

## РАЗЛИЧИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РЕГУЛЯЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ СЕЛЬСКИХ И ГОРОДСКИХ ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

*Е.С. Сабирьянова\**, *А.Р. Сабирьянов\*\**, *В.В. Епишев\**

*\*Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск,*

*\*\*Южно-Уральский государственный медицинский университет, г. Челябинск*

В статье анализируются физиолого-демографические особенности функционального состояния уровней регуляции центрального кровообращения сельских и городских детей школьного возраста. Показано, что вариабельность минутного объема кровообращения, являющаяся маркером активности уровней регуляции кардиогемодинамики, тесно коррелирует с возрастными особенностями детей и физиолого-демографическими условиями проживания.

*Ключевые слова:* сельские и городские дети, минутный объем кровообращения, вариабельность.

Функциональное состояние организма детей на современном этапе политического и социально-экономического обустройства России подвергается влиянию множества факторов, способствующих разнонаправленным изменениям процессов онтогенетической адаптации и морфологического развития ребенка [2, 5, 6]. При этом одним из отягощающих факторов являются социально-экономические преобразования и их последствия, проявляющиеся в системе образования, здравоохранения и профилактической медицины. Данное обстоятельство проявилось особо выраженным расслоением условий роста и развития детей, проживающих в городе и на селе, что не сопровождается адекватным увеличением исследований, связанных с изучением морфофункционального состояния и уровня здоровья сельских детей, не позволяющим объективно оценить необходимость проведения профилактической и оздоровительной работы на селе. Следовательно, актуальность исследований функционального состояния сельских детей определяется значительными различиями условий их проживания, которые оказывают влияние на процессы роста, развития и онтогенетической адаптации [9]. В частности, это – экологическое окружение, уровень физкультурной и бытовой двигательной активности, особенности питания, степень педагогических и информационных нагрузок.

Целью данных исследований являлся анализ медленноволновых колебаний минутного объема кровообращения как интегральных маркеров активности уровней регуляции центрального кровообращения у детей школьного возраста, проживающих в условиях города и села.

**Материал и методы исследования.** В исследованиях участвовали дети младшего (мальчики 8–12 лет; девочки 8–11 лет) и старшего (мальчики 13–16 лет; девочки 12–15 лет) школьного возраста,

проживающих в г. Челябинске (n = 1113) и селах Челябинской области (n = 817) первой и второй медицинских групп (по данным ежегодных медицинских осмотров). Исследования проводились летом в условиях оздоровительных центров в первые дни заездов с 9 до 12 часов.

Для регистрации минутного объема кровообращения (МОК, л/мин) в положении лежа за 500 кардиоинтервалов использовалась диагностирующая компьютерная система «Кентавр II РС» фирмы «Микролюкс», г. Челябинск (рекомендована к производству и применению в медицинской практике протоколом № РОСС.RU.АЮ 45.В00211 от 28.11.2002 г.).

Спектральный анализ медленноволновых колебаний МОК проводился при помощи компьютерной программы «Биоспектр» [7]. Изучались временные характеристики показателя, такие как общая мощность спектра (ОМС, л/мин<sup>2</sup>), мощность колебаний в диапазонах (л/мин<sup>2</sup> и %) согласно рекомендациям Европейского Кардиологического общества и Северо-Американского общества электрофизиологии [11]: очень низкочастотный от 0,003 до 0,04 Гц (ОНЧ), низкочастотный от 0,04 до 0,15 Гц (НЧ), высокочастотный от 0,15 до 0,4 Гц (ВЧ). Учитывая особенности психомоторных функций детей обследованного возраста, для устранения артефактов и погрешностей при регистрации проводилась интерполяция трендов изучаемых показателей.

При интерпретации результатов анализа медленноволновой вариабельности использовалось общепринятое представление о регуляторном генезе разночастотных колебаний показателей кровообращения [1, 3, 4, 8, 10–13].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Минутный объем кровообращения является интегральным показателем, определяющим его медленноволновую вариабельность [8]. Следователь-

но, анализ медленноволновых колебаний МОК позволяет провести оценку активности системы регуляции центрального кровообращения в целом.

В табл. 1 представлены результаты временно-го анализа медленноволновой вариабельности МОК сельских и городских детей младшего школьного возраста.

Как видно из табл. 1, по общей вариабельности (ОМС) сердечный выброс является стабильным показателем центрального кровообращения, что, в первую очередь, является следствием интегральности показателя.

У девочек в младшем школьном возрасте различий общей вариабельности, абсолютного и относительного (рис. 1) распределения мощности колебаний в диапазонах не наблюдается.

У сельских девочек по относительной мощности колебаний преобладают низко- и высокочастотный диапазоны (35,23 и 39,2 %), тогда как у городских – на статистически достоверном уровне превалирует ВЧ (39,53 %). Несмотря на это, можно говорить о том, что у девочек на величины МОК, в основном, оказывает влияние вегетативная нервная система (ВНС). При этом проведение пошаговой линейной регрессии показывает, что у городских девочек МОК зависит от мощности ВЧ колебаний ( $\beta = 0,5$ ;  $p < 0,0001$ ), определяе-

мые парасимпатическими влияниями. Однако нелинейный регрессионный анализ выявляет прямую зависимость только в пределах  $3,0 \text{ л/мин}^2$ . Дальнейший рост мощности ВЧ колебаний сопровождается стабильностью МОК и даже некоторым его снижением, что, несомненно, определяется составляющими показателя. Кроме того, проведение ранговой корреляции выявляет положительную взаимосвязь МОК с общей вариабельностью и мощностью колебаний в диапазонах спектра. Следовательно, увеличение регулирующих влияний на центральное кровообращение, сопровождающееся ростом вариабельности, способствует увеличению сердечного выброса.

У сельских девочек младшего школьного возраста при пошаговой регрессии выявляется зависимость МОК от ее общей вариабельности ( $\beta = 0,39$ ;  $p < 0,01$ ), что проявляется и положительной ранговой корреляцией, в том числе и с мощностью колебаний в диапазонах спектра.

Более высокая общая вариабельность, в основном, за счет мощности ОНЧ диапазона выявляется у сельских мальчиков, что свидетельствует о более высокой активности надсегментарных механизмов регуляции МОК и, в целом, кардиогемодинамики, по сравнению с городскими. Данное обстоятельство определяет то, что у сельских

Таблица 1

Временные характеристики минутного объема кровообращения у сельских и городских детей младшего школьного возраста

Возрастно-половая группа	ОМС МОК, л/мин <sup>2</sup>	ОНЧ МОК, л/мин <sup>2</sup>	НЧ МОК, л/мин <sup>2</sup>	ВЧ МОК, л/мин <sup>2</sup>
ГДМ (1) n = 267	1,72 ± 0,2	0,45 ± 0,07	0,56 ± 0,06	0,68 ± 0,11
СДМ (2) n = 196	1,76 ± 0,16	0,42 ± 0,05	0,62 ± 0,07	0,69 ± 0,06
ГММ (3) n = 318	1,39 ± 0,16	0,31 ± 0,05	0,49 ± 0,07	0,58 ± 0,05
СММ (4) n = 239	1,9 ± 0,2	0,53 ± 0,1	0,67 ± 0,08	0,68 ± 0,05
p1-2	–	–	–	–
p3-4	P < 0,05	P < 0,05	–	–
p1-3	–	–	–	–
p2-4	–	–	–	–

Примечание. ГДМ – городские девочки младшего школьного возраста; ГММ – городские мальчики младшего школьного возраста; СДМ – сельские девочки младшего школьного возраста; СММ – сельские мальчики младшего школьного возраста.

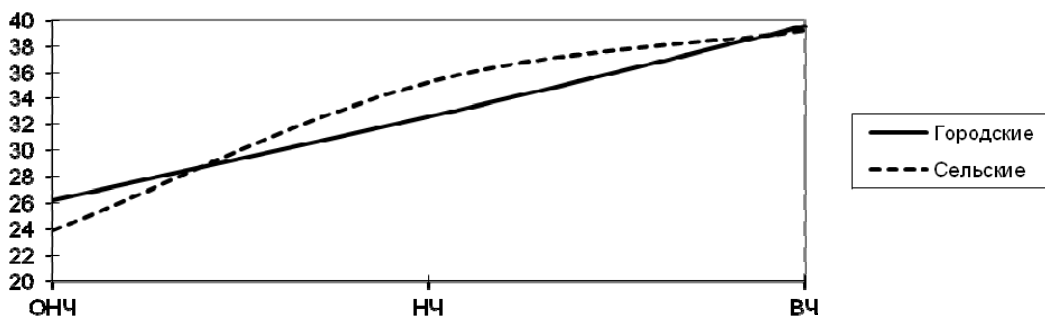


Рис. 1. Относительное распределение мощности колебаний МОК у сельских и городских девочек младшего школьного возраста

## Интегративная физиология

мальчиков младшего школьного возраста наблюдается более высокая относительная доля ОНЧ колебаний и низкая ВЧ, по сравнению с городскими мальчиками (рис. 2). При этом у последних преобладающим диапазоном является высокочастотный, а у сельских преобладает мощность НЧ и ВЧ колебаний.

У городских мальчиков проведение пошаговой регрессии и ранговой корреляции не выявляет ни зависимости МОК от мощности колебаний в диапазонах спектра, ни их взаимосвязи, что может свидетельствовать об уровне адаптированности детей и высокой значимости интракардиальных механизмов регуляции в покое. При этом у сверстников из села выявляется зависимость МОК от ВЧ колебаний ( $\beta = 0,69$ ;  $p < 0,02$ ) и положительная корреляционная взаимосвязь показателя с ее общей вариабельностью и мощностью колебаний в диапазонах спектра.

В табл. 2 представлены временные характеристики МОК у сельских и городских детей старшего школьного возраста.

Как видно из табл. 2, у мальчиков наблюдается более высокая общая вариабельность МОК, которая у городских определяется низко- и высокочастотным, а у сельских – всеми диапазонами спектра.

У девочек различий абсолютного и относительного распределения мощности в диапазонах не наблюдается. Кроме этого, не выявляется различий с временными характеристиками девочек младшего школьного возраста. Однако, несмотря на это, у городских девочек исчезает регрессионная зависимость МОК с временными характеристиками и их корреляционная взаимосвязь. Тогда как у сельских девочек обнаруживается зависимость показателя от его ОНЧ колебаний ( $\beta = 0,55$ ;  $p < 0,001$ ), а также корреляционная взаимосвязь с общей вариабельностью и мощностью колебаний в диапазонах спектра.

У мальчиков к старшему школьному возрасту наблюдается увеличение общей вариабельности МОК, что определяется всеми диапазонами спектра. В обеих группах наблюдается рост относительной доли ОНЧ колебаний, что у городских мальчиков сопровождается уменьшением мощности ВЧ диапазона. При этом если по абсолютной мощности колебаний МОК мальчики не различаются, то по относительному распределению у сельских – наблюдается более высокая доля ОНЧ колебаний. Проведение регрессионного анализа у мальчиков старшего школьного возраста выявляется зависимость ( $\beta = 1,38$ ;  $p < 0,01$  – у городских и  $\beta = 0,36$ ;  $p < 0,02$  – у сельских) МОК от мощности

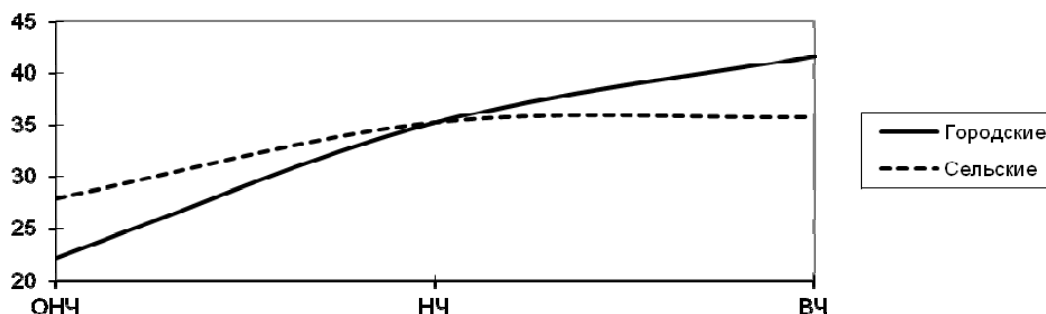


Рис. 2. Относительное распределение мощности колебаний МОК у сельских и городских мальчиков младшего школьного возраста

Таблица 2

Временные характеристики минутного объема кровообращения у сельских и городских детей старшего школьного возраста

Возрастно-половая группа	ОМС МОК, л/мин <sup>2</sup>	ОНЧ МОК, л/мин <sup>2</sup>	НЧ МОК, л/мин <sup>2</sup>	ВЧ МОК, л/мин <sup>2</sup>
ГДС (1) n = 273	1,51 ± 0,12	0,37 ± 0,06	0,5 ± 0,05	0,61 ± 0,04
СДС (2) n = 190	1,77 ± 0,19	0,51 ± 0,12	0,58 ± 0,06	0,66 ± 0,08
ГМС (3) n = 255	2,6 ± 0,34	0,73 ± 0,18	0,89 ± 0,14	0,96 ± 0,15
СМС (4) n = 192	3,43 ± 0,33	1,22 ± 0,19	1,06 ± 0,1	1,11 ± 0,06
p1–2	–	–	–	–
p3–4	–	–	–	–
p1–3	P < 0,003	–	P < 0,01	P < 0,03
p2–4	P < 0,0001	P < 0,002	P < 0,0001	P < 0,0001

Примечание. ГДС – городские девочки старшего школьного возраста; ГМС – городские мальчики старшего школьного возраста; СДС – сельские девочки старшего школьного возраста; СМС – сельские мальчики старшего школьного возраста.

ВЧ колебаний. Кроме того, в обеих группах мальчиков обнаруживается корреляционная взаимосвязь МОК с мощностью ВЧ колебаний ( $r = 0,34$ ;  $p < 0,01$  у городских и  $r = 0,37$ ;  $p < 0,02$  у сельских), а у сельских еще и с ОНЧ ( $r = 0,33$ ;  $p < 0,05$ ) и общей вариабельностью ( $r = 0,35$ ;  $p < 0,03$ ). Следовательно, у городских мальчиков старшего школьного возраста высокая роль в регуляции МОК отводится парасимпатической нервной системе. Однако, несмотря на это, у городских мальчиков по относительной доле мощности преобладают НЧ и ВЧ колебания, а у сельских – ОНЧ.

Следовательно, анализ временных характеристик МОК показывает, что у сельских и городских детей школьного возраста как возрастнo-половые особенности активности уровней регуляции центрального кровообращения, так и различия, связанные с условиями места проживания. В частности, для девочек обеих возрастных групп характерно преобладание влияний ВНС на минутный объем кровообращения и центральное кровообращение в целом. При этом если для девочек младшего школьного возраста характерна положительная взаимосвязь активности уровней регуляции с показателем, то у городских девочек мощность колебаний не коррелирует с величиной МОК, что может определяться значимостью внутрисердечных механизмов регуляции. Данное обстоятельство подтверждается и отсутствием регрессионной зависимости МОК с временными характеристиками в старшем школьном возрасте, тогда как у сельских девочек к данному возрасту проявляется зависимость показателя от мощности ОНЧ колебаний. Учитывая, что очень низкочастотный диапазон тесно связан с надсегментарными и симпатoadреналовыми механизмами регуляции кровообращения, то, можно полагать, о напряжении механизмов регуляции центральной гемодинамики у сельских девочек в период полового созревания.

Для мальчиков в младшем школьном возрасте характерно преобладание сегментарных механизмов регуляции МОК. Однако, только у сельских мальчиков наблюдается функциональная связь показателя с активностью уровней регуляции, что, видимо, определяется вкладом внутрисердечных механизмов и свидетельствует о более высоком уровне адаптированности городских мальчиков в данном возрасте. При этом к старшему школьному возрасту наблюдаются значимые изменения структуры регуляции центрального кровообращения. В частности, наблюдается рост общей вариабельности МОК, сопровождающийся увеличением относительной доли ОНЧ колебаний более выраженный у сельских мальчиков и сопровождающийся регрессионной зависимостью показателя от них, что также как у девочек может определяться напряжением в системе регуляции кардиогемодинамики в период полового созревания.

**Заключение.** Таким образом, исследования показывают, что вариабельность минутного объема

кровообращения, являющаяся маркером активности уровней регуляции центральной гемодинамики, тесно коррелирует не только с возрастнo-половыми особенностями детей, но и физиологическими демографическими условиями проживания.

### Литература

1. Баевский, Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма в космической медицине / Р.М. Баевский // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 2. – С. 70–82.
2. Баранов, А.А. Состояние здоровья детей и подростков в современных условиях: проблемы, пути решения / А.А. Баранов // Рос. педиатр. журнал. – 1998. – № 1. – С. 5.
3. Вариабельность ритма сердца: представления о механизмах / С.А. Котельников, А.Д. Ноздрачев, М.М. Одинак и др. // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 1. – С. 130–143.
4. Навакатилян, А.О. Возрастная работоспособность умственного труда / А.О. Навакатилян, В.В. Крыжановская. – Киев: Здоров'я, 1979. – 207 с.
5. Онищенко, Г.Г. Актуальные санитарно-гигиенические задачи сохранения и укрепления здоровья детей и подростков / Г.Г. Онищенко // Дет. доктор. – 2001. – № 2. – С. 13–18.
6. Прогностическая значимость адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы у детей 10–11 лет / М.В. Антропова, Г.В. Бородкина, Л.М. Кузнецова и др. // Физиология человека. – 2000. – Т. 26, № 1. – С. 56–61.
7. Рагозин, А.Н. Информативность спектральных показателей вариабельности сердечного ритма / А.Н. Рагозин // Вестник аритмологии. – 2001. – № 22. – С. 38–40.
8. Сабирьянов, А.Р. Медленноволновые колебания показателей кровообращения у детей: моногр. / А.Р. Сабирьянов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 115 с.
9. Чмиль, И.Б. Состояние соматических функций и физического развития детской сельской популяции Центральной Сибири / И.Б. Чмиль, Л.Н. Медведев, Л.Л. Леготина // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2004. – Т. 90, № 8, ч. 2. – С. 315–316.
10. Cohen, G.J. Physiological investigation of vascular response variability / G.J. Cohen, A. Silverman // Psychosom. Res. – 1959. – Vol. 3. – P. 185–210.
11. 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. – Vol. 93. – P. 1043.
12. Hokefelf, T. Neuropeptides in perspective the last ten years / T. Hokefelf // Neuron. – 1991. – № 7. – P. 867–879.
13. Malik, M. Heart rate variability / M. Malik // Curr. Opin Cardiol. – 1998. – Vol. 13, № 1. – P. 36–44.

**Сабирьянова Е.С.**, доктор медицинских наук, профессор кафедры адаптивной физической культуры и медико-биологической подготовки, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), lfksar@mail.ru.

**Сабирьянов А.Р.**, доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой медицинской реабилитации и спортивной медицины, Южно-Уральский государственный медицинский университет (Челябинск), lfksar@mail.ru.

**Епишев В.В.**, кандидат биологических наук, доцент кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), tmfcs@mail.ru.

---

### PHYSIOLOGY-DEMOGRAPHIC FEATURES OF A FUNCTIONAL CONDITION OF LEVELS OF REGULATION OF THE CENTRAL BLOOD CIRCULATION OF RURAL AND CITY CHILDREN OF SCHOOL AGE

*E.S. Sabiryanova, A.R. Sabiryarov, V.V. Epishev*

In clause physiology -demographic features of a functional condition of levels of regulation of the central blood circulation of rural and city children of school age are analyzed. It is shown, that variability of minute volume of the blood circulation, being a marker of activity of levels of regulation cardiogemodynamic closely correlates with age-sexual features of children and physiology-demographic conditions of residing.

*Keywords: rural and city children, minute volume of blood circulation, variability.*

**Sabiryanova E.S.**, Doctor of Medical Sciences (Grand MD), Professor of the Department of Adaptive Physical Culture and Medicobiological Training, South Ural State University (Chelyabinsk), lfksar@mail.ru.

**Sabiryarov A.R.**, Doctor of Medical Sciences (Grand MD), Professor, Managing Chair of the Medical Rehabilitation and Sports Medicine, South Ural State Medical University (Chelyabinsk), lfksar@mail.ru.

**Epishev V.V.**, Candidate of Biological Sciences (PhD), Associate Professor of the Department of Theory and a Technique of Physical Training and Sports, South Ural State University (Chelyabinsk), tmfcs@mail.ru.

*Поступила в редакцию 30 апреля 2013 г.*