Львівський державний інститут фізичної культури
Кафедра анатомії і фізіології

“ВІКОВА АНАТОМІЯ ТА ФІЗІОЛОГІЯ”

Лекція № 3

Тема лекції:
АНАТОМО-ФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДІТЕЙ ШКІЛЬНОГО ВІКУ

План лекції:

1. Вступ.
2. Загальні закономірності росту та розвитку дітей і підлітків.
3. Фізіологічна характеристика процесів статевого дозрівання.
4. Вища нервова діяльність дітей та підлітків.
5. Морфофункціональні особливості опорно-рухового апарату дітей та підлітків.
6. Рухові якості дітей та підлітків (швидкість, спритність, гнучкість, сила, витривалість).
7. Вікові зміни та основні функціональні параметри серцево-судинної системи та системи крові.
8. Морфологічні зміни та основні функціональні параметри дихальної системи.
9. Висновок.

Тривалість лекції – 2 академічні години

Навчальні та виховні завдання: ознайомити студентів із загальними закономірностями росту та розвитку дітей і підлітків, проінформувати про стадії статевого дозрівання та зміни морфологічних та функціональних показників організму під час цього процесу, охарактеризувати особливості вищої нервової діяльності, рухового апарату та розвитку рухових якостей дітей і підлітків.

Матеріальне забезпечення: мультимедійні презентації.

Склав: доц. Вовканич Л.С.
Затверджена на засіданні
кафедри анатомії та фізіології
“____”_____ 2018 р.
протокол № ___

Львів-2018

1. Вступ.

Дана лекція охоплює матеріал, присвячений розгляду фізіологічних особливостей організму дітей молодшого та середнього шкільного віку, тобто віковий період з 6 до 15-16 років. Згідно із наведеною на першій лекції схемою вікової періодизації ці вікові періоди тривають:

Молодший шкільний	7-12 років (хлопчики)
	7-11 років (дівчатка)
Середній шкільний	13-16 років (хлопчики)
	12-15 років (дівчатка)

Слід зазначити, що цей період також може бути названим періодом другого дитинства та підлітковим.

Друге дитинство	8-12 років (хлопчики)
	8-11 років (дівчатка)
Підлітковий вік	13-16 років (хлопчики)
	12-15 років (дівчатка)

Саме в цей період відбуваються важливі функціональні зміни в організмі дітей та підлітків, що наближають їх до дорослого організму.

2. Загальні закономірності росту та розвитку дітей і підлітків.

Перш за все слід зазначити, що саме на цей час припадає *другий* (з 5 до 7 років) та *третій* (з 11-12 до 15-16 років) *періоди витягування*, коли відбувається інтенсивне наростання довжини тіла та прискорений фізичний розвиток дітей. Третій період витягування за часом співпадає із періодом статевого дозрівання. Саме починаючи із 10 р. процеси росту і розвитку дітей набувають суттєвих *статевих відмінностей*. Починаючи з 10-и років розвиток дівчаток проходить більш інтенсивно, їх ріст перевищує ріст хлопчиків. У 14-15 років хлопчики наздоганяють у своєму рості дівчаток, проте продовжують відставати у фізичному розвитку в цілому.

На цей віковий проміжок припадають також *два критичні періоди* постнатального розвитку дітей та підлітків. *Перший критичний період* співпадає з початком навчання в школі і припадає на вік 6-8 років. У цей час міняється стиль життя дитини, зменшується рухова активність, з'являються нові обов'язки, збільшується спілкування з новими друзями тощо. Усі ці фактори ведуть до підвищеного навантаження на усі функціональні системи організму, що може призвести до їх перевантаження та виникнення захворювань. *Другий критичний період* пов'язаний із процесами статевого дозрівання підлітків і припадає на вік 11-15 років. У цей час спостерігається зміна гормонального балансу організму, дозрівання і перебудова роботи ендокринної системи організму. Нервова система підлітків перебуває у стані підвищеного збудження і може зазнати травм у випадку надмірних зовнішніх навантажень. У критичні періоди відбувається також зменшення адаптаційних можливостей організму дітей та підлітків.

У підлітковому періоді відбуваються процеси *статевого дозрівання,* що супроводжуються цілим рядом змін у функціонуванні організму.

3. Фізіологічна характеристика процесів статевого дозрівання.

Процеси статевого дозрівання, що спостерігаються у цьому віковому періоді, відображають прискорений статевий розвиток організму та досягнення ним статевої зрілості. Термін настання статевої зрілості та темпи проходження статевого дозрівання різноманітні, вони залежать від цілого ряду факторів, серед яких можна назвати *стан здоров'я, повноцінність харчування, кліматичні, побутові, соціально-економічні умови*, фактори *спадкової природи*. Слід зазначити, що неодночасність проходження процесу статевого дозрівання зумовлює наявність в одній і тій же віковій групі дітей, що перебувають на різних стадіях цього процесу. У різні вікові періоди цей розподіл змінюються, проте існують такі

вікові проміжки, коли імовірною є наявність дітей, що представляють усі стадії процесу. Так, зокрема, за даними Безруких із співавт., серед 13-літніх хлопчиків 33% перебувають на 1-й стадії, 35% - на другій, 26% - на третій, 6% - на четвертій. Подібний розподіл наявний і у групі дівчат 12 р. – 10% - перша стадія, 42% - друга, 28% - третя, 20% - четверта.

У період статевого дозрівання спостерігаються зміни у функціонуванні ендокринних залоз, у першу чергу – гіпоталамо-гіпофізарної системи. Слід зазначити, що гормональна регуляція статевого дозрівання розпочинається ще до моменту народження. Для розвитку чоловічих гонад необхідна стимуляція з боку сім'яників. Ця активація також зумовлює розвиток гіпоталамусу за "чоловічим" (постійно діючим) типом. е зумовлює певний ризик для формування статевої сфери у випадку вживання матір'ю стероїдних гормонів чи їх аналогів. Після народження процеси статевого розвитку загальмовуються аж до початку пубертатних перебудов у організмі. Гормони гіпофізу стимулюють процеси росту та розвитку, підвищують активність щитовидної залози, наднирників, активізують діяльність статевих залоз. Посилена секреція статевих гормонів призводить до розвитку первинних і вторинних статевих ознак. Ступінь статевого дозрівання можна визначити за сукупністю вторинних статевих ознак, зокрема по розвитку волосяного покриву на лобку та у пахвинній області (у юнаків – також на обличчі), у дівчаток – по розвитку грудних залоз і часу появи менструацій.

У процесі статевого дозрівання виділяють ряд стадій, виділених англійським антропологом Дж. Таннером, кожна з яких характеризується певними особливостями функціонування залоз внутрішньої секреції та організму в цілому. Стадії визначаються сукупністю первинних і вторинних статевих ознак. Виділяють 5 основних стадій статевого дозрівання:

- I (препубертатна, хл. – до 12 р., д. – до 10 р.) – передує статевому дозріванню. Спостерігається незначне зростання секреції гормонів гіпофізом та гонадами. Проте розвиток статевих залоз не відбувається, оскільки воно інгібується гонадотропін-інгібуючим фактором гіпофізу, який виробляється під впливом гіпоталамуса і епіфіза. На цій стадії основну роль у гормональній регуляції відіграють гормони щитоподібної залози і гормон росту. Саме він забезпечує дещо швидші ростові процеси у дівчаток віком понад 3 роки. Вторинних статевих ознак немає;
- II (початок пубертату, хл. – 12-14 р., д. – 10-12 р.) – проходить невелике зростання розмірів статевих залоз, розповсюдження волосяного покриву. У дівчат спострігається невелике набухання молочних залоз, у хлопчиків – яєчок. На цій стадії відбувається активація функціонування гіпофізу, збільшується його гонадотропна (фолітропін, лютропін) і соматотропна (гормон росту) функції. Під впливом гормонів гіпофізу стимулюється активність статевих залоз. Відбувається посилення загальної та специфічної дії статевих гормонів та соматотропіну на організм. Загальна дія полягає у впливі гормонів на обмін речовин і процеси розвитку загалом. Зокрема під впливом соматотропіну та статевих гормонів відбувається прискорення ростових процесів, інтенсифікація розвитку кісткової та м'язової системи, внутрішніх органів тощо. Специфічна дія цих гормонів спрямована на розвиток статевих органів і вторинних статевих ознак - анатомічних особливостей будови тіла, особливостей волосяного покриву, особливостей голосу, поведінки, психіки. Слід зазначити, що на цій стадії секреція соматотропного гормону більш виражена у дівчат, що визначає у них більш ранній початок процесів прискореного росту тіла;
- III, третя стадія (хл. – 14-15 р., д. – 12-14 р.) – відбувається подальше збільшення розмірів статевих залоз, ріст статевих органів, поширення волосяного покриву. Відбувається значна активація вироблення статевими залозами відповідних гормонів. У крові зростає вміст гонадотропних гормонів. На цій стадії відбувається прискорення росту хлопчиків;
- IV, четверта стадія (IV і V стадії тривають у хл. – 15-17 р., д. – 14-16 р.) – характеризується найбільш інтенсивним синтезом андрогенів та естрогенів (естріол,

естрадіол, прогестерон). У хлопчиків відбувається зміна тембру голосу, з'являється волосся на обличчі, закінчується формування волосяного покриву на лобку та під пахвами. Зберігається високий рівень соматотропіну, що обумовлює високу швидкість ростових процесів. У дівчат інтенсивно розвиваються молочні залози, завершується формування волосяного покриву дорослого типу. Проте у дівчат відбувається зменшення рівня соматотропіну і, як наслідок, сповільнення ростових процесів. Спостерігаються перші менструації;

- V, п'ята стадія – завершення розвитку статевих органів та вторинних статевих ознак. У юнаків на цій стадії повного розвитку досягає сперматогенез, формується специфічна форма хрящів гортані, волосяний покрив обличчя. У дівчат на цій стадії відбувається стабілізація менструального циклу. Яєчники уже продукують зрілі яйцеклітини.

У період статевого дозрівання, особливо на 2-3 стадії, під час різких перебудов функціонування гіпоталамо-гіпофізарної системи, відбуваються різкі зміни цілого ряду фізіологічних функцій. При цьому розвиток внутрішніх органів – серця, легень, шлунково-кишкового тракту, може затримуватись по відношенню до росту скелету та м'язової системи. Це призводить до порушення серцево-судинної діяльності, гіпо- та гіпертонії, спазмів судин мозку, швидкої втомлюваності. Перебудова функцій ЦНС супроводжується змінами в емоційній сфері, різкими перепадами настрою. Це вимагає особливої уваги під час роботи з такими дітьми.

4. Вища нервова діяльність дітей та підлітків.

Вища нервова діяльність (ВНД) – це сукупність нейрофізіологічних механізмів сприйняття оточуючого середовища (впізнання сигналів та їх аналіз, запам'ятовування, порівняння з попередньо набутим досвідом) та механізмів реалізації поведінки. В основі ВНД лежить взаємодія безумовних та умовних рефлексів, до яких у людини додається друга сигнальна система (слова, математичні символи, образи). Процеси ВНД визначають особливості рефлекторної реакції, пам'яті емоційної та поведінкової сфери на різних етапах розвитку дитини.

В основі змін ВНД у молодшому і середньому шкільному віці лежать як морфологічні зміни у вищих відділах ЦНС, так і значні гормональні впливи, що спостерігаються у період статевого дозрівання. У молодшому шкільному віці поряд із процесами *диференціації і спеціалізації нервових клітин* наростає об'єм *горизонтально розміщених волокон* і щільність *капілярної сітки, ускладнюється структура відростків* вставних і пірамідних нейронів, утворюються *широкі горизонтальні угруповання*, що об'єднують вертикальні колонки. Це сприяє розвитку міжнейронної взаємодії у різних ділянках кори. Ці процеси ведуть до того, що у середньому шкільному віці уже чітко виражені спеціалізовані форми пірамідних нейронів, вставних нейронів, об'єм волокон перевищує об'єм клітинних елементів. Такі зміни полегшують інтегративні процеси у ЦНС. До 7-8 років відсутня характерна для дорослих спеціалізація півкуль. Це особливо характерно для вирішення мовних завдань, у вирішенні яких в 7-8 р. задіяні обидві півкулі. Лише з 9-10 років спостерігається виражена лівостороння спеціалізація.

Молодший шкільний вік – з 6 до 12 років – багатьма авторами оцінюється як період спокійного розвитку ВНД. У цей час сила процесів гальмування, збудження, їх рухливість та зрівноваженість забезпечує можливість широкого навчання дитини. Незначне погіршення процесів ВНД спостерігається лише у першому класі і зв'язку з процесами адаптації до навчання. У цей період розвиток другої сигнальної системи призводить до того, що умовно-рефлекторна діяльність набуває рис, характерних для дорослої людини. Так, при формування вегетативних та сомто-рухових умовних рефлексів у дітей у ряді випадків спостерігається реакція на умовний подразник, а безумовний не викликає реакції. Словесна інструкція значно прискорює утворення умовних рефлексів і у ряді випадків навіть не вимагає

безумовного підкріплення. Вдосконалення вищих відділів ЦНС у молодшому шкільному віці розширює можливості формування пізнавальних потреб і сприяє регуляції емоцій.

Проте у цьому віці ще недостатньо розвинені механізми, що забезпечують активну увагу та зосередженість. Ще однією особливістю є швидке настання втоми, яке часом супроводжується невротичними порушеннями, що виникають внаслідок надмірного навчального навантаження. У цьому віковому періоді розвиток головного мозку наближається до рівня дорослих. Змінюється характер орієнтаційних реакцій. При ознайомленні з новим предметом використовується попередньо набутий досвід. Процеси аналізу і синтезу у цьому віці здійснюються з залученням активної рухової діяльності – діти намагаються спочатку розібрати, а потім – скласти машини, ляльки, і ін. іграшки. У загальному слід зазначити, що навчання у школі прискорює розвиток психічних функцій. Протягом молодшого шкільного віку інтенсивно формуються механізми довільної уваги. На момент закінчення цього періоду дитина набуває здатності здійснювати планування найближчих дій, і виконувати задачі за інструкціями дорослого, навіть якщо вони не співпадають з бажаннями дитини. Молодший шкільний вік можна розглядати як сенситивний з точки зору формування довільної поведінки.

Підлітковий вік (з 11-12 до 15-17 років) супроводжується значними ендокринними перетвореннями в організмі, формуванням первинних та вторинних статевих ознак. Це відбивається на процесах вищої нервової діяльності. Порушується рівновага нервових процесів, більшої сили набуває збудження, сповільнюється приріст рухливості нервових процесів, значно погіршується диференціювання умовних подразників. Погіршується діяльність кори півкуль головного мозку, разом з нею погіршуються процеси другої сигнальної системи. Посилення впливу підкіркових центрів супроводжується порушеннями з боку вегетативної сфери (гормональні порушення, судинні порушення, болі у серці, голові і т.д.). Підтвердженням переважаючого впливу підкіркових структур є підвищена емоційність підлітків. У цей період спостерігається більша втомлюваність підлітків під час розумової та фізичної роботи, підвищена дратівливість, порушення сну. Ці функціональні зміни призводять до психічної неврівноваженості підлітків, неадекватності їх реакції на незначні впливи. Ці факти слід враховувати при організації занять із підлітками.

В умовнорефлекторній сфері у підлітковому віці виявляється погіршення диференціювання сигналів, широка іррадіація збудження. У руховій діяльності це проявляється у наявності супутніх “зайвих” рухів тулуба та кінцівок. Зростання латентного періоду умовнорефлекторних реакцій, дещо сповільнюється мова, сповільнюється формування нових зв’язків на словесні сигнали. У деяких підлітків виникають складнощі у побудові складних фраз, логічних висновків.

Особливо критичним є віковий період 13-15 р. у дівчат та 15-17 р. у хлопчиків. У цьому віці можливі різкі зміни настрою, проявляється критичне ставлення до дорослих. Тому в цей час необхідно особливо уважно ставитись до підлітків, слід створювати спокійну обстановку, слідкувати за адекватністю застосовуваних навантажень. Роль другої сигнальної системи знову зростає у віці 15-18 років, у цьому віці завершується розвиток ВНД, вона досягає значного рівня функціональної досконалості.

Зоровий аналізатор. У шкільному періоді система зорового сприйняття продовжує вдосконалюватись за рахунок передньоасоціативних областей. Ці області, що відповідають за оцінку значимості інформації, забезпечення довільного вибіркового сприйняття інформації, прийняття рішень. Внаслідок цього покращується вибірковість реагування у зв’язку із значимістю стимулів. 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. Значно зростає відсоток дітей з короткозорістю – з 2,5% у 3 роки до 11% у 14-16 років. Гострота зору на цей час аналогічна до гостроти зору дорослої людини. У цей період інтенсивно удосконалюється стереоскопічність бачення, що досягає свого оптимального рівня у 17 років. У той же час окомір дівчаток і хлопчиків віком 7-8 років у 7 разів гірший, ніж у

дорослих. У наступні роки він значно покращується. Слід зазначити, що поле зору, та загальна пропускна здатність зорового аналізатора з 12-13 років у дівчаток вища, ніж у хлопчиків.

Слуховий аналізатор. Кінцеве морфофункціональне формування органів слуху закінчується у 12 років. На той момент гострота слуху значно зростає і досягає максимуму у 14-19 років. Починаючи з цього віку гострота слуху погіршується.

Руховий аналізатор. На початку молодшого шкільного віку (7 р.) об'єм підкоркового відділу рухового аналізатора фактично досягає об'єму дорослого, а корковий відділ наближається до будови, характерної для дорослого організму. Значної зрілості досягає і рецепторний апарат рухової системи, що забезпечує більш точну регуляцію активності м'язів. Проте кінцеве формування пропріорецепторів суглобів та зв'язок та м'язів завершується лише у підлітковому віці (12-15 р.). Дещо пізніше, у 9-10 р. вдосконалюється центральна регуляція рухів, відбувається дозрівання лобних зон кори. На цьому етапі спостерігається скорочення паузи між окремими руховими актами, рухи стають чіткими, стабільними, менш напруженими, дитина здатна довільно регулювати основні параметри рухів, змінювати темп, швидкість, якість серії рухів. У період статевого дозрівання, з 11-12 до 14-15 р., послаблення ролі лобних ділянок кори у центральній регуляції рухів призводить до порушення синхронності рухів у суглобах, підвищення напруження м'язів, погіршення просторово-часової точності рухів.

5. Морфофункціональні особливості опорно-рухового апарату дітей та підлітків

Зміни у кістковій системі дітей та підлітків молодшого та середнього шкільного віку включає ряд процесів, зокрема зміну довжини та розмірів окремих кісток, зростання їх товщини, заміна хрящових елементів на кісткову тканину. Слід зазначити, що інтенсивне потовщення стінок кісток іде у два етапи – до 6-7 років, та у віці з 14 до 18 років. Кінцева заміна хряща на кісткову тканину відбувається у жінок у 17-21 рік, а у чоловіків – у 19-25 років, тобто уже після середнього шкільного віку. Розглянемо вікові зміни у будові та формі кісток основних відділів скелету.

Череп. Продовжує збільшуватись об'єм черепу. При цьому переважає ріст лицевої частини, яка особливо інтенсивно росте у 13-14 років. Окостеніння більшості кісток черепа завершується у 6-7 років, проте формування клиноподібної кістки завершується у 14-15 років, а під'язикової – лише у 25-30 років. Триває заміна молочних зубів на постійні. Першими, у віці 6-7 р., змінюються різці, далі у межах 9-11 р. – ікла і малі корінні. Терміни заміни характеризуються значною індивідуальною варіабельністю.

Хребет. До 12 років хребет характеризується значною еластичністю, вигини хребта слабко фіксовані. Внаслідок цього у випадку неправильної робочої пози, нераціонального фізичного навантаження, слабкого розвитку м'язового корсету тулуба, можлива поява патологічних вигинів хребта. До 14 років процеси заміни хряща на кісткову тканину охоплюють лише середні частини хребців, а повна заміна хрящової тканини на кісткову у хребцях ряду відділів хребта завершується лише у 25-30 років. Посилення темпів росту хребта спостерігається у 7-9 років та в період статевого дозрівання. Після 14 років зміни лінійних розмірів хребта практично відсутні. У цей віковий період продовжує змінюватись форма *грудної клітки*. Її формування завершується у віці 12-13 років.

У середньому шкільному віці ще не завершуються процеси заміни хрящової тканини на кісткову у поясі верхніх кінцівок. Так, процеси оссифікації у лопатці завершуються лише у 16-25 років, ключиці – 22-25 років, кісток зап'ястя – 16-17 років. Процеси окостеніння у плечовій, променевій та ліктьовій кістках завершуються лише у 20-23 роки. Дещо раніше відбувається окостеніння кисті – у 6-7 років, та фаланг пальців – у 11 років. Слід зазначити, що несформована кисть швидко втомлюється, не здатна витримувати значних навантажень. Це слід враховувати під час планування учбового та тренувального навантаження. Тривають зміни також і в поясі нижніх кінцівок. Так, триває зрощування кісток тазу, яке розпочалось ще у дошкільному віці. Завершиться цей процес у наступному віковому періоді у 17-18

років. Проте у загальному будова тазу наближається до такої дорослих уже у 14-16 років. Після 9 років спостерігаються відмінності у будові тазу хлопчиків та дівчаток. У хлопчиків таз вищий та вужчий, а у дівчаток – дещо ширший.

З 10-12 років статеві відмінності спостерігаються і у процесах окостеніння. У хлопчиків оссифікація завершується, як правило, на рік пізніше.

М'язова система. У молодшому та середньому шкільному віці продовжується інтенсивний ріст та розвиток м'язів. Ці процеси перш за все пов'язані із збільшенням кількості міофібрил і їх товщини. За даними Ермолаева, маса м'язів по відношенню до маси тіла становить у 8 років – 27%, у 12 років – 29%, а у 15 років – уже 33% маси тіла. Найбільш інтенсивний ріст м'язових волокон спостерігається до 7 років та у період статевого дозрівання.

Під час III стадії статевого дозрівання м'язи вступають у перший етап пубертатного диференціювання. На цьому етапі більшість волокон набуває рис "аеробності" – збільшується розмір і кількість мітохондрій, зростає активність окислювальних ферментів. Ці зміни у структурі м'язів супроводжуються збільшенням можливості виконання циклічної роботи, особливо великої і помірної потужності. Тому у цей період доцільнішим є тренування витривалості, ніж сили чи швидкісно-силових можливостей.

На IV стадії статевого дозрівання спостерігається значне зростання площі поперечного перерізу білих волокон. При цьому кількість повільних волокон практично не змінюється. Саме на цьому етапі відбувається кінцеве становлення енергетичних можливостей і скоротливих властивостей м'язів. Швидкий розвиток білих волокон призводить до збільшення сили та потужності м'язів. У цей час ефективно розвиваються швидкісні, силові та швидкісно-силові можливості. У віці 14-15 років встановлюється структура м'язової тканини, аналогічна до такої дорослого організму. Проте потовщення м'язових волокон може продовжуватись до 30-35 років.

Значно змінюються у процесі онтогенезу і функціональні властивості м'язів. Дошкільний вік характеризується збільшенням аеробних можливостей м'язів. Розвитку м'язів сприяє інтенсивна ігрова діяльність. Діти у віці 7-10 років уже здатні тривалий час (стаціонарно) підтримувати функціональну, у тому числі рухову активність. Молодший шкільний вік виступає сенситивним по відношенню до формування здатності до тривалої цілеспрямованої діяльності – як розумової, так і фізичної.

Зокрема, зростає збудливість і лабільність м'язової тканини. Наприклад, здатність ефективно розслабляти м'язи досягає свого оптимального рівня лише після 15 років. Тому лише після 15 років рухи набувають необхідної пластичності.

6. Рухові якості дітей та підлітків (швидкість, спритність, гнучкість, сила, витривалість)

Розвиток опорно-рухового апарату у значній мірі визначає формування рухових якостей. Цей процес в онтогенезі відбувається нерівномірно і гетерохронно. Найвищі досягнення у силі, швидкості, та витривалості характерні для різних вікових періодів. Систематичне тренування прискорює розвиток усіх рухових якостей, проте їх приріст у різні вікові періоди залишається неоднаковим.

У першу чергу розвивається *швидкість* та *спритність* рухів. Оскільки упродовж *молодшого шкільного віку* спостерігається лише помірне зростання лабільності нервових центрів та рухливості нервових процесів, то відбувається помірне зростання показників *швидкості* рухів. Так, за період від 7-8 до 11-12 р. ЧРР зменшується з 219 до 203 мс., показник теппінг-тесту зростає із 53 до 62 за 10 с. Швидкість бігу за період із 7-8 до 13-14 р. зростає від 4,83 до 7,76 м/с, причому з 10 р. швидкість бігу у хлопчиків вища. Рекомендована тривалість вправ на розвиток швидкості у цьому періоді – 5-6 с (дорослі – 10-15 с.). Невеликим є і приріст швидкісно-силових можливостей, в основному він спостерігається після 11 р. Висота стрибка у висоту з місця у 7-8 р. – 30,6 см., у 9-10 р. – 35, 1 см.

Швидкісні показники значно зростають у *підлітковому періоді* - з 11 до 15 р. Саме у 15 р. вони досягають максимальних величин і зберігаються на цьому рівні до 33 р. Саме до 15 р. досягає дорослого рівня величина ЧРР (171 мс.), теппінг-тесту (71 за 10 с.), значно зростає швидкість бігу (7,7 м/с) та висота стрибка (46,2 см). Особливо виражене це зростання у хлопчиків. Вік 11-14 р. вважається сенситивним для розвитку швидкісно-силових можливостей. Висота стрибка вверх з місця досягає 45 см.

У 13-14 років завершується також розвиток *спритності*. Спритність пов'язана із просторовою точністю рухів, часовою точністю та швидкістю вирішення складних рухових задач. У загальному слід зазначити, що за даними Волкова найбільші темпи наростання спритності спостерігаються у віці від 8 до 11 років. Слід зазначити, що спортивне тренування значно впливає на розвиток спритності. У віці 15-16 років точність рухів спортсменів була у два рази вищою, ніж у нетренованих підлітків.

Абсолютна *сила* м'язів у *молодшому шкільному віці* наростає помірно, основний приріст спостерігається у підлітковому періоді. За період з 7 до 11 р. сила зростає приблизно у 1,5-2 рази. Зокрема, у 11 р. станова сила становить 65,4 кг, сила правої руки – 21,4 кг. У 10-11 р. силові показники дівчаток можуть перевищувати такі у хлопчиків. Зберігається слабкість м'язового корсету тулуба та м'язів і зв'язок стопи.

Значний приріст силових показників, особливо виражений у хлопчиків, розпочинається у підлітковому віці - після 14 р. У 15 р. станова сила уже досягає 90-100 кг. Сенситивний період розвитку сили – 14-17 р., максимальних значень цей показник для нетренованої людини досягає у 18-20 р. За відсутності тренувань сила зберігається на цьому рівні до 45 р.

Витривалість у межах шкільного віку вона змінюється нерівномірно, проте із тенденцією до зростання. У дошкільному та молодшому шкільному віці витривалість знаходиться на низькому рівні. Витривалість до циклічної роботи розвивається чи не найпізніше з усіх рухових якостей. Інтенсивний приріст витривалості до динамічної роботи спостерігається з 11-12 років. Сенситивний період її розвитку припадає на 15-20 р., тобто лише розпочинається у середньому шкільному віці. Хоча у 17 років витривалість може досягати 85% від рівня дорослого організму, свого максимального рівня вона досягає значно пізніше, у 25-30 р.

Характеризуючи ефективність роботи рухового апарату, слід враховувати швидкість відновних процесів, оскільки це має важливе значення для обгрунтування раціонального режиму роботи та відпочинку дітей шкільного віку. Найбільш ефективна відновлювальна дія відпочинку у дітей 7-8 років. У 10-12 років вона дещо зменшується, а у 13-15 років відбувається різкий спад ефективності відпочинку. Лише у старшому шкільному віці – 16-18 років, спостерігається її відновлення до досить високих значень.

Серед фізичних якостей людини важливу роль відіграє рухливість у суглобах, або *гнучкість*. За даними Волкова, максимальні показники у виконанні рухів із високою амплітудою спостерігаються у дівчаток 8-9 років та хлопчиків 11 років. На високому рівні показники гнучкості знаходяться до 15 р., далі без спеціальних вправ гнучкість починає зменшуватись. Сенситивним для розвитку гнучкості вважається період 4-15 р.

Протягом усього молодшого шкільного періоду діти характеризуються високою руховою активністю, яка є передумовою нормального розвитку. Вважається. що нормою рухової активності у 7 р. є 17-18, а у 14 р. – вже 18-25 тис. кроків на добу.

У віці 10 р. для циклічної роботи тривалістю 20 хв. навантаження не повинне перевищувати 30% МПК, яке у 10 р. становить 1,6 л/хв. (у 14 р. – 45-46 мл/кг·хв). Максимальна тривалість вправ великої (70% МПК) потужності у молодших школярів не повинна перевищувати 4-5 хв., субмаксимальної (80% МПК) – 50 с., максимальної (100% МПК) – 10 с. Для оцінки працездатності дітей рекомендується використати адаптований тест PWC_{170}. При цьому тривалість вправи для молодших школярів становить 2-3 хв., підлітків – 4 хв., висота сходинки – від 35 до 45 см. Значення PWC_{170} у 7 р. становить 296, у 10 р. – 398, а у 13-14 р. - 666 кгм/хв. У підлітковому періоді високого розвитку досягають процеси

аеробного енергозабезпечення. Зростання відбувається на III стадії статевого дозрівання. Саме у віці 14-15 р. досягає свого максимального значення МПК спортсменів. Анаеробні можливості зростають далі після 14 р.

7. 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 12-14років 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 наступає 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 Ермолаева 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 Ермолаева у середньому у 5 років – 90-95 уд/хв, а у 15 років – 70-76 уд/хв. Таким чином, величина ЧСС у середньому шкільному вівці 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.

8. 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, $хв^{-1}$	ЖЕЛ, мл	ХОД, мл/хв
5 років	156	25	1200/1100	3900
8 років	243	22	1440/1360	5350
12 років	333	18	1975/1905	6000
15 років	453	17	2600/2530	7700
17 років	-	16	3520/2760	7700

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-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.

9. Висновок.

Таким чином, період молодшого та середнього шкільного віку характеризується рядом специфічних особливостей, основною серед яких можна вважати наявність процесів статевого дозрівання. Саме під час процесу статевого дозрівання відбувається кінцеве морфологічне та функціональне становлення організму. Важливим також є те, що даний період належить до одного із критичних періодів розвитку людини, тому саме у цей час слід з особливою увагою ставитись до визначення потужності і характеру фізичних навантажень, яких зазнає організм.

ЛІТЕРАТУРА

1. 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.
2. Безруких М.М. Возрастная физиология (физиология развития ребенка) / Безруких М.М., Сонькин В.Д., Фарбер Д.А. – М.: Академия, 2002. – 416 с.
3. Безруких М.М. Возрастная физиология (физиология развития ребенка) / Безруких М.М., Сонькин В.Д., Фарбер Д.А. – М.: Академия, 2009. – 512 с.
4. Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология. / Ермолаев Ю.А. – М.: СпортАкадемПресс, 2001. – 444 с.
5. Любимова З. В. Возрастная физиология: учебник для студентов вузов: В 2-х частях. Часть 2 / Любимова З. В., Маринова К. В., Никитина А. А. – Владос, 2008 – 240 с.
6. Маруненко І.М. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни. Навчальний посібник. / Маруненко І.М. – Професіонал, 2006. – 480 с.
7. Маруненко І.М. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни Маруненко І.М. – К.: Професіонал, 2004. – 480 с.
8. Никитина А. А. Возрастная физиология: учебник для студентов вузов: В 2-х частях. Часть 1 / Никитина А. А. , Любимова З. В., Маринова К. В. – Владос, 2003 – 304 с.

9. Тарасюк В.С. Ріст і розвиток людини / В. С. Тарасюк., Г.Г.Титаренко, І.В.Паламар, Н.В.Титаренко – К. : Здоровя, 2002. – 270 с.
10. Тарасюк В.С. Ріст і розвиток людини. / В. С. Тарасюк. – К. : Медицина, 2008. – 400 с.
11. Хрипкова А. Г. Возрастная физиология и школьная гигиена / Хрипкова А. Г., Антропова М. В., Фарбер Д. А. – М.:Просвещение, 1990. – 319 с.