

ОСОБЕННОСТИ СПОРТИВНО-ТРЕНИРОВОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА К БЫСТРОТЕ ДВИЖЕНИЙ И СКОРОСТНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ

Р.Р. Абзалов, Н.И. Абзалов, Р.А. Абзалов

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

Цель. Исследование формирования процесса утомления и показателей сердечного выброса при адаптации организма к спортивным нагрузкам различного характера. **Материалы и методы.** Исследовали особенности процесса утомления и адаптации организма к скоростной выносливости и быстроте движений в процессе физических нагрузок различной интенсивности у спортсменов-фехтовальщиков и лабораторных животных. С помощью компьютеризированного комплекса регистрировали быстроту движений и скоростную выносливость фехтовальщиков различного уровня физической подготовленности в процессе выполнения дозированного тестового физического задания. Лабораторным крысам различного уровня тренированности вводили агонист 5-HT₂ серотониновых рецепторов и изучали сдвиги показателей сердечного выброса. **Результаты.** Показатели насосной функции сердца при адаптации организма к выносливости более выражены, чем при тренировке к быстроте движений и скоростной выносливости. Значения минутного объема кровообращения у крыс, тренированных к быстроте движений, при введении агониста 5-HT₂ серотониновых рецепторов более выражены, чем при тренировке на выносливость. **Заключение.** Адаптация организма к мышечным тренировкам, направленным на развитие быстроты движений, способствует увеличению показателей сердечного выброса в покое, чем у адаптированных на общую выносливость. На ранних этапах развития организма влияние серотонина более выражено на насосную функцию сердца, когда другие механизмы регуляции еще так не проявляются.

Ключевые слова: мышечная нагрузка, утомление, быстрота движений, скоростная выносливость, показатели сердечного выброса.

Введение. Во время мышечной нагрузки появляется утомление организма. Это характеризуется снижением частоты или темпа двигательной деятельности, поэтому определение начала процесса утомления имеет важное значение для установления напряженности мышечной нагрузки во время тренировочной деятельности спортсменов [1, 3, 4].

Согласно данным в литературе, сенситивный период развития быстроты движений у фехтовальщиков составляет возраст 11–16 лет [2]. Но наши исследования показали, что у них наблюдается развитие и до 24 лет.

Адаптация к физическим нагрузкам развивается в двух основных направлениях: закономерности адаптации к двигательной деятельности в условиях выполнения физических нагрузок, направленных на развитие скоростной выносливости и быстроты движений, и адаптации к общей выносливости [5]. Одним из адаптационных процессов организма является развитие утомления. Утомление проявляется в снижении темпов (частоты) выполнения мышечной нагрузки.

Наши исследования открывают большие возможности для регуляции мышечной деятельности, активизируя или подавляя функциональную активность синапсов, позволяет контролировать процесс утомления в организме, а также развития быстроты движений и общей выносливости. Ранее быстрота движений и скоростная выносливость в основном исследовались у спортсменов в процессе беговых заданий на короткие дистанции, пока не проявлялся эффект утомления. Но в таком случае мы больше имеем дело со скоростью прохождения дистанции, которая зависит от силы отталкивания и от частоты движения ног.

Для изучения механизмов процессов адаптации организма к быстроте движений и скоростной выносливости, а также механизмов регуляции насосной функции сердца при выполнении физических нагрузок, направленных на развитие скоростной выносливости и быстроты движений, были разработаны специальные режимы плавательных тренировок лабораторных животных. Все это опреде-

лило наши исследования, которые состояли в изучении закономерностей и механизмов адаптации организма к мышечной деятельности в условиях выполнения мышечных нагрузок, направленных на развитие скоростной выносливости и быстроты движений.

Цель: исследование формирования процесса утомления и показателей сердечного выброса при адаптации организма к спортивным нагрузкам различного характера.

Организация и методы. В исследовании принимали участие спортсмены-фехтовальщики, также проводились эксперименты на лабораторных крысах различной возрастной периодизации и различной двигательной активности.

Для определения быстроты движений и скоростной выносливости был разработан и апробирован компьютеризированный измерительный комплекс. Дозированная мышечная нагрузка в виде тестового задания у спортсменов-фехтовальщиков выполнялась в течение 10 с. За это время процесс утомления в организме не наступает.

Что касается лабораторных животных, то плавательные тренировки проводили 4 раза

в день, начиная с 21-суточного возраста, и продолжались до 100 суток жизни. Продолжительность каждой плавательной нагрузки крыс составляла 3 минуты и с 3-минутным отдыхом между сеансами. Для развития тренированности крысам на спину подвешивали груз от 5 до 16 % от массы животного. Изменения значений частоты сердечных сокращений, ударного объема крови, минутного объема кровообращения у крыс 21-, 70- и 100-суточного возраста оценивали после введения 3 доз (1, 10, 30 мкг/кг) агониста 5-HT₂ серотониновых рецепторов.

Результаты и обсуждение. Как известно, развитие быстроты движений и общей выносливости находится в обратно-пропорциональной зависимости. У спортсменов-фехтовальщиков было установлено, что с ростом спортивной подготовленности темпы развития быстроты движений, которые определялись по максимальному количеству касаний сенсоров прибора-установки за 10 с, уменьшаются, хотя и абсолютные величины быстроты движений увеличиваются. Результаты показателей быстроты движений спортсменов-фехтовальщиков приведены в табл. 1.

Таблица 1
Table 1

Показатели быстроты движений и скоростной выносливости у фехтовальщиков (юношей) различной спортивной квалификации
Quickness of movements and speed endurance values in male fencers of different competitive levels

| Спортивный разряд, звание Competitive level | Максимальное количество касаний за 10 с (раз) Max number of touches per 10 s | Количество касаний для определения тестового задания 75 % от max (раз) Number of touches to detect a test task 75 % from max | Время выполнения тестового задания в установленном темпе (с) Time of a test task at specified pace (s) | Максимальное количество касаний в установленном темпе (раз) Max touches at specified pace | Коэффициент эффективности скоростной выносливости (усл. ед.) Coefficient of speed endurance performance (c.u.) |
|--|---|---|---|--|---|
| 3-й разряд 3rd rank | 88,00 ± 2,03 | 66,00 ± 3,51 | 16,83 ± 0,81 | 92,66 ± 6,06 | 1,40 ± 0,03 |
| 1-й разряд 1st rank | # 97,00 ± 3,05 | 72,75 ± 3,00 | 17,83 ± 0,61 | # 121,52 ± 5,39 | # 1,68 ± 0,06 |
| КМС Candidate for Master of Sport | #▲ 110,00 ± 3,03 | # 82,50 ± 3,91 | # 19,00 ± 0,42 | #▲ 143,33 ± 3,81 | # 1,73 ± 0,06 |
| МС Master of Sport | #▲ 112,00 ± 3,77 | #▲ 84,00 ± 3,38 | #▲■ 24,25 ± 0,77 | #▲■ 200,00 ± 6,94 | #▲■ 2,38 ± 0,05 |

Примечание: # – достоверность различий показателей в сравнении со спортсменами 3-го разряда (P < 0,05); ▲ – достоверность различий показателей в сравнении со спортсменами 1-го разряда (P < 0,05); ■ – достоверность различий показателей в сравнении с кандидатами в мастера спорта (P < 0,05).

Note: # – statistically significant differences compared to 3rd rank athletes (P < 0.05); ▲ – statistically significant differences compared to 1st rank athletes (P < 0.05); ■ – statistically significant differences compared to Candidates for Master of Sport (P < 0.05).

Таблица 2
Table 2

Показатели минутного объема кровообращения крыс, подверженных различным режимам плавательных тренировок, после введения агониста 5-HT₂ серотониновых рецепторов (мл/мин)
Cardiac output in rats adapted to different swimming load after the use of 5-HT₂ receptor antagonist (ml/min)

| Возраст Age | 21 сутки 21 days | 70 суток 70 days | | | 100 суток 100 days | | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--|--|--------------------------------------|--|--|
| Группы крыс Rats | Конт-рольная группа Control group | Конт-рольная группа Control group | Тренирован. на развитие скорости Speed training group | Тренирован. на развитие выносливости Endurance training group | Конт-рольная группа Control group | Тренирован. на развитие скорости Speed training group | Тренирован. на развитие выносливости Endurance training group |
| До препаровки Before dissection | 33,53 ± 1,51 | * 99,12 ± 6,55 | * 104,33 ± 6,46 | * 107,49 ± 7,04 | * 102,83 ± 6,52 | * 109,79 ± 6,70 | * 110,51 ± 7,06 |
| 1-я доза на 6-й мин 1st dose at 6th min | ◇ 23,83 ± 1,42 | * 95,53 ± 6,73 | * 98,90 ± 6,22 | * 93,47 ± 6,99 | * 101,62 ± 6,83 | *◇ 91,94 ± 6,54 | * 91,30 ± 7,21 |
| 1-я доза на 10-й мин 1st dose at 10th min | ◇ 23,59 ± 1,47 | * 91,27 ± 6,51 | * 95,37 ± 6,01 | *◇ 86,34 ± 6,36 | * 98,52 ± 6,24 | *◇ 87,80 ± 6,03 | *◇ 84,49 ± 6,94 |
| 2-я доза на 6-й мин 2nd dose at 6th min | ◇▲■ 18,86 ± 1,36 | * 87,87 ± 5,49 | * 93,04 ± 5,95 | *◇ 85,53 ± 5,90 | * 95,50 ± 5,95 | *◇ 85,54 ± 5,88 | *◇ 79,20 ± 5,85 |
| 2-я доза на 10-й мин 2nd dose at 10th min | ◇▲■ 17,77 ± 1,30 | * 82,69 ± 5,74 | * 87,92 ± 5,89 | *◇ 81,02 ± 5,73 | * 92,56 ± 5,74 | *◇ 83,57 ± 5,73 | *○◇ 72,74 ± 5,93 |
| 3-я доза на 6-й мин 3rd dose at 6th min | ◇▲■ 16,82 ± 1,39 | *◇▲ 77,94 ± 5,65 | * 88,70 ± 5,38 | *◇ 77,48 ± 5,48 | * 89,02 ± 5,38 | *◇ 81,08 ± 5,55 | *◇ 77,14 ± 5,23 |
| 3-я доза на 10-й мин 3rd dose at 10th min | ◇▲■ 15,87 ± 1,29 | *◇▲■● 72,12 ± 5,44 | *◇ 86,79 ± 5,44 | *◇ 86,18 ± 5,39 | * 85,94 ± 5,41 | *◇ 79,25 ± 5,32 | *◇ 77,40 ± 4,99 |

Примечание: * – достоверность различий МОК в сравнении с 21-суточными крысами контрольной группы (p < 0,05); ○ – достоверность различий МОК в сравнении со 100-суточными крысами контрольной группы (p < 0,05); ◇ – достоверность различий МОК в сравнении с данными до препаровки (p < 0,05); ▲ – достоверность различий МОК в сравнении с данными при введении 1-й дозы на 6-й минуте (p < 0,05); ■ – достоверность различий МОК в сравнении с данными при введении 1-й дозы на 10-й минуте (p < 0,05); ● – достоверность различий МОК в сравнении с данными при введении 2-й дозы на 6-й минуте (p < 0,05).

Note: * – statistically significant cardiac output differences compared to 21-day rats of the control group (p < 0.05); ○ – statistically significant cardiac output differences compared to 100-day rats of the control group (p < 0.05); ◇ – statistically significant cardiac output differences compared to the data obtained before dissection (p < 0.05); ▲ – statistically significant cardiac output differences compared to the data obtained after 1st dose at 6th min (p < 0.05); ■ – statistically significant cardiac output differences compared to the data obtained after 1st dose at 10th min (p < 0.05); ● – statistically significant cardiac output differences compared to the data obtained after 2nd dose at 6th min (p < 0.05).

У спортсменов юношей-фехтовальщиков 3-го разряда показатель скорости движений равнялся 88,00 ± 2,03 касания за 10 с, у спортсменов 1-го разряда – 97,00 ± 3,05 касания, и разница в данных между этими разрядами ста-

тистически достоверна. У фехтовальщиков КМС этот показатель составил 110,00 ± 3,03 касания за 10 с, что также достоверно больше (p < 0,05), чем у спортсменов 1-го разряда. Самый высокий показатель скорости дви-

жений наблюдается у МС и равен $112,00 \pm 3,77$ касания за 10 с. Быстрота движений и скоростная выносливость, согласно нашим исследованиям на фехтовальщиках, продолжает развиваться вплоть до 24 лет. Это свидетельствует о характере выполнения мышечной нагрузки, которая оказывает влияние на формирование двигательного качества быстроты движений. В тренировочном процессе фехтовальщики используют в большей степени мышечные нагрузки на развитие быстроты движений и в меньшей степени – на развитие выносливости. Можно утверждать, что тренировочный процесс у фехтовальщиков стимулирует и поддерживает развитие быстроты движений.

Показатели частоты сердечных сокращений у крыс, тренированных на развитие быстроты движений, регистрируются на более высоком уровне по сравнению с показателями ЧСС крыс, тренированных на выносливость. Величины сократительной способности миокарда и как следствие – показатели ударного объема крови у крыс, тренированных на быстроту движений, в покое значительно меньше, чем у адаптированных на выносливость. Данные минутного объема кровообращения у крыс, адаптированных к скорости движений, оказались меньше, чем у животных, тренированных на выносливость. В условиях воздействия агониста серотониновых рецепторов на организм лабораторных животных показатели минутного объема кровообращения у крыс, подвергнутых различным режимам физических нагрузок, изменяются по-разному, что представлено в табл. 2.

Показатели минутного объема кровообращения у крыс зависят от возраста и характера мышечных тренировок: чем старше животное, тем выше данные МОК, особенно у тренированных на общую выносливость. Динамика показателей минутного объема кровообращения в виде их уменьшения у 100-суточных крыс, тренированных на развитие быстроты движений, оказалась менее выражена, чем эти же сдвиги у 100-суточных крыс, тренированных на развитие выносливости. В этом проявляется суть влияния различных режимов тренировочных нагрузок на реакцию показателей минутного объема кровообращения организма крыс при введении агониста 5-НТ2 рецепторов серотонина. Следовательно, регуляторное влияние серотонина на показатели минутного объема кровообращения с

возрастом у крыс уменьшается. Особенно реакцией показателей насосной функции сердца на введение агониста 5-НТ2 серотониновых рецепторов крысам является то, что на ранних этапах постнатального развития организма влияние серотонина на показатели насосной функции сердца значительно более выражено, чем в последующих возрастных этапах. Это значимо, так как на ранних этапах постнатального развития другие механизмы регуляции насосной функции сердца слабо развиты и влияние серотониновых рецепторов в организме для роста и развития миокарда существенно.

Заключение. В результате исследований нами было установлено, что сенситивный период развития быстроты движений у спортсменов-фехтовальщиков пролонгирован вплоть до 24 лет, хотя темпы ее развития снижаются, а абсолютные величины растут. В условиях тренировок фехтовальщиков быстрота движений не подвержена сильному подавлению, как это происходит в процессе спортивных тренировок, направленных на развитие общей выносливости в других видах спорта.

Выявлены определенные закономерности адаптации показателей насосной функции сердца при тренировке к скорости движений и скоростной выносливости по сравнению с адаптацией к общей выносливости. Регуляторное влияние серотонина на насосную функцию сердца более проявляется в период раннего постнатального развития организма.

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. Бальсевич, В.К. *Онтокинезиология человека* / В.К. Бальсевич. – М.: *Теория и практика физ. культуры*, 2000. – 275 с.
3. *Моделирование в системе адаптации и управления спортивной подготовкой* / А.П. Исаев, Р.Я. Абзалилов, В.В. Рыбаков и др. // *Человек. Спорт. Медицина.* – 2016. – Т. 16, № 2. – С. 42–51.
4. *Особенности скоростной выносливости, умственной деятельности и сократительной способности сердца спортсменов* / Р.Р. Абзалов, Н.И. Абзалов, Р.А. Абзалов и др. //

Теория и практика физ. культуры. – 2016. – № 6. – С. 42–44.

5. Yilmaz, D.C. *Adaptation of heart to training: a comparative study using echocardi-*

graphy impedance cardiography in male female athletes / D.C. Yilmaz, B. Buyukakilli, S. Gurgul, I. Rencuzogullari // Indian J. Med. Res. – 2013. – Vol. 137, no. 6. – P. 1111–1120.

Абзалов Рустем Ринатович, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры теории и методики физической культуры, спорта и лечебной физической культуры Института фундаментальной медицины и биологии, Казанский (Приволжский) федеральный университет. 420008, г. Казань, Кремлевская ул., д. 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 Института фундаментальной медицины и биологии, Казанский (Приволжский) федеральный университет. 420008, г. Казань, Кремлевская ул., д. 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 Института фундаментальной медицины и биологии, Казанский (Приволжский) федеральный университет. 420008, г. Казань, Кремлевская ул., д. 18. E-mail: abzalov2004@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1422-3742.

Поступила в редакцию 7 октября 2021 г.

DOI: 10.14529/hsm210411

SPORTS ACTIVITY AND ADAPTATION TO QUICKNESS OF MOVEMENTS AND SPEED ENDURANCE

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

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

Aim. The paper aims to examine fatigue and cardiac output under adaptation to training load. **Materials and methods.** The features of fatigue and adaptation to speed endurance and quickness of movements were examined in fencers and laboratory animals. The quickness of movements and speed endurance of fencers of different competitive levels were recorded under exercise conditions by means of an automated system. Laboratory rats of different physical fitness levels received 5-HT₂ receptor antagonist to identify changes in cardiac output. **Results.** The parameters of cardiac pump function are more pronounced under the conditions of adaptation to endurance training compared to speed and speed-endurance training. In case of the use of 5-HT₂ receptor antagonist, cardiac output values are more pronounced in rats adapted to speed training compared to rats adapted to endurance training. **Conclusion.** Body adaptation to speed training contributes to the increase in cardiac output at rest compared to endurance training. In early stages of development, the effect of serotonin on cardiac output is more pronounced as soon as other regulatory mechanisms remain less active.

Keywords: muscle load, fatigue, quickness of movements, speed endurance, cardiac output.

References

1. Abzalov R.R., Abzalov N.I., Khasanov T.K., Abzalov R.A. [The Pumping Function of the Heart in the Context of Increasing the Efficiency of Speed Endurance in Athletes]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2016, no. 1, pp. 16–18. (in Russ.)

2. Bal'sevich V.K. *Ontokineziologiya cheloveka* [Human Ontokinesiology]. Moscow, Theory and Practice of Physical Culture Publ., 2000. 275 p.

3. Isayev A.P., Abzalilov R.Ya., Rybakov V.V. et al. Modeling in the System of Adaptation and Management of Sports Training. *Human. Sport. Medicine*, 2016, vol. 16, no. 2, pp. 42–51. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm160204

4. Abzalov R.R., Abzalov N.I., Abzalov R.A., Vanyushin Yu.S., Askhadullin I.R. [Features of Speed Endurance, Mental Activity and Contractile Ability of the Heart of Athletes]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2016, no. 6, pp. 42–44. (in Russ.)

5. Yilmaz D.C., Buyukakilli B., Gurgul S., Rencuzogullari I. Adaptation of Heart to Training: a Comparative Study Using Echocardiography Impedance Cardiography in Male Female Athletes. *Indian J. Med. Res.*, 2013, vol. 137, no. 6, pp. 1111–1120.

Received 7 October 2021

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Абзалов, Р.Р. Особенности спортивно-тренировочной деятельности в условиях адаптации организма к скорости движений и скоростной выносливости / Р.Р. Абзалов, Н.И. Абзалов, Р.А. Абзалов // Человек. Спорт. Медицина. – 2021. – Т. 21, № 4. – С. 89–94. DOI: 10.14529/hsm210411

FOR CITATION

Abzalov R.R., Abzalov N.I., Abzalov R.A. Sports Activity and Adaptation to Quickness of Movements and Speed Endurance. *Human. Sport. Medicine*, 2021, vol. 21, no. 4, pp. 89–94. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm210411