

## АДАПТАЦИЯ НАСОСНОЙ ФУНКЦИИ СЕРДЦА К МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Р.Р. Абзалов, Н.И. Абзалов, Р.А. Абзалов, А.А. Гуляков*

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия*

**Цель.** Комплексное изучение быстроты движений, скоростной выносливости, насосной функции сердца, умственной работоспособности, а также роли оксида азота (NO) в условиях адаптации организма к мышечным тренировкам различной интенсивности. **Организация и методы.** Исследованиями на людях устанавливали закономерности НФС, умственной работоспособности, а также физиологические свойства опорно-двигательного аппарата. Для изучения некоторых механизмов регуляции НФС нами проведены исследования на крысах по определению регуляторной роли оксида азота (NO). **Результаты.** Установлено, что с ростом спортивной подготовленности испытуемых показатели быстроты движений и скоростной выносливости увеличиваются, темп изменений зависит от характера и интенсивности выполняемых мышечных нагрузок. Умеренная мышечная нагрузка способствует более выраженному развитию количественных показателей умственной работоспособности. Тренировочный процесс на развитие выносливости создает условия для более энергоэффективного функционирования сердечно-сосудистой системы крыс по сравнению с животными, адаптированными к скорости движений. **Заключение.** Направления изменений содержания оксида азота (NO) в тканях тренированных крыс к скорости движений и общей выносливости в основном совпадают с ранее полученными нами закономерностями изменений концентрации норадреналина, ацетилхолина в тканях сердца у тренированных крыс.

**Ключевые слова:** насосная функция сердца, быстрота движений, скоростная выносливость, модели плавательных тренировок, оксид азота (NO).

**Введение.** Значительный вклад в развитие закономерностей адаптации сердечно-сосудистой системы внесли отечественные физиологи [2, 5, 9–11, 13, 17]. Механизмы адаптации насосной функции сердца к мышечным нагрузкам представляются важными для понимания закономерностей адаптационных процессов [3, 4, 14, 16].

Адаптация к двигательной деятельности насосной функции сердца имеет свои особенности в зависимости от интенсивности мышечных тренировок [1, 2, 12, 17]. Двигательная деятельность как важный фактор преобразования организма бывает направлена на развитие двигательных качеств выносливости, быстроты движений и скоростной выносливости. Согласно представлениям ряда физиологов, быстрота движений и скоростная выносливость имеют свои генотипические чувствительные периоды усиленного развития в пределах 9–16 лет [6, 8, 15]. Вместе с тем В.К. Бальсевич предсказал возможность интенсивного

развития быстроты движений и в других возрастных этапах филогенетического периода, однако, никто в исследованиях это не наблюдал.

**Цель.** Комплексное изучение быстроты движений, скоростной выносливости, насосной функции сердца, умственной работоспособности, а также роли оксида азота (NO) в условиях адаптации организма к мышечным тренировкам различной интенсивности.

**Организация и методы.** Исследованиями на людях устанавливали закономерности НФС, умственной работоспособности, а также физиологические свойства опорно-двигательного аппарата. Для изучения некоторых механизмов регуляции НФС нами проведены исследования на крысах по определению регуляторной роли оксида азота (NO).

**Результаты.** Нашими исследованиями выявлено, что у фехтовальщиков интенсивное развитие быстроты движений и скоростной выносливости наблюдается вплоть до

24-летнего возраста. На наш взгляд, это связано с тем, что у фехтовальщиков тренировочно-соревновательная деятельность преимущественно направлена на развитие быстроты движений. У данной категории спортсменов развитие быстроты движений в условиях мышечных тренировок не подавляется физическими упражнениями, направленными на формирование выносливости. Следовательно, филогенетический сенситивный период развития быстроты движений у фехтовальщиков продолжается до 24 лет.

Нами была разработана методика и создан компьютерно-аппаратный комплекс для исследования быстроты движений и скоростной выносливости. Имеющиеся литературные данные о скорости движений и скоростной выносливости получены в основном в условиях выполнения беговых заданий на дистанции 30, 60 и 100 м. При этом определяется только скорость прохождения дистанции, на которую влияет сила отталкивания ногами, но быстроту движений трудно выявить из этого сложного двигательного действия. Разработанный нами прибор-установка позволил определить показатели быстроты движений по количеству касаний рукой верхней и нижней платформ в максимальном темпе за 10 с. Это является показателем максимальной быстроты движений у испытуемых. У мастеров спорта среди фехтовальщиков показатели быстроты движений составили  $112,06 \pm 3,77$  касаний за 10 с, а у спортсменов третьего спортивного разряда  $88,03 \pm 2,08$  касаний. У лыжников эти показатели были на уровне  $105,00 \pm 3,08$  касаний у мастеров спорта и  $83,03 \pm 2,05$  касаний у спортсменов третьего спортивного разряда. У лыжников после 16-летнего возраста также продолжается процесс развития быстроты движений. Это обусловлено тем, что в современном лыжном спорте в режим тренировок включаются скоростно-силовые мышечные нагрузки, ибо у лыжников предусматриваются спринтерские соревнования на короткие дистанции. Нами установлено, что по мере роста спортивной подготовленности показатели быстроты движений и скоростной выносливости как у фехтовальщиков, так и у лыжников увеличиваются. Однако темп роста быстроты движений и скоростной выносливости зависит от характера и интенсивности выполняемых мышечных нагрузок.

Нами изучалась связь умственной работоспособности с двигательной деятельностью.

Изменения показателей количественных и качественных характеристик умственной работоспособности имеют перспективное значение для анализа и обдумывания организационных проблем тренировочного процесса. После выполнения тестового задания у фехтовальщиков качественные показатели умственной работоспособности оказались выше, чем у остальных спортсменов. А количественные показатели были высокими у лыжников. При этом напряженность выполнения мышечной нагрузки у лыжников была выше, чем у фехтовальщиков. Следовательно, количественные показатели умственной работоспособности развиваются при мышечной деятельности умеренной мощности.

Очевидно, режим мышечных тренировок по развитию быстроты движений способствует более выраженному развитию количественных показателей умственной работоспособности по сравнению с мышечными тренировками, направленными на развитие выносливости. Таким образом, умеренная мышечная деятельность оказывает положительное влияние на развитие умственной работоспособности у испытуемых.

Интересными представляются в этом плане изменения показателей насосной функции сердца у фехтовальщиков в условиях адаптации к скорости движений и скоростной выносливости, а у лыжников – к общей выносливости. Известно, что у лыжников в процессе мышечных тренировок, направленных на развитие выносливости, развивается брадикардия тренированности, гипертрофия миокарда и, как следствие, высокие показатели ударного объема крови и минутного объема кровообращения. У исследованных нами лыжников данные показатели насосной функции сердца менее выражены, чем приводимые в литературе данные [7]. Показатели насосной функции сердца фехтовальщиков значительно уступают данным лыжников. Величины частоты сердечных сокращений в покое сохраняются на более высоком уровне в пределах  $75,06 \pm 3,02$  уд./мин. Показатели ударного объема крови также невелики, следовательно, величина минутного объема кровообращения у фехтовальщиков обеспечивается в основном за счет высоких величин частоты сердечных сокращений. Данный факт исследователями трактуется как неэкономная регуляция деятельности сердца.

Проведенные нами исследования на кры-

сах, адаптированных к скорости движений в процессе плавательных тренировок, свидетельствуют о том, что у этих животных содержание оксида азота (NO) в тканях сердца, мышцах конечностей, печени больше, чем у крыс, тренированных по режиму развития выносливости [3]. Это создает условия для более экономного, эффективного функционирования сердечно-сосудистой системы тренированных к выносливости крыс, чем у адаптированных к скорости движений. Следовательно, в процессе адаптации организма к скорости движений изменения показателей насосной функции сердца менее выражены, чем у тренированных к выносливости.

Таким образом, направления изменений содержания оксида азота (NO) в тканях тренированных крыс к скорости движений и общей выносливости в основном совпадают с ранее полученными нами закономерностями изменений концентрации норадреналина, ацетилхолина в тканях сердца у тренированных крыс.

**Заключение.** В условиях адаптации организма к мышечным тренировкам, направленным на развитие скорости движений и выносливости, установлены увеличения показателей НФС в покое и рост умственной работоспособности. В подобных условиях происходит повышение содержания оксида азота (NO) в изученных нами органах крыс. Одновременно изменения исследованных нами физиологических свойств организма свидетельствуют о взаимозависимости и обусловленности их в процессе мышечной тренировки. Следовательно, очевидна роль оксида азота (NO) в регуляции адаптационных процессов при совершенствовании скорости движений и выносливости.

### Литература

1. Абзалов, Р.Р. Насосная функция сердца в контексте повышения эффективности скоростной выносливости спортсменов / Р.Р. Абзалов, Н.И. Абзалов, Т.К. Хасанов, Р.А. Абзалов // *Теория и практика физ. культуры*. – 2016. – № 1. – С. 16–18.
2. Абзалов, Р.А. Движение и развивающееся сердце / Р.А. Абзалов. – М.: МГПИ им. В.И. Ленина, 1985. – 95 с.
3. Абзалов, Р.Р. Особенности скоростной выносливости, умственной эффективности скоростной выносливости спортсменов / Р.Р. Абзалов, Н.И. Абзалов, Ю.С. Ванюшин, И.Р. Асхадуллин // *Теория и практика физ. культуры*. – 2016. – № 6. – С. 42–44.
4. Аршавский, И.А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития / И.А. Аршавский. – М.: Наука, 1982. – 270 с.
5. Баевский, Р.М. Исследование механизмов вегетативной регуляции кровообращения на основе ортостатического тестирования с использованием математического анализа ритма сердца / Р.М. Баевский // *Вестник Удмуртского ун-та*. – 1995. – № 3. – С. 13–20.
6. Бальсевич, В.К. Онтокинезиология человека / В.К. Бальсевич. – М.: Теория и практика физ. культуры, 2000. – 275 с.
7. Ванюшин, Ю.С. Адаптация сердечной деятельности и состояние газообмена у спортсменов к физической нагрузке / Ю.С. Ванюшин, Ф.Г. Ситдинов // *Физиология человека*. – 1997. – Т. 23, № 4. – С. 69–73.
8. Волков, В.М. Лонгитудинальные исследования скоростно-силовых показателей школьников 11–14 лет / В.М. Волков, А.В. Ромашев // *Теория и практика физ. культуры*. – 1998. – № 7. – С. 5–6.
9. Меерсон, Ф.З. Адаптация организма к большой нагрузке и сердечная недостаточность / Ф.З. Меерсон. – М.: Наука, 1975. – 263 с.
10. Нигматуллина, Р.Р. Клеточно-молекулярные механизмы функционирования и регуляции сердца / Р.Р. Нигматуллина. – Казань: КГМУ, 2004. – 100 с.
11. Парин, В.В. Современные проблемы физиологии и патологии нервной системы / В.В. Парин. – М.: Медицина, 1965. – 382 с.
12. Спортивная подготовка высококвалифицированных пловцов с поражением опорно-двигательного аппарата / Р.Р. Махмутова, Л.А. Бордукова, А.А. Строкин и др. // *Теория и практика физ. культуры*. – 2014. – № 4. – С. 5–7.
13. Фомин, Н.А. На пути к спортивному мастерству (адаптация юных спортсменов к физическим нагрузкам) / Н.А. Фомин, В.П. Филин. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 159 с.
14. Чинкин, А.С. Двигательная активность и сердце / А.С. Чинкин. – Казань: Изд-во КГУ, 1995. – 192 с.
15. Яруллин, Р.Х. Физические способности человека как генетически и социально обусловленные различия в проявлении его физических свойств / Р.Х. Яруллин // *Теория и практика физ. культуры*. – 1995. – № 7. – С. 39–40.

16. Klimt, F. *Drahtloze Herzschlagjregtre-guezmessung un kinder alser / F.Klimt // Das deutsche Elesund.* – 1964. – P. 381–385.

17. Erlikh, V.V. *Efficiency of competitive*

*activity depending on blood flow parameters in middle distance runners / V.V. Erlikh, A.P. Isaev, V.I. Zalyapin // Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kultury.* – 2015. – No. 8. – P. 24–26.

**Абзалов Рустем Ринатович**, кандидат биологических наук, доцент кафедры теории и методики физической культуры, спорта и лечебной физической культуры, Казанский (Приволжский) федеральный университет. 420008, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, 18. E-mail: 2902207@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4940-1502.

**Абзалов Наиль Ильясович**, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой теории и методики физической культуры, спорта и лечебной физической культуры, Казанский (Приволжский) федеральный университет. 420008, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, 18. E-mail: nailabzalov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8428-2724.

**Абзалов Ринат Абзалович**, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры теории и методики физической культуры, спорта и лечебной физической культуры, Казанский (Приволжский) федеральный университет. 420008, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, 18. E-mail: abzalov2004@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1422-3742.

**Гуляков Андрей Анатольевич**, старший преподаватель кафедры теории и методики физической культуры, спорта и лечебной физической культуры, Казанский (Приволжский) федеральный университет. 420008, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, 18. E-mail: aguliakov@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3010-3946.

*Поступила в редакцию 11 ноября 2017 г.*

---

DOI: 10.14529/hsm17s01

## ADAPTATION OF HEART PUMPING FUNCTION TO MUSCLE ACTIVITY

*R.R. Abzalov, 2902207@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4940-1502,*

*N.I. Abzalov, nailabzalov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8428-2724,*

*R.A. Abzalov, abzalov2004@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1422-3742,*

*A.A. Gulyakov, aguliakov@gmail.com, O ORCID: 0000-0002-3010-3946*

*Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russian Federation*

**Aim.** The aim of this article is to study movement quickness, speed endurance, heart pumping function, mental efficiency, and the role of nitric oxide (NO) in the conditions of body adaptation to muscular trainings of various intensity. **Materials and Methods.** By means of human studies, we established the consistent pattern of heart pumping function, mental efficiency, and physiological properties of the locomotor system. In order to study some regulation mechanisms of heart pumping function we conducted rat studies to define the regulatory role of nitric oxide (NO). **Results.** We found out that with the improvement of athletic performance the indices of movement quickness and speed endurance increase. Their rate of change depends on the character and intensity of muscular loads performed. Moderate muscular load contributes to more intense development of the quantitative indices of mental efficiency. The training process aimed at the development of endurance creates conditions for more energy efficient functioning of the cardiovascular system of rats in comparison with animals adapted to movement quickness. **Conclusion.** Changes in the nitric oxide (NO) content of the tissues of rats trained for movement quickness and general endurance mostly coincide with previously established consistent patterns of variation in norepinephrine and acetylcholine concentration in the heart tissues of trained rats.

**Keywords:** *heart pumping function, movement quickness, speed endurance, swim training models, nitric oxide (NO).*

### References

1. Abzalov R.R., Abzalov N.I., Khasanov T.K., Abzalov R.A. [Pumping Function of the Heart in the Context of Increasing the Efficiency of Speed Endurance Athletes]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2016, no. 1, pp. 16–18. (in Russ.)
2. Abzalov R.A. *Dvizhenie i razvivayushcheesya serdtse* [Movement and Developing Heart]. Moscow, MGPI named after V.I. Lenin Publ., 1985. 95 p.
3. Abzalov R.R., Abzalov N.I., Vanyushin Yu.S., Askhadullin I.R. [Features of High-Speed Endurance, Mental Efficiency of Speed Endurance Athletes]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2016, no. 6, pp. 42–44. (in Russ.)
4. Arshavskiy I.A. *Fiziologicheskie mekhanizmy i zakonomernosti individual'nogo razvitiya* [Physiological Mechanisms and Patterns of Individual Development]. Moscow, Science Publ., 1982. 270 p.
5. Baevskiy R.M. [Investigation of the Mechanisms of Vegetative Regulation of Blood Circulation Based on Orthostatic Testing Using Mathematical Analysis of the Rhythm of the Heart]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta* [Bulletin of the Udmurt University], 1995, no. 3, pp. 13–20. (in Russ.)
6. Bal'sevich V.K. *Ontokineziologiya cheloveka* [Ontokinesiology of Man]. Moscow, Theory and Practice of Physical Culture Publ., 2000. 275 p.
7. Vanyushin Yu.S., Sitdikov F.G. [Adaptation of Cardiac Activity and the State of Gas Exchange in Athletes for Physical Exertion]. *Fiziologiya cheloveka* [Physiology of Man], 1997, vol. 23, no. 4, pp. 69–73. (in Russ.)
8. Volkov V.M., Romashev A.V. [Longitudinal Studies of Speed-Strength Indicators of Schoolchildren Aged 11–14]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 1998, no. 7, pp. 5–6. (in Russ.)
9. Meerson F.Z. *Adaptatsiya organizma k bol'shoy nagruzke i serdechnaya nedostatochnost'* [Adaptation of the Body to a Large Load and Heart Failure]. Moscow, Science Publ., 1975. 263 p.
10. Nigmatullina R.R. *Kletochno-molekulyarnye mekhanizmy funktsionirovaniya i regulatsii serdtsa* [Cellular-Molecular Mechanisms of Cardiac Function and Regulation]. Kazan', 2004. 100 p.
11. Parin V.V. *Sovremennye problemy fiziologii i patologii nervnoy sistemy* [Modern Problems of Physiology and Pathology of the Nervous System]. Moscow, Medicine Publ., 1965. 382 p.
12. Makhmutova R.R., Bordukova L.A., Strokin A.A., Rumyantseva E.R., Makina L.R. [Sports Training of Highly Skilled Swimmers with Musculoskeletal Injuries]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2014, no. 4, pp. 5–7. (in Russ.)
13. Fomin N.A., Filin V.P. *Na puti k sportivnomu masterstvu (adaptatsiya yunyh sportsmenov k fizicheskim nagruzkam)* [On the way to Athletic Skill (Adaptation of Young Athletes to Physical Loads)]. Moscow, Physical Training and Sports Publ., 1986. 159 p.
14. Chinkin A.S. *Dvigatel'naya aktivnost' i serdtse* [Motor Activity and Heart]. Kazan', 1995. 192 p.
15. Yarullin R.Kh. [Physical Abilities of Man as Genetically and Socially Conditioned Differences in the Manifestation of His Physical Properties]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 1995, no. 7, pp. 39–40. (in Russ.)
16. Klimt F. Drahtloze Herzschlagjregtreguezmessung un Kinder Alser. *Das Deutsche Elesund.* 1964, pp. 381–385.
17. Erlikh V.V., Isaev A.P., Zalyapin V.I. Efficiency of competitive activity depending on blood flow parameters in middle distance runners. *Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kul'tury*, 2015, No. 8, pp. 24–26.

Received 11 November 2017

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Адаптация насосной функции сердца к мышечной деятельности / Р.Р. Абзалов, Н.И. Абзалов, Р.А. Абзалов, А.А. Гуляков // Человек. Спорт. Медицина. – 2017. – Т. 17, № 5. – С. 7–11. DOI: 10.14529/hsm17s01

### FOR CITATION

Abzalov R.R., Abzalov N.I., Abzalov R.A., Gulyakov A.A. Adaptation of Heart Pumping Function to Muscle Activity. *Human. Sport. Medicine*, 2017, vol. 17, no. 5, pp. 7–11. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm17s01