

**“ВІКОВА АНАТОМІЯ ТА ФІЗІОЛОГІЯ”**

*Лекція № 6*

**Тема лекції:**

**АНАТОМО-ФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОСІБ  
СТАРШОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ**

**План лекції:**

1. Вступ.
2. Морфологічні та функціональні особливості нервової системи осіб старшого шкільного віку.
3. Вища нервова діяльність осіб старшого шкільного віку.
4. Морфофункціональна характеристика опорно-рухового апарату осіб старшого шкільного віку.
5. Фізіологічні особливості вегетативних функцій осіб старшого шкільного віку.
6. Розвиток рухових якостей осіб старшого шкільного віку.
7. Висновок.

Тривалість лекції – 2 академічні години

Навчальні та виховні завдання: поінформувати студентів про основні морфологічні та функціональні особливості осіб старшого шкільного віку, вказати на наявні відмінності від дорослого організму в параметрах та функціональних резервах вегетативних систем, описати особливості розвитку рухових якостей у цей період.

Матеріальне забезпечення: мультимедійні презентації.

Склав: доц. Вовканич Л.С.

Затверджена на засіданні

кафедри анатомії та фізіології

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

протокол № \_\_\_\_

## 1. Вступ.

Дана лекція охоплює матеріал, присвячений росту і розвитку дітей старшого шкільного віку, тобто з 15-16 до 18 років. За іншою віковою періодизацією цей віковий проміжок належить до юнацького вікового періоду, що триває:

17-21 рік - юнаки

16-20 років - дівчата

Середній і старший шкільний вік різко відрізняються по морфофункціональних і психофізіологічних характеристиках (Солодков, Сологуб, 2002). Старший шкільний вік співпадає за часом із *кінцевим морфофункціональним дозріванням усіх фізіологічних систем тіла людини, вдосконаленням абстрактно-логічного мислення, процесів регуляції складної рухової діяльності*. Саме у старшому шкільному віці *показники багатьох систем організму стають аналогічними до дорослого, завершуються ростові процеси* та виражене у попередніх вікових групах переважання асимляції над дисиміляцією. У цьому періоді встановлюється характерна для дорослих величина основного обміну 1700 ккал/добу.

## 2. Морфологічні та функціональні особливості нервової системи осіб старшого шкільного віку.

Вища нервова діяльність юнаків формується в результаті морфофункціонального дозрівання усього нервового апарату, яке почалось ще на перших етапах пренатального розвитку. У загальному можна сказати, що ці процеси включають:

- ускладнення міжнейронних зв'язків
- завершення розвитку асоціативних зон кори
- вдосконалення системної організації інтегративних процесів у корі головного мозку
- зростає роль у визначенні поведінки передньо-лобових ділянок кори та домінування лівої півкулі

За даними, наведеними Фарбер, у віці 16-17 років продовжуються процеси активного формування кори великих півкуль. Такі перетворення відбуваються у проєкційних зорових зонах, соматосенсорній корі. Особливо значні зміни у 18-20 р. відбуваються у лобних частках кори головного мозку. В корі лобової, зорової, соматосенсорної та асоціативних кори великих півкуль головного мозку зростає частка пірамідних нейронів, а кількість нейронів перехідних форм зменшується. Окрім того, у лобних долях спостерігається зростання вмісту не лише пірамідних, але і зірчастих клітин, що свідчить про дещо пізніший розвиток асоціативних систем. де спостерігається значне ускладнення міжнейронних зв'язків. Саме у цей віковий період нейронні ансамблі, що виступають структурно-функціональною основою обробки інформації, досягають дорослого типу.

У юнацькому віці зростає роль у визначенні поведінки передньо-лобових ділянок кори та домінуванням лівої півкулі (у правшів). Це веде до значного вдосконалення абстрактно-логічного мислення, розвитку другої сигнальної системи та процесів екстраполяції. Хоча у цьому віці діяльність ЦНС наближається до характерної для дорослого, проте ще відрізняється меншими функціональними резервами та нижчою стійкістю до значних фізичних і розумових навантажень. Морфофункціональна будова центральної нервової системи, а разом з нею і вища нервова діяльність дітей та юнаків досягають рівня дорослого організму приблизно у 20 років. На цей момент загальна маса мозку збільшується у порівнянні з новонародженими у 4-5 разів і становить в середньому у чоловіків - 1400 г, а у жінок - 1260 г.

### **3. Вища нервова діяльність осіб старшого шкільного віку**

У старшому шкільному віці значно зростає роль коркових структур у регуляції психічної діяльності і фізіологічних функцій організму. Після періоду деякого погіршення процесів ВНД у середньому шкільному віці, спостерігається відновлення високого рівня врівноваженості нервових процесів, процеси збудження і гальмування гармонійно поєднуються, покращується диференціація

умовних подразників, більш стійкою стає увага, посилюється роль другої сигнальної системи, покращується пам'ять. По завершенню старшого шкільного віку усі властивості основних нервових процесів досягають рівня дорослої людини. Проте не слід забувати, що у процесах ВНД важливе значення має сприйняття інформації, у якому важливу роль відіграють центральні та периферійні ділянки аналізаторів. Хоча основні процеси розвитку аналізаторів завершуються набагато раніше, проте окремі процеси вдосконалення їхніх функцій тривають і у старшому шкільному віці.

До старшого шкільного віку сформовані всі основні механізми управління рухами. У старшому шкільному віці спостерігається вдосконалення міжцентральных взаємозв'язків. Внаслідок цього вдосконалюються сенсомоторні і соматовісцеральні рефлексії. Спостерігається високий рівень інтеграції сенсорних систем. Добре диференціюються і відтворюються м'язові зусилля. Досягається висока точність рухів, координація діяльності м'язів. Вдосконалюється координація рухових і вегетативних функцій. Високого рівня дозрівання досягають асоціативні зони кори – передні лобові і задні нижньотім'яні. Завдяки цьому стає більш точною просторова орієнтація рухів, покращується екстраполяція. У старшому шкільному віці значно зменшується час прийняття рішень і вирішення тактичних задач. Юнаки старшого шкільного віку можуть здійснювати правильний вибір із багатоальтернативної ситуації, берігати високу розумову працездатність в умовах інтенсивної розумової діяльності, у випадках дефіциту часу. Стає значно інформативнішим відчуття втоми. Юнаки 18-19 р. можуть відчувати втому ще до виникнення її проявів, що дозволяє краще розподіляти сили більш грамотно вирішувати тактичні завдання. Відбувається перехід до провідної ролі лівої півкулі (у правшів), що дозволяє вдосконалити абстрактно-логічні операції, словесну регуляцію рухів, процесів екстраполяції. У процесі тренувань це дозволяє ширше застосовувати словесні методи пояснення, рідше – демонстрацію.

*Зоровий аналізатор.* Хоча гострота зору може досягати рівня дорослих уже в дошкільному та молодшому шкільному віці, проте у старшому шкільному

віці продовжується покращення стереоскопічності зору (до 17-22 років), зростає поле зору і збільшується пропускна здатність зорового аналізатора (до 22 років), зростає чутливість до світла (до 20 років), відбувається зростання критичної частоти злиття спалахів (до 30 років), покращуються процеси темної та світлової адаптації (до 20-24 років). У той же час у період з 10 до 30 років об'єм акомодативної спадки спадає у 2 рази (від 14 до 7 діоптрій) і у стільки ж разів зростає відстань до точки ясногачення (з 7 до 14 см).

Вважається, що у юнацькому віці продовжується вдосконалення вестибулярної сенсорної системи, оскільки після 16 р. спостерігається покращення здатності до підтримки рівноваги.

*Слуховий аналізатор.* Процес сприймання звукової інформації у старшому шкільному віці характеризується значною досконалістю. У кінці підліткового та протягом юнацького віку (14-19 років) спостерігається максимальна гострота слуху, яка починає зменшуватись після 20 років. У цей період досягається також максимальна верхня частотна межа сприйняття звукових коливань (30 000 Гц). Спадаючи, вона досягає у віці 35 років рівня 15 000 Гц..

Периферичні механізми і центральний апарат вестибулярного, рухового (пропріоцептивного), смакового, нюхового та шкірного аналізаторів на момент досягнення старшого шкільного віку уже повністю сформовані.

#### **4. Морфофункціональні характеристики опорно-рухового апарату осіб старшого шкільного віку**

*Кісткова система.* У старшому шкільному віці завершуються процеси осифікації, збільшення розмірів окремих кісток, збільшення товщини їхніх стінок, встановлюються характерні для дорослих пропорції тіла, посилюється зв'язковий апарат. У віці 14-18 років проходить зростання міцності кістки за рахунок збільшення вмісту у ній солей кальцію, фосфору, магнію.

Процеси осифікації (окостеніння) скелету завершуються у жінок у 17-21 рік, а у чоловіків – у 19-25 років. При цьому процес осифікації у різних відділах скелету завершується у різний час. Так, у хребті окостеніння шийних

хребців завершується у 20 років, крижових - у 25 років, куприкових – у 30 років. У ділянці верхніх кінцівок окостеніння завершується у такому порядку: зап'ястя – 16-17 років, лопатка – 16-18 років, ключиці – 20-25 років. У старшому шкільному віці завершується зростання кісток тазу, цей процес триває до 17-18 років. Таким чином, на момент завершення старшого шкільного віку кісткова система за багатьма параметрами відповідає рівню розвитку дорослого організму, хоча остаточне її формування завершується лише у віці 25-30 років.

Згадуючи про ріст кісток різних відділів скелету не слід забувати, що це призводить до суттєвих змін соматометричних параметрів тіла людини. Перш за все слід наголосити, що у старшому шкільному віці завершується третій період витягування, тому наростання довжини тіла у цей час незначне. За даними Фоміна Ю. ріст тіла у довжину закінчується у дівчат у 16-17, а у юнаків – у 17-18 років.

*М'язова система.* У старшому шкільному віці продовжується наростання об'єму та маси м'язів, завершуються процеси диференціації. Зокрема, у віці 15 років маса м'язів становить 33% від маси тіла, а у віці 18 років – уже 44,2%. Проте процеси потовщення м'язових волокон остаточно завершуються значно пізніше – лише у віці 30-35 років. У юнацькому віці тривають процеси дозрівання м'язової тканини, зокрема спостерігається розмірів (площі поперечного перерізу) м'язів, глікогенових та жирових запасів волокон (Безруких, Фарбер, 2002).

## **5. Фізіологічні особливості вегетативних функцій осіб старшого шкільного віку**

У юнацькому віці вдосконалюється регуляція вегетативних функцій. Спостерігаються специфічні, оптимальні за величиною зміни саме тих показників діяльності вегетативних систем, які необхідні для виконання поставленої рухової задачі. Реакція вегетативних систем на фізичне навантаження продовжує характеризуватись початковим крутим наростанням показників серцево-судинної системи, тривалість стійкого стану нижча, ніж у

дорослих, втoма настає швидше. Тривалість відновлення за умови однакової роботи у 17-річних у 2 рази перевищує таку 20-річних.

*Серцево-судинна система та система крові.* Основні гематологічні показники системи крові у старшому шкільному віці вже знаходяться на рівні дорослого організму. Це стосується кількості крові, кількості, форми та властивостей клітин крові, складу плазми крові. Проте у системі крові у дітей середнього шкільного віку у відповідь на фізичні навантаження спостерігаються більш виражені зміни. Зокрема, може спостерігатись II фаза міогенного лейкоцитозу (I нейтрофільна), а значні фізичні навантаження знижують імунітет організму.

Ряд показників серцево-судинної, зокрема ЧСС, артеріальний тиск, характер ЕКГ, також відповідає дорослому організму. Частково можуть спостерігатись прояви дихальної аритмії. Проте наявні ще певні особливості.

Хоча до 18 років об'єм серця в основному відповідає такому дорослих, повна його морфологічне та функціональне дозрівання відбувається дещо пізніше – у 20-21 рік. Так, об'єм серця досягає 130-150 мл (дорослі – 280 мл.), хвилинний об'єм крові – 3-4 л/хв. (дорослі – 5-6 л/хв.). Систолічний об'єм у 17 р. становить уже 70 мл., а ЧСС – на рівні дорослого. До досягнення цього віку продовжуються процеси збільшення товщини серцевої стінки, наростання маси серця. У загальному, зміни у серцево-судинній системі (зменшення ЧСС, збільшення СО, збільшення періоду загальної діастолі, збільшення пульсового тиску, збільшення часу кругообігу крові) свідчить про економізацію функцій.

На деяку функціональну незрілість серцево-судинної системи у юнаків вказує той факт, що у них у порівнянні з дорослими відповідь на фізичне навантаження супроводжується більш вираженими зростанням ЧСС, та меншим – ударного об'єму серця. Резервні можливості зростання систолічного об'єму серця не досягають дорослого рівня. У 14-15 р. максимальні значення СО – 100-120 мл, у дорослих 20-22 р. – 140-150 мл. Крім того, оптимальні значення відновлюваності після фізичної роботи спостерігаються лише у 21-25 років.

*Дихальна система.* У старшому шкільному віці за рядом показників дихальна система досягає рівня дорослого організму. Так, у 17-18 років наближається до рівня дорослих ЖЄЛ, досягаючи значень 3520 мл у юнаків та 2760 мл у дівчат. Слід зазначити також, що у віці 18-25 років спостерігаються максимальні значення ЖЄЛ, а із 35-40 років цей показник починає зменшуватись. У старшому шкільному віці встановлюється також характерна для дорослих частота дихання. Спостерігається економізація дихання (зростання глибини поряд із зменшенням частоти, завершується розвиток альвеол, та зростання ширини бронхіального дерева). Розвиток дихальної системи завершується у дівчат у 17-18 р., а у юнаків – у 19-20 р.

Проте можливості дихальної системи у 17-18 р. ще не відповідають можливостям дорослого. Так, реакція на фізичне навантаження менш економна, витривалість дихальних м'язів менша, ніж у дорослого. У старшому шкільному віці величина резервів дихальної системи уже досягає значних величин. Так, у 16-18 р. ХОД може зростати у 10-12 раз. Проте і ця величина нижча, ніж у дорослих (макс. - 20 раз). Частково у юнаків зберігається нижча ефективність дихання, пов'язана із меншим дихальним об'ємом, меншою витривалістю дихальних м'язів, незрілістю регуляторних процесів. МПК у середньому шкільному віці нижче, ніж у дорослих, Підлітки та юнаки швидше, ніж дорослі, досягають максимальних значень споживання кисню, проте не можуть підтримувати її так довго, як дорослі. Окрім того, у юнаків зберігаються більш високі показники кисневого боргу, швидше зменшується кількість цукру у крові, швидше зростає концентрація у ній молочної кислоти. Це вказує на менш економні, у порівнянні з дорослими, витрати кисню у організмі осіб старшого шкільного віку що веде до їх швидшого настання втоми та меншої здатності тривалий час підтримувати аеробну роботу середньої та високої інтенсивності.

Таким чином, старший шкільний вік – це період незначних анатомо-фізіологічних змін і досягнення організмом юнаків функціонального рівня дорослого.



## 6. Розвиток рухових якостей осіб старшого шкільного віку.

Нерівномірно в процесі онтогенезу відбуваються і зміни функціональних властивостей м'язів. Проаналізуємо зміни таких властивостей, як швидкість, сила, спритність, витривалість у старшому шкільному віці. Слід зазначити, що у дівчат у цьому віці виникають певні зміни у проявах рухових якостей пов'язані із ОМЦ.

Найбільш інтенсивний приріст *швидкісних* показників спостерігається у молодшому та на початку середнього шкільного віку, з 13-14 років ці показники досягають рівня дорослого. Сенситивний період швидкості – 11-14 р. (макс. – 15 р. і до 35). Цей же період найбільш ефективний для розвитку швидкісно-силових якостей. Сенситивний період швидкісно-силових – 11-14 р. ЧРР у 17-19 р. – 177,4 мс, теплінг-тест – 72,8. У 17-19 р. швидкість бігу – 8,46 м/с, висота стрибка – 45,0 см. Таким чином, очевидно, що швидкісні якості досягають свого оптимуму ще до старшого шкільного віку, який менш придатний для їх розвитку. У старшому шкільному віці відбувається також стабілізація показників спритності рухів, оптимальним періодом для розвитку якої, на думку Волкова, є молодший та частково середній шкільний вік.

На відміну від описаних вище якостей, у старшому шкільному віці продовжується інтенсивне зростання *силових* показників м'язів. Так, середня сила різних груп м'язів у 16-17 річних у порівнянні з 14-річними зростає в 1,75 разів. У той же час після 17 років зростання силових показників уповільнюється. Так, у середньому сила м'язів 20-30 річних перевищує таку 16-17-річних лише у 1,1 рази. Сенситивний період сили – 14-17 р. (макс – 18-20 р. до 45 р.). Станова сила у 18 р. – 125-130 кг. Отже, у старшому шкільному віці спостерігається значний приріст силових показників м'язів, після завершення цього періоду він значно уповільнюється.

*Витривалість* у старшому шкільному віці знову досягає високих значень після деякого спаду у період статевого дозрівання. Проте на момент закінчення школи витривалість, як правило, не перевищує 90% від рівня витривалості дорослих. Сенситивний період загальної витривалості – 15-20 р. (макс – 20-25

р. до 55 р. і більше). Максимального рівня показники витривалості досягають у 25-30 років.

Фізична працездатність юнаків знаходиться на високому рівні. Юнак може виконати об'єм роботи, що у 20-30 разів перевищує можливий у 9-10 років. Таке велике зростання працездатності є наслідком не лише збільшення маси тіла та структурної перебудови, а також вдосконаленням систем регуляції. Норма рухової активності у 15-17 р. – найбільша і становить 25-30 тис. кроків на добу. У 15-16 р.  $PWC_{170}$  становить 870 кгм/хв. У 15 р. високих значень досягає МПК (2,5-2,7 л.хв.). У старшому шкільному віці величини МПК у дівчат на 35-40% нижчі.

*Гнучкість* юнаків та дівчат старшого шкільного віку дещо погіршується. Оптимальним для розвитку гнучкості можна вважати молодший та середній шкільний вік.

Координація рухових функцій у старшому шкільному віці досягає оптимального розвитку і у 18-25 років уже відповідає рівню дорослого організму.

## **7. Висновок.**

Таким чином, у старшому шкільному віці закінчується розвиток практично всіх рухових якостей, вони досягають свого оптимального рівня. Проте не слід забувати, що при визначенні допустимих фізичних навантажень слід враховувати особливості індивідуального розвитку дітей, підлітків чи юнаків. Адже ступінь фізичного розвитку залежить не лише від віку, але і від ряду інших факторів – статі, типу розвитку, загального стану здоров'я. Для визначення ступеня фізичного розвитку слід скористатись комплексом соматометричних, соматоскопічних та фізіометричних показників. Для тестування адекватності фізичного навантаження можна також скористатись аналізом зовнішніх проявів функціонування дихальної та серцево-судинної

систем. Адже саме вони, поряд із іншими вегетативними системами організму, визначають здатність організму виконувати фізичну роботу.

#### 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, 2009. – 512 с.
3. 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.
4. Вовканич Л.С. Довідник для студентів із дисципліни «Вікова анатомія і фізіологія» / Вовканич Л.С. – Львів, 2017. – 19 с.
5. Вовканич Л. Вікова анатомія і фізіологія : навч. посіб. для практ. занять / Любомир Вовканич. - Львів : ЛДУФК, 2016. – 208 с. Режим доступу: <http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/7670>
6. 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>
7. 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>
8. Возрастная физиология / Руководство по физиологии. – Л.: Наука, 1975 – 690 с.
9. Волоков Л.В. Физические способности детей и подростков / Волоков Л.В. – К., 1981. – 120 с.
10. Гериатрия: Учебное пособие. – М.: Медицина, 1990. – 240 с.
11. Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология. – М.: СпортАкадемПресс, 2001. – 444 с.

12. Котова С. Возрастная физиология и анатомия человека: учебное пособие / Котова С., Бессчетнова О. В. – Балашов: Изд-во «Фомичев», 2006. – 220 с.
13. Красноперова Н.А. Возрастная анатомия и физиология / Красноперова Н.А. – Владос, 2012. – 214 с.
14. Возрастная анатомия и физиология : в 2 т. Т. 1. Организм человека, его регуляторные и интегративные системы : учебник для академического бакалавриата / З. В. Любимова, А. А. Никитина. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 447 с.
15. Любимова З.В. Возрастная физиология: учебник для студентов вузов: В 2-х частях. Часть 1 / Любимова З.В., Маринова К.В., Никитина А. А. – Владос, 2003 – 304 с.
16. 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.
17. Маруненко І.М. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни. Навчальний посібник / Маруненко І.М. – Професіонал, 2006. – 480 с.
18. Мачерет Е.А., Замостян В.П., Лисенюк В.П. Старение и двигательные возможности. – К., 1985. – 176 с.
19. Прищепя И.М. Возрастная анатомия и физиология. Учебное пособие / Прищепя И.М. – ООО «Новое знание», 2006 – 416 с.
20. Сапин М.Р. Анатомия и физиология детей и подростков: Учеб. пособие для студ. пед. вузов. / Сапин М.Р., Брыскина З.Г. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 456 с.
21. Солодков А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная / Солодков А.С., Сологуб Е.Б. – М.: Терра-Спорт: Олимпия Пресс 2001 – 520 с.
22. Сухарев А.Г. Здоровье и физическое воспитание детей и подростков. – М.: Медицина, 1991. – 272 с.
23. Тарасюк В.С. Ріст і розвиток людини / В. С. Тарасюк. – К. : Медицина, 2008. – 400 с.
24. Физиология плода и детей / Под ред. В.Д.Глебовского. – М., 1988. – 224 с.

25. Физиология ребенка раннего возраста / Под ред. З.Н.Коларовой, И.В.Гатеева. – София, 1971. – 406 с.
26. Хрипкова А. Г. Возрастная физиология и школьная гигиена / Хрипкова А. Г., Антропова М. В., Фарбер Д. А. – М.:Просвещение, 1990. —319 с.