

УДК:796.011.3:612.13-055-15

## ВІКОВА ДИНАМІКА ДЕЯКИХ ГЕМОДИНАМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ У ХЛОПЧИКІВ ШКІЛЬНОГО ВІКУ ПРИ СИСТЕМАТИЧНИХ ЗАНЯТТЯХ СПОРТОМ

А. О. Кузнєцов

*Вікова динаміка деяких гемодинамічних показників у хлопчиків шкільного віку при систематичних заняттях спортом. — А. О. Кузнєцов.*

*Адреса: Запорізький національний університет, кафедра фізичної реабілітації, вул. Жуковського 66, м. Запоріжжя, 69000, Україна, e-mail: nvmalikov@mail.ru*

### Вступ

Вивчення особливостей зміни основних показників системи кровообігу в процесі довготривалої адаптації організму до фізичних навантажень є одним із найбільш актуальних напрямків у галузі фізичної культури та спорту [1, 5, 7, 8]. Знання цих особливостей вкрай необхідне як для раціональної побудови навчально-тренувального процесу, так і для збереження на належному рівні стану здоров'я тих, хто займається спортом, особливо в період інтенсивного онтогенетичного розвитку їх організму. Зауважимо, що особливого значення набувають дослідження, спрямовані на вирішення вказаних питань за допомогою новітніх та доступних методів діагностики стану інтегральних гемодинамічних показників [2, 3, 4, 6]. Актуальність і безумовна практична значимість поставленої проблеми слугували передумовою для проведення нашого дослідження.

### Матеріал і методика досліджень

У ході експерименту нами здійснено обстеження 196 хлопчиків у віці від 10 до 16 років, які систематично займаються плаванням (експериментальна група) та 109 хлопчиків того ж віку, які не займаються спортом (контрольна група). У всіх цих школярів за допомогою ексклюзивної комп'ютерної програми «ШВСМ-інтеграл-юніор» (автори – д.м.н., професор Шаповалова В.А., д.б.н., професор Маликов М.В., к.пед.н., доцент Свасьєв А.В. [9]) реєструвалися такі показники: систолічний (СОК, мл) і хвилинний (ХОК, л/хв) об'єм крові, величини загального периферичного опору крові (ЗПО,  $\text{дин}^2 \cdot \text{сек}/\text{см}^5$ ), об'єм серця ( $V_s$ ,  $\text{см}^3$ ), серцевий індекс (СІ,  $\text{л}/\text{м}^2$ ), індекс Робінсона (РР, умовні одиниці, у.о.) і коефіцієнт економічності кровообігу (КЕК, у.о.).

Всі експериментальні дані, отриманні протягом дослідження, були опрацьовані стандартними методами математичної статистики.

### Результати досліджень та їх обговорення

У таблиці 1 представлені результати порівняльного аналізу величин систолічного та хвилинного об'єму крові, які характеризують, як відомо, скорочувальну функцію міокарда. Відповідно до наведених даних, у більшості вивчених вікових груп нами не виявлено статистично достовірних розбіжностей щодо величин СОК і ХОК, зареєстрованих серед хлопчиків контрольної та експериментальної груп.

Проте зазначимо, що у віці 14–15 років для СОК та 13, 15 і 16 років для ХОК величини цих параметрів у школярів контрольної групи були достовірно вищі, ніж у їх однолітків, які систематично займаються спортом. На нашу думку, цей факт пояснюється більш високими величинами ЧСС у представників контрольної групи.

В цілому, можна констатувати відносну рівність значень СОК і ХОК серед школярів двох обстежених груп, що підтверджується відсутністю статистично значущих розбіжностей у середньо груповому рівні цих параметрів.

Певні відмінності між величинами СОК і ХОК зареєстровані при аналізі їх динаміки щодо вікових періодів (рис. 1).

Якщо у відношенні вікових змін систолічного об'єму крові для представників виділених груп було характерне природне поступове підвищення значень СОК, то динаміка вікових коливань ХОК у хлопчиків-спортсменів мала більш поступовий характер. І навпаки, у хлопчиків контрольної групи виявлено періоди інтенсивного збільшення цього показника (12–13 років, 14–15 років), а також період його вираженого зниження (13–14 років).

Зауважимо, що вікові зміни величин гемодинамічних параметрів, які характеризують скорочувальну функцію серцевого м'яза, не є показником адаптації організму, що розвивається, до систематичних фізичних навантажень.

Таблиця 1. Величини систолічного (СОК) та хвилинного (ХОК) об'єму крові у хлопчиків 10–16 років контрольної та експериментальної груп (M±m)

Вік	СОК		ХОК	
	Експериментальна група	Контрольна група	Експериментальна група	Контрольна група
10	47,57±1,86	53,60±4,49	4,19±0,21	4,24±0,31
11	51,42±2,07	55,57±2,85	4,51±0,25	4,84±0,57
12	59,16±2,32	62,20±2,72	4,62±0,20	4,55±0,27
13	67,33±5,86	67,81±6,95	5,25±0,43	6,54±0,65
14	67,16±1,27	72,51±2,33*	4,87±0,11	5,21±0,34
15	68,43±1,46	74,10±2,73*	5,16±0,14	6,45±0,46
16	72,68±1,65	75,72±5,16	5,28±0,23	6,14±0,48
<b>Середній рівень</b>	<b>61,96±3,58</b>	<b>65,93±3,38</b>	<b>4,84±0,16</b>	<b>5,42±0,36</b>

Тут та далі: \* —  $p < 0,01$ ; \*\* —  $p < 0,05$ ; \*\*\* —  $p < 0,001$  порівняно з експериментальною групою.

Таблиця 2. Величини об'єму серця (Vc) у хлопчиків контрольної та експериментальної груп у віці від 10 до 16 років (M±m)

Вік	Експериментальна група	Контрольна група
10	423,58±7,52	458,86±11,65**
11	467,08±6,36	467,05±9,96
12	497,34±8,62	517,60±11,65
13	543,60±9,20	540,97±16,93
14	585,85±6,56	593,16±13,86
15	634,58±9,07	627,85±18,35
16	679,33±9,76	695,02±26,11
<b>Середній рівень</b>	<b>547,34±34,72</b>	<b>557,22±32,65</b>

Таблиця 3. Величини загального периферичного опору крові (ЗПО) і серцевого індексу (СІ) у хлопчиків 10-16 років контрольної та експериментальної груп (M±m)

Вік	ЗПО		СІ	
	Експериментальна група	Контрольна група	Експериментальна група	Контрольна група
10	1787,55±113,00	1698,86±150,78	3,57±0,17	3,35±0,21
11	1629,90±89,08	1506,20±207,81	3,52±0,15	3,95±0,44
12	1479,55±79,87	1541,41±86,15	3,48±0,14	3,26±0,14
13	1419,77±54,72	1075,90±112,01***	3,35±0,12	4,59±0,29 ***
14	1420,35±32,31	1306,30±85,51	3,04±0,06	3,26±0,18
15	1427,67±43,47	1087,63±94,53***	3,00±0,06	3,81±0,28 **
16	1433,59±79,43	1095,15±69,25***	2,88±0,15	3,41±0,27 *
<b>Середній рівень</b>	<b>1514,05±53,59</b>	<b>1330,21±96,31*</b>	<b>3,26±0,11</b>	<b>3,66±0,19 *</b>

Таблиця 4. Величини індексу Робінсона (ІР) і коефіцієнта економічності кровообігу (КЕК) у хлопчиків 10-16 років контрольної та експериментальної груп (M±m)

Вік	ІР		КЕК	
	Експериментальна група	Контрольна група	Експериментальна група	Контрольна група
10	105,06±5,99	90,70±2,40	3734,00±229,07	3350,00±280,50
11	97,46±3,65	100,50±13,73	3391,88±185,21	4050,00±567,33
12	87,11±2,82	84,86±4,30	3463,81±176,33	3432,14±245,28
13	88,94±2,56	117,80±8,27***	3312,57±160,12	5210,00±583,92***
14	82,00±2,04	82,80±4,89	2998,00±133,30	3453,33±190,36*
15	88,67±1,98	99,46±7,17*	3124,57±84,68	4037,64±342,92**
16	87,10±4,30	92,00±9,17	3069,33±220,97	3570,00±278,17
<b>Середній рівень</b>	<b>90,91±2,92</b>	<b>95,45±4,49</b>	<b>3299,17±97,31</b>	<b>3871,87±247,54**</b>

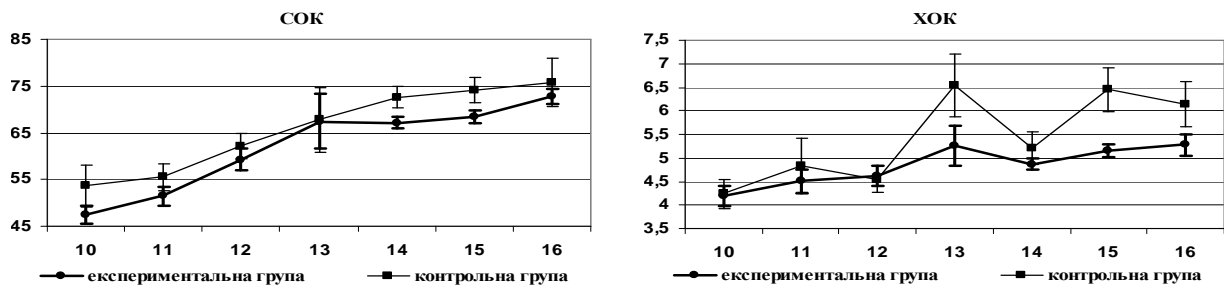


Рис. 1. Вікова динаміка величин СОК і ХОК у хлопчиків 10–16 років контрольної та експериментальної груп.

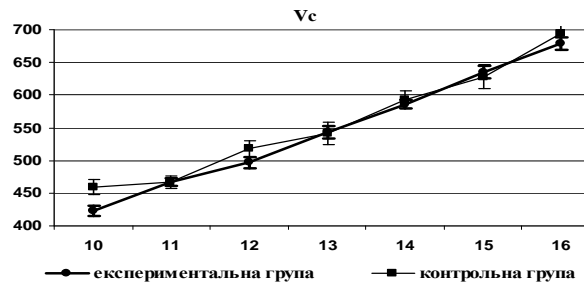


Рис. 2. Вікова динаміка величин Vc у хлопчиків 10-16 років контрольної та експериментальної груп.

Результати аналізу вікових змін об'єму серця (Vc) у хлопчиків контрольної та експериментальної груп певною мірою підтвердили це припущення.

За даними таблиці 2 практично в усіх вікових групах (за виключенням 10 років) не спостерігалося статистично значимих відмінностей щодо величини об'єму серця між хлопчиками контрольної та експериментальної груп. Не зареєстровано достовірних відхилень і за середнім рівнем цього гемодинамічного параметру ( $557,22 \pm 32,65 \text{ см}^3$  у представників контрольної групи та  $547,34 \pm 34,72 \text{ см}^3$  у школярів-спортсменів).

Особливої уваги заслуговує стан вікових змін об'єму серця у хлопчиків 10-16 років, які займаються і які не займаються спортом. За графіками, представленими на рисунку 2, з віком у представників двох груп спостерігалося природне збільшення вказаного показника на фоні його практично ідентичних вікових коливань у представників контрольної та експериментальної груп.

Більш суттєві міжгрупові розбіжності зареєстровані при аналізі гемодинамічних показників, які характеризують особливості регуляції системи кровообігу обстежених школярів.

Як видно з таблиці 3, із початком періоду стійкої адаптації до фізичних навантажень (після 13 років) у хлопчиків-спортсменів реєструвалися достовірно більш високі й більш оптимальні, порівняно з їх однолітками з контрольної групи, величини загального периферичного опору крові. На достовірно більш високому рівні знаходилися середньовікові значення ЗПО у представників експе-

риментальної групи (відповідно  $1514,05 \pm 53,59 \text{ дин}^2 \cdot \text{сек} / \text{см}^5$  і  $1330,21 \pm 96,31 \text{ дин}^2 \cdot \text{сек} / \text{см}^5$ ).

Істотні відмінності були отримані і при порівняльному аналізі величин серцевого індексу (СІ). Згідно з даними, наведеними в таблиці 3, з початком періоду стійкої адаптації (після 13 років) для школярів експериментальної групи характерні найнижчі значення СІ, що свідчить про перехід їх організму на більш оптимальний еукінетичний тип регуляції серця. Для представників контрольної групи в цьому віковому діапазоні властивий менш сприятливий гіперкінетичний тип регуляції.

Досить цікавими є результати аналізу вікової динаміки величин ЗПО та СІ. Як свідчить рисунок 3, з віком у хлопчиків експериментальної групи спостерігалось поступове зниження ЗПО з його стійкою стабілізацією у віковому діапазоні від 13 до 16 років. І, навпаки, вікові коливання ЗПО у школярів контрольної групи мали більш різкий характер із вираженими періодами суттєвого падіння цього гемодинамічного параметру (у віці від 12 до 13 років та від 14 до 15 років).

Заслужують на увагу вікові зміни СІ у представників двох груп. За рисунком 3 для хлопчиків експериментальної групи з віком характерне поступове зниження значень серцевого індексу з поступовим виходом організму на найбільш оптимальний еукінетичний тип регуляції серця. У хлопчиків контрольної групи динаміка вікових коливань СІ більш різка з яскраво вираженими несприятливими періодами гіперкінетичного типу регуляції серцевої діяльності (у віці 11, 13 і 15 років).

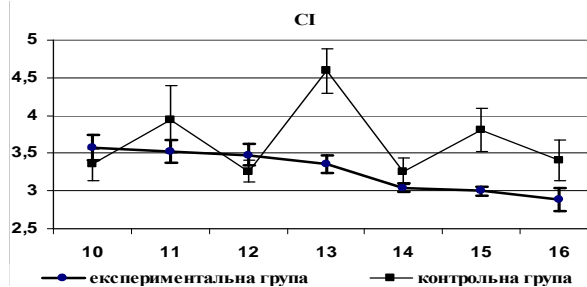
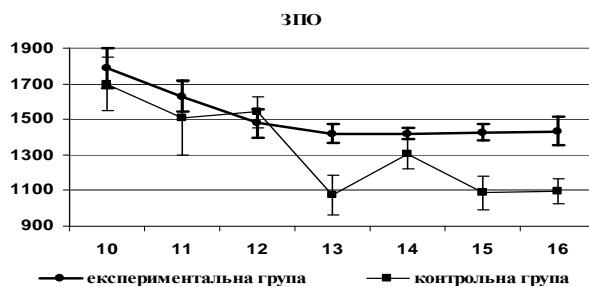


Рис. 3. Вікова динаміка величин ЗПО та СІ у хлопчиків 10-16 років контрольної та експериментальної груп.

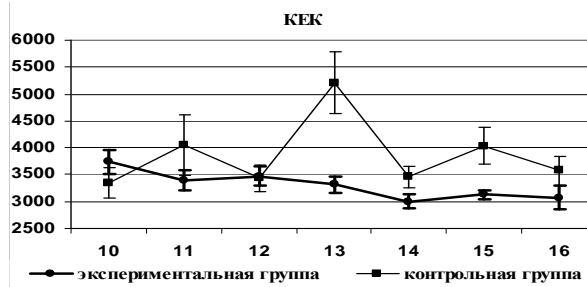
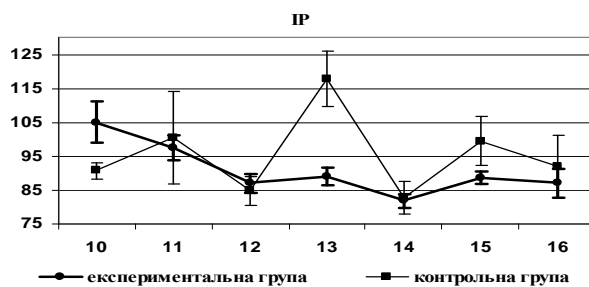


Рис. 4. Вікова динаміка величин ІР і КЕК у хлопчиків контрольної та експериментальної груп від 10 до 16 років.

Отже, у процесі адаптації до фізичних навантажень для організму, що розвивається, характерний перехід на більш сприятливий і ефективний тип регуляції роботи серцевого м'яза.

Зазначене вище припущення було переконливо підтверджено результатами порівняльного аналізу величин індексу Робінсона і коефіцієнту економічності кровообігу, що характеризують продуктивність і ефективність роботи серцево-судинної системи

Таблиця 4 свідчить, що в більшості вікових груп у школярів-спортсменів реєструвались більш сприятливі низькі значення ІР (або на статистично значимому рівні, або з тенденцією до нього). Практично аналогічні міжгрупові співвідношення зафіксовані нами і щодо коефіцієнта економічності кровообігу. Більш того, середній рівень КЕК у представників експериментальної групи був достовірно більш низьким, ніж у хлопчиків контрольної групи (відповідно  $3299,17 \pm 97,31$  у.о. та  $3871,87 \pm 247,54$  у.о.).

Суттєві розбіжності зареєстровані нами і при аналізі вікової динаміки цих показників. Як видно з рисунка 4, для школярів-спортсменів з віком спостерігалось поступове зниження величин ІР і КЕК, що свідчить про вихід їх організму на найбільш оптимальний варіант продуктивності серце-

вої діяльності й ефективності функціонування системи кровообігу. У представників контрольної групи у віковому діапазоні від 10 до 16 років, навпаки, виявлені періоди несприятливого росту цих показників, що свідчило про погіршення загального рівня функціонування серцево-судинної системи їх організму (в 11, 13 і 15 років).

## Висновки

Таким чином, результати проведеного дослідження дозволяють констатувати, що адаптивні перебудови в системі кровообігу організму, що розвивається, ідуть не стільки шляхом росту абсолютних значень інтегральних гемодинамічних параметрів, скільки шляхом переходу на найбільш оптимальний рівень регуляції серцевої діяльності. Ці особливості вікової динаміки основних параметрів гемодинаміки необхідно враховувати при проведенні тренувальних занять з дітьми шкільного віку. Крім того, отримані результати свідчать про високу інформативність використаної нами в роботі комп'ютерної діагностичної програми «ІІВСМ-інтеграл-юніор» і стверджують можливість її практичного застосування в системі медико-біологічного контролю.

1. Ванюшин Ю. С. Адаптация сердечной деятельности и состояние газообмена у спортсменов к физической нагрузке / Ванюшин Ю. С., Ситдииков Ф. Г. // Физиология человека. – 1997. – Т.23, N 4. – С. 69–73
2. Гонестова В. К. Современные подходы к оценке функциональной подготовленности спортсменов циклических видов спорта в процессе текущих и оперативных наблюдений / Го-

- нестова В.К. // Проблемы спорта высших достижений и подготовки спортивного резерва: Материалы Респ. науч. – практ. конф. – Минск, 1993. – С. 144–147
3. Дибнер Р. Д. Новый подход к оценке функциональной готовности спортсменов (исследование морфологии, функции сердца и активности симпатико-адреналовой системы) /

- Дибнер Р. Д., Бородянский М. М. // Вестн. спорт. медицины России. – 1999. – № 1(22). – С. 8–12
4. Мак-Дугалл Дж., Уэнгер Г. Э., Грин Г. Дж. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса. – К.: Олимпийская литература, 1998. – С. 7–47.
5. Маликов Н. В., Богдановская Н. В., Кузнецов А. А. О новых взглядах на роль систематических занятий физическими упражнениями в повышении адаптивных возможностей организма Актуальні проблеми фізичної культури і спорту в сучасних екологічних та соціально-економічних умовах // Матеріали II Міжнародної конференції. – Запоріжжя, 2005. – С. 194–199.
6. Маликов М. В. та інші. Використання нових методичних підходів до оцінки рівня функціональної підготовленості спортсменів // Теорія і практика фізичного виховання / Науково-методичний журнал. – Донецьк. – вип. 3, 2004. – С. 217–221
7. Мищенко В. С. Функциональные возможности спортсменов. – К.: Здоровье, 1990. – 200 с.
8. Фомин Н. А., Вавилов Ю. Н. Физиологические основы двигательной активности. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 225 с.
9. Шаповалова В. А., Маликов Н. В., Сватъев А. В. Компьютерная программа комплексной оценки функционального состояния и функциональной подготовленности организма – «ШВСМ». – Запорожье, 2003. – 75 с.

Отримано: 25 травня 2006 р.

Прийнято до друку: 1 червня 2006 р.