

## ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК РІВНЯ ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ, ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТА РУХОВОЇ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ ХЛОПЧИКІВ-ПІДЛІТКІВ З БІОЛОГІЧНИМ ТА ХРОНОЛОГІЧНИМ ВІКОМ

Віктор ЧИЖИК

*Луцький інститут розвитку людини Університету „Україна”*

**Анотація.** Проведено оцінку фізичної підготовленості морфологічного та функціонального розвитку та вивчено розвиток вторинних статевих ознак у 1308 хлопців віком 10 – 17 років, учнів загальноосвітніх шкіл. Запропоновано новий спосіб кількісного оцінювання біологічного віку хлопців за ступенем розвитку статевих ознак. Встановлено тісніший взаємозв'язок біологічного віку з морфологічними показниками фізичного розвитку. Вікова динаміка функціональних показників та рухового розвитку пов'язані як з біологічним, так і хронологічним віком обстежених, причому деякі показники більшою мірою залежать від хронологічного віку, тобто визначаються не генетичними, а адаптивними чинниками.

**Ключові слова:** біологічний вік, система дихання, серцево-судинна система, фізична працездатність.

У зв'язку з пубертатними процесами в організмі школярів, індивідуальні випередження або ж відставання від середніх величин за рівнем біологічного та функціонального розвитку в одній віковій групі можуть сягати 5 років [1, 2, 10]. Отже, проблема тестування рухового розвитку школярів втрачає зміст без врахування біологічного віку обстежуваних.

Біологічний вік є більш інформативним при вивченні морфофункціонального стану людини ніж хронологічний (паспортний, календарний). У повсякденній практиці масових профілактичних оглядів, у спортивному відборі й контролі за соматостатевим розвитком дітей і підлітків найбільш доступним і прийнятним є визначення біологічного віку на підставі сукупності розвитку соматометричних, фізіометричних і соматоскопічних гормонально залежних ознак. [2; 3; 4; 5].

Для вивчення питання взаємозв'язку вторинних статевих ознак із морфометричними, фізіометричними і гормональними показниками різні автори вдаються до різних схем оцінювання темпів статевого дозрівання. Відомі методи оцінювання біологічного віку дають лише його якісну оцінку (тобто випередження, або відставання від вікової норми). Зазвичай, оцінювання біологічного віку роблять шляхом зіставлення показників розвитку індивідуума, що обстежується, із стандартами, характерними для цієї вікової, статевої й етнічної групи. При цьому виникає низка проблем. Для однієї хронологічної вікової групи є характерними декілька стадій розвитку вторинних статевих ознак і їх сполучень. Отже, зіставлення розвитку вторинних статевих ознак із віковими стандартами дає змогу виділити лише яскраво виражені випадки їх акселерації й ретардації. За такою методикою оцінювання біологічного розвитку можливо визначити тільки його відставання або прискорення, але вона не дає кількісного оцінювання біологічного віку, відносно якого можна було б робити оцінювання функціонального або рухового розвитку.

**Метою** роботи була перевірка розробленої нами методики кількісного способу оцінювання біологічного віку хлопців за рівнем розвитку вторинних статевих ознак.

**Організація дослідження.** Обстежено 1308 хлопців віком 10 – 17 років, учнів загальноосвітніх шкіл м. Луцька, Волинської області. Комплексне оцінювання розвитку вторинних статевих ознак виконувалося за відомою методикою [5; 9]. Схема комплексного оцінювання розвитку вторинних статевих ознак включала містила показники: Р – розвиток волосяного покриву лобка – VI ступенів (Р0-5); Ах – розвиток волосяного покриву в аксиллярних ділянках – V ступенів (Ах0-4); F – розвиток волосяного покриву обличчя – VI ступенів (F0-5); Lp – довжина пеніса (см); Dp – діаметр пеніса (см); Vt – об'єм яєчок (см<sup>3</sup>). Проводили кількісне

оцінювання розвитку геніталій з визначенням об'єму тестикул [7; 10]. Дослідження проведено каліпером-орхіметром до його зіткнення з обумовленим об'єктом. Під час розрахунку об'єму тестикул, який визначався за формулою F. Hansen, товщина шкіри мошонки, як і іншими авторами, не виключалася.

На підставі кореляційного аналізу і хронологічної послідовності появи вторинних статевих ознак ми запропонували регресійні рівняння для оцінювання біологічного віку за ступенями розвитку вторинних статевих ознак. Для визначення коефіцієнтів ми застосували стандартну процедуру регресійного аналізу з використанням ліцензованої версії програми Microsoft Excel 97. Оскільки у віці 10 років вторинні статеві ознаки розвинуті ще недостатньо, а в 17 років їхній розвиток практично завершений, формула розроблена для вікової групи 11 – 16 років. Біологічний вік обчислюється місяцями, що дає необхідну точність і дає змогу уникнути проблеми недесятичної кількості місяців у році. Щоб визначити біологічний вік (БВ) хлопчика в місяцях пропонується формула:

$$\text{БВ (хл)} = 134,14 + (P \times 3,05) + (Ax \times 0,06) + (F \times 3,38) + (Lp \times 2,63) + (Dp \times 1,23) + (T \times 0,09).$$

Визначення зросту, зросту сидячи, довжини ніг робили за допомогою ростоміра стандартними методиками, розраховували трохантерний індекс, який відображає відношення зросту обстежуваного до висоти його ноги. Вимір діаметра таза (міжгребневий розмір) та діаметра плечей робили тазоміром (великий товстий циркуль). Розраховували індекс відношення ширини плечей до ширини таза. Розрахунковим шляхом визначали площу поверхні тіла. Вимірювали такі обхватні розміри: грудей, плеча, передпліччя, стегна, гомілки (у найбільш та найменш розвинутій частині) при розслаблених м'язах. Визначали товщину шкірно-жирових складок у дев'ятьох місцях. Розраховували загальну жирову, кісткову та м'язову масу. Максимальні силу правої, лівої рук та станову силу визначали методом динамометрії. Фізичну працездатність вивчали за тестом PWC<sub>170</sub> методом трьохмоментної проби на велоергометрі з наступною екстраполяцією показника. PWC<sub>170</sub> як і оцінювання фізичної підготовленості вивчали за рекомендацією Єврофіт.

**Результати та їх обговорення.** За отриманими даними у хлопців 10 – 17 років спостерігається значний розмах за стадіями розвитку вторинних статевих ознак. У середині вікових груп виділено підгрупи з прискореним, середнім і сповільненим розвитком, визначених за темпами розвитку вторинних статевих ознак. Розшарування за швидкістю вікового розвитку, тобто різниця між хронологічним і біологічним віком, може досягати 4 – 5 років. Завдяки чому підлітки того самого віку мають різний рівень розвитку морфологічних структур і пов'язаних із ними функціональних явищ, тобто неоднаковий біологічний вік. Найбільші відмінності між паспортним і біологічним віком спостерігали у хлопців-підлітків (11 – 16 років) у віці 13 – 14 років, найменші – в 11 та 16 років. Мабуть, це пов'язано з тим, що найбільша різниця в показниках біологічного віку можлива в періоди найбільшої інтенсивності росту, де більш виражені індивідуальні відмінності. Відомо, що підлітки, які мають ознаки статевого дозрівання, перевершують своїх однолітків, які не мають таких. Був досліджений взаємозв'язок рівня статевого дозрівання з ступенем морфофункціонального розвитку та рівнем фізичної працездатності, PWC<sub>170</sub>.

Для визначення надійності запропонованої формули кількісного оцінювання біологічного віку хлопців за ступенем розвитку вторинних статевих ознак був проведений порівняльний аналіз кореляції деяких морфофункціональних показників із хронологічним та з біологічним віком. У процесі зростання організму фізична підготовленість, морфологічний і функціональний розвиток із віком зростають, тому природно, що у дітей старшого віку окремі їх показники вищі, ніж у молодших. Саме тому в період зростання організму в дітей, на відміну від дорослих, спостерігається взаємозв'язок деяких морфофункціональних показників із віком, найпростіше його можна було б виявити визначенням коефіцієнту кореляції. Ми вважали, якщо зростання окремих морфофункціональних показників розвитку підлітків залежить від віку, а динаміка їхнього зростання наближається до лінійної, то кореляційний аналіз дозволить визначити, що має більший вплив на формування конкретної морфологічної чи

функціональної характеристики розвитку: час адаптації (хронологічний вік) чи генетична програма темпів розвитку (біологічний вік).

За показниками таблиці 1, для підлітків простежується високий зв'язок біологічного віку з рівнем фізичної працездатності, ступенем соматичного та рухового розвитку. Коефіцієнти кореляції біологічного віку з багатьма показниками вищі, ніж хронологічного, що вказує на основне значення цієї ознаки в оцінюванні дозрівання.

Таблиця 1

**Порівняльний аналіз кореляції морфофункціонального розвитку та рухових здібностей із хронологічним та з біологічним віком хлопців 11-16 років**

№ з/п	Показники	Хронологічний вік	Біологічний вік	P
1.	Довжина тіла	0,718***	0,855***	<0,001
2.	Маса тіла	0,643***	0,779***	<0,001
3.	Індекс Кетле	0,573***	0,705***	<0,001
4.	Площа тіла	0,643***	0,779***	<0,001
5.	Обхват грудної клітки	0,543***	0,717***	<0,001
6.	Абсолютний жировий компонент маси тіла	0,055	0,174***	<0,05
7.	Відносний жировий компонент маси тіла	-0,345***	-0,275***	>0,05
8.	Абсолютний м'язовий компонент маси тіла	0,659***	0,823***	<0,001
9.	Відносний м'язовий компонент маси тіла	0,236***	0,345***	<0,05
10.	Абсолютний кістковий компонент маси тіла	0,632***	0,762***	<0,001
11.	Відносний кістковий компонент маси тіла	0,097**	0,107**	>0,05
12.	Життєва ємність легень	0,655***	0,744***	<0,05
13.	Життєвий індекс	0,166***	0,132***	>0,05
14.	Максимальна об'ємна швидкість повітряного потоку на видиху	0,383***	0,597***	<0,001
15.	Максимальна об'ємна швидкість повітряного потоку на вдиху	0,594***	0,736***	<0,001
16.	Частота серцевих скорочень у спокої	-0,173***	-0,201***	>0,05
17.	Систолічний артеріальний тиск	0,478***	0,609***	<0,001
18.	Діастолічний артеріальний тиск	0,131**	0,304***	<0,001
19.	Середній артеріальний тиск	0,308***	0,490***	<0,001
20.	Пульсовий артеріальний тиск	0,397***	0,392***	>0,05
21.	Абсолютна фізична працездатність	0,473***	0,571***	<0,05
22.	Відносна фізична працездатність	-0,059	-0,080*	>0,05
23.	Індекс Робінсона	0,144**	0,209***	>0,05
24.	Адаптаційний потенціал кровообігу	0,261***	0,359***	<0,05
25.	Систолічний індекс	-0,398***	-0,547***	<0,01
26.	Ударний індекс	-0,428***	-0,595***	<0,001
27.	Кистева динамометрія	0,710***	0,826***	<0,001
28.	Станова динамометрія	0,605***	0,702***	<0,05
29.	Тест на рівновагу „Фламінго”	0,067	0,270***	<0,001
30.	Тест „Удари по дощечках”	-0,211***	-0,278***	>0,05
31.	Тест „Нахил уперед з положення сидячи”	0,202***	0,223***	>0,05
32.	Тест „Стрибок у довжину з місця”	0,092*	0,333***	<0,001
33.	Тест „Підйом тулуба в сід із положення лежачи”	0,077*	0,091*	>0,05
34.	Тест „Вис на перекладині на зігнутих руках”	0,299***	0,257***	>0,05
35.	Тест „Стрибок із поворотом вліво”	0,416***	0,375***	>0,05
36.	Тест „Стрибок із поворотом вправо”	0,186***	0,054	<0,01
37.	Тест „Скачки на одній нозі”	-0,077*	-0,005	>0,05
38.	Тест „Човниковий біг 4×9”	0,441***	0,235***	<0,001
39.	Латентний період реакції на звук	0,041	0,031	>0,05
40.	Латентний період реакції на світло	-0,026	0,112**	<0,01

Примітка. \*, \*\*, \*\*\* – достовірність коефіцієнта кореляції, відповідно  $p < 0,05$  ( $t = 1,96$ ),  $p < 0,01$  ( $t = 2,58$ ),  $p < 0,001$  ( $t = 3,29$ ), при  $n = 752$ .

Установлено, що з біологічним віком хлопців більш тісно корелюють морфологічні показники фізичного розвитку такі як зріст, вага тіла, обхватні розміри, компонентний склад тіла, а руховий розвиток залежить однаковою мірою від хронологічного і біологічного віку, а деякі показники швидкості (удар по дощечках) та координаційних здібностей (стрибок із поворотом) більшою мірою залежать від хронологічного віку. Останні очевидно більше визначаються не генетичними, а адаптивними чинниками (тренуваністю). Вікова динаміка формування тонкої моторики у хлопців-підлітків (11 – 16 років) мало залежить від хронологічного та біологічного віку.

Отже, зростання і розвиток організму хлопців у період статевого дозрівання відбувається в інтегрованій і взаємозалежній формі. Між показниками біологічного віку і фізичного розвитку існує тісний взаємозв'язок. У хлопців кореляційний аналіз досліджуваних окремих параметрів морфофункціонального розвитку та фізичної підготовленості виявив тісний, достовірний взаємозв'язок цих показників як з хронологічним, так і з біологічним віком. Але з деякими показниками не виявлено значимого взаємозв'язку із хронологічним віком: абсолютний жировий компонент ваги тіла, відносна фізична працездатність, тест на рівновагу „Фламінго” і латентний період реакції на звук і світло, а також із біологічним віком – тест „Стрибок із поворотом, вправо”, „Стрибки на одній нозі” і латентний період реакції на звук.

Але, при порівнянні коефіцієнтів кореляції виявлені певні особливості згаданих взаємозв'язків. Так, з біологічним віком хлопців морфологічні показники достовірно тісніше корелюють, ніж із хронологічним, крім відносних величин жирового та кісткового компонентів ваги тіла.

При порівнянні коефіцієнтів кореляції деяких параметрів стану кардіореспіраторної системи з хронологічним та біологічним віком також виявлена їх більша залежність саме від темпів біологічного дозрівання, а таких показників як життєва ємність легень, максимальна об'ємна швидкість повітряного потоку на видиху і вдиху, систолічний, діастолічний і середній артеріальний тиск, абсолютна фізична працездатність, адаптаційний потенціал кровообігу, систолічний і ударний індекси – статистично значуще.

Характер взаємозв'язків розвитку рухових здібностей із паспортним та біологічним віком має різноспрямований характер. Тісніший взаємозв'язок із біологічним віком мають силові здібності (за даними кистьової –  $p < 0,001$  і станової  $p < 0,05$  динамометрії), статична рівновага (тест на рівновагу „Фламінго”) –  $p < 0,001$ , швидкісна сила (стрибок у довжину з місця) –  $p < 0,001$ .

Тоді як із хронологічним віком більше корелюють силова витривалість (вис на перекладині на зігнутих руках) –  $p > 0,05$ , координаційні здібності (стрибок з поворотом вліво –  $p > 0,05$ , вправо –  $p < 0,01$ , човниковий біг  $4 \times 9$  –  $p < 0,001$ ), швидкісна сила (стрибки на одній нозі 20 м) –  $p > 0,05$ .

Вікова динаміка формування тонкої моторики в хлопців також має різноспрямований характер залежно від хронологічного та біологічного віку. Коефіцієнт кореляції латентного періоду реакції на звук дещо вищий із хронологічним віком –  $p > 0,05$ , а на світло з біологічним –  $p < 0,01$ .

Таким чином, соматичний розвиток школярів 11 – 16 років має тісніші кореляційні взаємозв'язки з біологічним віком, ніж хронологічним. Така залежність відзначається й між окремими параметрами стану кардіореспіраторної системи та біологічним віком. Однак, у хлопців вона виражена більшою мірою ніж у дівчат [3].

Відзначаються певні статеві відмінності взаємозв'язків фізичної працездатності з біологічним та хронологічним віком. Так, у хлопців абсолютна фізична працездатність має достовірно більший коефіцієнт кореляції з біологічним віком. У дівчат абсолютна й відносна фізична працездатність має статистично значущі коефіцієнти кореляції з біологічним віком. Однак відносна фізична працездатність достовірно тісніше корелює саме з біологічним віком.

Моторика має достовірні коефіцієнти кореляції із біологічним віком як у хлопців, так і в дівчат. Проте порівняно з хронологічним віком, у хлопців вони виражені більшою мірою, ніж у дівчат.

Взаємозв'язок рівня розвитку деяких рухових якостей із біологічним віком нижчий, ніж з хронологічним віком, що вказує на те, що хоч і є генетична детермінованість рівня рухового розвитку [6, 8 та ін], але в реалізації його в процесі статевого дозрівання необхідний чинник оптимальної рухової активності.

### Висновки

1. Запропоновано новий спосіб кількісного оцінювання біологічного віку хлопців за рівнем розвитку вторинних статевих ознак.
2. Найбільш виражені індивідуальні відмінності між паспортним і біологічним віком спостерігають у хлопців-підлітків (11 – 16 років) у періоди найбільшої інтенсивності росту у віці 13 – 14 років, найменші – в 11 та 16 років.
3. Ріст і розвиток різних параметрів у період статевого дозрівання відбувається в інтегрованій і взаємозалежній формі. Більш тісний взаємозв'язок біологічного віку відмічали з морфологічними показниками фізичного розвитку. Вікова динаміка функціональних показників та рухового розвитку пов'язані як із біологічним, так і хронологічним віком обстежених, причому деякі показники більшою мірою залежать від хронологічного віку, тобто визначаються не генетичними, а не адаптивними чинниками.

### Список літератури

1. *Арестов В. М.* Исследование полового созревания детей и подростков мужского пола в аспекте физического воспитания : автореф. дис.... канд. биол. наук. – М., 1970. – 22 с.
2. *Бахрах И. И.* Исследование и оценка биологического возраста детей и подростков / И. И. Бахрах., Р. Н. Дорохов. // Детская спортивная медицина / под ред. Тихвинского С. Б., Хрущева С. В. – М. : Медицина, 1980. – С. 165 – 171.
3. *Глазирін І. Д.* Особливості морфофункціонального розвитку та адаптації до фізичних навантажень юнаків 15-17 років : автореф. дис. ... канд. біолог. наук. – К., 2000. – 19 с.
4. *Ковтюк Н. І.* Особливості фізичного розвитку дівчат шкільного віку в залежності від ступеня статевої зрілості / Ковтюк Н. І., Нечитайло Ю. М., Хільчевська В. С., Сорокман Т. В. // Буковинський медичний вісник. – 1999. – 3. – № 1. – С. 46-48.
5. *Росс У. Д.* Кинантропометрия / Росс У. Д., Марфел-Джонс М. Дж. // Физиологическое тестирование спортсменов высокого класса. – К. : Олимпийская литература, 1998. – С. 235-320.
6. *Сергиенко Л. П.* Основы спортивной генетики. – К. : Вища шк., 2004. – 631 с.
7. *Хохлов П. П.* Комплексная оценка биологического возраста подростков мужского пола : метод. рек. – Томск, 1983. – 19 с.
8. *Чижик В. В.* Взаємозв'язок фізичного розвитку та фізичної працездатності дівчат-підлітків з біологічним віком // Науковий вісник Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки. – Луцьк, 2003. – № 11. – С. 77-81.
9. *Чижик В. В.* Розробка методів оцінки біологічного віку підлітків / В. В. Чижик, В. О. Гринчук, С. Г. Сябрук // Науковий вісник ВДУ. Серія : Біологія. Медицина. – Луцьк, 2000. – № 4. – С. 53-57.
10. *Чижик В. В., Сітовський А. М.* Метод визначення біологічного віку хлопців 10-17 років за ступенем розвитку статевих ознак // Науковий вісник Миколаївського держ. ун-ту імені В. О. Сухомлинського. Серія : Біологічні науки. – Вип. 24, № 4(1). – Миколаїв, 2009. – С. 241-245.

**ВЗАИМОСВЯЗЬ УРОВНЯ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ,  
ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ  
И ДВИГАТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ МАЛЬЧИКОВ-ПОДРОСТКОВ  
С БИОЛОГИЧЕСКИМ И ХРОНОЛОГИЧЕСКИМ ВОЗРАСТОМ**

**Виктор ЧИЖИК**

*Луцкой институт развития человека Университета «Украины»*

**Аннотация.** Проведена оценка физической подготовленности морфологического и функционального развития и изучено развитие вторичных половых признаков в 1308 ребят возрастом 10-17 лет, учеников общеобразовательных школ. Предложен новый способ количественной оценки биологического возраста ребят за степенью развития половых признаков. Установлена более тесная взаимосвязь биологического возраста с морфологическими показателями физического развития. Вековая динамика функциональных показателей и двигательного развития связанные как с биологическим, так и хронологическим возрастом обследованных, причем некоторые показатели в большей степени зависят от хронологического возраста, то есть определяются не генетическими, а адаптивными факторами.

**Ключевые слова:** биологический возраст, система дыхания, сердечно-сосудистая система, физическая работоспособность.

**INTERCOMMUNICATION OF PHYSICAL DEVELOPMENT,  
LEVEL PHYSICAL CAPACITY AND MOTIVE PREPAREDNESS  
OF BOYS-TEENAGERS IS WITH BIOLOGICAL AND CHRONOLOGIC AGE**

**Victor CHJZHJK**

*Lutsk Institute of Human Development*

**Annotation.** The estimation of physical preparedness of morphological and functional development is conducted and developed of the second sexual signs is studied in 1308 boys by age 10-17 years, students of general schools. The new method of quantitative estimation of biological age of boys is offered after the degree of development of sexual signs. More close intercommunication of biological age is set with the morphological indexes of physical development. Age-old dynamics of functional indexes and motive development related both to biological and by chronologic age of inspected, thus some indexes in a greater degree depend on chronologic age, that determined not genetic, but adaptive factors.

**Key words:** biological age, breath system, cardio-vascular system, physical capacity.