

УДК 796.325

С. М. Блоцкий, Н. Н. Царик

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА ВОЛЕЙБОЛИСТОВ

В статье представлены результаты исследования функционального состояния систем организма и механизмов энергообеспечения нагрузочной деятельности волейболистов, а также банк данных по исходному уровню функционального состояния организма волейболистов.

Это результаты значительно расширяют представления о значимости физической и функциональной подготовленности волейболистов в тренировочном процессе и могут быть использованы в научно-исследовательской работе в области физической культуры и спортивной тренировки, при планировании тренировочных нагрузок на основе учета данных индивидуальных показателей функционального состояния и механизмов задействования энергообеспечения основных систем организма.

Введение

Исследования вопросов подготовки волейболистов рассматриваются в трудах многих ученых (Аулик И. В., Мищенко В. С., Набатникова М. Я. и др.). Традиционно в сфере их внимания находятся вопросы развития физических качеств и тактической подготовки волейболистов. В последние десятилетия возрастает интерес к вопросам организации и реализации экспериментальной программы волейболистов, планирования тренировочного процесса, что помогает избежать стихийности и случайности в действиях, излишних затрат времени, низкого качества и плохих результатов работы, приоритетности развития физических качеств, функционального состояния организма. Среди данных вопросов представляется актуальным изучение вопроса функционального состояния организма волейболистов.

Цель работы – исследование функционального состояния систем организма и механизмов энергообеспечения нагрузочной деятельности волейболистов.

Предпринятое исследование функционального состояния систем организма и механизмов энергообеспечения нагрузочной деятельности волейболистов позволило установить факты, которые свидетельствуют о различном восприятии спортсменами одинаковых физических нагрузок. Оценка реакции организма на физическую нагрузку позволяет не только определить уровень функциональной подготовленности, но и выявить реализационные возможности энергетического потенциала высококвалифицированных волейболистов.

Практическая значимость состоит в обосновании методики тренировки волейболистов, основанной на соразмерности совершенствования значимых для спортивной результативности в волейболе физических способностей при учете исходного уровня начальной физической и функциональной подготовленности волейболистов, в определении соразмерности средств и методов спортивной тренировки с уровнем обеспечения энергетического потенциала.

Результаты исследования значительно расширяют представления о значимости физической и функциональной подготовленности в тренировочном процессе волейболистов и могут быть использованы в научно-исследовательской работе в области физической культуры и спортивной тренировки, при планировании тренировочных нагрузок на основе учета данных индивидуальных показателей функционального состояния и механизмов задействования энергообеспечения основных систем организма.

Результаты исследования и их обсуждение

Нагрузки предъявляют к организму спортсмена чрезвычайно большие требования и вызывают характерные изменения, связанные с адаптацией к ним. Вместе с тем при несоответствии нагрузок степени подготовленности спортсмена, при нарушениях режима и прочих факторах могут возникать пред- и патологические состояния. Для их выявления необходим детальный анализ субъективных показателей комплексного обследования, проводимого на различных этапах тренировочного процесса.

Совершенствование механизмов адаптации к физической нагрузке и мобилизации функциональных резервов организма возможно только при своевременном восстановлении функциональных возможностей мышечного аппарата и системы энергетического обеспечения организма [1].

Изучение функционального состояния спортсменов в большей степени дает представление о функционировании сердечно-сосудистой и дыхательной систем, о состоянии нейромоторного аппарата. Они могут в достаточной мере характеризовать динамику функциональной подготовленности волейболистов [2].

По результатам тестирования была составлена таблица 1 по пяти критериям функционального состояния волейболистов, а также было определено среднее арифметическое значение.

Таблица 1 – Показатели функционального состояния волейболистов (n = 50)

Статистические характеристики функционального состояния	Тесты и их численные значения				
	PWC_{170} (кг м/мин)	PWC_{170} (кг м/мин*кг)	МПК (л/мин)	МПК (мл/мин*кг)	ЛВРВ (мс)
Интервалы показателей					
Низкий	700–900	13,33–16,33	2,6–3,1	43,60–49,60	298–318
Ниже среднего	1000–1200	16,34–19,34	3,2–3,7	49,61–55,61	217–297
Средний	1300–1900	19,35–22,19	3,8–5,4	55,62–63,75	213–276
Выше среднего	2000–2200	22,20–25,20	5,5–6,0	63,76–69,76	172–212
Высокий	2300–2500	25,21–28,21	6,1–6,6	69,77–75,77	171–191
Среднее ариф. значение	1650	21,61	4,74	60,52	250

Для объективной оценки функционального состояния организма волейболистов применялся тест PWC_{170} и (кг м/мин) PWC_{170} (кг м/мин*кг). Анализ полученных результатов показывает, что средняя величина PWC_{170} составляла 1650 кг/мин. Существенное влияние на величину PWC_{170} оказывают особенности физического развития спортсмена и, в частности, его вес. Средняя величина PWC_{170} в пересчете на 1 кг веса волейболистов равнялась 21,61 кг м/мин*кг. Следует заметить, что относительная физическая работоспособность с увеличением веса тела не только не увеличивается, но даже имеет тенденцию к уменьшению. Результаты исследований по определению МПК л/мин и мл/мин*кг показывают, что величина максимального потребления кислорода колеблется в довольно широких пределах.

Изучение времени реакции выбора показывает, что ее стабилизация или сокращение характеризуют функциональное состояние подготовленности и могут служить критерием функциональной готовности и устойчивости нейромоторного аппарата волейболистов к соревновательной деятельности, так как оно является показателем скорости протекания нервных процессов, от которой зависит быстрота выполнения двигательной задачи в постоянно изменяющихся игровых ситуациях.

Соревновательная деятельность волейболистов характеризуется интенсивностью игровой ситуации и временем нахождения игрока на площадке. Данный временной отрезок определяется наибольшей гликолитической мощностью, связанной с интенсификацией анаэробного гликолиза и характеризуется чрезвычайно быстрым расходом энергетических источников в мышцах в единицу времени [1], [2].

Основной задачей тренировочной деятельности в данных условиях является соразмерность средств и методов спортивной тренировки с уровнем обеспечения энергетического потенциала [3].

В волейболе потенциал мышечных усилий определяется уровнем работоспособности, характеризующейся переменной степенью скорости и силы, которая выражается в интенсивности гидролиза АТФ и выделения энергии. Поэтому тренировочная деятельность должна быть направлена на повышение функциональных возможностей мышечного аппарата и системы энергообеспечения его работы [4].

Степень энергетических возможностей организма спортсмена характеризуется емкостью и мощностью биохимических процессов, проходящих в скелетных мышцах под воздействием нагрузок различной направленности. Общее количество АТФ, производимое за счет резервных возможностей той или иной системы, характеризует их емкость. Максимальное количество АТФ, производимое за единицу времени, является мощностью данной системы [1], [5].

Наряду с задачей повышения резервных возможностей выполнения двигательных действий различной направленности первостепенной задачей тренировочной деятельности является определение временных параметров восстановления энергетических компонентов в зависимости от индивидуальной реакции организма волейболистов на предлагаемую нагрузку и от характера игрового амплуа. Скорость энергетических компонентов зависит от скорости протекания аэробных процессов, определяемых величиной метаболической емкости организма [2].

Большинство технических приемов в волейболе требует проявления специальной силы [1], [4]. Так, для выполнения передачи сверху двумя руками необходим определенный уровень развития силы мышц кистей, подачи – силы мышц кисти, плечевого пояса и мышц туловища, нападающего удара – комплексное развитие силы мышц кисти, плечевого пояса, туловища и ног. Для эффективного применения технических приемов в игре волейболисту нужна так называемая взрывная сила – способность нервно-мышечной системы преодолеть сопротивление с высокой скоростью мышечного сокращения. Поэтому специальная силовая тренировка направлена, прежде всего, на воспитание скоростно-силовых способностей спортсмена.

Игра в волейбол с переменной интенсивностью при длительной (от 1,5 до 3 часов) быстроте и почти непрерывной реакции на изменяющуюся обстановку предъявляет высокие требования к выносливости как к одному из важнейших физических качеств, необходимых для игры.

Специальная выносливость объединяет скоростную, прыжковую и игровую выносливость. Она зависит от уровня общей выносливости, подготовленности опорно-двигательного аппарата, от силы психических процессов (например, умения терпеть), от экономичности спортивной техники [2], [4].

Оценка индивидуально-типологических особенностей энергетической деятельности осуществлялась в зависимости от приоритетного развития физических качеств. Были выявлены различия между игроками, у которых преобладают скоростно-силовые качества (группа А), а вторая группа (Б) характеризуется специальной выносливостью восприятия компонентов нагрузочной деятельности и степенью расходования энергоресурсов организма в зависимости от характера выполняемой физической нагрузки.

Наиболее характерные различия в резерве энергообеспечения между игроками группы А, у которых преобладают скоростно-силовые качества, и игроками второй группы (Б) со специальной выносливостью наблюдаются в показателях алактатной (креатинфосфатной) и гликолитической емкости. Волейболисты группы А значительно превосходят волейболистов группы Б в резервных возможностях энергообеспечения скоростного компонента движения, позволяющего выполнять игровые действия на высокой скорости и поддерживать высокую скорость движения. У игроков группы Б резерв энергообеспечения в гликолитической зоне более высок, нежели у нападающих, что дает возможность выполнять нагрузки в режиме субмаксимальной мощности более длительное время при различном уровне интенсивности и характере игровой ситуации (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика энергетических компонентов обеспечения нагрузочной деятельности волейболистов

Показатели	Группа А	Группа Б	t-критерий	Достоверность различий t / P
креатинфосфатная емкость (%)	48,4 ± 1,12	44,8 ± 5,15	2,612	P < 0,05
гликолитическая емкость (%)	32,28 ± 2,36	37,3 ± 1,81	3,605	P < 0,05
аэробная емкость (%)	48,38 ± 4,34	47,27 ± 3,45	0,425	P > 0,05
аэробный индекс (%)	28,86 ± 4,11	26,47 ± 3,16	0,983	P > 0,05
анаэробный фонд (у.е.)	137,4 ± 18,38	120,17 ± 9,05	1,836	P > 0,05
относительный МПК (мл/мин/кг)	58,8 ± 7,8	65,75 ± 9,5	1,175	P > 0,05
PWC ₁₇₀ (кГм/мин/кг)	21,38 ± 3,44	24,47 ± 3,92	1,240	P > 0,05

На основании балльной шкалы оценок функционального состояния и физической подготовленности волейболистов был выявлен характер различий между игроками группы А и группы Б. В частности, по уровню аэробной работоспособности (показатели теста PWC₁₇₀) и аэробной производительности (показатели максимального потребления кислорода (МПК)) игроки группы Б превосходят игроков группы А. Это свидетельствует о наиболее существенном преимуществе игроков группы Б по эргометрическим критериям и степени задействования механизмов энергообеспечения. Кроме того, результаты тестирования максимальной анаэробной производительности, характеризующие уровень специальной работоспособности и энергетические возможности реализации скоростно-силового потенциала волейболистов (Wingate-тест), свидетельствуют о более низком пределе продолжительности анаэробной работы у волейболистов группы А по сравнению с игроками группы Б.

Характер типологических различий активизации механизмов энергообеспечения волейболистов различного игрового амплуа свидетельствует о наиболее высокой креатинфосфатной емкости игроков группы А. Преимущество в мощности отталкивания в тесте «выпрыгивание вверх» волейболистов группы А перед волейболистами группы Б дает основание предположить, что более высокая скорость начального момента при стартовом ускорении, обеспечивающая максимальный характер взрывных усилий, способствует наилучшему выполнению игровых действий при быстром изменении игровых ситуаций.

Высокий уровень гликолитической емкости у игроков группы Б предопределяет степень поддержания более высокого уровня скоростных и силовых показателей игровой деятельности во времени.

Сравнительный анализ креатинфосфатного и гликолитического механизмов энергообеспечения и уровня проявления соответствующих физических качеств в педагогических тестах позволил выявить характер взаимосвязи энергетической производительности организма и функционирования скелетных мышц при выполнении физических нагрузок заданной направленности.

Так, у волейболистов группы А отмечается повышение уровня производительности скелетных мышц. Данный аспект свидетельствует об улучшении эластичности мышц двигательной группы, и, как следствие, наблюдается улучшение уровня межмышечной координации и степени генерирования механической энергии. Вместе с тем отмечается снижение энергетической обеспеченности функционирования данного качества, что уменьшает резервные возможности производительности креатинфосфатного механизма.

У игроков группы В снижение креатинфосфатного механизма энергообеспечения незначительно понизило степень генерирования механической энергии скелетными мышцами и ухудшило энергетическое обеспечение функционирования данного качества.

Характер гликолитического механизма энергообеспечения (окислительный и неокислительный пути пополнения АТФ) у игроков обеих групп остался практически неизменным при ухудшении функционального состояния нервно-мышечного аппарата. Значительное снижение функциональных возможностей скелетных мышц у игроков группы Б дает возможность предположить, что у данной группы наблюдается понижение уровня мышечной работоспособности и, как следствие, ухудшение рекуперирования и повышение рассеивания энергии в мышцах, обеспечивающих выполнение основного двигательного действия.

Планирование тренировочных нагрузок неразрывно связано с их коррекцией, а это возможно лишь при выявлении индивидуальной реакции спортсмена на предлагаемую нагрузку и временных параметров восстановления между повторениями и сериями упражнений [3].

Величина и направленность физиологических сдвигов в организме при выполнении упражнений зависят от характеристик физических нагрузок. Функциональные возможности организма регламентируются индивидуальной адаптацией к выполняемым нагрузкам, в результате которой приобретает устойчивость к определенным факторам тренировочного воздействия. Характер данного воздействия определяется более экономным функционированием физиологических систем при выполнении нагрузок, соответствующих индивидуальным возможностям энергообеспечения организма [4, 24].

Интенсивность упражнения влияет на характер энергообеспечения и определяет степень величины и характер физиологических сдвигов [1].

В зависимости от интенсивности физических упражнений выделяется четыре зоны мощности:

- 1 зона – работа максимальной мощности (продолжительность 6–20 секунд);
- 2 зона – работа субмаксимальной мощности (продолжительность работы от 20 секунд до 3-х минут);
- 3 зона – работа большой мощности (продолжительность работы от 3-х до 30 минут);
- 4 зона – работа умеренной мощности (продолжительность работы свыше 30 минут).

Игровая деятельность волейболистов осуществляется в первой, второй и третьей зонах мощности, характеризующихся протеканием анаэробных и аэробно-анаэробных процессов в организме.

Вместе с тем из тренировочной деятельности нельзя исключать средства, приходящиеся на четвертую зону мощности, характеризующуюся протеканием процессов энергообеспечения, влияющую на сердечно-сосудистую систему и имеющую устойчивое состояние, при котором интенсивность упражнения не превышает лимитов поставки кислорода к тканям [4].

Величина интервалов отдыха между упражнениями играет большую роль в характере ответных реакций на физическую нагрузку. При выполнении нагрузки в субкритическом режиме сокращения интервалов отдыха повышается интенсивность аэробных изменений в организме. Сокращение интервалов отдыха в надкритическом режиме (кислородный запрос выше максимума аэробных возможностей) ведет к реакции организма в сторону увеличения анаэробного задействования. Число повторений упражнения определяет величину воздействия нагрузки на организм. Увеличение числа повторений упражнения в анаэробных условиях приводит к истощению энергетических резервов, что влечет за собой снижение интенсивности нагрузки или прекращение работы [1].

Выводы

Управление в волейболе в процессе тренировки предполагает осуществление тренером ряда действий. Первое из них – получение исходной информации о состоянии подготовленности занимающихся, об их функциональном состоянии; уточнение общей направленности тренировочного процесса, его целей и задач; выявление модельных характеристик лучших волейболистов.

Многокомпонентный анализ комплексных показателей функционального состояния волейболистов позволил выявить уровень общей и специальной работоспособности, скоростно-силового потенциала и мощности окислительной и лактаcidной систем энергообеспечения организма.

При таком подходе первостепенное значение имеют вопросы планирования и нормирования тренировочных и соревновательных нагрузок, их эффективной структуры, соотношения основных компонентов подготовки, выбора рациональных средств и методов тренировки.

Установленные в исследовании факты свидетельствуют о различном восприятии спортсменами одинаковых физических нагрузок. Оценка реакции организма на физическую нагрузку позволяет не только определить уровень функциональной подготовленности, но и выявить реализационные возможности энергетического потенциала высококвалифицированных волейболистов.

Именно индивидуальная норма восприятия нагрузки, отражающая оптимум функционирования организма, должна быть доминирующим критерием при организации тренировочного процесса волейболистов.

В этой связи определение общей и специальной работоспособности, состояния функциональных возможностей различных систем и степень реализации энергетического потенциала организма спортсмена в соревновательной деятельности предполагает комплексное исследование различных свойств организма спортсмена, непосредственно влияющих на эффективность выполнения основного соревновательного упражнения.

Анализ результатов, полученных в процессе исследования, позволил выделить основные факторы, определяющие уровень функциональных возможностей высококвалифицированных волейболистов.

Литература

1. Мищенко, В. С. Функциональные возможности спортсменов / В. С. Мищенко. – Киев : Здоров'є, 1990. – 200 с.
2. Верхошанский, Ю. В. Основы специальной силовой подготовки в спорте / Ю. В. Верхошанский. – М. : ФиС, 1977. – 215 с.
3. Набатникова, М. Я. Специальная выносливость спортсменов / М. Я. Набатникова – М. : ФиС, 1972. – 186 с.
4. Платонов, В. Н. Подготовка квалифицированных спортсменов / В. Н. Платонов. – М. : ФиС, 1986. – 286 с.
5. Вайн, А. А. Индивидуализация процесса развития скоростно-силовых качеств у квалифицированных юных спортсменов / А. А. Вайн // Проблемы спортивной тренировки. – Минск, 1983. – С. 14.
6. Аулик, И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И. В. Аулик. – М. : Медицина, 1990. – 192 с.

Summary

The research on the topic of functional condition of state of organism's systems and mechanism of energy supply of volleyballists' physical activity was conducted in the article. As the result of the research the data base on initial level of functional state of organism of volleyballists was organized.

The results of the research considerably broaden the idea about the importance of physical and functional activity in the training process of volleyballists. They can be used in scientific researches in the field of physical culture and sport training; while planning the registration of facts of individual figures of functional state of organism and mechanism of involvement of energy supply of the basic organism's systems.

Поступила в редакцию 01.04.08.