

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГОТОВНОСТЬ СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ В ИГРОВЫХ ВИДАХ СПОРТА

К.Р. Мехдиева, А.В. Захарова

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург, Россия*

Цель – оценить функциональную готовность профессиональных спортсменов игровых видов спорта. **Материалы и методы.** Исследовали 19 профессиональных баскетболистов (возраст – $24,9 \pm 5,3$ лет, длина тела – $198,36 \pm 7,9$ см, масса тела – $94,34 \pm 13,3$ кг) и 14 игроков в мини-футбол (возраст – $25,8 \pm 4,6$ лет, длина тела – 181 ± 6 см, масса тела – $79,4 \pm 7,1$ кг). Для оценки функционального состояния применяли велоэргоспирометрию по максимальному протоколу («до отказа») с непрерывно возрастающей нагрузкой (РАМП). Анализировались основные параметры функционального состояния кардиореспираторной и мышечной системы в покое и на протяжении всего теста, максимальные значения, достигнутые в финальной части теста и в течение первых трех минут восстановления. **Результаты.** Было установлено, что показатели ЧСС непосредственно перед тестированием соответствовали норме для спортсменов ($65,7 \pm 9,2$ уд./мин – у баскетболистов и $69,79 \pm 11,47$ уд./мин у футболистов). Однако показатели ЧСС отказа в обеих группах были ниже спортивной нормы ($171,43 \pm 10,36$ уд./мин – у футболистов и $167 \pm 13,8$ уд./мин у баскетболистов). Выявленные достоверные отличия МВЛ у баскетболистов ($145,59 \pm 35,63$ л/мин) и футболистов ($129,31 \pm 32,39$ л/мин) в большей мере связаны с антропометрическими особенностями, а не с уровнем функциональной готовности спортсменов. Достоверно более высокие значения относительной максимальной мощности в нагрузочном тестировании у футболистов ($4,59 \pm 0,36$ Вт/кг) в сравнении с баскетболистами были существенно ниже значений спортивной нормы (5 Вт/кг). **Заключение.** Контроль функционального состояния и его динамики в игровых видах спорта должен быть неотъемлемой частью организации тренировочного процесса для обеспечения стабильности и соревновательной эффективности на протяжении всего спортивного сезона.

Ключевые слова: профессиональный спорт, функциональное состояние спортсменов, нагрузочное тестирование, максимальное потребление кислорода, игровые виды спорта.

Оценка функциональной готовности является важным аспектом управления тренировочным процессом спортсменов любого пола, возраста, квалификации и специализации. В данном контексте игровые виды спорта, футбол и баскетбол, в частности, не являются исключением. Несмотря на то, что в отечественной практике принято уделять большее значение технико-тактической подготовке, недостаточное внимание к развитию сердечно-сосудистой системы и общей выносливости может являться лимитирующим фактором в спортивном совершенствовании. Как известно, в обоих видах спорта аэробная производительность и отслеживание динамики ее изменений в годичном цикле подготовки атлетов имеет крайне важное значение для достиже-

ния высоких спортивных результатов [2, 3, 8, 10, 11, 15, 16]. Длительность игровой соревновательной деятельности в футболе составляет 90 мин, в баскетболе – 60 мин, в мини-футболе – 40 мин чистого времени. При этом интенсивность игровой деятельности и ее распределение на протяжении соревновательного поединка определяется не желанием и тактикой спортсмена, а непредсказуемыми атакующими действиями соперника, что требует высокоразвитых анаэробных силовых способностей для рывков и ускорений, быстрого восстановления и анаэробной выносливости для эффективного выполнения их многократно [3, 10, 12].

Стремительное развитие и повышение качества медицинской техники позволяет по-

лучать необходимую информацию для диагностики физической работоспособности и детально изучать реакцию организма на тренировочные воздействия и восстановление после нагрузок, что играет важную роль в предупреждении переутомления и перетренированности спортсменов [6, 7, 9, 13, 18]. Важно учесть, что отсутствие мониторинга динамики состояния кардио-респираторной системы в тренировочном процессе может иметь крайне негативные последствия как на достижение спортивных результатов, так и сопровождаться возникновением патологических состояний ССС на фоне чрезмерных (не соответствующих функциональному состоянию спортсмена) физических нагрузок [17].

Для оценки аэробных способностей и физической работоспособности в практике спортивной медицины во всем мире принято использовать показатель максимального потребления кислорода (МПК). Хорошо известно, что величина МПК является одним из важнейших показателей, с помощью которого может быть наиболее точно охарактеризована величина общей физической работоспособности спортсмена [19]. Информация о величине МПК особенно важна для того, чтобы корректно оценить функциональное состояние спортсменов. Наблюдения за изменениями МПК у этих лиц могут оказать существенную помощь в оценке уровня функциональной готовности организма и способствовать грамотному планированию тренировочного процесса с учетом индивидуальных особенностей.

Цель – оценить уровень функциональной готовности профессиональных спортсменов игровых видов спорта.

Материалы и методы. Исследование было проведено в научно-исследовательской лаборатории «Технологии восстановления и отбора в спорте» ЦКП Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург. В группы исследования вошли 19 профессиональных баскетболистов, г. Екатеринбург (возраст – $24,9 \pm 5,3$ (19–36) лет, длина тела – $198,36 \pm 7,9$ (185–210) см, масса тела – $94,34 \pm 13,3$ (74–123) кг) и 14 профессиональных спортсменов мини-футбольного клуба, г. Екатеринбург (возраст – $25,8 \pm 4,6$ (18–36) лет, рост – $181 \pm 6,5$ (172–195) см, масса тела – $79,4 \pm 7,1$ (67,4–94) кг). Уровень спортивной квалификации участников исследования – от кандидата в мастера спорта до мастера спорта междуна-

родного класса. Исследование проводилось в подготовительный период тренировочного макроцикла. По данным врачебного контроля все спортсмены были здоровы на момент проведения исследования, не имели патологий со стороны ведущих систем организма и противопоказаний для нагрузочного тестирования.

Все участники дали письменное согласие на проведение исследования, дальнейшую обработку полученных данных и публикации результатов исследования. Предварительно они были проинформированы о методах тестирования, целях и задачах, а также возможных рисках. Данное исследование было проведено в соответствии с принципами Хельсинкской Декларации Всемирной Организации Здравоохранения.

Функциональное состояние спортсменов оценивалось с помощью нагрузочного тестирования в соответствии с международными рекомендациями ACC/ANA 2002 Guidelines update for exercise testing, 2006 [1] – велоэргоспирометрии с использованием в качестве нагрузочного устройства велоэргометра Schiller Ergosana-911 (Schiller AG, Швейцария) и портативного газоанализатора Fitmate PRO (Cosmed, Италия). Оба прибора были запрограммированы на идентичный шаблон тестирования, что позволило получить корректную и исчерпывающую информацию о функциональном состоянии сердечно-сосудистой, дыхательной и мышечной систем. Применяли протокол максимального теста («до отказа») с непрерывно возрастающей нагрузкой (РАМП-протокол). В течение первой минуты была задана нагрузка, соответствующая 0 Вт (разминка), с последующим увеличением, начиная с 60 с теста на 40 Вт/мин. Участникам исследования было рекомендовано поддерживать частоту педалирования (каденс) на уровне 80 об/мин.

Тест считали максимальным при следующих условиях:

- 1) невозможность поддерживать заданную частоту педалирования (80 об/мин);
- 2) отказ от работы вследствие избыточного накопления молочной кислоты в мышцах;
- 3) появление объективных признаков перенапряжения систем организма (сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной и т. д.) и медицинских показаний к прекращению тестирования.

На протяжении всего стресс-теста реги-

стрировались следующие показатели: ЧСС (уд./мин), легочная вентиляция (л/мин), частота дыхания (цикл/мин), мощность нагрузки (Вт), потребление кислорода – абсолютные (мл/мин) и относительные значения (мл/кг/мин). По завершении тестирования были определены максимальные значения регистрируемых параметров – максимальное потребление кислорода (МПК, мл/кг/мин), максимальная ЧСС (уд./мин), максимальная достигнутая мощность нагрузки (Вт) при заданной частоте педалирования, относительная максимальная мощность нагрузки (Вт/кг), максимальная вентиляция легких (МВЛ, мл/мин), порог анаэробного обмена (ПАНО, % от МПК) и ЧСС на уровне ПАНО (уд./мин).

Регистрируемые параметры функции сердечно-сосудистой системы (ЧСС в покое, максимальные значения и динамика ЧСС в восстановительном периоде) позволили оценить уровень функциональных резервов сердечно-сосудистой системы. Кроме того, показатели максимальной и относительной достигнутой мощности нагрузки (P_{max} и $P_{max}/кг$) предоставили информацию о силовых способностях работающих мышц.

Измеренный порог анаэробного обмена, в свою очередь, является важной мерой аэробной выносливости. Высокие значения ПАНО позволяют атлетам длительно выдерживать высокоинтенсивную нагрузку до появления признаков утомления [5, 20].

Для оценки субъективных признаков утомления использовали модифицированную шкалу Борга (10 баллов). Данная шкала широко используется в кардиологической практике и является дополнительным методом выявления ранних признаков перенапряжения сердечно-сосудистой системы [4, 14].

Статистический анализ данных проводился с использованием пакетов программ Excel (Microsoft Office 2007) и SPSS Statistics 17.0 (IBM). Нормальность распределения признака в выборках оценивали с использованием теста Шапиро–Уилка. Для описания параметров в исследуемых группах были рассчитаны средние величины (M), стандартное отклонение (SD), минимальные и максимальные значения (min – max). Для выявления различий между группами применяли сравнительный анализ с использованием параметрического критерия Стьюдента (Т-тест). Для поиска возможной связи между параметрами был проведен корреляционный анализ с вычислением коэффи-

циентов корреляции по Пирсону и коэффициентов уравнений линейной регрессии. Различия и корреляции считали достоверными при $P < 0,05$.

Результаты исследования. В табл. 1 представлены результаты стресс-тестирования с газоанализом исследуемых баскетболистов и футболистов. Анализ реакции организма на предъявляемую физическую нагрузку выявил, что спортсмены обеих команд обладают хорошей аэробной подготовленностью: на начальном этапе тестирования показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС до теста, ЧСС на нулевой мощности и ЧСС на мощности 110 Вт) соответствовали низким значениям – норме для спортсменов. Очевидно, длительная спортивная деятельность способствовала объемному развитию сердца и дыхательной системы, что позволяет спортсменам легко переносить аэробные нагрузки низкой интенсивности.

Как видно из результатов стресс-теста, параметр ПАНО в обеих исследуемых группах свидетельствовал о хорошей функциональной готовности спортсменов и не имел достоверных различий между футболистами и баскетболистами. Однако этот показатель варьировал в широком диапазоне – от 68 до 91 % от МПК у баскетболистов и от 74 до 95 % от МПК у футболистов, соответственно. Известно, что показатель уровня ПАНО является более чувствительным, чем показатель МПК к изменениям в функциональном состоянии организма и влиянию тренировочных нагрузок [19]. Чем выше данный показатель относительно величины МПК, тем лучше организм способен справляться с физическими нагрузками, не испытывая утомления и напряжения мышечной и кардио-респираторной систем. Другими словами, данный показатель имеет крайне важное значение для планирования тренировочного процесса. Поддержание и повышение уровня ПАНО является одной из приоритетных задач тренировочного процесса. В то же время, отрицательная динамика ПАНО требует внесения своевременных корректировок в объем и интенсивность физических нагрузок.

Рассмотрение функционирования организма спортсмена непосредственно перед отказом (невозможностью) продолжать тестирование позволяет определить предельные значения ЧСС, МПК, МВЛ и максимальную мощность, которую способны продемонстри-

Результаты нагрузочного тестирования
методом велоэргоспирометрии профессиональных футболистов и баскетболистов
(среднее значение ± стандартное отклонение (min – max))
Results of cycling stress-test with gas-exchange measurements of professional soccer and basketball players
(Mean value ± standard deviation (min – max))

Показатель Parameter	Баскетболисты Basketball-players (n = 19)	Футболисты Soccer-players (n = 14)	Норма Sport games norm
МПК, мл/кг/мин VO _{2max} , ml/kg/min	46,47 ± 5,08 (38–57,2)	51,01 ± 5,7** (40,4–62,2)	> 52,5
ЧСС до теста, уд./мин HR before the test, bpm	65,7 ± 9,2 (53–100)	69,79 ± 11,47 (49–91)	74
ЧСС _{p=0 Вт} , уд./мин HR _{p=0 Вт} , bpm	87,08 ± 10,49 (73–104)	85,81 ± 12,12 (65–106)	85
ЧСС _{p=110 Вт} , уд./мин HR _{p=110 Вт} , bpm	106,42 ± 9,96 (95–124)	104,82 ± 8,68 (93–123)	110
ЧСС макс HR _{max} , bpm	167 ± 13,8 (146–190)	171,43 ± 10,36 (153–193)	185–195
Максимальная мощность, Вт P–VO _{2max} , W	372,95 ± 53,1 (282–500)	357,07 ± 41,34 (280–403)	–
Относительная максимальная мощность, Вт/кг P–VO _{2max/kg} , W/kg	4,08 ± 0,6 (3,2–5,1)	4,59 ± 0,36** (3,95–5,07)	> 5
Максимальная вентиляция легких, л/мин V _{e,max} , l/min	145,59 ± 35,63 (69–211)	129,31 ± 32,39 (66,6–204,9)	> 180
Порог анаэробного обмена, % МПК AT, %VO _{2max}	80,67 ± 5,88 (68–91)	83,15 ± 5,71 (74–95)	–
Метаболический эквивалент METS	13,42 ± 1,8 (11–18)	14,64 ± 1,55* (12–18)	> 17
Скорость восстановления ЧСС 1 мин, уд./мин Speed of HR recovery 1 min, bpm	27,4 ± 12,3 (5–50)	28 ± 9 (16–43)	40
Скорость восстановления ЧСС 2 мин, уд./мин Speed of HR recovery 2 min, bpm	25,37 ± 8,8 (11–43)	25,1 ± 7,4 (17–37)	30

Примечание. * – p < 0,05 различия достоверны; ** – p < 0,01 различия достоверны.
Note. * – p < 0.05 differences are significant; ** – p < 0.01 differences are significant.

ровать мышцы ног в стресс-тесте. При этом сопоставление вышеперечисленных показателей сердечно-сосудистой, дыхательной и мышечной систем с модельными характеристиками высококвалифицированных спортсменов позволяет определить индивидуальные лимитирующие факторы физической работоспособности спортсмена.

Было установлено, что максимальная ЧСС у спортсменов – футболистов (171,43 ± 10,36 уд./мин) и баскетболистов (167 ± 13,8 уд./мин) – достоверно не различались и эти величины были существенно ниже должных в профессиональном спорте. При сбалансированном функционировании сердечно-сосудистой и мышечной систем отказ от по-

вышающейся нагрузки происходит при ЧСС в интервале 185–200 уд./мин. Отказ от работы (или прекращение теста) на пульсе ниже 180 уд./мин свидетельствует о преобладающем развитии сердца над мышечной системой спортсмена. То есть в этом случае объемное сердце легко доставляет избыточное количество кислорода к мышцам, которые не могут утилизировать весь кислород. Причем чем ниже ЧСС отказа, тем больше силовой и высокоинтенсивной работы можно и нужно выполнять спортсмену, чтобы в полной мере реализовать себя в соревновательной деятельности. С другой стороны, положительной стороной низкого ЧСС отказа является хорошая готовность сердечной мышцы, что сохраняет

организм спортсменов от перенапряжения и перетренировки.

Было выявлено, что средние значения МВЛ в команде баскетболистов выше, чем у профессиональных игроков в мини-футбол. Однако следует учесть, что первые обладают и большими росто-весовыми параметрами. Обращает на себя внимание тот факт, что максимальные индивидуальные показатели МВЛ у отдельных игроков обеих команд имели достаточно высокие значения, так же как худшие показатели объема дыхания в минуту – были чрезмерно низкими (см. табл. 1). Игрокам со слабым развитием дыхательной системы следует уделить внимание развитию дыхательной мускулатуры и выполнению интенсивной работы в тренировочном процессе. Вероятно, комбинация отлично развитой кардиосистемы и недостаточная мышечная масса не вынуждает дыхательную систему напряженно функционировать как в проводимом стресс-тесте, так и в тренировочном процессе.

Максимальная мощность, достигаемая спортсменом в тестировании по РАМП-протоколу, когда мощность педалирования непрерывно увеличивается каждую секунду,

позволяет судить о развитии мышечной системы ног: предельная мощность педалирования (P_{max} , Вт), свыше которой спортсмен не может поддерживать заданную частоту педалирования, считается показателем собственно-силовых способностей спортсмена. Если по параметру максимальной мощности в стресс-тесте спортсмены не имели достоверных различий, то относительная максимальная мощность была достоверно выше у футболистов ($4,59 \pm 0,36$ Вт/кг), тем не менее величина данного показателя у футболистов была значительно ниже необходимых в спорте 5 Вт/кг.

В табл. 2 представлены результаты корреляционного анализа между показателями сердечно-сосудистой, дыхательной и мышечной систем, полученных в течение нагрузочного тестирования.

Известно, что МПК является интегральным показателем функционирования трех систем (в порядке значимости): мышечной, сердечно-сосудистой и дыхательной [19]. Только при совокупном благополучии их работы и высоких показателях каждой из вышеперечисленных систем спортсмен обладает высоким показателем МПК. Данное суждение

Таблица 2
Table 2

Данные корреляционного анализа (корреляции Пирсона)
между параметрами функциональных возможностей спортсменов игровых видов спорта
Data from correlative analysis (Pearson's correlations)
between parameters of functional capacity of team-athletes

Показатель Parameter	$P_{max}/кг$ P_{max}/kg	$ЧСС_{max}$ HR_{max}	МВЛ VE	ПАНО AT	METS	$ЧСС_{1\ min}$ $HR_{1\ min}$	$ЧСС_{2\ min}$ $HR_{2\ min}$	МПК $VO_{2\ max}$	$ЧСС_{ПАНО}$ HR_{AT}
P_{max}	,411*	,572**	,807**	-,289	,511**	,370*	,365*	,568**	,325
$P_{max}/кг$ P_{max}/kg	1	,565**	,176	,008	,777**	,494**	,434*	,800**	,550**
$ЧСС_{max}$ HR_{max}	,565**	1	,520**	,322	,497**	,734**	,717**	,532**	,957**
МВЛ VE_{max}	,176	,520**	1	-,373*	,412*	,328	,288	,467**	,207
ПАНО AT	,008	,322	-,373*	1	-,314	,409*	,390*	-,303	,564**
METS	,777**	,497**	,412*	-,314	1	,400*	,315	,984**	,421
$ЧСС_{1\ min}$ $HR_{1\ min}$,494**	,734**	,328	,409*	,400*	1	,857**	,449**	,790**
$ЧСС_{2\ min}$ $HR_{2\ min}$,434*	,717**	,288	,390*	,315	,857**	1	,373*	,810**
МПК $VO_{2\ max}$,800**	,532**	,467**	-,303	,984**	,449**	,373*	1	,447*
$ЧСС_{ПАНО}$ HR_{AT}	,550**	,957**	,207	,564**	,421	,790**	,810**	,447*	1

Примечание. * – $p < 0,05$ корреляции значимы; ** – $p < 0,01$ корреляции значимы.

Note. * – $p < 0.05$ correlations are significant; ** – $p < 0.01$ correlations are significant.

подтверждается данными проведенного корреляционного анализа (см. табл. 2). Так, были установлены тесные взаимосвязи между силовыми способностями мышц нижних конечностей (относительная максимальная мощность) и показателями максимальной ЧСС ($r = ,565$, $P < 0,01$), ЧСС на уровне ПАНО ($r = ,550$, $P < 0,01$) и МПК ($r = ,800$, $P < 0,01$). При выявленном недостаточном развитии мышечной и дыхательной систем сложно ожидать высоких значений МПК у обследуемых игроков.

Было установлено, что уровень аэробных способностей футболистов был достоверно выше, чем у профессиональных баскетболистов. В частности, метаболический эквивалент (METs) у футболистов (в среднем $14,64 \pm 1,55$) был достоверно выше, чем в группе баскетболистов ($13,42 \pm 1,8$).

Тем не менее баскетболисты, по нашему мнению, обладают потенциальными возможностями повышения МПК и METs при правильно организованном макроцикле. Во-первых, при интенсивной соревновательной деятельности на протяжении длинного игрового сезона, во-вторых, при увеличении доли тренировок силовой направленности, грамотно включенных в соревновательный период и/или в переходный и подготовительный к следующему сезону.

Заключение. Контроль функционального состояния и его динамики в игровых видах спорта должен быть неотъемлемой частью организации тренировочного процесса для обеспечения стабильности и соревновательной продуктивности, эффективности на протяжении всего спортивного сезона. Выявленные в результате функционального обследования типичные состояния и индивидуальные особенности спортсменов позволили дать рекомендации по коррекции командного тренировочного процесса и индивидуализации подготовки.

Работа выполнена при финансовой поддержке постановления № 211 Правительства Российской Федерации, контракт № 02.A03.21.0006

Литература

1. ACC / AHA 2002 guideline update for exercise testing: summary article: a report of the American College of Cardiology // *American Heart Association Task Force on Practice Guide-*

lines. Journal of American College of Cardiology. – 2006. – Vol. 48. – 1731 p.

2. Ben Abdelkrim, N. Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition / Ben Abdelkrim N., El Fazaa S., El. Ati J. // *British Journal of Sports medicine.* – 2007. – Vol. 41, № 2. – P. 69–75.

3. Cormery, B. Rule change incidence on physiologic characteristics of elite basketball players: a 10-year-period investigation / B. Cormery, M. Marcil, M. Bouvard // *British Journal of Sports Medicine.* – 2008. – Vol. 42, № 1. – P. 25–30.

4. Coquart, J.B. Prediction of maximal or peak oxygen uptake from ratings of perceived exertion / J.B. Coquart, M. Garcin, G. Parfitt et al. // *Sports Med.* – 2014. – Vol. 44, № 5. – P. 563–578.

5. Cunha, G. Effect of biological maturation on maximal oxygen uptake and ventilatory thresholds in soccer players: an allometric approach / G. Cunha, T. Lorenzi, K. Sapata et al. // *Journal of sports sciences.* – 2011. – Vol. 29. – P. 1029–1039.

6. Djaoui, L. Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers / L. Djaoui, M. Haddad, K. Chamari, A. Dellal // *Physiol Behav.* – 2017. – Vol. 181. – P. 86–94. DOI: 10.1016/j.physbeh.2017.09.004. [Epub ahead of print].

7. Foster, C. A new approach to monitoring exercise testing / C. Foster, J.A. Florhaug, J. Franklin et al. // *Journal of Strength & Conditioning Research.* – 2001. – Vol. 15. – P. 109–115.

8. Gosentas, A. Dependence of intensity of specific basketball exercise from aerobic capacity / A. Gosentas, A. Landor, A. Andziulis // *Pap Anthropol.* – Vol. 13. – P. 9–17.

9. Halson, S.L. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research / S.L. Halson, A.E. Jeukendrup // *Sports Med.* – 2004. – Vol. 34, № 14. – P. 967–681.

10. Hoffman, J.R. Physiology of basketball / J.R. Hoffman // D.B. McKeag (ed.) *Basketball.* – Oxford: Blackwell Science, 2003. – P. 12–24.

11. Ostojic, S. Profiling in Basketball: Physical and Physiological Characteristics of Elite Players / S. Ostojic, S. Mazic, N. Dikic // *Journal of Strength and Conditioning Research.* – 2006. – Vol. 20. – P. 336–340.

12. Park, I.S. Basketball training increases striatum volume / I.S. Park, K.J. Lee, J.W. Han

et al. // *Human Movement Science*. – 2011. – Vol. 30, № 1. – P. 56–62.

13. Saw, A.E. Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review / A.E. Saw, L.C. Main, P.B. Gattin // *Br J Sports Med*. – 2016. – Vol. 50, № 5. – P. 281–91. DOI: 10.1136/bjsports-2015-094758

14. Scherr, J. Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity / J. Scherr, B. Wolfarth, J.W. Christle et al. // *Eur J Appl Physiol*. – 2013. – Vol. 113, № 1. – P. 147–155.

15. Smith, D.J. A framework for understanding the training process leading to elite performance / D.J. Smith // *Sports Med*. – 2003. – Vol. 33, № 15. – P. 1103–1126.

16. Tavino, L.P. Effects of basketball on aerobic capacity, and body composition of male col-

lege players / L.P. Tavino, S.J. Bowers, C.B. Archer // *Journal of Strength and Conditioning Research*. – 1995. – Vol. 9, № 2. – P. 75–77.

17. Tenenbaum, G. Failure adaptation: an investigation of the stress response process in sport / G. Tenenbaum, C.M. Jones, A. Kitsantas et al. // *International Journal of Sport Psychology*. – 2003. – Vol. 34, № 1. – P. 27–62.

18. Thomas, J.R. Research methods in physical activity / J.R. Thomas, J.K. Netson. – Champaign (IL): Human Kinetics, 2005. – 456 p.

19. Vilikus, Z. Functional Diagnostics / Z. Vilikus. – College of Physical Education and Sport, Palestra, 2012. – P. 12–15.

20. Ziv, G. Physical Attributes, Physiological Characteristics, On-court Performances and Nutritional Strategies of Female and Male Basketball players / G. Ziv, R. Libor // *Sports Medicine*. – 2009. – Vol. 39. – P. 547–568.

Мехдиева Камилия Рамазановна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры сервиса и оздоровительных технологий, Институт физической культуры, спорта и молодежной политики, заведующий лабораторией «Технологии восстановления и отбора в спорте», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: kamilia_m@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2967-2655.

Захарова Анна Валерьевна, кандидат педагогических наук, профессор, профессор кафедры физической культуры, Институт физической культуры, спорта и молодежной политики, старший научный сотрудник лаборатории «Технологии восстановления и отбора в спорте», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: sport_tsp@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8170-2316.

Поступила в редакцию 10 октября 2017 г.

DOI: 10.14529/hsm170401

FUNCTIONAL FITNESS OF ELITE ATHLETES IN TEAM SPORTS

K.R. Mekhdieva, kamilia_m@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2967-2655,

A.V. Zakharova, sport_tsp@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8170-2316

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russian Federation

Aim – to assess functional fitness of professional athletes engaged in team sports. **Materials and Methods.** The research involved 19 professional basketball players (age – 24.9 ± 5.3 , body length – 198.36 ± 7.9 cm, body weight – 94.34 ± 13.3 kg) and 14 futsal players (age – 25.8 ± 4.6 , body length – 181 ± 6 cm, body weight – 79.4 ± 7.1 kg). The functional state was assessed with the help of cycle ergometer test with a maximal protocol (“to exhaustion”) under constantly increasing load (RAMP). We analyzed main parameters of the functional state of the cardiorespiratory and muscular systems at rest and in the course of the whole test, and maximum values reached in the final part of the test and during the first three minutes of recovery. **Results.** It was established that heart rate (HR) levels immediately before the test were within the normal range

for athletes (65.7 ± 9.2 beats per minute – in the basketball players and 69.79 ± 11.47 bpm in the futsal players). However, exhaustion HR levels in both groups were below normal values for athletes (171.43 ± 10.36 bpm – in the futsal players and 167 ± 13.8 bpm in the basketball players). The revealed significant differences in maximum breathing capacity between the basketball players (145.59 ± 35.63 L/min) and futsal players (129.31 ± 32.39 L/min) were associated with anthropometrical features rather than with the level of the functional fitness. Significantly higher levels of relative maximum power during the loaded test for the futsal players (4.59 ± 0.36 W/kg) as compared to the basketball players were considerably lower than normal values for athletes (5 W/kg). **Conclusion.** Control of the functional state and its changes in team sports should be an inherent part of organization of the training process in order to sustain stability and competitive effectiveness throughout the whole sport season.

Keywords: professional sports, functional state of athletes, loaded test, maximum oxygen consumption, team sports.

References

1. ACC / AHA 2002 Guideline Update for Exercise Testing. Summary Article. A Report of the American College of Cardiology. *American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Journal of American College of Cardiology*, 2006, vol. 48, 1731 p.
2. Ben Abdelkrim, N., El Fazaa, S., El. Ati, J. Time-Motion Analysis and Physiological data of Elite Under-19-Year-Old Basketball Players During Competition. *British Journal of Sports Medicine*, 2007, vol. 41, no. 2, pp. 69–75. DOI: 10.1136/bjism.2006.032318
3. Cormery B., Marcil M., Bouvard M. Rule Change Incidence on Physiologic Characteristics of Elite Basketball Players. A 10-Year-Period Investigation. *British Journal of Sports Medicine*, 2008, vol. 42, no. 1, pp. 25–30. DOI: 10.1136/bjism.2006.033316
4. Coquart J.B., Garcin M., Parfitt G., Tourny-Chollet C., Eston R.G. Prediction of Maximal or Peak Oxygen Uptake from Ratings of Perceived Exertion. *Sports Med*, 2014, vol. 44, no. 5, pp. 563–578. DOI: 10.1007/s40279-013-0139-5
5. Cunha G., Lorenzi T., Sapata K., Lopes A.L., Gaya A.C., Oliveira Á. Effect of Biological Maturation on Maximal Oxygen Uptake and Ventilatory Thresholds in Soccer Players. An Allometric Approach. *Journal of Sports Sciences*, 2011, vol. 29, pp. 1029–1039. DOI: 10.1080/02640414.2011.570775
6. Djaoui L., Haddad M., Chamari K., Dellal A. Monitoring Training Load and Fatigue in Soccer Players with Physiological Markers. *Physiol Behav*, 2017, vol. 181, pp. 86–94. DOI: 10.1016/j.physbeh.2017.09.004
7. Foster C., Florhaug J.A., Franklin J., Gottschall L., Hrovatin L.A., Parker S., Doleshal P., Dodge C. A New Approach to Monitoring Exercise Testing. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2001, vol. 15, pp. 109–115.
8. Gosentas A., Landor A., Andziulis A. Dependence of Intensity of Specific Basketball Exercise from Aerobic Capacity. *Pap Anthropol*, 2004, vol. 13, pp. 9–17.
9. Halson S.L., Jeukendrup A.E. Does Overtraining Exist? An Analysis of Overreaching and Overtraining Research. *Sports Med*, 2004, vol. 34, no. 14, pp. 967–981. DOI: 10.2165/00007256-200434140-00003
10. Hoffman J.R. Physiology of Basketball. *McKeag D.B. (ed.) Basketball*. Oxford, Blackwell Science, 2003, pp. 12–24.
11. Ostojic S., Mazic S., Dikic N. Profiling in Basketball. Physical and Physiological Characteristics of Elite Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2006, vol. 20, pp. 336–340. DOI: 10.1519/R-15944.1
12. Park I.S., Lee K.J., Han J.W. et al. Basketball Training Increases Striatum Volume. *Human Movement Science*, 2011, vol. 30, no. 1, pp. 56–62. DOI: 10.1016/j.humov.2010.09.001
13. Saw A.E., Main L.C., Gatin P.B. Monitoring the Athlete Training Response. Subjective Self-Reported Measures Trump Commonly Used Objective Measures. A Systematic Review. *Br J Sports Med*, 2016, vol. 50, no. 5, pp. 281–91. DOI: 10.1136/bjsports-2015-094758
14. Scherr J., Wolfarth B., Christle J.W., Pressler A., Wagenpfeil S., Halle M. Associations Between Borg's Rating of Perceived Exertion and Physiological Measures of Exercise Intensity. *Eur J Appl Physiol*, 2013, vol. 113, no. 1, pp. 147–155. DOI: 10.1007/s00421-012-2421-x

15. Smith D.J. A Framework for Understanding the Training Process Leading to Elite Performance. *Sports Med*, 2003, vol. 33, no. 15, pp. 1103–1126. DOI: 10.2165/00007256-200333150-00003
16. Tavino L.P., Bowers S.J., Archer C.B. Effects of Basketball on Aerobic Capacity, and Body Composition of Male College Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1995, vol. 9, no. 2, pp. 75–77.
17. Tenenbaum G., Jones C.M., Kitsantas A. et al. Failure Adaptation. An Investigation of the Stress Response Process in Sport. *International Journal of Sport Psychology*, 2003, vol. 34, no. 1, pp. 27–62.
18. Thomas J.R., Netson J.K. Research Methods in Physical Activity. 5th ed. Champaign (IL): Human Kinetics, 2005. 456 p.
19. Vilikus Z. Functional Diagnostics. College of Physical Education and Sport, Palestra, 2012, pp. 12–15.
20. Ziv G., Libor R. Physical Attributes, Physiological Characteristics, On-Court Performances and Nutritional Strategies of Female and Male Basketball Players. *Sports Medicine*, 2009, vol. 39, pp. 547–568. DOI: 10.2165/00007256-200939070-00003

Received 10 October 2017

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Мехдиева, К.Р. Функциональная готовность спортсменов высокой квалификации в игровых видах спорта / К.Р. Мехдиева, А.В. Захарова // Человек. Спорт. Медицина. – 2017. – Т. 17, № 4. – С. 5–13. DOI: 10.14529/hsm170401

FOR CITATION

Mekhdieva K.R., Zakharova A.V. Functional Fitness of Elite Athletes in Team Sports. *Human. Sport. Medicine*, 2017, vol. 17, no. 4, pp. 5–13. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm170401
