

5. Lakatta E.G., Maltsev V.A., Vinogradova T.M. A Coupled SYSTEM of intracellular  $Ca^{2+}$  Clocks and surface membrane voltage clocks controls the timekeeping mechanism of the hearts Pacemaker// *Circ.Res.* – 2010. – Vol. 106 (2). – P. 240-254.
6. Myslivecek J., Nováková M., Klein M. Receptor subtype abundance as a tool for effective intracellular signaling // *Cardiovasc Hematol Disord Drug Targets.* – 2008. – 8(1). – P. 66-79.
7. Salameh A., Krautblatter S., Baebler S., Karl S., Gomez D.R., Dhein S., Pfeiffer D. Signal transduction and transcriptional control of cardiac connexin43 Up-regulation after  $\alpha$ 1-adrenoceptor stimulation// *The Journal of Pharmacology and Experimental therapeutics, JPET.* – 2008. – Vol. 326. – P. 315-322.
8. Shannon R., Chaudhry M. Effect of alpha1-adrenergic receptors in cardiac pathophysiology// *Am Heart J.* – 2006. – Vol. 152(5). – P. 842 – 50.
9. Simpson, P. Lessons from knockouts: the alpha1-Ars. In: Perez DM, editor. *The Adrenergic Receptors in the 21<sup>st</sup> Century*// Totowa, New Jersey: Humana Press. – 2006. – P. 207 – 40.
10. Steinfath M., Chen Y.Y., Lavicky J., Magnussen O., Nose M., Ross-wag S., et al. Cardiac alpha 1-adrenoceptor densities in different mammalian species. *Br J Pharmacol.* – 1992. – Vol. 107(1). – P. 185–8.
11. Triposkiadis F., Karayannis G., Giamouzis G., Skoularigis J., Louridas G., Butler J. The sympathetic nervous system in heart failure physiology, pathophysiology, and clinical implications// *J Am Coll Cardiol.* – 2009. – Vol. 54(19). – P. 1747–62.
12. Zhu W.Z., Wang S.Q., Chakir K., Yang D., Zhang T., Brown J.H., et al. Linkage of beta1-adrenergic stimulation to apoptotic heart cell death through protein kinase A-independent activation of  $Ca^{2+}$ /calmodulin kinase II// *J Clin Invest.* – 2003. – Vol. 111(5). – P. 617–25.
13. Ziyatdinova N.I., Zefirov A.L., Zefirov T.L. Age-related peculiarities of the effect of alpha-adrenoceptor blockade on cardiac function in rats // *Bull Exp Biol Med.* – 2002. – 133(6). – P. 532-534.

14. Ziyatdinova N.I., Dementieva R.E., Fashutdinov L.I., Zefirov T.L. Blockade of different subtypes of  $\alpha_1$ -adrenoceptors produces opposite effect on heart chronotropy in newborn rats // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine.* – 2012. – Vol. 154. – P. 184-185.

**М.В.Шайхелисламова, Г.А.Назипова, Н.Б.Дикопольская,  
Г.А.Билалова**

*Казанский (Приволжский) федеральный университет*

### **ОСОБЕННОСТИ СРОЧНОЙ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА ШКОЛЬНИКОВ К ДОЗИРОВАННОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НА- ГРУЗКЕ**

**Актуальность.** Адаптация детей к дозированным физическим нагрузкам отличается относительной незрелостью и функциональной неустойчивостью, которые проявляются в физиологическом колебании гормонов и медиаторов, изменении чувствительности рецепторного аппарата тканей-мишеней (2). Соотношение функциональной активности желез внутренней секреции в условиях развертывания адаптационных реакций определяется исходным тонусом ВНС, возрастом и полом детей. При этом САС представляет собой нервное регуляторное звено, необходимое для запуска гуморального механизма приспособительных реакций, а гипофизарно-надпочечниковая система обеспечивает переход срочной адаптации в долговременную, предупреждая избыточные тканевые реакции на стресс (9).

Вегетативная неустойчивость, проявляющаяся в преобладании тонуса симпатического или парасимпатического отделов ВНС, свойственна подавляющему большинству современных детей (6), которых относят в группу условно здоровых, имеющих исчерпанный лимит адаптации и риск развития вегето-сосудистых дистоний (5). Своеобразие гемодинамических сдвигов, происходящих в организме детей



при адаптации к физической нагрузке, выраженная активация САС и быстро наступающее утомление (3) позволяют рассматривать ее в качестве стрессогенного фактора, повышающего риск развития вегетативных нарушений (10). Однако исследований, посвященных комплексному изучению реакций САС и КН на дозированную физическую нагрузку у детей с учетом исходного вегетативного тонуса, в литературе нами не обнаружено.

Всё вышесказанное определило актуальность, теоретическое и практическое значение исследования, позволило сформулировать его цель: комплексное изучение реакций симпат-адреналовой системы и коры надпочечников на дозированную физическую нагрузку у детей 7-15 лет с учетом исходного вегетативного тонуса.

**Организация и методы исследования.** В исследовании приняли участие мальчики и девочки 7-15 лет, обучающиеся в общеобразовательной школе №143 г. Казани, относящиеся к I и II группам здоровья. Исследование особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма проводилось по методу вариационной пульсометрии с использованием автоматизированного кардиопульмонологического комплекса «REACARD». При оценке исходного вегетативного тонуса (ИВТ) ориентировались на интегральный показатель, каким является индекс напряжения  $ИН = \frac{АМо}{2Мо} * ДХ$ : к симпатотоникам относили детей с ИН более 95 усл.ед., к нормотоникам - с ИН в пределах от 46,0 до 68,0 усл.ед., к ваготоникам - с ИН менее 46,0 усл.ед. (1). Функциональное состояние САС оценивали по содержанию А, НА, дофамина (ДА), а также ДОФА в суточной и порционной моче флуориметрическим методом (7) на приборе БИАН-130 (М-800). Состояние андрогенной и глюкокортикоидной функции КН изучали на основании экскреции с мочой 17-ОКС и 17-кетостероидов (17-КС). Для определения 17-КС использовался колориметрический метод Н.В. Самосудовой и Ж.Ж. Басс на основе реакции Циммермана с м-динитробензолом в модификации М.А.Креховой (4). Дозированная велоэргометрическая нагрузка задавалась в течение 3 минут на вело-

эргометре «Ритм» - ВЭ-05 (КИЕВ) в положении сидя и составляла 1,5 ватта на 1 кг массы тела.

**Результаты исследования.** Дозированная велоэргометрическая нагрузка вызывает существенные сдвиги в состоянии САС и КН, обеспечивающие необходимую мобилизацию энергетических ресурсов детского организма. Так, у детей 7 лет отмечается прирост экскреции А в пределах от 44,25% до 78,03% и НА - от 25,39% до 51,53% у мальчиков и девочек соответственно. Параллельно с этим увеличивается ДА при положительных сдвигах ДОФА. Независимо от ИВТ содержание 17-ОКС в порционной моче увеличивается у мальчиков в пределах 5,17%-34,03%, а у девочек - 18,86%- 30,91%, при этом интенсивность сдвига зависит от исходного уровня экскреции глюкокортикоидов - при минимальных значениях (у мальчиков и девочек в состоянии нормотонии) сдвиг более значителен, и наоборот. Выделение метаболитов андрогенов у детей 7 лет в ответ на тестирующую физическую нагрузку также возрастает, однако если прирост 17-КС у девочек составляет почти 60,00%, то у мальчиков он колеблется в пределах 12,92% - 44,63%. Это свидетельствует о больших потенциальных возможностях андрогенной функции КН у школьников в связи с более ранним ее созреванием (4,8). Обращают на себя внимание 7-летние мальчики с ваготоническим вариантом ИВТ, у которых прирост 17-ОКС после нагрузки составляет лишь 5,17%, а содержание 17-КС даже снижается на 79,45 нмоль/час, что сочетается с отсутствием положительной динамики в экскреции НА и ДА. Это подтверждает сделанный ранее вывод об астенизации организма мальчиков-ваготоников 7 лет (8). То есть, сдвиг вегетативного баланса в сторону ваготонии является показателем снижения резервных возможностей организма первоклассников.

У мальчиков 9 и 10 лет отмечается совершенствование реакций срочной адаптации САС и КН на физическую нагрузку динамического характера. Данный возраст расценивается нами как наиболее благоприятный период для формирования навыков двигательной актив-



ности - независимо от ИВТ наблюдается одновременное увеличение экскреции А, НА (от 52,10% до 60,00%), ДА (32,52% в среднем), 17-ОКС (от 30,07% до 68,70%). Причем, у мальчиков-ваготоников по сравнению с другими группами ИВТ сдвиг изучаемых показателей наибольший ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ ).

Иная картина наблюдается у школьников 14 и 15 лет. Сдвиги в состоянии вегетативного баланса и эндокринной регуляции, свойственные для пубертатного периода, являются провоцирующим фактором, выявляющим неустойчивость и низкую экономичность приспособительных реакций подростков. Так, у мальчиков в состоянии симпатикотонии экскреция НА возрастает на 46,00% и 71,54% ( $p < 0,05$ ), при этом уровень ДОФА имеет тенденцию к снижению (14 лет), а увеличение ДА не превышает 15,00%. Высокая мобилизационная готовность САС сопровождается неэкономным расходом ее функциональных резервов. У мальчиков 14 лет нами выявлены разнонаправленные сдвиги в экскреции 17-ОКС и 17-КС. Независимо от ИВТ имеет место увеличение экскреции 17-ОКС (от 35,85% до 49,85%), свидетельствующее о достаточной функциональной устойчивости глюкокортикоидной функции КН с максимумом прироста в группе ваготоников. Данный сдвиг в содержании глюкокортикоидов наблюдается на фоне снижения уровня экскреции андрогенов. Разнонаправленные сдвиги в содержании метаболитов глюкокортикоидов и андрогенов могут быть свидетельством отрицательной функциональной взаимосвязи между ними, которая доказывает возможность угнетения кортикостероидами процесса биосинтеза и экскреции андрогенов.

Таким образом, полученные данные могут свидетельствовать об особенностях белкового обмена в восстановительном периоде у подростков - изменение соотношения 17-КС и 17-ОКС в сторону преобладания последних указывает на преобладание катаболических процессов над анаболическими, а именно, на усиление катаболизма белков глюкокортикоидами и низкую эффективность переключения организма от состояния работы к восстановлению.

## Литература

1. Баевский, Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р.М. Баевский. М.: Медицина, 1979. - 295 с.
2. Безруких, М.М. Возрастная физиология / М.М. Безруких // М.: Педагогика, 2002. - 225 с.
3. Кмить, Г.В. Продолжительность отдельных фаз и периодов сердечного цикла в зависимости от типа автономной нервной регуляции сердечного ритма у детей 7-8 лет / Г.В. Кмить // Новые исследования Альманах, 2005. - № 1. - С. 78-83.
4. Колб, В.Г. Клиническая биохимия / В.Г. Колб, В.С. Камышников // Минск, 1976. - 222 с.
5. Курочкин, А.А. Особенности нейроциркуляторной дистонии у детей и подростков: автореф. дисс... докт. мед.наук - М. 2000. - 46 с.
6. Лушпа, Л.Г. Влияние различных режимов двигательной активности на показатели физического развития и параметры вегетативной регуляции сердечного ритма младших школьников: / Л.Г. Лушпа // Автореф. дис.... канд. биол. наук. Томск, 2002. - 23 с.
7. Матлина, Э.Ш. Обмен катехоламинов при физической нагрузке у человека и животных/Э.Ш. Матлина // Успехи физиологических наук, 1976. - Т.7. - № 2. - С.13-42.
8. Шайхелисламова, М.В. Взаимосвязь симпато-адреналовой системы, коры надпочечников и вегетативного тонуса у детей 7-9 летнего возраста / М.В. Шайхелисламова, А.А. Ситдикова, Ф.Г. Ситдинов // Физиология человека. - 2008. - Т. 34. - №2. - С.1-10.
9. Levy A. Physiological implications of pituitary trophic activity // Journal Endocrinol. - 2002. -V. 174. - N2.-P.147-155.
10. Nakamoto T. Variability of ventricular excitation interval does not reflect fluctuation in atrial excitation interval during exercise in humans: AV nodal function as stabilizer / Matsukawa K. // Journal Physiol Sci. - 2006. - V. 56. - N 1. - P. 67-77.