

**“ВІКОВА АНАТОМІЯ ТА ФІЗІОЛОГІЯ”**

*Лекція № 5*

**Тема лекції:**

**АНАТОМО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ ТА  
ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМ ДІТЕЙ МОЛОДШОГО ТА СЕРЕДНЬОГО  
ШКІЛЬНОГО ВІКУ**

План лекції:

1. Вступ.
2. Вікові зміни та основні функціональні параметри серцево-судинної системи та системи крові.
3. Морфологічні зміни та основні функціональні параметри дихальної системи.
4. Вплив фізичних навантажень на функціонування вегетативних систем дітей і підлітків.
5. Функціональні особливості системи травлення та виділення, обміну речовин та енергії дітей і підлітків.
6. Висновок.

Тривалість лекції – 2 академічні години

Навчальні та виховні завдання: проінформувати студентів про вікові особливості будови та функцій основних вегетативних систем організму (серцево-судинної, дихальної) дітей та підлітків, вказати на окремі особливості метаболізму впродовж цього вікового періоду, описати особливості змін у функціях вегетативних систем дітей і підлітків під час фізичного навантаження.

Матеріальне забезпечення: мультимедійні презентації.

Склав: доц. Вовканич Л.С.

Затверджена на засіданні

кафедри анатомії та фізіології

“   15   ”   серпня   2024

протокол №   1

## **1. Вступ.**

Процеси статевого дозрівання значно впливають не лише на ріст організму, морфологічні та функціональні параметри м'язової та нервової систем. Зміни гормонального балансу під час набуття організмом статевої зрілості відображаються на функціонуванні серцево-судинної та дихальної систем, їхній реакції на фізичне навантаження. Саме ці особливості організму нерідко мають першочергове значення у визначенні можливого об'єму та характеру фізичних навантажень у підлітковому віці.

## **2. Вікові зміни та основні функціональні параметри серцево-судинної системи та системи крові.**

*Кров.* У дітей молодшого та середнього шкільного віку ряд гематологічних показників наближається до значень, характерних для дорослого організму. Так, загальна кількість крові стає аналогічною до дорослих у 12 років, хоча у період статевого дозрівання кількість крові дещо зростає. У 12-14 років значну роль як депо крові починає відігравати селезінка. По закінченні періоду статевого дозрівання встановлюється характерне для дорослих значення гематокриту. У цей час, особливо у 5-7 та 12-14 років можуть спостерігатись значні індивідуальні варіації у концентрації еритроцитів, яка встановлюється на рівні дорослого організму лише у старшому шкільному віці. У період статевого дозрівання виникає різниця у концентрації еритроцитів у дівчат і юнаків, що зберігається потім і у дорослому віці. На 3-7 році життя спостерігається другий перехрест кривих, які відображають кількість нейтрофілів і лімфоцитів. Починаючи з цього віку кількість нейтрофілів у крові більша, ніж лімфоцитів. Проте лише у 14-15 років процентне співвідношення тих і інших наближається до такого у дорослих. Вміст білків досягає рівня дорослих лише у 10 років, а кількість холетсерину досягає цього рівня лише у 16 років.

*Особливості серцево-судинної системи.* Розташування і розміри серця дітей з віком значно змінюються. З 10 років серце знаходиться уже на рівні

дорослих. З віком значно збільшується маса серця, особливо маса лівого шлуночка. Найбільш інтенсивний ріст серця спостерігається у 5-6 років, а у дітей 7-11 років він дещо сповільнюється і відстає від росту тіла. У 11-15 років, тобто у період статевого дозрівання, знову настає прискорений ріст серця. При цьому зміни у серці та судинному руслі можуть відбуватись нерівномірно. Часто об'єм порожнин серця зростає швидше, ніж просвіт його отворів та основних магістральних судин. У частини дітей і підлітків серце набуває ряду особливостей, які прийнято називати "підлітковим серцем". Розрізняють 3 варіанти "підліткового серця".

- Митральна форма. Виявляється при рентгенологічних дослідженнях як згладжування лівого контуру серцевої тіні. Зміни гемодинаміки відсутні.
- Мале серце. Розміри серця зростають уповільнено по у порівнянні із розмірами тіла. Серце займає у грудній порожнині центральне положення і ніби висить на судинах. Така форма серця характерна для підлітків із значним стрибком росту у пубертатний період. Для такого серця характерними є низькі значення систолічного об'єму, схильність до високих значень ЧСС, знижений артеріальний тиск. Підлітки із таким серцем швидко втомлюються, може спостерігатись запаморочення чи навіть втрата свідомості при значних навантаженнях. Такий тип підліткового серця частіше зустрічається у дівчат.
- Гіпертрофоване серце. Характерним для нього є збільшення лівого шлуночка, невисока ЧСС, дещо вищі значення артеріального тиску. Майже завжди наявний функціональний систолічний шум.

З віком ці особливості згладжуються та зникають. Після завершення періоду статевого дозрівання встановлюється характерна для дорослого організму статева різниця у масі серця, з 16 років серце юнаків важче за серце дівчаток.

Функціональні відмінності серцево-судинної системі дітей і підлітків від дорослих зберігаються до 12 років. Тиск крові у дітей в цей період продовжує залишатись нижчим. У віці 7 років за даними Ермолаєва він становить 103/60

мм рт. ст., а у 15-річному – 110/70 мм рт. ст. Величина артеріального тиску у дітей легко змінюється під впливом різних факторів, у тому числі емоцій, фізичного навантаження, і може досягати 180-200 мм рт. ст., при зростанні пульсового тиску до 50-80 мм рт. ст.

Вік	ЧСС, уд/хв	СО, мл	ХОК, мл	АТ, мм.рт.ст.
5 років	100	25,0	2500	103/60
7 років	85	-	-	-
10 років	78	44,0	3200	106/60
14 років	74	59,0	4300	110/70

Вищою, ніж у дорослих, залишається також величина ЧСС дітей та підлітків. Це пов'язано з тим, що помітний вплив блукаючого нерва на діяльність серця спостерігається лише з 2-4 років. Проте уже в молодшому шкільному віці вплив блукаючого нерва близький до такого у дорослому організмі. З віком ЧСС зменшується і становить за даними Ермолаєва у середньому у 5 років – 90-95 уд/хв, а у 15 років – 70-76 уд/хв. Таким чином, величина ЧСС у середньому шкільному віці уже наближається до рівня дорослих. Характерною особливістю діяльності серця дітей є дихальна аритмія, тобто збільшення ЧСС під час вдиху та зменшення ЧСС під час видиху. Це явище буває яскраво вираженим у період із дошкільного віку і до 14-15 років.

Змінюється з віком і реакція серця на фізичне навантаження. Зокрема, зменшується величина ЧСС за однакового аеробного навантаження. Із віком зростає також систолічний об'єм. Характерним для дітей та підлітків є менш виражене, у порівнянні з дорослими, зростання систолічного об'єму при фізичному навантаженні. Так, у 8-9 років СО досягає 70 мл, у 14-15 років – 100-120 мл, у дорослих – 110-130 мл. ХОК у дітей 8-9 років може досягати 13-16 л/хв., у 14-15 років – 20-24 л/хв. Тобто, ХОК у 8-9 років може зростати у 4 рази, у 14-15 років – у 5-6 раз, у дорослих – у 6-7 разів.

### 3. Морфологічні зміни та основні функціональні параметри дихальної системи.

Серед анатомо- морфологічних особливостей *дихальної системи* дітей слід перш за все згадати особливості росту та розвитку окремих органів. Ріст і розвиток окремих органів відбувається нерівномірно. З 3 до 12 років ріст гортані незначний, проте значно змінюється форма хрящів гортані, а також структура хряща та будова слизової. Інтенсивне збільшення лінійних розмірів гортані та довжини голосових зв'язок відбувається у 14-16 років і тісно пов'язане із процесами статевого дозрівання. Статеві відмінності у довжині голосових зв'язок спостерігаються з 12 років.

З віком спостерігається зміни частоти та глибини та типу дихання. У зв'язку із розвитком плечового поясу у 3-7 років відбувається перехід на грудний тип дихання. З 8-10 років спостерігаються статеві відмінності – у дівчаток встановлюється переважно грудний, а у хлопців – діафрагмальний тип дихання.

Частота дихальних рухів дітей та підлітків із віком зменшується. Так, у 6 років частота дихання становить 23 за хвилину, а до 14-15 років вона вже близька до такої дорослого – 18 за хвилину. Ще однією особливістю є значно більша залежність частоти дихання дітей від зовнішніх впливів. Поряд із зменшенням із віком частоти дихання відбувається зростання дихального об'єму легень.

Вік	ДО, мл	ЧД, хв <sup>-1</sup>	ЖЕЛ, мл	ХОД, мл/хв
5 років	156	25	1200/110 0	3900
8 років	243	22	1440/136 0	5350
12 років	333	18	1975/190 5	6000
15 років	453	17	2600/253	7700

			0	
17 років	-	16	3520/276	7700
			0	

У дітей величина легеневої вентиляції на 1 кг маси тіла у дітей вища, ніж у дорослих, що пов'язано із потребою енергетичного забезпечення інтенсивних процесів росту та розвитку організму. Так, величина легеневої вентиляції у перерахунку на 1 кг маси тіла становить у віці 5-6 років – 210 мл, у 8-10 років – 150 мл, у 14 років – 125 мл. Збільшення розмірів грудної клітки та легень із віком призводить до збільшення життєвої ємності легень (ЖЕЛ). Зокрема, ЖЕЛ у 5-6 років становить 1100-1200 мл, у 7 років – 1200-1400 мл, у 10 років – 1500-1600 мл, у 15 років – 2500-2600 мл. У дівчаток ЖЕЛ на 100-200 мл менша. Слід зазначити, що величина ЖЕЛ у значній мірі залежить від фізичного навантаження, найбільшою вона є у юних лижників, плавців, бігунів.

Діти характеризуються також меншими можливостями посилення зовнішнього дихання при м'язовій роботі. Наприклад, у дітей 8-9 років ХОД при напруженій роботі може зростати у порівнянні з станом спокою у 10-12 разів (до 50-70 л./хв), а у дорослих – у 15-18 разів (до 100-150 л./хв). При цьому збільшення ХОД відбувається за нижчої ефективності дихання та меншої АВР-О<sub>2</sub>. Наприклад, у 8-11 років в умовах МПК з артеріальної крові використовується менш ніж 50 % кисню, у дорослих – 70 %, у спортсменів – 90%. Усе це обумовлює нижчі значення МПК дітей та підлітків, яке у 8-9 р. становить 1500 мл/хв, незначно зростає до 11 р. (1700 мл/хв), та досить значно збільшується у підлітковому віці – до 2200 у 12-13р. та 2700 мл/хв. у 14-15 р. Величина максимального кисневого боргу у дітей 8-11 р. не перевищує 3 л., що поєднується із малими запасами вуглеводів та низькою здатністю до їх мобілізації. Здатність до накопичення молочної кислоти у дітей також менша, і у 7-9 р. досягає лише половини від рівня дорослих. Окрім того, хоча максимум споживання кисню у підлітків досягається швидше, ніж у дорослих, проте вони не можуть тривалий час утримувати споживання кисню на максимальному рівні. Це призводить до швидкої відмови від роботи. Проте після завершення

роботи погашення кисневого боргу у дітей відбувається швидше. Все це слід враховувати під час планування занять фізкультурою і спортом. Щодо регуляції дихання, то активність нейронів дихального центру та їх збудливість у шкільному віці стають аналогічними до таких дорослого організму. Проте у період статевого дозрівання підлітків спостерігається підвищення збудливості дихального центру, що може дещо погіршувати координацію функцій дихання. По завершенні статевого дозрівання ця функція нормалізується.

#### **4. Вплив фізичних навантажень на функціонування вегетативних систем дітей і підлітків.**

Змінюється з віком і реакція серця на фізичне навантаження. Зокрема, зменшується величина ЧСС за однакового аеробного навантаження. Із віком зростає також систолічний об'єм. Характерним для дітей та підлітків є менш виражене, у порівнянні з дорослими, зростання систолічного об'єму при фізичному навантаженні. Так, у 8-9 років СО досягає 70 мл, у 14-15 років – 100-120 мл, у дорослих – 110-130 мл. ХОК у дітей 8-9 років може досягати 13-16 л/хв., у 14-15 років – 20-24 л/хв. Тобто, ХОК у 8-9 років може зростати у 4 рази, у 14-15 років – у 5-6 раз, у дорослих – у 6-7 разів.

Діти характеризуються також меншими можливостями посилення зовнішнього дихання при м'язовій роботі. Наприклад, у дітей 8-9 років ХОД при напруженій роботі може зростати у порівнянні з станом спокою у 10-12 разів (до 50-70 л./хв), а у дорослих – у 15-18 разів (до 100-150 л./хв). При цьому збільшення ХОД відбувається за нижчої ефективності дихання та меншої АВР- $O_2$ . Наприклад, у 8-11 років в умовах МПК з артеріальної крові використовується менш ніж 50 % кисню, у дорослих – 70 %, у спортсменів – 90%. Усе це обумовлює нижчі значення МПК дітей та підлітків, яке у 8-9 р. становить 1500 мл/хв, незначно зростає до 11 р. (1700 мл/хв), та досить значно збільшується у підлітковому віці – до 2200 у 12-13р. та 2700 мл/хв. у 14-15 р. Величина максимального кисневого боргу у дітей 8-11 р. не перевищує 3 л., що поєднується із малими запасами вуглеводів та низькою здатністю до їх

мобілізації. Здатність до накопичення молочної кислоти у дітей також менша, і у 7-9 р. досягає лише половини від рівня дорослих. Окрім того, хоча максимум споживання кисню у підлітків досягається швидше, ніж у дорослих, проте вони не можуть тривалий час утримувати споживання кисню на максимальному рівні. Це призводить до швидкої відмови від роботи. Проте після завершення роботи погашення кисневого боргу у дітей відбувається швидше. Все це слід враховувати під час планування занять фізкультурою і спортом. Щодо регуляції дихання, то активність нейронів дихального центру та їх збудливість у шкільному віці стають аналогічними до таких дорослого організму. Проте у період статевого дозрівання підлітків спостерігається підвищення збудливості дихального центру, що може дещо погіршувати координацію функцій дихання. По завершенні статевого дозрівання ця функція нормалізується.

## **5. Функціональні особливості системи травлення та виділення, обміну речовин та енергії дітей і підлітків.**

*Травна система.* Суттєві морфологічні і функціональні відмінності між органами травлення дорослого та дитини спостерігаються лише у перші роки постнатального розвитку. Серед процесів, що відбуваються у межах молодшого та середнього шкільного віку слід назвати заміну молочних зубів на постійні, яка розпочинається у 5-6 років. Заміна більшості зубів завершується до 16 років, проте треті великі кутні (“зуби мудрості”) виростають лише у 25-30 років. 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. Поряд із зростанням кислотності збільшується також ферментативна активність пепсину та зменшення активності хімозину. Особливо інтенсивне зростання активності ферментів, що розщеплюють білки, спостерігається у 5-6 та 15-16 років. У 15-16 років кількість залоз у слизовій оболонці шлунка

наближається до рівня дорослих. 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 у 11-13 років завершується морфологічний, а у 15-16 років – функціональний розвиток залоз травного тракту, та усіх відділів кишечника.

До загальнобіологічних особливостей організму у період його росту та розвитку слід віднести:

- переважання пластичних процесів (асиміляції) над процесами розпаду (дисиміляції)
- позитивний азотистий баланс, посилений синтез білків. У зв'язку з цим потреба у білках дітей і підлітків вища, ніж у дорослих (4-7 р. – 4г/кг, 12 р. – 2,5 г/кг, дорослий – 1,5 г/кг).
- висока інтенсивність вуглеводного обміну. Проте діти характеризуються повільнішою мобілізацією вуглеводних ресурсів, та меншою здатністю підтримувати інтенсивний обмін вуглеводів під час роботи, що може призводити до зменшення рівня глюкози в крові під час тривалих фізичних вправ.
- інтенсивність енергетичного обміну у перерахунку на кілограм маси тіла перевищує рівня дорослих. Так, у 8-10 років інтенсивність основного обміну у перерахунку на кілограм маси тіла у 2-2,5 рази перевищує рівень дорослих. Підвищений рівень обміну пов'язаний з інтенсивними пластичними процесами, а також з інтенсивнішою, ніж у дорослих, роботою дихальної, серцево-судинної системи, та більшою тепловіддачею.
- нижча економність м'язової роботи, яка з віком зростає. Так, у 8-9 р. на 1 кгм роботи дитина витрачає 7,6 мл кисню, а дорослий – 5,4 мл, тобто у 1,4 рази менше. Проте поглинання кисню під час роботи може зростати лише у 9-10 раз, у той час як у дорослих – у 15-20 раз.

## 6. Висновок

Протягом молодшого та середнього шкільного віку відбуваються завершальні етапи розвитку багатьох систем організму, що в кінцевому підсумку наближають його за багатьма характеристиками до рівня дорослого. Особливо бурхливі процеси розвитку проходять у період середнього шкільного віку і пов'язані із процесами статевого дозрівання. Саме в цей період відбувається не лише досягнення статевої зрілості, але й зміни у цілому ряді систем організму, спостерігаються сенситивні періоди розвитку рухових якостей. Поряд з тим період статевого дозрівання у багатьох випадках співпадає із зменшенням функціональних резервів організму, погіршенням його стійкості до несприятливих факторів. Саме тому знання особливостей функціонування вегетативних систем організму підлітків, та їхньої реакції на фізичні навантаження важливі для майбутніх спеціалістів у галузі фізичної культури.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Алексєєва Т. М. Вікова фізіологія та валеологія : курс лекцій. Кременчук :Методичний кабінет, 2019. 115с.
2. Аносов І.П. Вікова фізіологія з основами шкільної гігієни: підручник / Аносов І.П., Хоматов В.Х., Сидоряк Н.Г., Станішевська Т.І., Антоновська Л.В. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2008. – 433 с.
3. Антонік В. І., Антонік І. П., Андріанов В. Є. Анатомія, фізіологія дітей з основами гігієни та фізичної культури. навчальний посібник. Київ :«Видавничий дім «Професіонал», Центр учбової літератури, 2009. 336 с.
4. Біологічний вік людини (теоретичний та методичний аспекти) / Л. С. Вовканич ; Львівський держ. ун-т фізичної культури. НДІ ЛДУФК. Кафедра анатомії та фізіології. - Л. : СПОЛОМ, 2009. – 92 с.
5. Вікова фізіологія : навч. посіб. / МОН України, Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини ; уклад.: Ю. С. Бойко, Ю. М. Танасійчук – Умань : Візаві, 2021. – 245.

6. Вікова фізіологія : навч. посіб. / МОН України, Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини ; уклад.: Ю. С. Бойко, Ю. М. Танасійчук – Умань : Візаві, 2021. – 245
7. Вовканич Л. Вікова анатомія і фізіологія : навч. посіб. для практич. занять / Любомир Вовканич. - Львів : ЛДУФК, 2016. – 208 с. Режим доступу: <http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/7670>
8. Вовканич Л. С. Вікова фізіологія : метод. вказівки для самостійної роботи / Вовканич Л. С. - Львів : [Б. в.], 2003. - 36 с. Режим доступу: <http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/8083>
9. Вовканич Л. С. Характеристика методик визначення біологічного віку людини (міні - огляд ) / Л. С. Вовканич // Здоровий спосіб життя : зб. наук. ст. - Львів, 2008. - Вип. 28. - С. 19 - 26. Режим доступу: <http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/12205>
10. Вовканич Л.С. Довідник для студентів із дисципліни «Вікова анатомія і фізіологія» / Вовканич Л.С. – Львів, 2017. – 19 с.
11. Гаврилюк О. Ф., Залюбківська Л. С. Ріст і розвиток людини : навч. посіб. Київ : ВСВ «Медицина», 2010. 168 с.
12. Коц С.М., Коц В.П.. Вікова фізіологія та вища нервова діяльність. Навчальний посібник. Харків: ХНПУ, 2020. – 288 с.
13. Коцан І. Я., Швайко С. Є., Дмитроца О. Р. Вікова фізіологія : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки. Луцьк : Вежа-Друк, 2013. 376 с.
14. Маруненко І.М. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни. Навчальний посібник / Маруненко І.М. – Професіонал, 2006. – 480 с.
15. Марунський І.М., Меведомська Є. О., Бобрицька В.І. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни. — К.: ВД - Професіонал, 2014. —479 с,
16. Пикалюк В. С., Османов А. Ю. Філо-, онтогенез органів і систем людини. Сімферополь : Доля, 2011. 312 с.
17. Плахтій П.Д., Галаченко О.О., Соколенко Л.С. Вікова фізіологія : Підручник / Новий світ, 2023. – 274 с.

18. Посібник до вивчення курсу «Вікова фізіологія та валеологія людини»  
[Електроний текст] / П. М. Полушкін. – Д.: ДНУ, 2015. – 138 с.
19. Тарасюк В.С. Ріст і розвиток людини / В. С. Тарасюк. – К. : Медицина, 2008. – 400 с.
20. Філіпцова К. А. Вікова фізіологія та шкільна гігієна: навчальний посібник 2-е вид., перероб. і доп. / К. А. Філіпцова, М. С. Топчій. - Одеса: Одеса: Університет Ушинського, 2023. - 312 с.