерія; 17, 24, 36 - дуга аорти; 18, 30 - боталова протока; 22 - сонна протока; 29 - права і ліва дуги аорти.

Останні 4-5 дуг у риб перетворюються на приносні і виносні зяброві артерії. У наземних хребетних перші дві зяброві дуги теж дуже рано атрофуються. Із третьої дуги розвиваються сонні артерії, які несуть кров до голови. У всіх класів третя дуга втрачає зв'язок з четвертою. Тільки у хвостатих амфібій вони з'єднуються сонною протокою. Із четвертої пари утворюються власне дуги аорти, які постачають кров до всіх органів. У птахів і ссавців функціонує тільки одна дуга – права або ліва відповідно. П'ята пара зябрових дуг редукується у всіх наземних тварин, за винятком хвостатих амфібій. З шостої пари розвиваються легеневі артерії, які втрачають зв'язок з дугами аорти.

Отже, у ссавців закладається 6 пар зябрових артерій, потім 1-а и 2-а пари редукуються; 3-я дає сонні артерії; 4-а права редукується, а ліва перетворюється на ліву дугу аорти; 5-а - редукується; 6-а дає легеневі артерії.

#### **2.4. Дихальна система.**

Функції дихальної системи:

- газообміну між організмом і зовнішнім середовищем (функція зовнішнього дихання);
- проведення повітря, його зволоження, зігрівання (або охолодження);
- терморегуляція;
- очищення повітря від пилу та мікроорганізмів, регуляція об'єму;
- формування звуку (голосоутворення);
- виділення;
- імунний захист.

Газовий обмін між організмом тварини і довкіллям може відбуватися всією поверхнею тіла (дифузне дихання), якщо його покриви хоча б деякою мірою проникні для газів. У дуже дрібних тварин, навіть у деяких членистоногих, зовнішня поверхня яких відносно більша, ніж у великих, немає особливих органів дихання; вони відсутні у дощових черв'яків, у деяких амфібій. У більшості випадків дифузне дихання виявляється недостатнім і посилення газового обміну досягається збільшенням поверхні в певних ділянках тіла та пристосуванням до постійного оновлення середовища навколо них. Таким чином відбувається розвиток місцевого дихання, обмеженого певними органами.

Особливістю хордових є філогенетичний і онтогенетичний зв'язок травної і дихальної систем, який визначається тим, що дихальна система хордових розвивається на основі травної.

Легені хребетних виникли як додаткові органи дихання в риб у вигляді виростів останньої пари зябрових мішків і зберегли це значення у дводишних риб. У наземних хребетних це єдиний орган дихання. У амфібій вони ще не відіграють такої значної ролі та мало відрізняються від легень дводишних.

Еволюція легень проявляється у відокремленні більш чи менш складних дихальних шляхів та збільшенні дихальної поверхні внаслідок розвитку складної сітки перетинок, які надають стінкам легень губчастої будови. Великі перетинки поділяють легені на окремі ділянки, всередині яких виникає центральний дихальний шлях та периферична комірчаста частина, в якій, у свою чергу, відбувається таке ж саме диференціювання. Таким чином розвивається складна система розгалужених внутрішньолегеневих бронхів, які закінчуються кінцевими міхурцями з комірчоподібними стінками (легеневі альвеоли).

Загалом еволюція дихальної системи спрямована на:

- збільшення поверхні дотику з навколишнім середовищем і підвищення проникності стінок;
- диференціацію дихальних шляхів, що зумовлює більш досконале надходження повітря та газообмін;
- оптимальний контакт атмосферного повітря з кров'ю через стінки альвеол.

## **2.5. Травна система.**

Функції травної системи:

- засвоєння організмом із зовнішнього середовища речовин, необхідних для пластичних та енергетичних потреб;
- секреторна (вироблення залозистими клітинами травних соків);
- моторна або рухова: забезпечує жування, ковтання, пересування їжі вздовж травного тракту, виведення твердих решток назовні;
- всмоктувальна;
- екскреторна: виведення з організму продуктів обміну речовин (жовчних пігментів, сечовини, сечової кислоти, солей, води, лікарських речовин):
- гормональна: синтезує понад 40 різних гормонів;
- складова імунної системи;
- депонувальна.

У хордових, порівняно з безхребетними, продовжується диференціювання і спеціалізація кишкової трубки, збільшується поверхня кишечника для всмоктування продуктів травлення, а також з'являються залози, що беруть участь у травленні. Травна система всіх хордових має ентодермальне походження, крім ротового і заднього відділів кишечника, які утворюються з ектодерми.

Еволюція травної системи хордових йшла у напрямку:

- удосконалення травного каналу шляхом його диференціації на відділи;
- збільшення площі слизової оболонки шляхом:
  - подовження кишечника з виникненням петель;
  - утворення складок та ворсинок слизової оболонки;
  - утворення відростків;
  - занурювання епітелію в кишкову стінку або виходу за її межі, що сприяло утворенню дрібних (шлункові, кишкові) або великих залоз (печінка, підшлункова залоза);
- виникнення і диференціації зубної системи;
- виникнення травних залоз – слинних, печінки, підшлункової;
- виникнення язика, м'язистих губ, присінка (між губами і зубами);
- трансформації зябрової дуги в щелепи – орган захоплення та утримування здобичі, а пізніше – орган первинного перероблення їжі.

## **2.6. Нервова система.**

Функції нервової системи:

- забезпечує сприйняття подразників (чутлива ланка), аналіз та переробку інформації, що надходить (центральна ланка), і реакцію-відповідь органів (ефекторна ланка);
- інтегрує клітини, тканини, органи в єдину систему і здійснює зв'язок з навколишнім середовищем;

- регулює і об'єднує всі життєві функції та процеси на різних рівнях, підтримує сталість внутрішнього середовища і пристосування організму як цілісної системи до мінливих умов середовища;

- забезпечує вищу психічну діяльність людини (мовлення, пам'ять, мислення, емоції, навчання і формування форм соціальної поведінки).

Еволюція нервової системи відбувалася в напрямках:

- диференціації будови нейронів та їх функцій (спеціалізація нейронів);
- концентрації нейронів у певних місцях тіла з утворенням вузлів, нервових центрів, а пізніше нервової трубки (централізація);
- виникнення синапсів, які забезпечують зв'язок між нейронами;
- посилення регулювальної ролі головного відділу ЦНС у двобічносиметричних тварин (цефалізація).

У хребетних в ембріональному періоді на передньому кінці нервової трубки розвиваються три здуття, відокремлених перехватами – мозкові міхури, що утворюють первинний передній мозок (prosencephalon), середній мозок (mesencephalon) і задній мозок (rhombencephalon).

Слідом за стадією трьох мозкових міхурів триває диференціювання, що призводить до утворення п'яти відділів головного мозку.

1. Передній мозковий міхур ділиться поперечною перетинкою на два відділи. Перший з них (передній) утворює передній відділ головного мозку (telencephalon), який у більшості хребетних складається з півкуль головного мозку, порожнини яких називаються бічними шлуночками.

2. Із задньої частини переднього мозкового міхура розвивається проміжний мозок (diencephalon), порожнина якого називається третім шлуночком.

3. Середній мозковий міхур не ділиться і повністю перетворюється на середній мозок (mesencephalon), порожнина якого має вигляд вузького каналу (aqueductus Sylvii), який зв'язує порожнини III і IV шлуночків.

4. Задній міхур утворює в передній частині задній мозок (metencephalon), дах якого виступає у вигляді поперечної складки, яка отримала назву мозочка (cerebellum), а задній міхур утворює довгастий мозок (myelencephalon).

5. Довгастий мозок з порожниною IV шлуночка переходить безпосередньо в спинний мозок і його канал.

Шлуночки мозку утворюються з порожнини нервової трубки – невроцеля. Вони з'єднуються між собою, а також із спинномозковим каналом.

Період утворення трьох і п'яти мозкових міхурів супроводжується нерівномірним потовщенням стінки нервової трубки, внаслідок чого в деяких ділянках її товщина збільшується в декілька разів, у той час як в інших вона залишається тонкою.

## **2.7. Сечова та статева системи.**

Еволюція видільної системи йшла в таких напрямках:

1) переходу від нефридіїв до спеціальних органів – нирок, які складаються з великої кількості видільних каналців, що сполучені із загальним вивідним каналом;

2) виникнення механізмів, що переводять аміак у менш токсичні сполуки – сечовину і сечову кислоту;



3) установлення безпосереднього зв'язку між видільною, кровоносною і травною системами, що робить можливим зворотне всмоктування і концентрування сечі.

У процесі еволюції нирка проходить три етапи розвитку: переднирка, первинна і вторинна нирки (рис. 2). Така ж закономірність спостерігається в процесі ембріонального розвитку. Переднирка, або головна нирка, розвивається на ранніх етапах ембріогенезу в головному відділі і складається з 6-12 метамерно розміщених лійок, вкритих миготливим епітелієм, які продовжуються в майже прямі каналці, що відкриваються в пронефрничний канал, а не у вивідну протоку. Переднирка функціонує тільки у частини круглоротих.

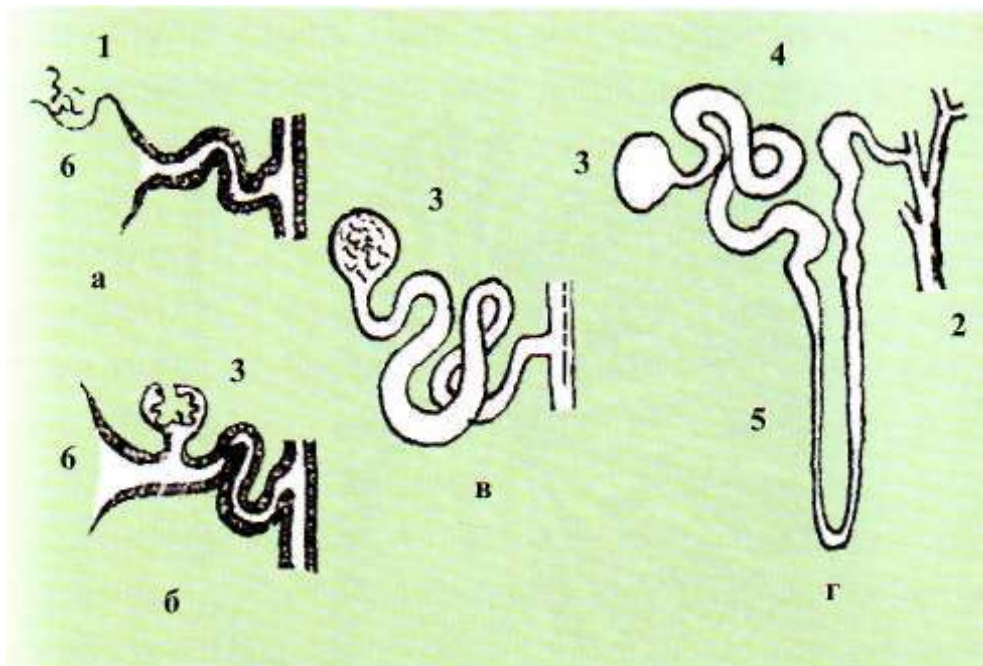


Схема нефронів (а - переднирки; б - первинної нирки; в - вторинної нирки; г - нирки ссавця): 1 - судинний клубочок; 2 - видільний каналець; 3 - мальпігієве тільце; 4 - звивистий каналець; 5 - петля Генле; 6 - нефростом.

Пізніше в ембріонів інших хребетних починає розвиватися тулубова, або первинна, нирка. Каналець її також починається лійкою, яка відкривається в целомічну порожнину, а другий кінець продовжується в дещо звивистий каналець. Прогресивним є поява на спинній стороні каналця заглибини, куди вростає судинний клубочок. Так формується зв'язок між кровоносною і видільною системами, тому продукти дисиміляції з крові відразу надходять в каналець, хоча частина їх через нефростом може потрапити в целом. у первинній нирці може зростати. Первинна нирка має значно більше нефридіїв, ніж переднирка. Крім того, самі каналці видовжуються і в них відбувається зворотне всмоктування води, глюкози та інших речовин. Первинна нирка функціонує у нижчих хребетних (риби та земноводні).

У вищих хребетних (рептилії, птахи, ссавці), крім переднирки і первинної нирки, в тазовому відділі закладається тазова, або вторинна, нирка, яка функціонує у дорослих особин. У ній еволюція нефридіального каналця полягає у зникненні миготливої лійки. Сам каналець стає значно довшим, звивистим і починається мальпігієвим тільцем, яке оточене капсулою Шумлянського - Боумена. Крім того,

відбувається диференціація самого каналця на відділи (звивиста частина, низхідна і висхідна частини петлі Генле, звивиста сполучна трубочка, збірні каналці). Вони виконують різні функції. Так, фільтрація відбувається в просвіті капсули. В результаті утворюється первинна сеча, склад якої нагадує плазму крові. У каналцях реабсорбуються вода, вуглеводи, білки, солі й утворюється вторинна сеча, яка трубочками збирається в миску, від якої починається сечовід. Він впадає в сечовий міхур, а у птахів - одразу в клоаку.

Хребетним притаманний тісний зв'язок органів статеві та сечові систем. Гонади розвиваються у вигляді парного випинання стінки порожнини тіла між спинною брижею і нефростомами первинної нирки. У хребетних первинні статеві клітини (гоноцити) відокремлюються дуже рано. Спочатку вони виявляються у складі ектодерми, а потім активно потрапляють у статеві складки. Далі епітелій, що містить гоноцити, вростає у сполучнотканинну строму у вигляді багатоклітинних шнурів, які утворюють округлі комплекси клітин – фолікули. Після цього розвиток статевої залози відбувається залежно від статі. Тобто спочатку чоловічі та жіночі гонади мають однакову будову, а під час спеціалізації залоз виникає зв'язок з різними (залежно від статі) ділянками видільної системи, які перетворюються на статеві протоки.

#### ***Ембріональний розвиток сечостатевих проток.***

В ембріогенезі всіх хребетних при розвитку переднирки вздовж тіла, від головного відділу до клоаки, закладається канал, по якому продукти дисиміляції з нефронів надходять у зовнішнє середовище. Це пронефричний канал. Під час розвитку первинної нирки цей канал розщеплюється на два канали, які йдуть паралельно, або другий канал утворюється у поздовжньому потовщенні стінки першого. Один з них – вольфів канал (мезонефричний) – зв'язується з нефронами первинної нирки. Другий – мюллерів (парамезонефричний) – зростається переднім кінцем з одним із нефронів переднирки і утворює яйцепровід, що відкривається лійкою у целомі, а заднім кінцем впадає у клоаку.

Незалежно від статі у всіх хребетних формуються обов'язково два канали: вольфів і мюллерів. Але подальший їх розвиток у різних статей та представників різних класів відбувається неоднаково. У самок риб та земноводних (анамнії) вольфів канал завжди виконує функцію сечові протоки, а мюллерів – яйцепроводу. У самців мюллерів канал редукується, тому статеву і видільну функцію виконує вольфів канал. Сім'яні канали впадають у нирку, а сперматозоїди при заплідненні виводяться з сечею у воду.

У плазунів та ссавців більша частина вольфового каналу не бере участі у виведенні сечі і тільки найбільш каудальна частина в ділянці впадання у клоаку утворює випин, який стає сечопроводом вторинної нирки. Сам вольфів канал у самців виконує функцію сім'явивідного каналу. Мюллерів канал у них зазнає редукції. У самок вольфів канал редукується, за винятком каудальної частини, з неї формується сечовід, а мюллерів стає яйцепроводом. У плацентарних ссавців (амніот) мюллерів канал диференціюється на власне яйцепровід, матку і піхву. Оскільки мюллерів канал є парним утвором, то він зберігає парність у будові яйцекладних і частково у сумчастих ссавців, тому у них є дві піхви, дві матки та два яйцепроводи. Подальша еволюція веде до зростання мюллерових каналів і утворюється одна піхва та матка. Матка може бути подвійною (у гризунів),

двороздільною (у хижих), дворогою (у китоподібних), або простою (у приматів та людини).

В ембріогенезі людини закладаються парні вольфові та мюллерові канали. Пізніше залежно від статі здійснюється їх редукція.

### 3. ОНТОФІЛОГЕНЕТИЧНО ЗУМОВЛЕНІ ВРОДЖЕНІ ВАДИ РОЗВИТКУ ЛЮДИНИ.

#### **Онтофілогенетично зумовлені аномалії скелета.**

- Краніюшиз (краніюшизис, краніосхізис) – незавершений процес формування склепіння черепа, що призводить до аненцефалії.

- Скафоцефалія (човноподібний череп) – наслідок передчасного закриття стрілоподібного шва.

- Акроцефалія (баштовий череп) – наслідок передчасного закриття вінцевого шва.

- Плагіоцефалія (асиметричний краніосиностоз) – передчасне закриття вінцевого і лямбдоподібного швів лише з одного боку.

- Менінгоцеле, менінгоенцефалоцеле і менінгогідроенцефалоцеле – аномалії, зумовлені порушенням скостеніння кісток черепа.

- Мікроцефалія – проявляється зменшенням склепіння черепа.

- Мандибулолицевий дизостоз характеризується гіпоплазією вилиць, нижньої щелепи, косими низхідними щілинами повік, спотворенням зовнішніх вух.

- Гіпертелоризм.

- Півлицева мікросомія – черепнолицеві аномалії верхньої щелепи, скроневої і виличної кісток.

- Меромелія - відсутність частини кінцівок.

- Амелія - повна відсутність однієї або кількох кінцівок.

- Полідактилія - надкомплектні пальці кисті або стопи.

- Синдактилія - аномальне зрощення пальців кисті чи стопи, щілина кисті і стопи.

#### **Онтофілогенетично зумовлені вроджені вади розвитку кровоносної системи.**

1. Шийна ектопія серця – розташування серця в області шиї. Серце людини розвивається з парних закладок мезодерми, які зливаються і утворюють трубку в області шиї. В процесі розвитку трубка зміщується у ліву частину грудної порожнини. Якщо серце затримується в області початкової закладки, то виникає шийна ектопія, при цьому дитина звичайно гине відразу після народження.

2. Дестрокардія – розташування серця справа.

3. Двокамерне серце – зупинка розвитку серця на етапі двох камер. Від серця у цьому випадку відходить тільки одна судина – артеріальний стовбур.

4. Незарощення первинної або вторинної міжпередсердної перегородки в області овальної ямки, яка у ембріона є отвором, а також повна їх відсутність веде до утворення трикамерного серця з одним загальним передсердям (частота – 1:1000 народжень).

5. Незарощення міжшлуночкової перегородки (частота 2,5-5:1000 народжень). Рідко зустрічається її повна відсутність.

6. Персистування (збереження) боталової протоки, яка з'єднує легеневу артерію з дугою аорти. Це призводить до значних функціональних порушень, обумовлених змішуванням венозної і артеріальної крові. Частота 0,5-1,2:1000 народжень.

7. Права дуга аорти – найчастіша аномалія зябрових дуг артерій, редукція лівої дуги 4-ої пари замість правої.

8. Персистування обох дуг аорти 4-ої пари, так зване «Аортальне кільце». У цьому випадку замість однієї дуги аорти розвиваються дві, які обходять трахею і стравохід, з'єднуючись у непарну спинну аорту. Трахея и стравохід опиняються в аортальному кільці, яке з віком стискається. Це проявляється порушенням ковтання та удушенням.

9. Персистування первинного ембріонального стовбура. На певній стадії розвитку в ембріона є загальний артеріальний стовбур, який потім розділяється спіральною перегородкою на аорту та легеневий стовбур. Якщо перегородка не розвивається, то загальний стовбур зберігається. Це веде до змішування артеріальної та венозної крові і звичайно завершується загибеллю дитини.

10. Транспозиція судин – порушення диференціювання первинного аортального стовбура, при якому перегородка набуває не спіральної, а прямої форми. У цьому випадку аорта буде відходити від правого шлуночка, а легеневий стовбур – від лівого (частота 1:2500 новонароджених, несумісний з життям).

11. Відкрита сонна протока – збереження комісури між 3-ою и 4-ою парами артеріальних дуг (сонною артерією и дугою аорти). В результаті збільшується кровотік у мозок.

12. Персистування двох верхніх порожнистих вен. У людини аномалією розвитку є наявність додаткової верхньої порожнистої вени. Якщо обидві вени впадають у праве передсердя, аномалія клінічно не проявляється. При впаданні лівої вени в ліве передсердя відбувається попадання венозної крові у велике коло кровообігу. Інколи обидві порожнисті вени впадають у ліве передсердя. Така вада несумісна з життям. Частота цієї аномалії – 1% від усіх природжених пороків серцево-судинної системи.

### **Аномалії органів дихання**

Аномалії легень виникають внаслідок ембріональних або постнатальних порушень розвитку. Природжені вади легень нерідко супроводжуються аномаліями інших органів, і, в першу чергу, - судин малого кола кровообігу.

Природжені аномалії бронхолегеневої системи:

- Дизонтогенетичні бронхоектази (патологічні розширення дихальних шляхів).
- Проста дисплазія.
- Кістозна дисплазія.
- Солітарні бронхолегеневі кісти.
- Полікістоз легень.
- Секвестрація легені – відсутність зв'язку ділянки легені з бронхіальною системою і її кровопостачання з аномальної артерії (або артерій), що відходять безпосередньо від грудної або черевної аорти або її основних гілок.
- Трахео-стравохідні або бронхо-стравохідні нориці (фістули, свищи).
- Трахеобронхомаліяція – ослаблення (розм'якшення) стінок трахеї та великих бронхів без їх розширення.

- Трахеобронхомегалія – різко виражене природжене розширення трахеї та великих бронхів.

- Дивертикули бронха (трахеї) – випинання стінки бронха або трахеї.

#### **Аномалії травної системи**

- Щілина піднебіння.

- Атрезія та стеноз стравоходу.

- Пілоростеноз – гіпертрофія циркулярної мускулатури шлунка в ділянці воротаря.

- Атрезія або гіпоплазія внутрішньопечінкових жовчних шляхів.

- Додаткові печінкові протоки і подвоєння жовчного міхура.

- Кільцева і додаткова підшлункова залоза.

- Омфалоцеле (пупкова грижа) – випинання органів черевної порожнини крізь пупкове кільце збільшеного розміру.

- Гастрошиз – випинання нутрощів крізь дефект передньої черевної стінки безпосередньо в амніотичну порожнину.

- Жовткова кіста.

- Пупкова, або жовткова, нориця – коли жовткова протока не редукується, а утворює сполучення між пупком та кишковим трактом..

- Дивертикул Меккеля – невелика частина жовткової протоки залишається у вигляді клубової кишки.

- Уроджений мегаколон (хвороба Гіршпрунга) – спричиняється відсутністю у стінці кишки парасимпатичних вузлів.

- Нориці – результат порушення формування клоаки.

- Неперфорований відхідник – виникає внаслідок порушення процесу формування прямої кишки.

- Прямокишково-відхідникові атрезії.

#### **Аномалії нервової системи**

- Щілина хребта.

- Голопрозенцефалія – виникає внаслідок порушення розвитку структур серединної лінії головного мозку й обличчя.

- Шизоцефалія – утворюється велика щілина в півкулях головного мозку.

- Екзенцефалія (аненцефалія) – порушується процес закриття краніальної частини нервової трубки.

- Некроз нервової тканини.

- Гідроцефалія, або водянка головного мозку, характеризується надмірним накопиченням спинномозкової рідини в системі шлуночків мозку.

#### **Аномалії сечової системи**

Вади сечового міхура:

- Нориці сечової протоки.

- Кіста сечової протоки.

- Пазуха сечової протоки.

- Екстрофія сечового міхура – дефект вентральної стінки тіла, при якому слизова оболонка сечового міхура залишається оголеною.

- Екстрофія клоаки – дефект вентральної стінки тіла. Вада об'єднує екстрофію міхура, аномалії спинного мозку, зарощення відхідника.

Вади нирок

- полікістозна диспластична нирка – численні протоки оточені недиференційованими клітинами. Не розвиваються нефрони, не розгалужується брунька сечовода і не утворюються протоки.

- ренальна агенезія – це інволюція нирок.

- уроджений полікістоз нирок - стан, при якому формуються численні кісти.

### **Аномалії органів репродуктивної системи**

Природжені вади розвитку геніталій належить до групи найбільш частих порушень і складають 1/3 всіх природжених вад розвитку людини. У 33 % випадків такі вади поєднуються з природними вадами сечової системи.

Вади жіночих статевих органів:

- Повна або часткова атрезія піхви.

- Гіпертрофія клітора.

- Гіпоплазія великих соромітних губ.

- Зморшкуватість, пігментація великих соромітних губ.

- Дворога матка.

Вади чоловічих статевих органів

- Мікропеніс, аплазія пеніса.

- Різні форми гіпоспадії (неповне зрощення сечівникових складок, аномальні отвори сечівника містяться на нижній поверхні пеніса).

- Епіспадія – зовнішній отвір сечівника знаходиться на спинці пеніса.

- Аномалії розвитку мошонки.

- Крипторхізм.

- Ротація статевого члена.

- Різні форми гермафродитизму.

- Дисгенезія гонад.



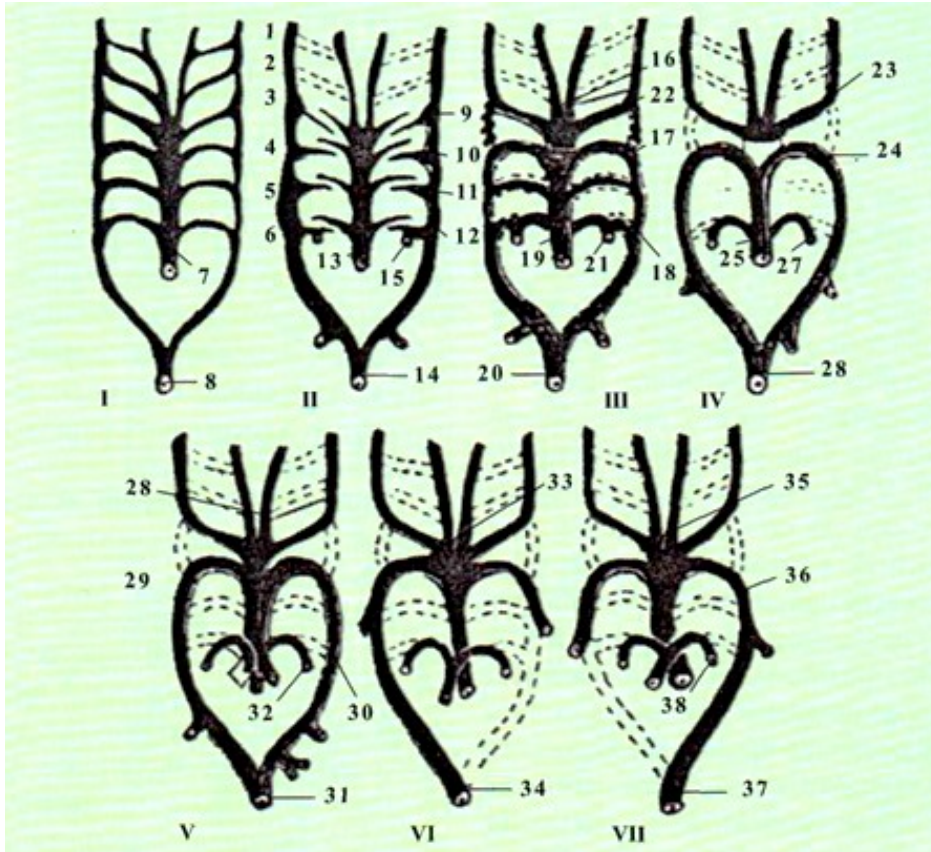


Рис. 1. Схема розвитку артеріальних дуг хребетних тварин: I - зародок; II - дводишні риби; III - хвостаті амфібії; IV - безхвості амфібії; V - рептилії; VI - птахи; VII - ссавці; 1-6 - артеріальні дуги; 7, 13, 19, 25 - черевна аорта; 8, 14, 20, 26 (помилково на рис. IV позначено 28), 31, 34, 37 - спинна аорта; 9-12 - приносні і виносні зяброві артерії; 15, 21, 27, 32, 38 - легенева артерія; 16, 23, 28, 33, 35 - сонна артерія; 17, 24, 36 - дуга аорти; 18, 30 - боталова протока; 22 - сонна протока; 29 - права і ліва дуги аорти.

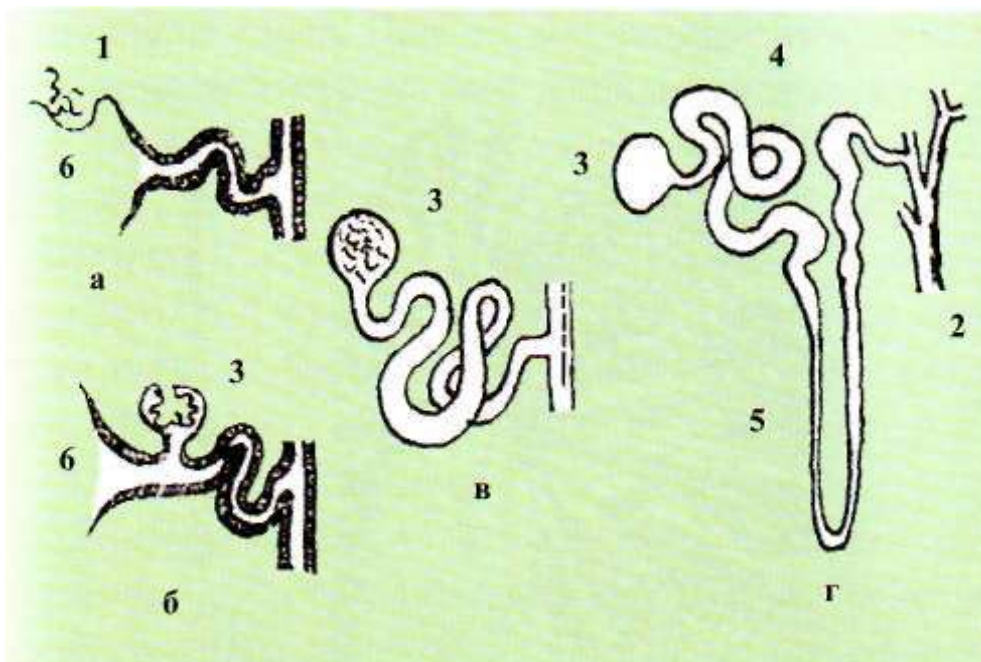


Схема нефронів (а - переднирки; б - первинної нирки; в - вторинної нирки; г - нирки ссавця): 1 - судинний клубочок; 2 - видільний каналець; 3 - мальпігієве тільце; 4 - звивистий каналець; 5 - петля Генле; 6 - нефростом.