Львівський Державний Інститут Фізичної Культури
кафедра анатомії і фізіології

методичні вказівки
для самостійної роботи із спецкурсу

ВІКОВА ФІЗІОЛОГІЯ

для студентів факультету фізичної реабілітації
і оздоровчої фізичної культури



Львів - 2003

Затверджено на засіданні кафедри анатомії і фізіології,
протокол № 17 від 27 червня 2003 р.
Рекомендовано до друку на засіданні Вченої Ради факультету реабілітації і оздоровчої фізичної культури,
протокол № 1 від 16 жовтня 2003 р.

Склав:
доц. Вовканич Л.С., кафедра анатомії і фізіології, Львівський державний інститут фізичної культури.

Рецензенти:
доц. Гальків М.О., кафедра фізіології людини і тварин, Львівський національний університет імені Івана Франка,
ст. викл. Гузій О.В. кафедра фізичної реабілітації, Львівський державний інститут фізичної культури.

Вікова фізіологія вивчає закономірності становлення і розвитку фізіологічних функцій організму в онтогенезі, їх особливості у різних вікових періодах. Вона тісно пов'язана із іншими науками медико-біологічного циклу: *анатомією*, *фізіологією*, *віковою морфологією*. Знання закономірностей вікових змін в організмі людини необхідні у *медицині*, *гігієні*, *психології*, *педагогіці*, *фізіології трудових процесів*, *фізіології спорту*.

ІСТОРИЧНІ ЕТАПИ РОЗВИТКУ ВЧЕННЯ ПРО ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Необхідність дослідження особливостей організму дітей з метою найбільш повного розвитку здібностей дитини відзначали у своїх роботах ще у XIV-XVI століттях такі вчені, як *Вітторіно де Фельтре, Франсуа Рабле, Мішель Монтень і ін.* Перша спроба створити наукову основу для теорії навчання і виховання дітей пов'язана з іменами *В.Ратке* і *Я.А.Коменського* (XVI-XVII ст.). Обидва вони підкреслювали необхідність узгодження процесу навчання із особливостями дитячого організму. Роль спадковості і зовнішнього середовища у розвитку дитини аналізував *І.М.Сеченов (1829-1905).* У працях *К.Д.Ушинського* (XIX ст.) була проаналізована роль біологічного і соціального у розвитку психічних та фізичних можливостей дітей і підлітків, показана залежність психічних процесів від діяльності нервової системи дитини. У XX столітті вікова фізіологія сформувалась як самостійне відгалуження фізіології людини і тварин. Відомою працею цього періоду є монографія *Н.П. Гундобіна* "Особливості дитячого віку" (1906). *В.М. Бехтерев* вперше в історії педагогічної науки у 1908 р. ввів спеціальний курс для студентів-педагогів, у якому вивчали анатомо-фізіологічні особливості дітей і підлітків.

Основи вітчизняної шкільної гігієни і фізичного виховання дітей заклав *П.Ф.Лесгафт*. Новий вклад в розуміння фізіології дитячого організму вніс *Е.Гельмрейх (20-і роки XX ст.)*, який вперше визначив дитячий організм не лише як маленький організм, але і як організм, що розвивається. У цьому напрямку працював *І.А.Аршавський (1900-1997)*, який вважав, що якісна своєрідність дитячого організму обумовлена перш за все пер-

шочерговим дозрівання симпатотонічних механізмів регуляції функцій. Проблема неодночасності розвитку систем і органів стала об'єктом дослідження *П.К.Анохіна (1898-1974)*. Він вивчав розвиток механізмів вегетативної регуляції кровообігу та дихання, вікові особливості обмінних процесів, функціонування центральної нервової системи. В рамках його наукової школи була створена концепція *системогенезу*. У роботах *Н.А.Бернштейна (1896-1966)* був проведений аналіз зміни у процесі розвитку ролі різних відділів центральної нервової системи у регуляції рухової активності. У його дослідженнях була підтверджена концепція *Є.Геккеля* та *І.Н.Северцева (1866-1996)* про те, що онтогенез є прискореним повторенням філогенезу. Роботи *І.І.Шмальгаузена (1884-1963)* мають важливе значення для розуміння закономірностей вікової динаміки ростових процесів. *А.В.Нагорний* сформував загальну теорію вікової періодизації онтогенезу ссавців, що базувалась на показниках швидкості росту і диференціювання тканин і органів, аналізі характеру обміну речовин, змінах у молекулярній біології клітин. *А.А.Маркосян (1904-1972)* вивчав вікові особливості зсідання крові, розробляв проблеми вікової періодизації та загальну теорію онтогенезу. Він сформував гіпотезу біологічної надійності як одного із факторів онтогенезу.

Контрольні питання:

1. Що вивчає вікова фізіологія, та який її зв'язок із іншими науками медико-біологічного циклу?
2. Які вчені заклали основи наукової теорії виховання дітей?
3. Коли вікова фізіологія сформувалась як самостійне відгалуження фізіології?
4. Які вітчизняні вчені внесли важливий вклад у розвиток вікової фізіології?

Література:

1. Безруких М.М., Сонькин В.Д., Фарбер Д.А. Возрастная физиология (физиология развития ребенка). – М.: Академия, 2002. – С. 15-18.
2. Хрестоматия по возрастной физиологии: Учеб. пособие для

студ. высш. учеб. заведений / Сост. М.М.Безруких, В.Д.Сонькин, Д.А.Фарбер. – М., 2002. – С.3-287

3. Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология. - М.: Высш. шк., 1985 – С 13-20.

Формування статевих клітин. Процес запліднення

Утворення статевих клітин є необхідною складовою статевого розмноження. Статеві клітини, або *гамети*, несуть у собі спадкову інформацію про основні властивості живих організмів. При цьому гамети мають *гаплоїдний* (одинарний) набір хромосом. В результаті їх злиття відбувається *запліднення* і утворюється *зигота* - перша клітина нового організму, що містить уже диплоїдний набір хромосом.

Утворення статевих клітин відбувається у чоловічих і жіночих *статевих залозах* в процесі *гаметогенезу.* Цей процес включає три основні фази: *розмноження, росту та дозрівання*. У випадку сперматогенезу ряд авторів виділяють також заключну фазу *формування*. Під час утворення гамет клітини зародкового епітелію статевих залоз проходять ряд мітотичних та мейотичних поділів.

Мейоз проходить у два етапи, на першому відбувається поділ ядра із зменшенням кількості хромосом вдвоє. При цьому у першій фазі мейозу відбувається обмін ділянками між хроматидами гомологічних хромосом – *кросинговер*, який лежить в основі *рекомбінації* генів, та є однією із причин мінливості організмів. У процесі другого поділу клітин відбувається розподіл хроматид у дві клітини, в результаті чого утворюються чотири клітини з гаплоїдним набором хромосом (кожна з яких складається з однієї хроматиди). Таким чином, мейоз становить основу для формування гаплоїдних статевих клітин, а також, внаслідок наявності кросинговеру і випадкового розходження різних хромосом у дочірні клітини – для мінливості організмів.

Процес утворення сперматозоїдів *(сперматогенез)* триває приблизно 70 днів і відбувається у парних статевих залозах – сім'яниках або яєчках. Утворення сперматозоїдів починається в чоловіків з моменту настання статевої зрілості. Сперматогенез відбувається в епітелії сім'яних канальців. Поділ зародкових клітин призводить до утворення *сперматогоніїв* (фаза розмноження, ряд мітотичних поділів), *сперматоцитів першого порядку* (фаза росту), гаплоїдних *сперматоцитів другого порядку* та *сперматид* (фаза формування, мейотичний поділ).

Дозрівання сперматид і призводить до формування сперматозоїдів. *Сперматозоїди* – чоловічі статеві клітини невеликих розмірів, складаються з головки, шийки, проміжного відділу та джгутика. В головці сперматозоїда знаходиться ядро, що містить гаплоїдний набір хромосом. Зверху на головці рзташований виступ – *акросома*. У *акросомі* міститься ряд ферментів, які сприяють проникненню сперматозоїда в ооцит. У шийці розташована пара центріолей. Проміжний відділ містить мітохондрії, що формують спіраль навколо джгутика і постачають енергію для руху сперматозоїда. Хвостова частина сперматозоїдів сформована мікротрубочками, які утворюють джгутик. Джгутик необхідний для переміщення сперматозоїда до місця запліднення та надання йому орієнтації, необхідної для проникнення через мембрану клітини.

Яйцеклітини – це жіночі статеві клітини. Вони мають кулясту форму і розмір близько 200 мкм. Утворення яйцеклітин – *оогенез* - відбувається у парних жіночих статевих залозах – яєчниках, *лише у пренатальному періоді індивідуального розвитку.* Як і у випадку сперматогенезу, утворення зрілих яйцеклітин включає ряд послідовних фаз. В період розмноження відбувається ряд мітотичних поділів первинних статевих клітин, в результаті чого формуються численні *оогонії*. У фазі росту вони перетворюються в *ооцити першого порядку*. Ооцити першого порядку заглиблюються у тканину яєчника, навколо них формується оболонка, відбувається нагромадження поживних речовин у цитоплазмі. Ооцит першого порядку, оточений оболонкою, називається *первинним фолікулом*. У пренатальний період утворюється від 400 тисяч до 2 мільйонів первинних фолікулів. Проте лише 400—450 із них досягають стадії *ооцитів другого порядку* і виходять із яєчників під час овуляції. Перед *овуляцією* (виходом дозрілої яйцеклітини з яєчника) розпочинається фаза дозрівання, у цей період ооцит першого порядку проходить перший поділ мейозу, в результаті чого формується *ооцит другого порядку* із гаплоїдним набором хромосом. Другий поділ мейозу досягає лише стадії метафази і на цьому зупиняється до моменту взаємодії із сперматозоїдом.

Слід зазначити, що *розвиток первинних фолікулів* відбувається під час оваріальних циклів уже *у статево зрілих жінок*. При цьому первинний фолікул збільшується і заповнюється серозною рідиною, формуючи *граафів міхурець*. Під час *овуляції* відбувається розрив стінки міхурця, він виходить у черевну порожнину, а далі по *фаллопієвій трубі* – у матку. На місці граафового міхурця формується *жовте тіло*, яке продукує ряд гормонів (прогестерон, естроген та ін.). Під впливом цих гормонів відбуваються зміни у тканині матки, необхідні для прикріплення запліднені яйцеклітини до її оболонки та наступного розвитку зиготи. Якщо запліднення не відбулося, яйцеклітина гине, а жовте тіло відмирає. Весь період дозрівання яйцеклітини до виведення незапліднені клітини із організму називають *статевим* або *менструальним циклом*.

Другим етапом статевого розмноження є *запліднення*. Процес запліднення включає злиття чоловічої і жіночої статевих клітин з утворенням *зиготи* і відновленням диплоїдного набору хромосом. *Зигота* – це перша клітина майбутнього організму, у її ядрі містяться батьківські та материнські хромосоми, що складають основу програми наступного розвитку організму.

Запліднення відбувається у верхній ділянці *фаллопієвої труби*. При наближенні сперматозоїда до ооцита відбувається руйнування верхніх шарів його оболонки за участю ферментів, які містяться в акросомі. Це дає змогу сперматозоїду проникнути в яйцеклітину, після чого навколо яйцеклітини відбувається формування *оболонки запліднення*, яка запобігає проникненню у яйцеклітину інших сперматозоїдів. Проникнення сперматозоїду ініціює завершення другого поділу мейозу, ооцит другого порядку стає зрілою яйцеклітиною. Після цього відбувається об'єднання хромосомних наборів обох клітин з відновлення диплоїдного набору хромосом.

Наступним етапом розвитку організму є *дробіння зиготи*, в результаті якого формується куляста маса клітин, всередині якої формується порожнина. Таким чином на 5-7 день розвитку ембріон перетворюється на порожнисту кулю. На 8-10 день він *імплантується* у стінку матки. На той час він перетворюється уже у двошарову кулю – *гаструлу*. Через певний час між внут-

рішнім шаром клітин гаструли – *ентодермою*, і її зовнішнім шаром – *ектодермою*, утворюється середній шар – *мезодерма*. Із цих трьох шарів, або *зародкових листків*, формуються всі органи майбутнього організму. Закладка і формування органів проходить протягом 4-7 тижнів розвитку. Цей етап розвитку називають *нейруляцією* або *органогенезом*. При цьому з ектодерми утворюється окремі структури шкіри, нервова система, органи чуття. З ентодерми формуються слизові оболонки травного тракту, легень, залози травного тракту. З мезодерми утворюються структури опорно-рухового апарату і кровоносної системи.

Контрольні питання:

1. Які фази включає утворення статевих клітин?
2. Назвіть основні етапи мейозу, опишіть його біологічне значення.
3. Охарактеризуйте основні етапи процесу спермато- та оогенезу.
4. Що таке запліднення і які основні етапи воно включає?
5. Опишіть процес дроблення зиготи та формування зародкових листків.

Література:

1. Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология. - М.: Высш. шк., 1985 – С 52-66.
2. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: В 3-х т. Т.3: Пер. с англ. / Под. ред. Р.Сопера. – М.: Мир, 1990. – С 138-151.
3. Рябов К.П. Гистология с основами эмбриологии. – Мн., 1990. – 255 с.
4. Балахонов А.В. Ошибки развития. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та. – 1990. – С. 5-10.

Спадкові патології розвитку

Розвиток будь-якого організму визначається тісною взаємодією двох факторів – *оточуючого середовища та спадковості*. *Оточуюче середовище* - це вся сукупність умов, в яких існує організм (фактори неорганічної природи, фактори органічної природи, соціальні фактори).

Спадковість – це здатність батьківських організмів накопичувати, зберігати та передавати потомству спадкову інформацію, реалізація якої відбувається в певних умовах оточуючого середовища. На сьогодні загальноприйнятою є запропонована Т.Морганом *хромосомна теорія спадковості*, що визначає хромосоми, розміщені у ядрі клітини, як матеріальні носії спадкової інформації. Крім *ядерної* розрізняють також *позаядерну (цитоплазматичну) спадковість*.

У спадковості організму виділяються ознаки (якісні та кількісні), формування яких контролюється окремими елементарними факторами – *генами*. Ген є дискретною одиницею спадковості, за допомогою якої відбувається запис, зберігання і передача генетичної інформації в ряді поколінь. Гени передаються від покоління до покоління згідно із *законами Менделя*, відкритими у 1865 р. При цьому успадкування якісних ознак (колір очей, група крові і ін.) визначається одним або кількома генами, а кількісних (ріст, маса тіла та ін.) – взаємодією багатьох генів. *Сукупність генів людини, її "генний портрет" називається генотипом.* У той же час прояв генів залежить від зовнішніх умов та від взаємодії генів. Тому *сукупність зовнішніх ознак організму, що визначається генотипом та зовнішніми умовами, називається фенотипом.*

Цілий ряд захворювань людини пов'язаний із порушенням функціонування її спадкового апарату на хромосомному чи генному рівнях. Причиною таких порушень можуть стати несприятливі фактори оточуючого середовища (фізичної, хімічної і біологічної природи), що діють на організм батьків чи плода. Хромосомні розлади можна поділити на *розлади аутосом* та *розлади статевих хромосом*. Втрата хромосоми чи поява додаткової хромосоми називається *анеуплоїдією*. При цьому

поява додаткового набору хромосом (*поліплоїдія)* чи втрата цілісної хромосоми (*моносомія)* – веде до смерті організму. Менш важкі наслідки спостерігаються при *трисомії* – наявності трьох гомологічних хромосом. Відомі кілька синдромів, пов'язаних із *порушеннями аутосом*.

синдром Дауна (трисомія-21)	Частота – 1/700. Пласке обличчя, скошені очі, вуха неправильної форми, одна поперечна долонна зморшка. Розумово відсталі. Часто – вроджені вади серця чи лейкоз.
синдром Патау (трисомія-13)	Порушення рухової функції, олігофренія. Мікроцефалія. Мікрофтальмія. Заяча губа. Вроджені вади серця.
синдром Едвардса (трисомія-18)	Порушення рухової функції, олігофренія. Деформація пальців. Плоска ступня. Вроджені вади серця.

Частіше за аутосомні спостерігаються *аномалії статевих хромосом*, хоча наслідки тут, як правило, менш виражені.

синдром Кляйнфельтера (ХХУ, ХХУУ і ін.)	Чоловіки і жінки. Порушення пропорцій тіла, неплідність, зменшення розмірів гонад, часто – олігофренія.
синдром Шерешевського-Тернера (ХО)	Жінки. Неплідність, відсутність вторинних статевих ознак, маленький зріст. Вроджені аномалії серцево-судинної системи.

Розвиток людини може порушуватись і внаслідок пошкодження одного чи кількох генів. До таких синдромів належать ті, що викликаються домінантними алелями – *синдром Жильбера, синдром Морфана, ангіогемофілія* і ін. Рецесивними алелями спричинені такі захворювання як *альбінізм* (відсутність пігментів у шкірі, волоссі), *фенілкетонурія* (накопичується фенілаланін, світле волосся, шкіра, голубі очі, розумова відсталість), *спинальний параліч Ерба.* Зчеплено із статтю передаються рецесивні алелі таких захворювань – *гемофілія, нефрогенний цукровий діабет і ін*. Слід зазначити, що ряд спадкових захво-

рювань піддається корекції за допомогою цілеспрямованих зовнішніх впливів за умови вчасного діагностування. Наприклад спадково обумовлене захворювання *фенілкетонурія* не розвивається у випадку застосування у ранньому віці спеціальної дієти.

Контрольні питання:

1. Яка роль спадковості та факторів оточуючого середовища у розвитку людини?
2. Що таке гено- та фенотип та чим вони визначаються?
3. Що таке хромосомні розлади, та які ви знаєте хромосомні розлади?
4. Назвіть відомі вам генні розлади.

Література:

1. Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология. - М.: Высш. шк., 1985 – С 67-83.
2. Балахонов А.В. Ошибки развития. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та. – 1990. – С. 103-133.
3. Основи медичних знань та методи лікування за Девідсоном Т.1 / під. ред. К.Р.В.Едвардза, І.А.Д.Бавчера. – Київ, "Кобза". – 1994. – С. 10-27.
4. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: В 3-х т. Т.1: Пер. с англ. / Под. ред. Р.Сопера. – М.: Мир, 1990. – 368 с.

Особливості розвитку систем організму у пренатальний період

У процесі пренатального (до народження) онтогенезу відбувається формування та розвиток усіх систем організму людини. При цьому за *структурними особливостями організму, особливостями живлення, дихання та виділення* виділяють два основні великі етапи пренатального онтогенезу:

- *ембріональний* - охоплює перші 8 тижнів пренатального розвитку, коли відбувається формування плаценти та закладка усіх основних органів та систем органів (організм називають *ембріоном*);
- *фетальний* – з 8-го тижня до кінця пренатального розвитку, відбувається інтенсивний розвиток усіх органів і систем, плацента повністю сформована (організм - *плід*).

Кожна із систем організму у пренатальному онтогенезі проходить ряд етапів розвитку.

Кісткова система. У пренатальний період формуються хрящові чи сполучнотканинні моделі кісток та відбувається їх часткове окостеніння (*оссифікація*). Кісткова система плода у своєму розвитку проходить три стадії – *перетинчасту, хрящову та кісткову*. Утворення кісток відбувається двома шляхами. *Перетинчасті або первинні кістки* (напр. ряд кісток мозкового черепа) розвиваються на місці перетинчастої сполучної тканини. *Хрящові, або вторинні кістки* (напр. хребці) формуються на місці хрящової моделі кістки. Утворення кісткової тканини, особливо в трубчатих кістках, відбувається із кількох центрів окостеніння (*оссифікації*), що розпочинається на 8-му тижні розвитку з ділянки діафізу.

Окостеніння хрящової моделі може відбуватись *енхондрально* (зсердини) та *перихондрально* (ззовні). Процеси оссифікації трубчастих кісток розпочинаються із ділянки діафізу, в епіфізах оссифікація розпочинається на останніх місяцях пренатального розвитку чи (переважно) після народження (рис. 1). Закінчується окостеніння після завершення росту кістки (18-25 років). У плоду первинних і вторинних кісток більше, ніж у доро-

слої людини, оскільки деякі з них потім зливаються між собою (ряд кісток черепа, тазова і ін.).

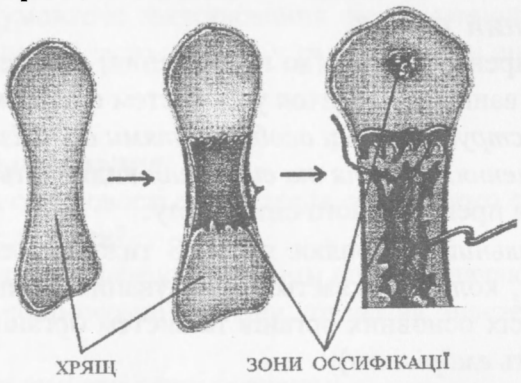


Рис. 1. Оссифікація хрящової моделі трубчастої кістки.

Формування *з'єднань* кісток відбувається починаючи із 2-го місяця пренатального розвитку. Усі з'єднання кісток закладаються як неперервні. Суглобова порожнина формується із 6-го тижня розвитку як щілина у прошарку мезенхіми. За рахунок мезенхіми формується суглобовий хрящ. Утворення зв'язок та капсули суглоба розпочинається ще до появи щілини.

Нервова система. Утвори нервової системи формуються з ектодерми, що розташована над хордою. Через ряд послідовних стадій (*нервової смужки* та *мозкового жолобка*) формується *мозкова* (*медулярна*) *трубка*. З *каудальної* (задньої) частини нервової трубки розвивається спинний мозок, а з *ростральної* (передньої) частини формуються спочатку 3, а потім – 5 *мозкових пухирців*. З них у процесі наступного розвитку формуються основні відділи головного мозку: кінцевий, проміжний, середній, задній і довгастий мозок. Такі процеси диференціювання центральної нервової системи (ЦНС) відбуваються протягом 3-4 тижнів ембріонального розвитку. В процесі наступного розвитку відбувається швидке збільшення об'єму ЦНС, кількості нервових і гліальних клітин, збільшення кількості синаптичних контактів та утворення мієлінової оболонки нервових волокон.

Ці морфологічні зміни обумовлюють зміни у функціональних властивостях нервової системи. Рефлекторна діяльність плода в основному здійснюється за участю центрів, розміщених у стовбурі головного мозку і спинному мозку. Перші рефлекторні реакції спостерігаються в ембріонів на 8-у тижні розвитку. Згодом ця стадія *локальних відповідей* змінюється стадією *генералізації рефлекторної діяльності,* яка зберігається до моменту народження. У той же час на фоні генералізації формуються і чіткі рефлекси з участю процесів центрального гальмування, що забезпечують життєдіяльність плоду і новонародженого (дихальний, захисні, смоктальний та ін.). У зв'язку з недостатнім розвитком кори головного мозку в плода ще не виявляється умовно-рефлекторна діяльність. Найбільш ранньою формою індивідуального пристосування є *натуральні умовні рефлекси*, які виявлені уже у новонароджених.

Скелетні м'язи. *Скелетні м'язи* розвиваються із мезодерми, що розділяється на *соміти*, із яких виділяються *міотоми*, які і дають початок скелетним м'язам. Міотоми складаються з круглих одноядерних клітин – *міобластів*. У віці 5-ти тижнів у міобластах розпочинається синтез актину і міозину, а на мембрані з'являються рецептори ацетилхоліну. Далі міобласти зливаються, формують *багатоядерні міотрубки*, які з 20-го тижня розвитку перетворюються у м'язові волокна. Міотрубки здатні скорочуватись, їх внутрішній простір заповнюється міофібрилами, а на мембрані з'являються синаптичні контакти з нервовими волокнами (3-й місяць розвитку). У випадку, якщо міотрубка не отримує іннервації, її подальший розвиток припиняється. У той же час мотонейрони, аксони яких не вступили у контакти з м'язом, гинуть. Ще на ранніх стадіях розвитку спостерігається с*корочення м'язів*, необхідні для нормального розвитку м'язів, суглобів і росту кінцівок. Розвиток м'язів відбувається нерівномірно у різних ділянках тіла плода. Формування м'язових волокон відбувається в першу чергу у язику, губах, діафрагмі, міжреберних м'язах і м'язах спини. Пізніше вони розвиваються в кінцівках – спершу у ділянці рук, потім ніг.

Система крові. У пренатальному періоді кровотворення відбувається спершу у жовтковому мішку, потім у печінці, і лише

згодом – у кістковому мозку. Клітини крові плода мають ряд особливостей. Зокрема, *еритроцити* плоду вдвічі більші за еритроцити дорослих, на ранніх стадіях розвитку містять ядро. На ранніх стадіях розвитку плода в еритроцитах міститься *ембріональний гемоглобін (гемоглобін Hb E та Hb P)*, який з 3-го місяця замінюється *фетальним гемоглобіном (Hb F)*. Характерна для дорослих фракція *(Hb A)* з'являється в еритроцитах на 4-у місяці розвитку плода. *Лейкоцити* вперше з'являються у крові плоду в кінці 3-го місяця пренатального розвитку. *Фібриноген* та інші фактори зсідання крові можна виявити у плазмі крові плода лише на 4-5 місяці розвитку, проте уже з 6-и місяців час зсідання крові плода близький до такого дорослих.

Серцево-судинна система. Серце розвивається з мезодерми починаючи з 3-го тижня пренатального розвитку. У своєму розвитку серце проходить стадії *трубчастого серця, дво-, трита чотирикамерного* (7-й тиждень розвитку) серця (рис. 2).

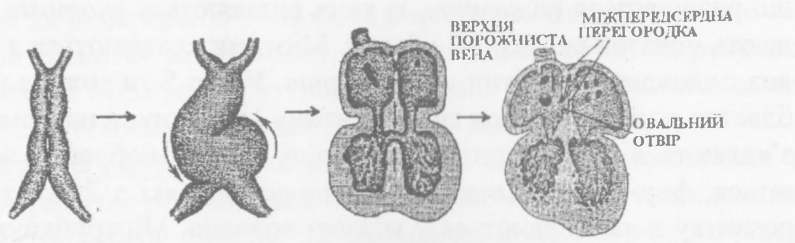


Рис. 2. Основні етапи розвитку серця плода

Скорочення серця спостерігаються уже на 22-23 день розвитку (трубчасте серце). Частота серцевих скорочень (ЧСС) плода на 12-у тижні розвитку становить 165-175 уд./хв, а у кінці пренатального розвитку – близько 130 уд./хв У період пренатального розвитку нервова регуляція діяльності серця незначна, ЧСС плода визначається в основному активністю водія ритму першого порядку.

Кровоносна система у ембріона відсутня, перші судини утворюються у ділянці *жовткового мішка* та *хоріону*, а далі – у тілі зародка. На 3-у тижні розвитку зародок уже зв'язаний із жовтковим мішком пупковими артеріями та веною. Далі ворсинки хоріону проростають у слизову оболонку матки і фор-

мують *плаценту* (8-й тиждень розвитку). У ній кров матері відокремлена від крові плода *плацентарною мембраною*, проникною для кисню, вуглекислого газу, глюкози, амінокислот, глобулінів матері (антитіла). Плацентарна мембрана непроникна для ряду бактерій і вірусів. Особливістю кровоносної системи плода є наявність *пупкової вени, пупкових артерій, венозної (аранцієвої) та артеріальної (боталової) протоки, овального отвору*. Правий і лівий шлуночки плода нагнітають кров у аорту, а через мале коло кровообігу протікає лише незначна (10%) кількість крові. Інтенсивність кровообігу плода у перерахунку на кілограм маси тіла майже в три рази перевищує показник дорослої людини.

Дихальна система. Надходження кисню до ембріону відбувається шляхом дифузії із крові матері. Після утворення плаценти саме вона стає основним органом зовнішнього дихання для плода. Дифузія кисню через плацентарну мембрану менш ефективна, ніж через легеневу, тому плід розвивається в умовах відносної гіпоксії. Нормальний розвиток в цих умовах забезпечують невисока інтенсивність окислювальних процесів у тканинах плода, менші загальні затрати енергії, висока інтенсивність кровообігу у перерахунку на одиницю маси тіла, більша спорідненість гемоглобіну плода (Hb F) до кисню, та його вища здатність до віддачі кисню тканинам. *Легені*, а також *гортань, трахея і бронхи* починають розвиватись у ембріона з 3-го тижня із частини кишкової трубки. Протягом 2-4 місяця розвитку відбувається формування бронхіального дерева. Лише після 6-и місяців розвитку з'являються альвеоли, поверхня яких починає вкриватись білково-ліпідною речовиною – *сурфактантом*. Легені плода не функціонують, альвеоли і бронхи заповнені рідиною, проте задовго до народження у плода з'являються *дихальні рухи.* Вони свідчать про наявність активності дихального центру довгастого мозку і необхідні для нормального розвитку легень.

Травна система. Формування травної системи розпочинається на 3-4 тижні ембріонального розвитку. Епітелій травної трубки, травні залози розвиваються із ентодерми, а слизова оболонка, підслизова основа, м'язова і сполучна тканина мають

мезодермальне походження. По завершенні 2-го місяця формується стравохід, шлунок, кишечник, з'являються зачатки підшлункової залози і печінки. Слід зазначити, що у процесі пренатального онтогенезу відбувається послідовна *зміна типів живлення – гістотрофний, гемотрофний, амніотрофний.* Амніотрофне живлення з участю власних ферментів плода може здійснюватись починаючи з 2-ї половини вагітності, коли у порожнину шлунку плода починає виділятись пепсиноген. Проте секреція ферментів клітинами шлунка і підшлункової залози у плода незначні.

Видільна система. Впродовж ембріонального періоду послідовно функціонують три парних органи виділення*: переднирка, первинна нирка* та *кінцева нирка. Кініева нирка* (метанефрос) утворюється з тканини мезодерми на 5-у тижні розвитку, із 3-го місяця вона заміняє собою первинну нирку. Функціонування нирки розпочинається на 9-у тижні пренатального розвитку. Сеча, що утворюється, виділяється у навколоплідну рідину. Проте основним органом виділення плода є плацента. Розвиток нирки на момент народження не завершується, наявна значна кількість недиференційованих ниркових тілець, не сформований до кінця канальцевий апарат нефрону, реабсорбція усіх речовин відбувається повільно.

Залози внутрішньої секреції. Розвиток різних залоз внутрішньої секреції розпочинається неодночасно. Більшість гормонів починає синтезуватись досить рано - на 2-у місяці пренатального розвитку, проте окремі з'являються значно пізніше, зокрема вазопресин і окситоцин – лише у 4-5 місяців. Спочатку секреція гормонів периферичних залоз внутрішньої секреції не залежить від гормонів гіпофізу. З появою в ендокринних залозах рецепторів до гормонів гіпофізу розпочинається формування між ними прямих та зворотних зв'язків, завершення формування яких відбувається лише після народження.

Контрольні питання:

1. Опишіть основні етапи розвитку кісткової тканини плода.
2. Охарактеризуйте головні етапи формування нервової системи плода.

3. Яким чином відбувається утворення скелетних м'язів плода?
4. Назвіть основні етапи розвитку та особливості серцево-судинної системи плода.
5. Охарактеризуйте розвиток дихальної системи плода.
6. Які зміни відбуваються у травній системі плода під час розвитку?
7. Опишіть розвиток видільної системи та ендокринних залоз плода.

Література:

1. Безруких М.М., Сонькин В.Д., Фарбер Д.А. Возрастная физиология (физиология развития ребенка). – М.: Академия, 2002. – С. 161, 201, 229, 312.
2. Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология. - М.: Высш. шк., 1985 – С. 109, 148, 154, 159, 271, 285, 311, 326.
3. Хрипкова А.Г. и др. Возрастная физиология и школьная гигиена – М.: Просвещение, 1990. – С. 23-36, 79, 92, 231-235.
4. Физиология плода и детей / А.С.Батуев, В.Д.Глебовский, В.А.Жданов и др, под.ред В.Д.Глебовского. – М.: Медицина, 1988 – 224 С.

ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ НОВОНАРОДЖЕНИХ ТА НЕМОВЛЯТ

Перший рік життя – це період найбільш інтенсивного збільшення росту та маси тіла, адаптації організму до нових умов існування, становлення функцій багатьох органів і систем, початок розвитку вищих психічних функцій.

Кісткова тканина. У новонароджених у складі скелету багато хрящової тканини, а у наявних кістках багато органічних речовин, така кістка легко деформується під впливом зовнішнього навантаження. Після народження відбувається інтенсивне збільшення товщини стінок кістки та підвищення її механічної міцності. Наявні також певні особливості у будові різних відділів скелету. Зокрема, об'єм *черепу* становить 1/3 дорослого, мозковий відділ значно більший за лицевий, кістки щелеп слабко розвинені, кістки черепу не зрощені, деякі складаються з кількох частин (лобова - з двох, скронева – з трьох, потилична – з чотирьох). Між кістками склепіння черепа наявні *тім'ячка* – прошарки сполучної тканини і хряща. *Хребет* новонароджених не має вигинів, характерних для дорослого, і характеризується значною гнучкістю. Форма *грудної клітки* близька до пірамідальної, ребра складаються лише з губчастої речовини. Всі *трубчасті кістки* маються кісткові діафізи та хрящеві епіфізи. У зап'ястку наявні лише хрящові моделі кісток (*див. рис. на обкладинці*).

Скелеті м'язи. Новонароджений має усі скелетні м'язи, характерні для дорослого організму, проте їхня маса у 37 разів менша, ніж у дорослого. Слабкий розвиток мускулатури не дозволяє новонародженому піднімати голову, підтримувати сидяче чи вертикальне положення тіла, пересуватись. Можливі лише мимовільні хаотичні рухи. Тонус згиначів переважає тонус розгиначів, що веде до формування специфічної пози новонароджених. Протягом першого року відбувається інтенсивний ріст і розвиток мускулатури. Спочатку дозрівають м'язи шиї (2,5-3 міс.), потім – м'язи тулуба і рук (5-6 міс.), і, нарешті – м'язи тазу та ніг (11-12 міс.). Крім того, протягом 1-2 р. триває диференціація м'язових волокон. *Властивості м'*язів новонароджених відрізняються від властивостей м'язів дорослого. Зо-

крема, всі м'язові волокна новонароджених належать до повільного типу, лабільність м'язів нижча, наявний підвищений м'язовий тонус, більш виражений у згиначів. *Функції управління скелетними м'язами* у новонароджених розвинені слабо, спостерігаються масовані некоординовані рухи рук і ніг, діти не здатні перевертатись із спини на живіт чи навпаки, утримувати голову.

Нервова система. Кількість нейронів у структурах ЦНС новонароджених відповідає їх кількості у дорослому організмі, проте після народження відбувається інтенсивний ріст та галуження відростків нейронів; зростання кількості синаптичних контактів; ріст та збільшення діаметру аксонів; процеси мієлінізації як у ЦНС, так і на периферії. У новонароджених *швидкість проведення нервових імпульсів* у два рази нижча, ніж у дорослих. Протягом першого місяця постнатального розвитку вона зростає на 25%.

У новонароджених *структури та функції нейронів у різних відділах мозку* розвинуті неоднаково. Високо диференційовані вони у спинному мозку, частині ядер довгастого та середнього мозку. Саме вони забезпечують ряд життєво важливих *безумовних рефлексів* – смоктальний, ковтальний, сечовиділення, дефекації та ін. Відносно далекі до завершення свого розвитку філогенетично нові ділянки кори великих півкуль, базальні ядра, більшість ядер таламуса, багато ядер гіпоталамуса. Кора півкуль головного мозку новонароджених характеризується наявністю слабко диференційованих нейронів з невеликою кількістю мало розгалужених дендритів і невеликою кількістю синаптичних контактів. Проміжні нейрони не сформовані. На *електроенцефалограмі* (ЕЕГ) новонароджених наявні повільні хвилі, характерні для сну. У новонароджених уже функціонують проекційні зони кори, що забезпечують зв'язок із зовнішнім світом. Краще розвинені тактильна, пропріорецептивна, вестибулярна, смакова та нюхова сенсорні системи. Дещо пізніше розвиваються структури мозку, пов'язані із слуховою та зоровою рецепцією.

Перше півріччя життя характеризується надзвичайно високою чутливістю до впливів зовнішнього середовища, і є крити-

чним по відношенню до становлення *комунікативних функцій* дитини. З 2-го міс. життя починається стрімке зростання кількості синапсів у корі великих півкуль, особливо у зоні зорового аналізатора. Уже з 3-го місяця у зоровій корі реєструється незрілий варіант альфа-ритму дорослого організму. З'являється здатність сприймати кольори, розмір предметів, відстань до них, виявляти відмінності між предметами. З розвитком асоціативних ділянок кори пов'язаний розвиток мовних центрів.

Умовні рефлекси в цей період мають обмежений характер і виробляються лише на життєво важливі стимули (на час годування, на положення тіла для годування). Швидкість утворення умовних рефлексів на першому місяці життя дуже мала. Безумовне гальмування проявляється з перших днів життя, внутрішнє гальмування виробляється пізніше. Здатність довільно зосереджувати увагу у дитини з'являється після 8-го місяця розвитку.

Система крові. Інтенсивний метаболізм новонароджених та немовлят обумовлює особливості у системі крові. *Кількість крові* новонароджених (14,9%) та вміст у ній *гемоглобіну* майже вдвічі перевищує показник дорослих, кількість *еритроцитів* більша майже у 1,3 рази. Після народження відбувається швидке руйнування еритроцитів та заміна HbF на HbA. При цьому *кровотворення* відбувається у кістковому мозку всіх кісток. У новонароджених вміст *лейкоцитів* перевищує показник дорослих у 2-4 рази (рис. 3), співвідношення нейтрофільних гранулоцитів і лімфоцитів у крові відповідає рівню дорослого (65 і 25% відповідно), однак з перших днів життя частка нейтрофілів починає швидко зменшуватись, а лімфоцитів - зростати. Лімфоцити новонароджених не здатні ефективно синтезувати антитіла. Тому організм немовляти часто реагує на інфекцію генералізованим запаленням – *сепсисом*. У більш пізній період (3-6 міс.) імунна система дитини реагує на проникнення бактерій і вірусів, проте імунна пам'ять практично не формується.

Серцево-судинна система. *Серце* новонароджених має округлу форму, товщина стінок правого і лівого шлуночків майже однакова, м'язові волокна міокарду тонкі. Одразу після народження відбувається закриття клапана овального отвору

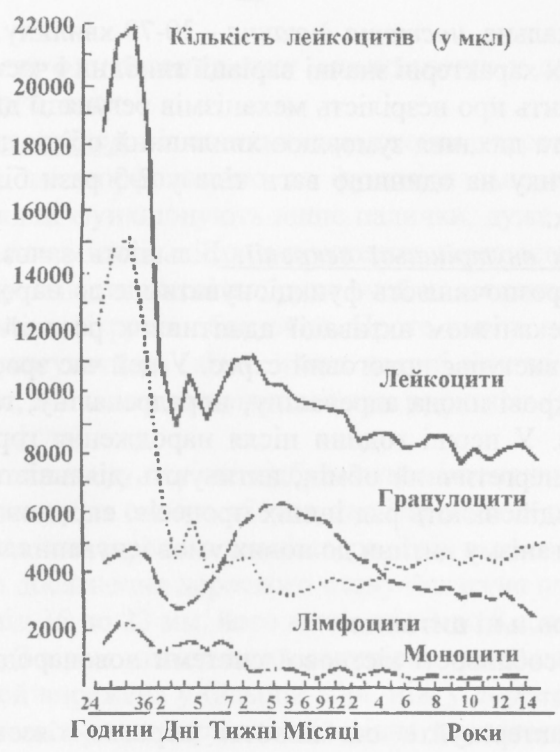


Рис. 3. Вікові зміни лейкоцитарної формули.

(заростає протягом 5-7 місяців), закриття артеріальної (*боталової*) та венозної (*аранцієвої*) протоки (заростають протягом 2-5 місяців). *Систолічний об'єм* серця новонароджених становить 3,5 мл, *ЧСС* - 120-170 уд/хв. *Хвилинний об'єм крові* (ХОК) складає в середньому 490 мл/хв, що у перерахунку на кілограм маси тіла більше ніж у два рази перевищує такий показник дорослих. *Артеріальний тиск* у новонароджених низький – 60/36 мм рт. ст.

Дихальна система. Перший вдих наступає внаслідок різких змін стану дихального центру у процесі народження дитини через 15-70 секунд після народження. Перший видих, як правило, є активним, супроводжується криком. Одразу після народження розпочинається процес заповнення легень повітрям (*аерації легень*), що триває 2-4 доби. У зв'язку з особливостями будови грудної клітки спокійне дихання у новонароджених –

діафрагмальне, *частота дихання* - 30-70 хвилину. Для новонароджених характерні значні варіації глибини і частоти дихання, що свідчить про незрілість механізмів регуляції дихання. Значна частота дихання зумовлює хвилинний об'єм дихання, що у перерахунку на одиницю ваги тіла у 2-3 рази більший, ніж у дорослих.

Залози внутрішньої секреції. Більшість залоз внутрішньої секреції розпочинають функціонувати ще до народження. Пусковим механізмом активації адаптивних реакцій ендокринної системи виступає пологовий стрес. У цей час зростає концентрація у крові плода адреналіну, норадреналіну, та ряду інших гормонів. У перші години після народження гормони стимулюють енергетичний обмін, активують діяльність дихального центру, здійснюють ряд інших процесів, спрямованих на адаптацію організму дитини до нових умов існування.

Контрольні питання:

1. Які особливості кісткової системи новонароджених та немовлят ?
2. Охарактеризуйте особливості нервово-м'язового апарату новонароджених та немовлят.
3. Які особливості вищої нервової діяльності новонароджених та немовлят?
4. Охарактеризуйте систему крові та серцево-судинну систему новонароджених та немовлят.
5. Опишіть особливості дихальної системи новонароджених та немовлят.

Література:

1. Безруких М.М., Сонькин В.Д., Фарбер Д.А. Возрастная физиология (физиология развития ребенка). – М.: Академия, 2002. – С. 323-366.
2. Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология. - М.: Высш. пк., 1985 – С. 109, 148, 154, 159, 271, 285, 311, 326.
3. Физиология плода и детей / А.С.Батуев, В.Д.Глебовский, В.А.Жданов и др, под.ред В.Д.Глебовского. – М.: Медицина, 1988 – 224 С.

Особливості функціонування аналізаторів у дітей дошкільного віку

Зоровий аналізатор. На момент народження зоровий аналізатор дитини ще морфологічно та функціонально незрілий. Спершу у сітківці функціонують лише палички, дуже низькою протягом кількох місяців після народження залишається гострота зору та чутливість до світла, рухи очей недосконалі, немає повної узгодженості рухів обох очей. Проте навіть новонароджені здатні реагувати на світло, у них наявні зіничні та мигальний рефлекс, а також ряд орієнтаційних рефлексів (рух очей за джерелом світла).

Тому у дошкільному періоді відбуваються інтенсивні процеси росту і розвитку як очного яблука, так і провідних шляхів та центральної частині зорового аналізатора. Так, від моменту народження і до досягнення дорослого стану *довжина очного яблука* зростає від 16 до 23 мм, його вага – від 3 до 8 г, змінюється колір очей. З віком міняється еластичність кришталика, *акомодація* у дітей виражена у більшій мірі, ніж у дорослих. Слід зазначити, що *гострота зору* досягає рівня дорослого лише у 3-5 років. Повноцінне *функціонування колбочок* розпочинається лише з 3-го року розвитку, і досягає свого максимального рівня лише у 30 років. Дитина першим починає сприймати жовтий і зелений колір, найпізніше – синій. При ознайомленні з предметом у дошкільному віці першу реакцію викликає його форма, потім – розміри, і в останню чергу колір.

Неузгодженість рухів очей зникає протягом 2-х тижнів, а з 2-го місяця з'являється здатність фіксувати погляд на блискучих предметах. Більш складні рухи очей розвиваються пізніше – в період раннього та першого дитинства. У цей період відбувається *міслінізація провідних шляхів* зорового аналізатора, що закінчується лише через 3-4 місяці після народження, а остаточне диференціювання структур центрального відділу зорового аналізатора відбувається у 6-7 років. Внаслідок цього у дітей дошкільного віку низькою є *частота злиття спалахів*, слабко розвинута здатність зорових аналізаторів до *адаптації*, *поле зору* вужче, ніж у дорослих. Так, лише на 7-й рік після наро-

дження величина поля зору досягає 80% від рівня дорослого організму.

Слід зазначити, що зміни у зоровому аналізаторі тривають і у шкільному віці. У цей період продовжується розвиток периферійних та центральних ланок зорового аналізатора. Так, у 10-12 років остаточно формується забарвлення райдужної оболонки ока. Вдосконалюється здатність ока до акомодації, інтенсивно покращується стереоскопічність бачення, покращується окомір.

Слуховий аналізатор. Існують дані, що уже на 8-9 місяці пренатального розвитку дитина здатна сприймати звуки частотою 20-5000 Гц і реагувати на них рухами. Чітка реакція на звук проявляється у дитини на 7-8 тиждень після народження, а з 6 місяців дитина здатна на детальний аналіз звуків. У дошкільному періоді відбувається вдосконалення сприйняття звукових подразників та процесів їх аналізу. При цьому розрізняти якісно різні звуки (гудок і дзвінок) дитина може з 2-3 міс., а висоту тону – після 3-х місяців. Кінцеве морфофункціональне формування органів слуху закінчується лише у 12 років. На той момент гострота слуху значно зростає і досягає максимуму у 14-19 років. Починаючи з цього віку гострота слуху погіршується.



Рис. 4. Зміни гостроти слуху з віком.

Руховий аналізатор. Слід зазначити, що вже у віці 6-7 років об'єм підкоркового відділу рухового аналізатора фактично досягає об'єму дорослого (94-98%), а об'єм коркових зон – бли-

зький до нього (74-84%). Проте формування пропріорецепторів, розміщених у суглобах та зв'язках, морфологічно та функціонально триває і завершується лише у 13-14 років, а пропріорецепторів м'язів – у 12-15 років. На цей час вони фактично не відрізняються від пропріоцептивного апарату дорослих. У віці з 7-11 до 14-15 років інтенсивно розвиваються кінестетичні механізми регуляції парної діяльності верхніх та нижніх кінцівок. При цьому інтенсивна рухова діяльність суттєво стимулює розвиток цих відділів рухового аналізатора.

Щодо рецепторів *температури, тактильних, больових, смакових та нюхових*, то у загальному їх чутливість у новонароджених значно нижча, ніж у дорослих. У дошкільному віці розвиток цих аналізаторів триває, значно зростає їх чутливість. Є дані, що чутливість смакових рецепторів досягає рівня дорослих у 6 років, а тактильних рецепторів - у 18-20 років.

Контрольні питання:

1. Які особливості функціонування зорового аналізатора у дітей дошкільного віку?
2. У чому полягають особливості функціонування слухового аналізатора дошкільнят?
3. Які зміни відбуваються у структурах рухового аналізатора у дошкільному періоді?

Література:

1. Безруких М.М., Сонькин В.Д., Фарбер Д.А. Возрастная физиология (физиология развития ребенка). – М.: Академия, 2002. – С. 250-251, 254, 323-366.
2. Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология. - М.: Высш. шк., 1985 – С. 132-160.
3. Хрипкова А.Г. и др. Возрастная физиология и школьная гигиена – М.: Просвещение, 1990. – С. 67-97.
4. Физиология плода и детей / А.С.Батуев, В.Д.Глебовский, В.А.Жданов и др, под.ред В.Д.Глебовского. – М.: Медицина, 1988 – С. 194-205.

Особливості функціонування систем травлення та виділення дітей дошкільного віку

Система травлення. У період від моменту народження і до досягнення шкільного віку відбуваються морфологічні та функціональні зміни у травній системі, що забезпечують перехід від живлення молоком матері до здатності перетравлювати їжу рослинного та тваринного походження. На початковому етапі (5-6 міс.) з молоком матері в організм дитини надходять поживні речовини, вітаміни, ферменти, мінеральні солі, фізіологічно активні речовини, імуноглобуліни. *Слинні залози* новонароджених виділяють мало слини із низькою ферментативною активністю, *шлунок* невеликої ємності (5-10 мл), слизова оболонка ніжніша і тонша, ніж у дорослих. Шлункові залози у перші роки життя недорозвинені і нечисленні, у шлунковому соці наявний *фетальний пепсин та хімозин*. Шлунковий сік новонароджених має високу ліполітичну активність, ефективно емульгує та гідролізує жири молока. Слизова оболонка *тонкого кишечника* у новонароджених тонка, ферментативна активність її висока, ворсинок відносно мало. Об'єм соку *підшлункової залози* невеликий, ферментативна активність низька. *Печінка* новонароджених відносно велика, секреція жовчі значна, *жовч* містить менше жовчних кислот, проте більше пігментів, ніж у дорослого. Протягом перших 2-х тижнів формується *мікрофлора* шлунково-кишкового тракту. Затримка розвитку мікрофлори порушує травлення у кишечнику, сповільнює наростання маси тіла, зменшує опірність організму.

З переходом у дошкільному періоді на тверду їжу особливого значення набувають процеси її подрібнення в порожнині рота. Прорізання перших *молочних зубів* спостерігається у віці 6-12 місяців. Першими прорізуються різці. За ними у віці 12-30 місяців, відбувається прорізання інших зубів. У дошкільному періоді розпочинається заміна молочних зубів на *постійні*. Одночасно із прорізанням молочних зубів спостерігається посилення секреції *слинних залоз*. У дошкільному віці спостерігається значне вдосконалення функцій *шлункових залоз*, збільшується маса і площа слизової оболонки шлунка. Проте концентрація соляної кислоти продовжує залишатись низькою, що

обумовлює низькі бактерицидні властивості шлункового соку дітей до 6-7 років. У ранньому віці у шлунковому соку висока також активність хімозину, що діє на білки молока. У дошкільному періоді зростає маса і об'єм секреції *підшлункової залози*, значно підвищується протеолітична, амілолітична та ліполітична активність підшлункового соку. Збільшується об'єм *жовчі* та зростає вміст у ній жовчних кислот.

Процеси вдосконалення функцій травної системи тривають і у старших вікових групах. Так, у межах молодшого та середнього шкільного віку триває заміна молочних зубів на постійні, яка розпочинається у 5-6 років. Заміна більшості зубів завершується до 16 років, окрім третіх великих кутніх ("зуби мудрості"). З 6-7 років будова шлунка така ж, як і у дорослих, хоча розміри його менші. Поряд із ростом шлунка, спостерігається також розвиток його слизової оболонки, збільшення розміру, кількості, та секреторної здатності шлункових залоз. Зростає також кислотність шлункового соку, яка досягає рівня дорослих у 13 років. Цікавою. особливістю є наявність активних процесів всмоктування у шлунку дітей віком до 10 років. У дорослих ці процеси здійснюються переважно у тонкому кишечнику. У загальному можна сказати, що морфологічний розвиток залоз травного тракту та усіх відділів кишечнику завершується лише у 11-13 років, а функціональний - у 15-16 років.

Видільна система. З моменту народження роль основних органів виділення беруть на себе нирки. Проте вони ще морфологічно і функціонально незрілі. Так, діаметр клубочків невеликий, проникність фільтруючої мембрани та її площа малі, швидкість клубочкової фільтрації низька, канальці короткі, а петлі Генле недорозвинені. Тому фільтрація та реабсорбція всіх речовин відбувається повільно. Проте кількість клубочків на одиницю площі у новонароджених набагато більша (50), ніж у дорослого (7-8). Це, а також невеликий об'єм фільтрату, дозволяє ниркам новонароджених і немовлят підтримувати водно-сольовий гомеостаз у стані спокою. *Виділення сечі* у новонароджених відбувається за безумовно-рефлекторним механізмом.

Протягом першого року життя інтенсивно відбувається вдосконалення фільтруючого апарату нирок. Від 1 до 3 років виді-

льна система розвивається пропорційно до росту тіла, при цьому різкі якісні зміни відсутні. За рядом показників, зокрема за здатністю концентрувати сечу, вони на цей момент виходять на рівень дорослого організму. Слід зазначити, що організм дитини досить швидко втрачає воду, проте здатний до швидкого поповнення її вмісту. Після першого року життя формуються механізми довільної регуляції *сечовиділення*. У віці 2-3 років регуляція сечовиділення, як правило, стає повністю довільною. При цьому у 5-10% дітей віком до 13-14 р. зустрічається явище *енурезу* (нетримання сечі), що є наслідком недостатності сфінктерів сечового міхура чи порушень у нервовій регуляції сечовиділення. Причиною виникнення енурезу може бути порушення звичного режиму, психічні травми, погані побутові умови, ряд захворювань.

Контрольні питання:

1. Охарактеризуйте морфологічні особливості органів травлення дітей дошкільного віку.
2. Які зміни відбуваються у процесах секреції, травлення та всмоктування у дошкільному періоді?
3. Опишіть особливості видільної системи дітей дошкільного віку.
4. Які зміни відбуваються у процесах сечовиділення у дошкільному віці?

Література:

1. Безруких М.М., Сонькин В.Д., Фарбер Д.А. Возрастная физиология (физиология развития ребенка). – М.: Академия, 2002. – С. 118-142, 323-366.
2. Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология. - М.: Высш. шк., 1985 – С. 334-336, 352.
3. Хрипкова А.Г. и др. Возрастная физиология и школьная гигиена – М.: Просвещение, 1990. – С. 179-214, 251-268.
4. Физиология плода и детей / А.С.Батуев, В.Д.Глебовский, В.А.Жданов и др, под.ред В.Д.Глебовского. – М.: Медицина, 1988 – С. 87-105, 126-138.

ПРОЦЕСИ АДАПТАЦІЇ ДІТЕЙ ТА ПІДЛІТКІВ ДО ФАКТОРІВ ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА

Адаптація – це сукупність функціональних реакцій організму на дію факторів зовнішнього середовища, які спрямовані на підтримання властивого організму рівня гомеостазу. Процеси адаптації організму дітей до різноманітних факторів зовнішнього середовища характеризуються певними особливостями у порівнянні з дорослими.

Перш за все, у дітей порівняно високий *базальний рівень функціональної активності*, проте *максимальний* її рівень значно нижчий, ніж у дорослих. Тому *резервні можливості* дітей приблизно у 2 рази менші, ніж у дорослих. Внаслідок цього процеси адаптації *набагато більш напруженого функціонування* організму дитини у порівнянні з дорослим. Слід зазначити, що адаптаційні можливості організму дітей і підлітків різко знижуються у *критичні періоди розвитку* (2-3,5 р., 6-8 р., 11-12 до 15 р.).

Ще однією особливістю адаптації дітей є *генералізація адаптивної відповіді*, тобто інтенсивна неспецифічна реакція за участю практично всіх органів і систем, не залежна від природи діючого фактора. Це, очевидно, пов'язано із незрілістю систем нервової та гуморальної регуляції. Така генералізована відповідь характеризується низькою економністю та ефективністю. Лише з 5-7 р. відбуваються перехід до специфічних, добре диференційованих, адаптивних реакцій.

Відповідь організму дітей на *фізичні навантаження* у значній мірі визначається властивостями м'язової тканини та вегетативних систем. Вікові зміни функціональних властивостей м'язів та режиму їх енергозабезпечення у значній мірі залежать від диференціації м'язових волокон та становлення їх співвідношення, яке проходить у кілька етапів. Зокрема, після початкового диференціювання протягом перших 2-х років співвідношення швидких і повільних волокон залишається стабільним до 10 р. З 11-12 р. спостерігається зростання кількості швидких, а з 14 р. – повільних м'язових волокон. На цьому етапі відбувається швидке наростання всіх м'язових структур. У віці 17-18 р. окислювальні можливості м'язової тканини знижують-