

**ХАРАКТЕРИСТИКА СЕРЦЕВО-  
СУДИННОЇ СИСТЕМИ МОЛОДШИХ  
ШКОЛЯРІВ ЯК ІНДИКАТОРА  
ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ**



*Трачук Сергій, Семененко В'ячеслав, Білецька Вікторія<sup>1</sup>*  
Національний університет фізичного виховання і спорту України  
<sup>1</sup>Київський Університет імені Бориса Грінченка

**Анотація**

Дана характеристика становлення серцево-судинної системи та її регуляторних механізмів в стані спокою, при виконанні ортостатическої проби та в період відновлення після фізических нагрузок у дітей молодшого шкільного віку. Отримані результати дають можливість науково обосновано здійснювати планування фізическої підготовки молодших школярів з урахуванням їх фізического стану в період навчального року.

**Ключевые слова:** учасники, функціональний стан, серцево-судинна система.

**Annotation**

The article presents the features of the reaction of the cardiovascular system of children of primary school age in the physical exercise. The authors describe the state of the cardiovascular system and its regulatory mechanisms in primary school children. The results make it possible scientifically to plan physical training junior schoolchildren taking into account their physical condition during the school year.

**Keywords:** schoolchildren, the functional state, the cardiovascular system.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.**

Оцінка вихідного вегетативного тону, ступеня напруження механізмів вегетативної регуляції серцево-судинної системи в стані спокою і рівня функціональних резервів при виконанні ортопроби з урахуванням вікових особливостей дозволяє дати розширене кількісне уявлення про функціональний стан організму дітей при різних варіантах пристосувальних реакцій організму.

Дослідження, проведені рядом авторів, дозволяють поглибити теоретичні уявлення про вікові особливості нейроендокринних впливів на серцевий ритм школярів [3], розширити знання про вплив м'язових навантажень на функціональний стан і регуляцію серцевого ритму [4, 5]. Результати досліджень щодо характеристики серцево-судинної системи як індикатора функціонального стану організму і можуть бути використані для оцінки адекватності різного роду впливів індивідуальних адаптаційних можливостей організму.

Однак при цьому залишається невивченою хвильова структура ритму серця. За допомогою спектрального аналізу серцевого ритму (LF/HF, LF, HF) можна довести впевнено визначити хвильову

структуру ритму серця і відповідний функціональний стан організму, який відображається в даному спектрі.

Обраний напрям досліджень виконувався у відповідності до теми 3.1. «Вдосконалення програмно-нормативних засад фізичного виховання в навчальних закладах» (номер державної реєстрації 0111U001733) зведеного плану НДР у сфері фізичної культури і спорту на 2011 – 2015 р.р. Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

**Мета досліджень** – оцінити функціональний стан серцево-судинної системи школярів молодшого шкільного віку.

**Методи та організація досліджень.** Метод математичного аналізу серцевого ритму використовувався для оцінки динаміки параметрів варіабельності серцевого ритму залежно від типу вегетативної регуляції під впливом помірного бігового навантаження у дітей молодшого шкільного віку для виявлення особливостей ранніх перебудов регуляції серця. Проводилось комплексне тестування функціональних можливостей організму 36 школярів молодшого шкільного віку. Вимірювання проводили в стані спокою (лежачи на спині), при ортостатичному впливі (стоячи) і після виконання



**Значення параметрів спектрального аналізу серцевого ритму  
у хлопчиків 7-9 років (n=36, Me (25%; 75%))**

Показ- ник	Вік, років								
	7 років (n=12)			8 років (n=12)			9 років (n=12)		
У стані відносного спокою									
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ
HF,мс <sup>2</sup>	119,91	48,54	177,87	47,07*	39,16	64,34	67,48	4,15	136,78
LF,мс <sup>2</sup>	57,57	23,50	62,51	52,32	27,00	64,67	54,49	16,44	101,00
HF,%	57,11	34,66	68,67	39,77*	27,32	42,62	30,74	13,25	59,14
LF,%	24,83	18,51	34,45	34,57*	33,12	41,38	36,93	26,92	52,45
LF/HF	0,36	0,31	1,17	0,92	0,80	1,57	2,50	0,65	5,86
Ортостатичний вплив (стоячи)									
HF,мс <sup>2</sup>	9,85	4,36	65,86	6,41	5,06	10,02	4,55	2,99	26,16
LF,мс <sup>2</sup>	27,15	10,01	65,07	28,88	28,01	55,36	22,58	15,07	38,82
HF,%	18,77	11,53	35,67	8,61**	7,92	9,37	11,26	9,59	21,94
LF,%	35,30	26,80	43,60	39,86	39,56	46,38	39,89	37,02	45,70
LF/HF	2,22	1,19	3,67	5,12**	4,37	5,72	3,50	1,74	4,79
Після виконання тестових навантажень									
HF,мс <sup>2</sup>	21,11	7,00	29,21	9,10	7,59	17,19	3,37	1,94	25,51
LF,мс <sup>2</sup>	22,97	9,53	32,57	22,70	16,47	31,68	11,78*	11,06	20,59
HF,%	33,30	24,35	38,24	16,56**	15,13	17,23	15,13	7,08	32,71
LF,%	30,28	29,57	41,38	39,28	33,26	42,17	30,77	28,99	42,20
LF/HF	1,09	0,86	1,36	2,20**	1,81	2,63	1,97	1,03	5,86

*Примітка:* достовірні відмінності параметрів за критерієм Манна-Уїтні (\*p<0,05, \*\*p<0,01) порівняно з попереднім віком

тестових навантажень на тредмлі. Результати досліджень були опрацьовані за допомогою пакету програм Statistica 6.0.

**Результати досліджень та їх обговорення.** У ході досліджень було встановлено, що для 77,8 % (n=28), обстежених школярів характерний нормотонічний тип регуляції серцевого ритму (за показниками значень ІН, АМо, Мо, ІВР, ВПР). Симпатичний тип регуляції відмічається у 22,2% (n=8) дітей (у них спостерігається вираження симпатичного впливу на фоні високого рівня напруги в регуляції серцевого ритму (ІН>200 у.о.). Встановлений результат безумовно не свідчить про наявність відповідного відсотка дітей із симпатичним і парасимпатичним

тонусом вищої нервової системи, а вказує на спрямованість тенденції переважання відповідного вегетативного тону.

Фізіологічний феномен ортостатичної проби характеризується наявністю перерозподілу та депонування крові під впливом гравітації в нижній половині тіла людини. Проведення ортостатичної проби дає можливість отримати інформацію про стан вегетативної регуляції серцево-судинної системи. Так, зміна положення тіла в умовах ортостатичної проби характеризується достовірною зміною показників ЧСС, ΔХ, Мо, ВПР та ІФС, SI (p<0,05), виявлений факт свідчить про посилення центрального контуру регуляції ритму серця за рахунок зростання

симпатичного та зниження вагусного впливу на синусів вузол серця. Зміна положення тіла при ортостатичній пробі призводить до достовірного зниження моди, варіаційного розмаху, а також зростання амплітуди моди та індексу напруження. Відмічається збільшення значень ІН, ІВР, ВПР, ІФС, ЧСС ( при p<0,05) на фоні зниження значень Мо і ΔХ (p<0,05) при переході з положення лежачи в положення стоячи, що свідчить про адекватну реакцію організму молодших школярів на ортостатичний вплив. В цілому це погоджується з результатами інших досліджень, присвячених вивченню стану системи вегетативного забезпечення у дітей [1, 6].

За реакцією ЧСС встановлено,



що після тестування на тредмілі швидко проходять відновлювальні процеси, однак у школярів спостерігаються великі значення SI ( $p < 0,05$ ) і менші значення Mo. У період відновлення після навантажень на тредмілі спостерігається характерне зниження показника Mo ( $p < 0,05$ ) порівняно з показниками в спокої, хоча ЧСС до вихідного рівня не відновились.

Активність симпатичного відділу вегетативної нервової системи як одного із компонентів вегетативного балансу можна оцінити за ступенем гальмування активності автономного контуру регуляції, за який відповідає парасимпатичний відділ.

Вагусна активність є основною складовою високочастотного компонента (HF). Це добре відображається показниками потужності дихальних хвиль серцевого ритму в абсолютних цифрах і у вигляді відносних величин (% сумарної вартості спектру). Показник LF характеризує стан симпатичного відділів вегетативної нервової системи, зокрема, регуляції судинного тону.

У табл. 1 наведено значення параметрів спектрального аналізу серцевого ритму в динаміці проведення ортостатичної проби і після навантаження.

В умовах зміни положення тіла у хлопчиків 7 років ( $n=12$ ) при ортостатичній пробі спостерігається зниження впливу високочастотного компонента коливань серцевого ритму (HF) від  $119,91 \text{ мс}^2$  (48,54; 177,87) до  $9,85 \text{ мс}^2$  (4,36; 65,86) і високий рівень по відношенню до HF низькочастотного компонента (LF)  $27,15 \text{ мс}^2$  (10,1; 65,07). Ця обставина свідчить про посилення симпатичного та послаблення парасимпатичного впливу на систему регуляції серцевого ритму. Відповідно, спостерігається зростання низькочастотного спектра ритму серця (LF/HF) із  $0,36$  (0,31; 1,17) до  $2,22$  (1,19; 3,67), що свідчить про перевантаження симпатично-

го тону.

При зміні положення тіла у хлопчиків 8 років ( $n=12$ ) в умовах ортостатичної проби спостерігається високі значення низькочастотного спектра (LF)  $28,88 \text{ мс}^2$  (28,01; 55,36) та значне зростання відношення низькочастотного діапазону спектра ритму серця (LF/HF) від  $0,92$  (0,804; 1,57) до  $5,12$  (4,37; 5,72) при достовірній відмінності  $p < 0,01$ , що свідчить про активізацію симпатичного тону регуляції ритму серця за рахунок послаблення вагусного впливу на синусів вузол серця та збалансованість (LF/HF) механізмів вагусно-симпатичного тону при ортостатичному навантаженні.

У хлопчиків 9 років ( $n=12$ ) при зміні положення тіла в умовах ортостатичної проби спостерігається зниження високочастотного (HF) з  $67,48 \text{ мс}^2$  (4,15; 136,67) до  $4,55 \text{ мс}^2$  (2,99; 26,16) і низькочастотного (LF) з  $54,49 \text{ мс}^2$  (16,44; 101) до  $22,58$  (15,07; 38,82) спектрів ритму серця. Однак ми бачимо, що вплив низькочастотного компонента (LF) залишається високим, а це свідчить про активацію симпатичної ланки регуляції ритму серця, що відмічається також у 7 і 8 річних хлопчиків. Про таку тенденцію знаходимо підтвердження в науковій літературі [2, 8, 9]. Якщо величина HF знижується на 2-3 %, то можна говорити про різку перевагу симпатичної активності.

Що стосується відношення низькочастотного до високочастотного діапазону спектру ритму серця (LF/HF), то він також зростає у хлопчиків 9 років, хоча достовірних відмінностей не спостерігається.

**Висновки.** 1. У стані спокою у хлопчиків 7-8 років відмічаються достовірні відмінності в показниках високочастотного компонента (HF,  $\text{мс}^2$ ) ( $p < 0,05$ ), що вказує на підвищення напруження парасимпатичної ланки регуляції ритму серця. Також у віковому періоді 7-8 років відмічаються

достовірні відмінності в стані спокою у відносних показниках HF (%) і LF (%) ( $p < 0,05$ ), а при ортостатичному впливі і після фізичних навантажень у потужності спектра високочастотного компонента (HF) варіабельності в % сумарної потужності коливань, а також у відношенні середніх значень низькочастотного і високочастотного компонентів LF/HF при  $p < 0,01$ .

2. Реакція вегетативного ритму серця у молодших школярів на ортостатичне навантаження є адекватною. Отримані результати свідчать про наявність внутрішнього напруження ритму серця, а також централізацію системи регуляції ритму серця в умовах ортостатичного навантаження. Чутливість і реактивність вегетативної нервової системи, її симпатичного і парасимпатичного відділів при впливі того чи іншого фактора можуть служити діагностичним і прогностичним критерієм.

**Перспективи подальших досліджень з даного напрямку.** Подальші дослідження будуть присвячені вивченню показників функціонального стану серцево-судинної системи при фізичних навантаженнях у дітей різного віку та різного рівня фізичного стану.

#### Література

1. Білецька В.В. Характеристика функціонального стану серцево-судинної системи дітей молодшого шкільного віку з різним рівнем фізичного здоров'я / В.В. Білецька, В.П. Семененко, С.В. Трачук // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (Фізична культура і спорт). – 2016. – Вип. 01 (68) 16. – С.18-21.
2. Білецька В.В. Особливості адаптації організму дітей молодшого шкільного віку до



- фізичних навантажень / В.В. Білецька, О. Давиденко, Т. Глухенька // Молода спортивна наука України: зб. наук. праць. – Львів, 2012. – Вип. 16. – Т.2. – С. 27-31.
3. Вереина А.Г. Динамика показателей variability сердечного ритма, метаболических процессов и способы их коррекции у старших дошкольников: дис... канд. биол. наук / А.Г. Вереина. – Астрахань, 2011. – 114 с.
  4. Назаренко С.Ю. Variability сердечного ритма у подростков Архангельской обл.: дис... канд. биол. наук: 03.00.13 / Е.Ю. Сеницкая. – Архангельск, 2007. – 134 с.
  5. Сеницкая Е.Ю. Спектральная характеристика variability сердечного ритма у детей 8-10 лет при умственной и физической деятельности: дис... канд. биол. наук: 03.00.13 / Е.Ю. Сеницкая. – Архангельск, 2006. – 129 с.
  6. Трачук С.В. Моделивання режимів рухової активності молодших школярів у процесі фізичного виховання: автореф. дис... канд. наук з ФВіС: 24.00.02 / С.В. Трачук. – Київ, 2011. – 24 с.
  7. Acharya U.R. Heart rate analysis in normal subjects of various age groups / U.R. Acharya, N. Kannathal, O.W. Sing, L.Y. Ping, T. Chua // Biomed. Eng. Online. – 2004. – 3(1) – P. 24.
  8. Kenneth C. Heart Rate Variability/ C. Kenneth, M.D. Bilchick, D. Ronald, M.D. Berger // J. Cardiovasc. Electrophysiol. – 2006. – 17(6). – P. 691-694.
  9. Reed K.E. Differences in heart rate variability between Asian and Caucasian children living in the same Canadian community / K.E. Reed, D.E. Warburton, C.L. Whitney, H.A. McKay // Appl. Physiol. Nutr. Metab. – 2006. – 31(3). – P. 277-282.

