
КОНТРОЛЬ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ШКОЛЯРІВ ВІКОМ 7–9 РОКІВ, ЯКІ ЗАЙМАЮТЬСЯ ФІЗИЧНИМИ ВПРАВАМИ

Олена Давиденко, Сергій Трачук

Резюме. Показана динаміка значень параметрів варіабельності серцевого ритма школярів в віці 7–9 років, які об'єктивно відображають адаптивні перестройки серцево-судинної системи з урахуванням вікових особливостей і дають розширене кількісне представлення про функціональний стан організму дітей при різних варіантах адаптивних реакцій організму, досягнутих в процесі систематичної фізичної активності. Отримані результати можуть бути використані для контролю при оцінці функціональних можливостей серцево-судинної системи у хлопчиків в віці 7–9 років, які займаються фізичними вправами.

Ключевые слова: фізичні вправи, контроль, серцево-судинна система, молодші школярі, варіабельність серцевого ритма.

Summary. The paper presents dynamics of parameters of heart rate variation in 7–9-years-old schoolchildren, which objectively reflect the adaptive changes in the cardiovascular system with account of age-specific features and provide extensive quantitative representation of the functional state of children's body in different types of adaptive reactions achieved in the process of systematic physical activity. The results can be used when assessing the functional capacity of the cardiovascular system in 7-9 years-old boys regularly engaged in physical exercises.

Key words: physical exercise, control, cardiovascular system, primary school children, heart rate variation.

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед великої кількості підходів до збереження і зміцнення здоров'я школярів найважливіше значення має оптимізація рухової активності [4]. Функціональна адаптація організму до різних видів рухової активності, передовсім, позначається на зміні якості регуляції різних систем. Показано, що із усіх систем серцево-судинна є найбільш лабільною і провідною в адаптаційних перебудовах на вплив фактора м'язових навантажень, а рівень регуляції цієї системи може слугувати показником спрямованості впливу рухової активності на організм [2, 6, 7]. Показники варіабельності серцевого ритму ефективно відображають адаптивні перебудови серцево-судинної системи в процесі систематичної рухової активності [5, 8, 9].

Фізіологічний феномен ортостатичної проби характеризується наявністю перерозподілу та депонування крові під впливом гравітації у нижній половині тіла людини. Компенсаторна реакція серцево-судинної системи полягає в активації симпатичної ланки вегетативної нервової системи внаслідок зниження імпульсації механорецепторів аортальної зони. Тому проведення ортостатичної проби дає можливість отримати інформацію про стан вегетативної регуляції серцево-судинної системи.

Застосування методу математичного аналізу серцевого ритму дає кількісне уявлення про ак-

тивацію впливу симпатичного і парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи на центральні механізми регуляції серцевого ритму та підстави оцінювати адаптивні можливості організму [1, 9].

Мета дослідження — з'ясувати динаміку значень параметрів варіабельності серцевого ритму для контролю та оцінювання функціональних можливостей серцево-судинної системи у школярів віком 7–9 років, які займаються фізичними вправами.

Методи та організація дослідження: аналіз науково-методичної літератури, варіаційна пульсометрія, статистичні.

Комплексне тестування функціональних можливостей організму 36 хлопчиків молодшого шкільного віку проводилось на базі лабораторії теорії і методики спортивної підготовки і резервних можливостей спортсменів Науково-дослідного інституту Національного університету фізичного виховання і спорту України. Вимірювання проводили у стані спокою (лежачи на спині) протягом 5 хв, при ортостатичному впливі (стоячи) — протягом 6 хв.

Результати дослідження та їх обговорення. У результаті досліджень було встановлено, що для 77,8 % (n = 28) обстежених школярів характерний нормотонічний тип регуляції серцевого ритму (за показниками значень ІН, АМо, Мо, ІВР, ВІР); для 22,2 % (n = 8) — симпатичний

тип регуляції, виражений симпатичний вплив на тлі високого ступеня напруження в регуляції серцевого ритму (ІН > 200 ум. од.). Встановлений результат вказує на спрямованість тенденції переважання відповідного вегетативного тону, але не свідчить про наявність відповідного відсотка дітей із симпатичним та парасимпатичним тону-сом вищої нервової системи.

Про стан варіабельності серцевого ритму свідчать значення деяких показників: середній рівень функціонування системи кровообігу (ЧСС, уд·хв⁻¹); варіаційний розмах (ΔХ, с); вірогідний рівень функціонування серцево-судинної системи (Мо, с); умовний показник активності симпатичної ланки регуляції (АМо, %); індекс вегетативної рівноваги (ІВР, ум. од.) вказує на співвідношення активності симпатичного і парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи: чим вище його значення, тим більший вплив симпатичної регуляції; вегетативний показник ритму (ВІР, ум.од.) дозволяє стверджувати про вегетативний баланс: чим вища активність автономного контура, тим сильніший вплив парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи і тим менше значення ВІР. Зменшення значень ВІР у стані спокою і в період відновлення у дітей свідчить про посилення активності вагусної регуляції; індекс напруги (ІН, ум.од.) є індикатором активності центральних ланок управління серцевим ритмом, ступенем економічної роботи серця, який характеризує ступінь напруження механізмів адаптації організму до умов навколишнього середовища, і чим він нижчий, тим краща регуляція серцево-судинної системи; індекс функціонального стану (ІФС, с).

Оцінювання вихідного значення вегетативного тону, ступінь напруження механізмів вегетативної регуляції серцево-судинної системи у стані спокою і рівня функціональних резервів при виконанні ортопроби з урахуванням вікових особливостей дають широке кількісне уявлення про функціональний стан організму дітей при різних варіантах пристосувальних реакцій організму.

Наведені в таблиці 1 дані свідчать про наявність переважання відповідної ланки вегетативної регуляції під впливом ортостатичної проби.

Зміна положення тіла в умовах ортостатичної проби характеризується достовірною зміною показників ЧСС, ΔХ, Мо, ВІР та ІФС, ІН (р<0,05), що може свідчити про посилення центрального контура регуляції ритму серця за рахунок зростання симпатичного та зниження парасимпатичного впливу.

Таблиця 1 — Показники варіабельності серцевого ритму в хлопчиків віком 7—9 років

Показник	У стані спокою (лежачи)			Ортостатичний вплив (стоячи)		
	Me ₁	LQ	UQ	Me ₂	LQ	UQ
ЧСС, уд·хв ⁻¹	84,67	79,29	92,27	96,40*	90,81	100,29
ΔХ, с	0,43	0,35	0,52	0,29*	0,26	0,32
Мо, с	0,68	0,66	0,72	0,63*	0,58	0,63
АМо, %	35,57	27,70	51,2	42,61	29,36	50,40
ІВР, ум. од.	77,95	65,01	102,7	165,05	93,40	221,5
ВІР, ум. од.	3,42	2,86	5,70	5,74*	4,74	6,75
ІН, ум. од.	50,42	43,69	89,2	137,76*	70,72	192,6
ІФС, с	0,96	0,85	1,24	1,51*	1,16	1,68

Примітки: *достовірність відмінностей між Me₁—Me₂ (за критерієм Уїлкоксона, р < 0,05), тут і надалі Me — медіана; LQ — нижній кuartиль, що відсікає 25 % об'єктів із найменшими значеннями ознаки; UQ — верхній кuartиль, що відсікає 25 % об'єктів із найбільшими значенням ознак.

При переході з положення лежачи в положення стоячи відмічається підвищення значень ІН, ІВР, ВІР, ІФС, ЧСС (при р<0,05) на тлі зниження значень Мо і ΔХ (р<0,05), що свідчить про адекватну реакцію організму молодших школярів на ортостатичний вплив.

Певний інтерес представляє динаміка значень показників вегетативної регуляції серцевого ритму в хлопчиків віком з 7 до 9 років. У школярів зі зростанням спостерігається тенденція до зниження значень ІН, ІВР, ВІР у стані спокою, однак статистично значущої різниці між даними значеннями показників варіабельності серцевого ритму у віці 7—9 років не виявлено.

Середньостатистичні значення АМо, ІФС (р<0,05) у стані відносного спокою мали тенденцію до збільшення із віком. У стані спокою середньостатистичні значення показників варіабельності серцевого ритму в обстежених школярів залежно від віку подано в таблиці 2.

У наших дослідженнях значення ІН найнижче у 7—8-річних хлопчиків (48,16; 49,47 ум. од. відповідно). Це пояснюємо тим, що в цей період

Таблиця 2 — Середньостатистичні значення показників варіабельності серцевого ритму в стані спокою у школярів віком 7—9 років

Показник	Значення показника у школярів віком								
	7 років (n = 12)			8 років (n = 12)			9 років (n = 12)		
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ
ЧСС, уд·хв ⁻¹	79,82	79,29	91,27	84,77	79,53	88,20	89,07	79,70	94,40
ΔХ, с	0,42	0,40	0,48	0,41	0,35	0,49	0,48	0,22	0,56
Мо, с	0,68	0,63	0,70	0,68	0,68	0,78	0,68	0,63	0,85
АМо, %	29,51	25,68	35,57	32,81	27,60	37,27	51,23*	35,80	59,12
ІВР, ум. од.	65,01	58,67	84,70	74,06	67,72	98,73	97,02	71,67	244,09
ВІР, ум. од.	3,75	2,85	3,81	3,24	3,02	3,79	5,33	2,66	9,41
ІН, ум. од.	48,16	41,90	67,76	49,47	43,69	73,13	84,96	51,10	195,27
ІФС, с	0,83	0,83	0,94	0,96	0,88	1,11	1,20*	0,95	1,56

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

Таблиця 3 — Середньостатистичні значення показників варіабельності серцевого ритму при ортостатичному впливі в школярів віком 7—9 років

Показник	Значення показника у школярів віком								
	7 років (n = 12)			8 років (n = 12)			9 років (n = 12)		
	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ	Me	LQ	UQ
ЧСС, уд·хв ⁻¹	97,31	85,96	100,29	95,87	92,51	97,95	97,90	90,92	104,68
ΔХ, с	0,30	0,22	0,40	0,29	0,26	0,32	0,28	0,26	0,30
Мо, с	0,63	0,58	0,63	0,63	0,58	0,66	0,63	0,58	0,66
АМо, %	38,56	28,51	47,47	39,79	33,10	46,37	48,07	36,18	50,47
ІВР, ум. од.	132,51	75,24	236,9	137,21	103,92	172,22	183,53	131,61	221,49
ВІР, ум. од.	5,27	3,94	8,66	5,52	5,06	6,69	5,98	5,30	6,75
ІН, ум. од.	105,18	57,06	205,99	109,77	84,73	143,42	146,82	105,30	192,60
ІФС, с	1,18	1,14	1,40	1,68	1,64	1,88	1,48	1,22	1,77

життя функціонування організму проходить із найменшим напруженням, а найвище — у 9-річних (84,96 ум.од.), що ймовірно є причиною переходу організму хлопчиків на новий ступінь розвитку, пов'язаний із початком препубертатного періоду, яке супроводжується великим напруженням систем регуляції організму. Такі прояви підтверджують й інші фахівці [3].

Цей показник у хлопчиків 7—9 років знаходиться в допустимих межах. За даними наукової літератури, норма ІН коливається у діапазоні 80—150 ум.од. [5]. Однак досить чутливий до посилення тону симпатичної нервової системи. Навіть при незначних навантаженнях (фізичних чи емоційних) ІН підвищується в 1,5—2 рази, підтвердженням чому є зміна значень показників при переході з положення лежачи в положення стоячи (ортостатичний вплив) хлопчиків молодшого шкільного віку (табл. 3).

Під впливом ортостатичної проби значення ΔХ знижується з 0,30 до 0,28 с; АМо у хлопців віком від 7 до 9 років підвищується від 38,56

до 48,07 %, що може свідчити про посилення впливу показників активності симпатичної ланки регуляції. Відмічається значний розмах ІВР у діапазоні з 132,51—183,53 ум. од., що підтверджує значний вплив симпатичної регуляції. ІФС знаходиться у межах фізіологічної норми 1,18—1,68 с.

Висновки

Для багатьох школярів притаманний нормотонічний тип регуляції серцевого ритму, переважання вегетативного тону вищої нервової системи.

Функціональний стан організму дітей при різних варіантах адаптивних реакцій на ортостатичну пробу характеризується ступенем напруження вегетативної регуляції серцево-судинної системи у стані спокою і рівнем функціональних резервів їх організму.

Результат контролю за реакцією організму молодших школярів на ортостатичну пробу дозволяє оцінити позитивні зміни таких показників варіабельності серцевого ритму, як ЧСС, ІН, ІВР, ВІР і ІФС одночасно зі зниженням значень ΔХ. Результати наших досліджень свідчать про те, що формування адаптивних реакцій суттєво залежать від індивідуальних особливостей вегетативної регуляції, організму дітей віком 7—9 років, які займаються фізичними вправами.

Перспективи подальших досліджень будуть спрямовані на оцінювання функціонального стану серцево-судинної системи дітей молодшого шкільного віку з урахуванням вікових особливостей і рівня рухової активності.

Література

1. Бабуни І. В. Азбука аналізу варіабельності серцевого ритму / І. В. Бабуни, Э. М. Мираджанян, Ю. А. Машаех. — Ставрополь, 2002. — 112 с.
2. Баевский Р. М. Анализ варіабельності серцевого ритму в космической медицине / Р. М. Баевский // Физиология человека. — 2002. — Т. 28. — № 2. — С. 70—82.
3. Баевский Р. М. Анализ варіабельності серцевого ритму при использовании различных электрокардиографических систем / Р. М. Баевский // Вестн. аритмологии. — 2001. — № 24. — С. 65—87.
4. Бар-Ор О. Здоровье детей и двигательная активность: от физиологических основ до практического применения / О. Бар-Ор, Т. Роуланд; пер. с англ. И. Андреев. — К.: Олимп. лит., 2009. — 528 с.
5. Евгеньева Л. Я. Влияние двигательной активности на регуляцию сердечной деятельности у детей 7—9 лет / Л. Я. Евгеньева, И. В. Зенина // Медицинские проблемы физической культуры: респ. межведомств. ст. — К., 1993. — Вып. 12. — С. 76—79.
6. Котельников С. А. Варіабельность серцевого ритма: представление о механизмах / С. А. Котельников, А. Д. Ноздрачев, М. М. Одинак // Физиология человека. — 2003, № 1. — Т. 28. — С. 130—143.
7. Михайлов В. М. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоэргометрия, тредмилл-тест, степ-тест, ходьба / В. М. Михайлов— Иваново, 2005. — 440 с.
8. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учеб. для высш. учеб. заведений физ. культуры / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. — М.: Терра-Спорт, Олимпия Пресс, 2001. — 520 с.

9. *Heart rate variability. Standards of measurements, physiological interpretation and clinical use. Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology// Circulation.*— 1996. — P. 1043—1065.

References

1. *Babuni I. V.* Alphabet of heart rate variability / I. V. Babuni, E. M. Miradzhnjan, Yu. A. Mashaekh. — Stavropol, 2002. — 112 p.
2. *Baevskii R. M.* An analysis of heart rate variability in space medicine / R. M. Baevskii // *Human physiology.* — 2002. — Vol. 28, N 2. — P. 70—82.
3. *Baevskii R. M.* An analysis of heart rate variability during the use of different electrocardiographic systems R.M. Baevskii // *Vestnik aritmologii.* — 2001. — N 24. — P. 65—87.
4. *Bar-Or O.* Pediatric exercise medicine: From physiologic principles to health care applications / O. Bar-Or, Th. Rowland; transl. from English I. Andreev. — Kiev: Olympic Literature, 2009. — 528 p.
5. *Yevgenieva L. Ya.* The influence of physical activity on the regulation of cardiac activity in 7—9 years old children / L. Ya. Yevgenieva, I. V. Zenina // *Medical problems of physical culture : republ. interinstitutional coll. of articles.* — Kiev, 1993. — Issue 12. — P. 76—79.
6. *Kotelnikov S. A.* Heart rate variability: notion about mechanisms / S. A. Kotelnikov, A. D. Nozdrachev, M. M. Odinak // *Human physiology.* — 2003, N1. — Vol. 28. — P. 130—143.
7. *Mikhailov V. M.* Exercise tests controlled by ECG: cycle ergometry, treadmill-test, step-test, walking / V. M. Mikhailov. — Ivanovo, 2005. — 440 p.
8. *Solodkov A. S.* Human physiology. General. Sports. Developmental. textbook for high educational establishments of physical education / A. S. Solodkov, Ye. B. Sologub. — Moscow: Terra-Sport, Olimpiia Press, 2001. — 520 p.
9. *Heart rate variability. Standards of measurements, physiological interpretation and clinical use. Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology// Circulation.*— 1996. — P. 1043—1065.

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ
trachuk_servey@i.ua

Надійшла 16.04.2013