

Агафонова М.Е., канд. бiol. наук, доцент (Институт повышения квалификации и переподготовки руководящих работников и специалистов физической культуры, спорта и туризма Белорусского государственного университета физической культуры)

## **КЛИНИКО-БИОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ В КОННОМ ТРОЕБОРЬЕ**

*В статье представлены результаты исследований по определению клинико-биохимических критерии функциональной подготовленности спортсмена-всадника в троеборье. На этапах годичной подготовки в 2007 г. многократно обследованы 12 спортсменов, специализирующихся в конном троеборье. В качестве критерии функциональной подготовленности выбраны 8 показателей крови, значения и динамика которых позволяют определить характер адаптационных изменений в организме на этапах подготовки и оценить уровень развития функциональных возможностей всадника.*

*Investigation results on determination of clinical biochemical criteria of functional preparedness of a horseman in triathlon are presented in the article. 12 athletes specialized in equestrian triathlon were multiply examined on the stages of a yearly training course in 2007. 8 blood indices were chosen as functional preparedness criteria. Their values and dynamics allow to determine the character of adaptation changes on the training stages and to assess the level of a horseman's functional possibilities.*

**Ключевые слова:** конное троеборье, всадник, физическая нагрузка, клинико-биохимические критерии, функциональная подготовленность, показатели крови.

**Введение.** Известно, что функциональная подготовленность спортсмена – это интегральный показатель, который определяется совокупностью различных свойств организма. В первую очередь, это способность кардиореспираторной системы обеспечивать работающие органы и ткани кислородом и энергосубстратами. Эффективность работы этой системы зависит от производительности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, объема и состава циркулирующей крови.

Анализ научных исследований в области спорта высших достижений свидетельствует,

что основу функциональной подготовленности спортсменов составляют морфофункциональные и метаболические сдвиги в организме, которые определяют экономичность работы кардиореспираторной системы, скорость развертывания биохимических реакций метаболизма на выполняемую физическую нагрузку [3, 4, 8, 9].

Для определения уровня функциональной подготовленности спортсмена и оценки адаптации организма к тренировочным и соревновательным нагрузкам отечественные и зарубежные специалисты в области спортивной физиологии рекомендуют определять состояние кардиореспираторной системы и реакцию кислородтранспортной функции крови в покое и после выполнения физических нагрузок различной направленности [2, 6, 7, 11]. Поэтому для определения динамики функциональной подготовленности организма на этапах годичной подготовки считается целесообразным определение показателей:

- дыхательной функции и реологических свойств крови;
- состояния метаболизма в сердце, печени и мускулатуре;
- состояния углеводного, жирового и белкового обмена веществ [5, 12].

Проведение таких исследований позволяет оценить функциональные изменения, которые развиваются в процессе спортивной тренировки и могут свидетельствовать об увеличении функциональных возможностей организма, указывать на переутомление, состояние переутренированности или начало заболевания.

Конное троеборье – это трехдневное комбинированное соревнование, которое требует от спортсменов оптимального функционального состояния и хорошо развитых технических навыков во всех видах конного спорта (рисунки 1–3).



Рисунок 1 – Соревнования по манежной езде



Рисунок 2 – Соревнования по полевым испытаниям



Рисунок 3 – Соревнования по конкуру

Тест по манежной езде состоит из комплекса упражнений на шагу, рыси и галопе, которые выполняются в соответствии со схемой в течение 4–5 мин. Время выполнения теста полевых испытаний определяется сложностью программы и составляет от 7 до 13 мин. За это время на дистанции от 3600 до 7400 м всадник совершает от 30 до 45 прыжков при скорости движения 520–570 м/мин. Тест по преодолению препятствий (конкур) выполняется при скорости движения 350–375 м/мин, при этом за норму времени 60–96 с на дистанции 350–600 м всадник преодолевает 13–16 препятствий.

На основании физиологической классификации и характеристики соревновательных упражнений в троеборье был определен характер физической нагрузки для всадника в троеборье по видам программы. Установлено, что стандартные ациклические движения характерны для спортсмена при выполнении упражнений и соревновательной программы манежной езды. При выполнении упражнений манежной езды всадником совершается динамическая и статическая работа аэробно-анаэробного характера умеренной и большой интенсивности. Ситуационные (нестандартные) движения характерны для всадников при выполнении программы полевых испытаний и конкура. При этом всадником выполняется динамическая и статическая работа субмаксимальной и максимальной интенсивности. Очевидно, что сложность соревновательных упражнений в троеборье обуславливает необходимость формирования высокого уровня функциональной подготовленности спортсмена.

Современная система спортивной подготовки в конном троеборье характеризуется значительными физическими и психоэмоциональными нагрузками и предъявляет высокие требования к функциональному состоянию организма атлета. Поэтому актуальным является определение

и оценка клинико-биохимических критериев функциональной подготовленности всадника в троеборье на этапах годичной подготовки.

**Организация и методы исследований.** В исследованиях приняли участие 12 всадников – членов национальной команды Республики Беларусь по конному троеборью в возрасте от 18 до 40 лет, из них 10 человек имели звание мастера спорта и 2 – мастера спорта международного класса.

В течение 2007 г. было проведено 6 обследований до и после выполнения физической нагрузки на 6 этапах подготовки [10].

Для определения критериев функциональной подготовленности всадника в троеборье исследования проводились в покое и после выполнения последнего теста. На подготовительном этапе подготовки в качестве тестирующих нагрузок были выбраны следующие виды тренировочных занятий:

- манежная езда (выполнение схемы соревновательного теста);
- полевые испытания (выполнение упражнений на шагу – 50 мин, рыси – 35 мин со скоростью движения 250 м/мин, галопе – 10 мин, 400 м/мин);
- преодоление препятствий (прохождение маршрута на дистанции 400 м с преодолением 10 препятствий высотой 100–110 см со скоростью движения 350 м/мин).

Тестирующей нагрузкой для всадников на предсоревновательном этапе подготовки была контрольная тренировка по каждому виду программы троеборья (манежная езда по схеме соревновательного теста, полевые испытания по укороченной программе, прохождение маршрута по конкуру). Для определения влияния соревновательной нагрузки на функциональное состояние всадников на соревновательном этапе подготовки исследования проводились в покое и после выполнения каждого вида программы выступления.

## МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

Были выбраны следующие методы исследования:

– биохимические. Биохимические показатели определяли в сыворотке крови общепринятыми в клинической практике методами с использованием спектрофотометра «SOLAR» (Беларусь) и стандартных наборов «Диакон ДС» (Россия);

– гематологические. Для исследования морфологических показателей крови использовали автоматический гематологический анализатор МЕК-6318 К (Nihon Kohden Corporation, Япония);

– математической статистики. Для оценки степени влияния изучаемого фактора (физической нагрузки) на выбранные показатели функционального состояния организма проводился дисперсионный анализ с определением критерия Фишера ( $F$ ) [13]. Для анализа расчетных значений критерия Фишера ( $F_{\text{расчет}}$ ) была определена степень свободы ( $v$ ), равная  $v_1=5$  и  $v_2=55$  для выборки ( $n=12$ ). Оценка достоверности полученных результатов проводилась при помощи критических значений ( $F_{\text{крит}}$ ), которые составляют для выборки ( $n=12$ )  $F_{\text{крит}}=2,38$  при  $p=95\%$  и  $F_{\text{крит}}=3,37$  при  $p=99\%$  [1].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В качестве клинико-биологических критериев функциональной подготовленности выбраны определенные показатели крови, значения и динамика которых позволяют определить характер адаптационных изменений на этапах подготовки и оценить уровень развития функциональных возможностей организма спортсмена:

– количество эритроцитов (RBC) и тромбоцитов (PLT), концентрация гемоглобина (HGB) и показатель гематокрита (HCT), которые характеризуют состояние дыхательной функции крови и ее реологические свойства;

– уровень обеспечения организма энергетическими субстратами – определяли по концентрации глюкозы и триглицеридов;

– показатели концентрации мочевины и количества лейкоцитов (WBC) для оценки соответствия объема и интенсивности выполняемых нагрузок уровню функциональной подготовленности спортсмена;

– показатель активности фермента креатинфосфокиназы (КФК) у спортсменов – позволял определить уровень развития скоростно-

силовых способностей и степень сбалансированности энергообменных процессов в скелетной мускулатуре;

– активность фермента лактатдегидрогеназы (ЛДГ) – показатель состояния метаболизма в скелетных мышцах;

– фермент аспартатаминотрансферазы (АСТ) – маркер мышечного переутомления и ухудшения процессов метаболизма в сердечной мышце;

– активность фермента аланинаминотрансферазы (АЛТ) – показатель состояния гепатобилиарной системы.

**Количественная оценка воздействия физической нагрузки на функциональное состояние организма всадника.** Степень влияния тренировочных и соревновательных нагрузок на динамику клинико-биохимических показателей крови и количественной оценки воздействия физической нагрузки на организм обследуемых всадников определялась при помощи однофакторного дисперсионного анализа в модификации для коррелированных данных. Расчеты проводились по результатам исследований показателей крови одних и тех же спортсменов ( $n=12$ ) после выполнения физической нагрузки на 6 этапах подготовки в течение года. Результаты дисперсионного анализа представлены в таблице.

Таблица – Степень влияния физической нагрузки на изменение гематологических и биохимических показателей крови всадников на этапах годичной подготовки

Показатели крови после нагрузки	Параметры дисперсионного анализа		
	критерий Фишера	степень влияния изучаемого фактора, %	P
	$F_{\text{расч}} (n=12)$	%	P
WBC, тыс/мкл	3,73	<b>23,02</b>	<b>&lt;0,01</b>
RBC, млн/мкл	2,40	13,12	<b>&lt;0,05</b>
HGB, г%	3,40	<b>17,37</b>	<b>&lt;0,01</b>
HCT, %	10,60	<b>33,62</b>	<b>&lt;0,01</b>
PLT, тыс/мкл	1,90	13,66	<b>&gt;0,05</b>
Мочевина, ммоль/л	3,00	18,92	<b>&lt;0,05</b>
Глюкоза, ммоль/л	1,40	10,09	<b>&gt;0,05</b>
ТГ, ммоль/л	1,00	6,75	<b>&gt;0,05</b>
КФК, Е/л	15,70	<b>56,02</b>	<b>&lt;0,01</b>
АСТ, Е/л	17,60	<b>56,22</b>	<b>&lt;0,01</b>
АЛТ, Е/л	14,00	<b>52,90</b>	<b>&lt;0,01</b>
ЛДГ, Е/л	12,90	<b>49,83</b>	<b>&lt;0,01</b>

С помощью дисперсионного анализа был проведен расчет критерия Фишера, который позволил количественно определить степень воздействия физической нагрузки на показатели крови, выбранные в качестве клинико-биохимических критериев функциональной подготовленности всадника.

Установлено, что для всадников общая вариация значений результатов гематологических и биохимических показателей крови достоверно объясняется ( $p<0,01$ ) воздействием физической нагрузки на 17,37 % для концентрации HGB, на 23,02 % для показателя WBC и на 33,62 % для уровня HCT (таблица).

Наиболее высокая степень влияния (от 49,83 до 56,22 %) физической нагрузки на общую вариацию значений ( $p<0,01$ ) достоверно отмечается для показателей ферментов ЛДГ, АЛТ, КФК и АСТ. Данные результаты математически подтверждают появление миогенного лейкоцитоза, повышение уровня гематокрита и гиперферментемию у всадников после выполнения физических нагрузок в троеборье.

**Заключение.** В качестве клинико-биохимических критериев функциональной подготовленности организма всадника определены следующие показатели крови:

- количество эритроцитов (RBC) и лейкоцитов (WBC);
- концентрация гемоглобина (HGB) и показатель гематокрита (HCT);
- активность ферментов аланинамино-трансферазы (АЛТ), лактатдегидрогеназы (ЛДГ), аспартатаминотрансферазы (АСТ) и креатинфосфокиназы (КФК).

При помощи дисперсионного анализа было доказано, что изменение выбранных клинико-биохимических показателей функциональной подготовленности организма ( $p<0,01$ ) достоверно объясняется влиянием физической нагрузки на организм.

Таким образом, определение выбранных клинико-биохимических критериев функциональной подготовленности спортсменов в динамике позволит оценить адаптацию организма к физическим нагрузкам, выявить факторы, лимитирующие работоспособность спортсмена, что в итоге позволит оптимизировать тренировочный процесс и повысить результативность соревновательной деятельности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агафонова, М.Е. Коррекция физического состояния спортивной пары «всадник – лошадь» в троеборье на основе оценки критериев функциональной подготовленности: автореф. дис. ... канд. бiol. наук / М.Е. Агафонова. – М.: ВНИИФК, 2009. – 24 с.
2. Белоцерковский, З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З.Б. Белоцерковский. – М.: Советский спорт, 2005. – 312 с.
3. Биохимические основы жизнедеятельности человека: учеб. пособие для студентов вузов / Ю.Б. Филиппович [и др.]. – М.: ВЛАДОС, 2004. – 407 с.
4. Биохимия мышечной деятельности / В.М. Волков [и др.]. – Киев: Олимпийская литература, 2000. – 504 с.
5. Верещако, Г.Г. Основы биохимического контроля в спорте: учеб.-метод. пособие / Г.Г. Верещако, А.И. Нехвядович, Э.М. Тайц. – Минск: БГОИФК, 1989. – 30 с.
6. Гаврилова, Е.А. Спортивное сердце. Стрессорная кардиомиопатия / Е.А. Гаврилова. – М.: Советский спорт, 2007. – 200 с.
7. Иорданская, Ф.А. Мониторинг здоровья и функциональная подготовленность высококвалифицированных спортсменов в процессе учебно-тренировочной работы и соревновательной деятельности / Ф.А. Иорданская, М.С. Юдинцева. – М.: Советский спорт, 2006. – 184 с.
8. Метаболизм в процессе физической деятельности / под ред. М. Харгривса. – Киев: Олимпийская литература, 1998. – 286 с.
9. Михайлов, С.С. Спортивная биохимия: учебник для вузов и колледжей физ. культуры / С.С. Михайлов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Советский спорт, 2006. – 260 с.
10. Разработать и внедрить систему комплексного контроля подготовленности спортивной пары в олимпийских видах конного спорта: отчет НИР (закл.) / НИИФКиС Респ. Беларусь; руководители темы: А.И. Бондарь, М.Е. Агафонова. – № ГР 20071460. – Минск, 2008. – 177 с.
11. Рыбина, И.Л. Особенности динамики гематологических и биохимических показателей крови у спортивной пары «всадник – лошадь» на различных этапах годичной подготовки / И.Л. Рыбина, М.Е. Агафонова, А.В. Ильютик // Сб. науч. тр. НИИФКиС Респ. Беларусь. – Минск, 2008. – Вып. 8. – С. 8–13.
12. Макарова, Г.А. Лабораторные показатели в практике спортивного врача: справ. руководство / Г.А. Макарова, Ю.А. Холявко. – М.: Советский спорт, 2006. – 200 с.
13. Основы математической статистики: учеб. пособие для ин-тов физ. культуры / под ред. В.С. Иванова. – М.: Физкультура и спорт, 1990. – 176 с.

11.11.2010