

## ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 796.072.2

### **ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ К СПЕЦИФИЧЕСКОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Е.П. Горбанёва, И.Н. Солопов**

Волгоградская государственная академия физической культуры

Выявлены особенности качественных характеристик функциональной подготовленности спортсменов, находящихся на разных этапах долговременной адаптации к специфической мышечной деятельности. Проведены комплексные спироэргометрические исследования с участием спортсменов-футболистов трех квалификационных групп: III–II спортивных разрядов в возрасте 13–14 лет (n=22); I разряда – 15–16 лет (n=18) и КМС–МС, 17–20 лет (n=16). Установлены квалификационные различия по характеристикам мобилизация и экономизация. Выявлено, что по мере увеличения уровня тренированности происходит их «перекрёстная компенсация», проявляющаяся в снижении частотных величин и в некотором увеличении объёмных показателей вегетативных функций. Отмечена оптимизация их соотношения в состоянии покоя, уменьшение выраженности реакций организма на стандартные нагрузки и повышение эффективности его функционирования при нагрузках предельной мощности, увеличение скорости протекания восстановительных процессов.

**Ключевые слова:** функциональная подготовленность, качественные характеристики функциональной подготовленности, спортивная тренировка, мышечная деятельность.

**Введение.** На современном этапе функциональная подготовленность рассматривается как базовое, многокомпонентное свойство организма, сущностью которого является уровень совершенства физиологических механизмов, обеспечивающих физическую работоспособность [9; 10]. Для теории и методики спортивной тренировки, спортивной физиологии и смежных с ними научных дисциплин представляется актуальным изучение физиологических механизмов, специфических особенностей развития и совершенствования физиологических характеристик и свойств функциональных возможностей организма человека в зависимости от характера привычной мышечной деятельности на разных этапах многолетней адаптации к физическим нагрузкам.

Цель настоящей работы – выявление особенностей качественных

характеристик физиологических механизмов повышения функциональных возможностей спортсменов на разных этапах адаптации организма к специфической мышечной деятельности.

**Материал и методика.** Проведены комплексные исследования спортсменов футболистов трёх квалификационных групп: III–II спортивных разрядов, 13–14 лет ( $n=22$ ); I разряда, 15–16 лет ( $n=18$ ) и КМС–МС, 17–20 лет ( $n=16$ ).

Показатели, выбранные для оценки функциональной экономизации регистрировались при следующих условиях: в начальной фазе стандартной дозированной мышечной нагрузки ( $W_1$ ), в конце работы максимальной мощности ( $W_{max}$ ), на 1-й и 5-й минутах восстановительного периода ( $B_1$ ,  $B_5$ ). Параметры функциональной мобилизации изучали после работы максимальной мощности и на 1-й, 5-й минутах восстановительного периода.

В качестве функциональной пробы применялась трёхступенчатая физическая нагрузка, дозированная по величине индивидуальной частоты сердечных сокращений (HR): 1 нагрузка –  $HR=120–150$  уд/мин.; 2 нагрузка –  $HR=150–170$  уд/мин. (стандартная); 3 нагрузка –  $HR \geq 180$  уд/мин (максимальная). Первые две нагрузки выполнялись в течение 5 минут, с перерывом в 5 минут. При третьей нагрузке обследуемым предлагали увеличить мощность работы, насколько это было возможно, в течение 2–3 мин, что позволяло вывести их на уровень максимального потребления кислорода ( $VO_{2max}$ ) и оценить величину максимальной мощности работы ( $W_{max}$ ).

Регистрация основных параметров внешнего дыхания – легочной вентиляции (VE), частоты дыхания (fb), глубины дыхания ( $V_T$ ) и газообмена осуществлялась при помощи метабологафа Ergoocyscreen (Jaeger). Измерение жизненной ёмкости лёгких (VC) и максимальной вентиляции лёгких (MMV) производили посредством электронного спирометра Spirosift-3000 (Fukuda, Япония). Частоту сердечных сокращений (HR) рассчитывали по интервалам R-R электрокардиограммы.

В этой связи, мобилизация функций оценивалась по комплексу параметров, отражающих величину прироста показателей относительно уровня покоя (в конце нагрузки максимальной мощности –  $HR_{max}/HR_{покоя}$ , %;  $fb_{max}/fb_{покоя}$ , %;  $V_{Tmax}/V_{Tпокоя}$ , %;  $VE_{max}/VE_{покоя}$ , %;  $VO_{2max}/VO_{2покоя}$ , %; на 1-ой и 5-ой минутах восстановления –  $HR_{B1}/HR_{покоя}$ ,  $HR_{B5}/HR_{покоя}$  и далее соответственно), а также по величине использования организмом своего морфофункционального потенциала ( $V_{Tmax}/VC$ , %;  $VE_{max}/MMV$ , %).

Числовой массив полученных результатов обрабатывали методами вариационной статистики с вычислением t-критерия Стьюдента. Различия считали достоверными при  $p < 0,05$ .

С целью исключить влияние возрастной компоненты на выявление особенностей функциональной мобилизации и экономизации в зависимости от этапа спортивной подготовки использовались относительные показатели, производные величины и коэффициенты.

**Результаты и обсуждение.** Одним из ключевых моментов развития адаптированности является повышение мобилизационных возможностей или «функциональной мобилизации», что выражается в более быстром выходе функциональных систем на необходимый уровень изменений при начале выполнения физической нагрузки, повышении предельных возможностей организма в процессе специфической мышечной деятельности, повышении способности организма удерживать высокий уровень интенсификации функций, ускорении и повышении эффективности течения восстановительных процессов [1–4; 6; 8].

Динамика показателей функциональной мобилизации у спортсменов-футболистов разной квалификации при изучаемых условиях представлена в табл. 1. При выполнении нагрузки предельной мощности из трёх изучаемых квалификационных групп наибольшее среднее значение прироста потребления кислорода относительно уровня покоя было у спортсменов I-го разряда ( $1594,5 \pm 134,2\%$ ) и значительно отличалось от среднего показателя в группе спортсменов III-II-го разрядов ( $1155,9 \pm 83,7\%$ ). Достигнутые мобилизационные возможности в потреблении кислорода при предельных нагрузках, практически не изменились при дальнейшем росте спортивного мастерства, поскольку показатель  $VO_{2max}/VO_{2покоя}$ , % не существенно изменился в группе спортсменов, имеющих разряды КМС и МС, и составил  $1603,4 \pm 136,4\%$  (табл. 1). Весьма примечательным является и то, что одни из изучаемых показателей функциональной мобилизации ( $V_{Tmax}/V_{Tпокоя}$ , %;  $VE_{max}/VE_{покоя}$ , %) на промежуточных этапах формирования высокого уровня адаптированности несколько снижаются, а затем снова демонстрируют прирост в группе кандидатов и мастеров спорта. А другие, после максимального прироста на промежуточных этапах подготовки, имеют вполне определенную тенденцию к снижению на этапе высшего спортивного мастерства ( $HR_{max}/HR_{покоя}$ , %;  $fb_{max}/fb_{покоя}$ , %), (табл. 1).

Это обстоятельство, по всей вероятности, связано с процессом «перекрестной компенсации» таких свойств как функциональная мобилизация и функциональная экономизация. Таким образом происходит «замещение», «перекрестная компенсация» функциональных свойств, а также факторов, их определяющих, в значимости для обеспечения высокого уровня физической работоспособности.

Таблица 1

Средние величины показателей функциональной мобилизации у спортсменов разной квалификации в процессе выполнения мышечной нагрузки максимальной мощности и в период восстановления ( $M \pm m$ , %)

Показатель	Спортивная квалификация			Достоверность различий		
	III–II разряд (13–14 лет) n=22	I разряд (15–16 лет) n=18	КМС–МС (17–20 лет) n=16	I–II	I–III	II–III
	I	II	III			
HR <sub>max</sub> /HR <sub>покоя</sub>	232,7±6,4	236,9±8,2	183,5±19,6		*	*
fb <sub>max</sub> /fb <sub>покоя</sub>	287,5±27,2	305,6±21,2	282,8±12,7			
V <sub>Tmax</sub> /V <sub>Tпокоя</sub>	379,1±27,9	363,1±22,9	372,5±21,2			
VE <sub>max</sub> /VE <sub>покоя</sub>	987,3±65,2	981,5±70,9	1000,6±93,6			
VO <sub>2max</sub> /VO <sub>2покоя</sub>	1155,9±83,7	1594,5±134,2	1603,4±136,4	**	*	
VE <sub>max</sub> /MMV	74,1±2,5	71,3±4,3	62,9±4,4		*	
V <sub>Tmax</sub> /VC	44,8±2,1	38,8±1,7	33,9±1,7	*	*	*
HRB <sub>1</sub> /HR <sub>покоя</sub>	162,8±4,9	181,4±6,7	144,9±16,3	*		*
VTB <sub>1</sub> /VT <sub>покоя</sub>	330,6±26,7	309,4±21,1	271,3±25,9		*	
fbB <sub>1</sub> /fb <sub>покоя</sub>	189,9±11,9	183,7±14,0	217,0±11,8		*	*
VEB <sub>1</sub> /VE <sub>покоя</sub>	558,2±66,1	544,7±42,8	601,2±76,0			
VO <sub>2B1</sub> /VO <sub>2покоя</sub>	524,6±58,0	622,3±72,4	717,3±94,7			
HRB <sub>5</sub> /HR <sub>покоя</sub>	129,1±3,2	135,1±5,0	109,5±12,5			
VTB <sub>5</sub> /VT <sub>покоя</sub>	183,5±15,8	109,8±8,8	112,5±12,9	**	**	
fbB <sub>5</sub> /fb <sub>покоя</sub>	131,9±8,5	140,0±7,9	157,3±6,5		*	*
VEB <sub>5</sub> /VE <sub>покоя</sub>	213,3±21,8	148,1±10,8	174,9±18,1	*		
VO <sub>2B5</sub> /VO <sub>2покоя</sub>	196,4±22,7	147,2±16,0	185,4±21,2			

Примечание. Здесь и далее достоверность различий по t-критерию Стьюдента, \* – p<0,05; \*\* – p<0,01.

В этом плане, снижение частотных функциональных показателей, следует рассматривать именно как проявление экономизации функций, имея ввиду, что при этом объемные показатели увеличиваются или остаются на неизменном уровне [5; 10]. Кроме того, динамика экономизации наблюдается и в параметрах, отражающих величину использования организмом своего морфофункционального потенциала (V<sub>Tmax</sub>/VC, %; VE<sub>max</sub>/MMV, %). Полученные результаты свидетельствуют о закономерном снижении с ростом квалификации процента использования жизненной ёмкости лёгких с 44,8±2,1% у спортсменов III–II разрядов до 33,9±1,7% в группе кандидатов в мастера и мастеров спорта. Соответственно снижается процент использования индивидуальной максимальной вентиляции лёгких с 74,1±2,5% до 62,9±4,4% соответственно. В большинстве случаев, различия между группами статистически достоверны (p<0,05) (табл. 1).

Сходным образом снижается частота сердечных сокращений и, вероятно, также изменяется соотношение «систолический объем–частота сердечных сокращений».

Анализируя отдельные показатели функциональной мобилизации в процессе восстановления, мы исходили из того, что в период срочного восстановления (1 мин) положительным следует считать сохранение некоторого усиления функций и понимать это, как процесс максимального рекрутирования физиологических механизмов, призванных восполнить энерготраты и обеспечить возвращение параметров гомеостаза к исходному уровню. В период оставленного восстановления (в нашем случае 5 мин) положительным обстоятельством следует считать минимизацию сдвигов относительно уровня покоя в функциональных системах.

Исходя из выше обозначенного посыла, в табл. 1 можно видеть, что наилучшие показатели функциональной мобилизации в фазу срочного восстановления в своем большинстве отмечаются у спортсменов более высокой квалификации (I разряд и КМС и МС).

Таким образом, анализ полученных результатов показывает, что спортсмены, находящиеся на разных этапах адаптации к мышечной деятельности спортивного характера, существенно отличаются по отдельным показателям мобилизационных возможностей при выполнении нагрузки максимальной мощности и в различные фазы восстановления после неё.

Проявления функциональной экономизации выражаются в уменьшении сдвигов вегетативных систем организма и снижении энергетических затрат во время выполнения физической нагрузки [1]. Исходя из этого, нами был проведен сравнительный анализ показателей, отражающих напряженность функционирования систем организма и их эффективность в процессе выполнения мышечной работы стандартной и максимальной мощностей, а также в различные фазы восстановительного периода спортсменами разной квалификации. В качестве изучаемых параметров рассматривались: показатели реактивности функциональных систем в начальной фазе стандартной дозированной нагрузки ( $HRW_1/HR_{\text{покоя}}$ , %;  $fbW_1/fb_{\text{покоя}}$ , %;  $VtW_1/Vt_{\text{покоя}}$ , %;  $VEW_1/VE_{\text{покоя}}$ , %;  $VO_2W_1/VO_{2\text{покоя}}$ , %); показатели степени использования функционального потенциала ( $VtW_1/VC$ , %;  $VEW_1/MMV$ , %); показатели эффективности вегетативного обеспечения – кислородный пульс ( $VO_2/HR$ , мл/уд/мин), коэффициент использования кислорода из вдыхаемого воздуха ( $VO_2/VE$ , мл/л/мин), кислородный эффект дыхательного цикла ( $VO_{2\text{max}}/fb_{\text{max}}$ , мл/цикл/мин), ватт-пульс ( $W/HR$ , кГм/уд/мин) и коэффициент соотношения дыхательного объема к частоте дыхания ( $Vt/fb$ , у.е.).

В табл. 2 представлены показатели функциональной экономизации организма спортсменов в начальной фазе выполнения

первой ступени стандартной дозированной физической нагрузки.

Из приведенных данных следует, что спортсмены более низкой квалификации уже в начальной фазе стандартной физической нагрузки выполняют её с большим напряжением функциональных систем, а значит менее экономично. У них отмечается достоверно большее увеличение частоты сердечных сокращений, частоты дыхания, дыхательного объёма, легочной вентиляции и потребления кислорода относительно уровня покоя (табл. 2).

С ростом подготовленности спортсменов все выше обозначенные показатели уменьшаются от одной квалификационной группы к другой, что можно рассматривать как закономерный процесс, поскольку данная динамика имеет статистическую достоверность различий ( $p < 0,05$ ). В начальной фазе физической нагрузки стандартной мощности у спортсменов младших разрядов, по сравнению с более квалифицированными в некоторой степени больше величины таких показателей как кислородный пульс ( $VO_2W_1/HRW_1$ ), коэффициент использования кислорода из вдыхаемого воздуха ( $VO_2W_1/VEW_1$ ) и кислородный эффект дыхательного цикла ( $VO_2W_1/fbW_1$ ), что, возможно, является компенсаторной реакцией организма в ответ на несовершенство нейрогуморальных механизмов регуляции вегетативного обеспечения мышечной деятельности.

Выше обозначенные обстоятельства указывают на то, что у спортсменов низкой квалификации стандартная дозированная физическая нагрузка вызывает более выраженные реакции со стороны функциональных систем организма, которые обеспечивают выполнение работы с большим их напряжением. С ростом квалификации спортсменов происходит планомерное повышение экономичности вегетативного обеспечения мышечной работы, что выражается в существенном уменьшении функциональных сдвигов.

Эта зависимость находит подтверждение и в закономерном уменьшении процента использования собственных резервных возможностей: максимальной вентиляции легких, жизненной емкости легких и максимального потребления кислорода при работе стандартной мощности с повышением подготовленности спортсменов. Параллельно с этим происходит оптимизация соотношения объемно-временных параметров внешнего дыхания, что проявляется в увеличении по мере роста квалификации спортсменов коэффициента соотношения дыхательного объема и частоты дыхания с  $32,5 \pm 2,9$  у.е. у спортсменов младших разрядов, до  $36,7 \pm 3,6$  и  $41,9 \pm 5,9$  у.е. у более квалифицированных спортсменов.

Выявленная динамика функциональной экономизации у спортсменов, находящихся на разных этапах многолетней спортивной подготовки позволяет заключить, что овладение рациональной техникой выполнения упражнений, совершенствование координации

движений способствуют повышению экономичности дыхания и кровообращения, тем самым снижаются энерготраты организма на стандартную работу и повышается его КПД [7].

Таблица 2

Средние величины показателей функциональной экономизации у спортсменов футболистов разной квалификации в начальной фазе первой ступени стандартной дозированной физической нагрузки ( $M \pm m$ )

Показатель	Спортивная квалификация			Достоверность различий		
	III–II разряд (13–14 лет) n=22	I разряд (15–16 лет) n=18	КМС–МС (17–20 лет) n=16	I–II	I–III	II–III
	I	II	III			
$HRW_1/HR_{\text{покоя}}, \%$	161,2±4,1	146,0±4,7	117,6±12,7	*	*	*
$fbW_1/fb_{\text{покоя}}, \%$	160,4±8,2	143,1±7,8	144,8±10,7	*		
$VTW_1/VT_{\text{покоя}}, \%$	193,4±12,2	166,9±15,4	134,4±11,6		**	**
$VEW_1/VE_{\text{покоя}}, \%$	302,8±21,7	224,3±13,1	179,6±8,1	*	*	*
$VO_2W_1/VO_{2\text{покоя}}, \%$	409,6±23,9	309,4±23,7	234,7±21,9	*	*	*
$VEW_1/MMV, \%$	21,0±1,5	17,0±1,5	12,2±1,2		*	*
$VTW_1/VC, \%$	23,6±1,4	18,1±1,5	13,9±0,8	*	*	*
$VO_2W_1/VO_{2\text{max}}, \%$	37,6±2,6	22,0±2,5	16,5±1,5	*	*	
$W_1/HR, \text{кГм/уд/мин}$	3,5±0,1	3,8±0,1	3,7±0,2	*		
$VO_2W_1/HRW_1, \text{мл/уд/мин}$	7,3±0,4	5,2±0,5	4,0±0,3	*	*	*
$VO_2W_1/VEW_1, \text{мл/л/мин}$	41,1±1,1	36,9±2,8	39,3±4,5			
$VO_2W_1/fbW_1, \text{мл/цикл/мин}$	35,7±2,3	28,5±3,4	26,8±2,6		*	
$VT/fb W_1, \text{у.е.}$	32,5±2,9	36,7±3,6	41,9±5,9			

Комплекс показателей, отражающих функциональную экономизацию у спортсменов разного уровня подготовленности при выполнении нагрузки предельной мощности, а также в фазы срочного и отставленного восстановления после неё представлен в табл. 3. Полученные данные указывают на повышение экономичности и эффективности функционирования организма с ростом специальной подготовленности при выполнении мышечной работы максимальной мощности.

Все изучаемые показатели эффективности функционирования в большинстве позиций статистически достоверно ( $p < 0,05$ ), увеличиваются с ростом квалификации спортсменов. Это объясняется тем, что процесс подготовки направлен на повышение функциональных возможностей организма и эффективности его функционирования [11].

Таблица 3

Средние величины показателей функциональной экономизации у спортсменов футболистов разной квалификации при максимальной мощности физической нагрузки и в период восстановления ( $M \pm m$ )

Показатель	Спортивная квалификация			Достоверность различий		
	III–II разряд (13–14 лет) n=22	I разряд (15–16 лет) n=18	КМС–МС (17–20 лет) n=16	I–II	I–III	II–III
	I	II	III			
$W_{\max}/HR_{\max}$ , кгм/уд/мин	5,5±0,3	7,1±0,2	7,0±0,2	*	*	
$VO_{2\max}/HR_{\max}$ , мл/уд/мин	13,8±0,5	14,8±0,3	16,1±1,0		*	
$VO_{2\max}/VE_{\max}$ , мл/л/мин	31,5±1,1	41,7±2,2	45,8±2,8	*	*	
$VO_{2\max}/fb_{\max}$ , мл/цикл/мин	53,3±3,7	66,0±2,7	77,2±5,3	*	*	
$V_T/fb_{\max}$ , у.е.	35,8±4,4	39,6±2,2	44,3±3,3			
$VO_2V_1/fhV_1$ , мл/уд/мин	8,7±0,5	7,7±0,7	9,9±1,3			
$VO_2V_1/VEB_1$ , мл/л/мин	26,1±1,8	30,3±2,9	36,4±2,8		*	
$VO_2V_1/fbV_1$ , мл/цикл/мин	39,2±3,7	40,9±3,8	53,2±7,2			
$V_T/fbV_1$ , у.е.	48,1±5,1	52,1±3,3	51,5±4,8			
$VO_2V_5/fhV_5$ , мл/уд/мин	4,1±0,3	2,4±0,2	3,5±0,5	*		*
$VO_2V_5/VEB_5$ , мл/л/мин	24,4±0,9	25,5±1,8	34,0±4,8			
$VO_2V_5/fbV_5$ , мл/цикл/мин	19,9±1,6	12,4±1,0	19,7±3,1	**		**
$V_T/fbV_5$ , у.е.	40,7±5,3	24,5±2,3	29,2±3,5	**		

Обращает на себя внимание и закономерное увеличение коэффициента соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания в условиях выполнения физической нагрузки максимальной мощности, хотя статистически и не достоверное. Анализ изучаемых показателей при восстановлении после предельной нагрузки показал, что эффективность и экономичность кислородного обеспечения организма в фазу срочного восстановления практически по всем позициям выше у более подготовленных спортсменов (табл. 3). И хотя различия в этих показателях в большинстве случаев не имеют



статистической достоверности, тенденция к их увеличению с ростом квалификации спортсменов проявляется вполне однозначно.

При оценке показателей, регистрируемых к концу пятой минуты восстановительного периода, выяснилось, что у спортсменов с ростом квалификации изменяется роль отдельных показателей экономичности-эффективности, обеспечивающих оптимальность протекания срочного и отставленного восстановления. В фазу срочного восстановления у квалифицированных спортсменов качество восстановления обеспечивается большим вкладом показателей, отражающих экономичность функционирования вегетативных систем (кислородный пульс, кислородный эффект дыхательного цикла, соотношение параметров паттерна дыхания). В фазу отставленного восстановления на первый план выходит показатель эффективности, отражающий утилизационные способности системы кислородного обеспечения, т. е. коэффициент использования кислорода (табл. 3).

Проведенный анализ со всей очевидностью продемонстрировал квалификационные различия параметров функциональной мобилизации и экономизации у спортсменов в процессе адаптации к специфической мышечной деятельности. Учитывая закономерную минимизацию реакций организма на стандартную дозированную нагрузку с ростом подготовленности спортсменов, можно констатировать, что функциональная эффективность её выполнения у квалифицированных спортсменов обеспечивается за счет повышения качества производительности вегетативных систем, что следует из роста таких показателей экономичности, как коэффициент использования кислорода и коэффициент соотношения объёмно-временных параметров паттерна дыхания.

При выполнении предельных нагрузок с ростом спортивной подготовленности снижается уровень мобилизации частотных показателей систем вегетативного обеспечения выполняемой работы и наблюдается преобладание показателей эффективности функционирования организма. Спортсмены высокого класса, имея сходные с другими разрядами показатели кислородного пульса, явно превосходят их по эффективности и экономичности функционирования системы вентиляции. В тоже время показатели функциональной мобилизации, являющиеся выразителями максимальной тотальной работоспособности, закономерно возрастают. Возможно, что этот рост, обеспечивается благодаря проявлению «перекрестной компенсации», именно таких функциональных свойств как мобилизация и экономизация.

**Заключение.** Анализ показателей функциональной мобилизации в разные фазы восстановления показывает, что у спортсменов более высокой квалификации лучше мобилизуются функциональные возможности в период срочного восстановления, обеспечивая

эффективное возвращение параметров гомеостаза к исходному уровню, и у них более быстро восстанавливаются изучаемые показатели в период отставленного восстановления.

Особенность функциональной экономизации в процессе восстановления с ростом подготовленности связана с неоднозначностью вклада экономичности и эффективности в обеспечение оптимального протекания восстановления в отдельные его фазы – преобладание экономичности в срочную фазу и эффективности в отставленную.

#### **Список литературы**

1. *Волков В.М.* Тренировка и восстановительные процессы. Смоленск: СГИФК, 1990. 149 с.
2. *Данько Ю.И.* Очерки физиологии физических упражнений. М.: Медицина, 1974. 255 с.
3. *Корженевский, А.Н., Квашук П.В., Птушкин Г.М.* Новые аспекты комплексного контроля и тренировки юных спортсменов в циклических видах спорта // Теория и практика физической культуры. 1993. № 8. С. 28–33.
4. *Кучкин С.Н.* Резервы дыхательной системы и аэробная производительность организма: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Казань, 1986. 48 с.
5. *Кучкин С.Н.* Резервы дыхательной системы (обзор и состояние проблемы) // Резервы дыхательной системы. Волгоград, 1999. С. 7–51.
6. *Мищенко В.С.* Функциональные возможности спортсменов. Киев: Здоровья, 1990. 200 с.
7. *Солодков А.С., Сологуб Е.Б.* Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная. 2-е изд., испр. и доп. М.: Олимпия Пресс, 2005. 528 с.
8. *Солодков А.С.* Физическая работоспособность спортсмена. СПб., 1995. 43 с.
9. *Солопов И.Н.* Адаптация к физическим нагрузкам и физическая работоспособность спортсменов. Волгоград: ВГАФК, 2001. 56 с.
10. *Солопов И.Н.* Функциональная подготовленность и функциональная подготовка спортсменов // Проблемы оптимизации функциональной подготовленности спортсменов. Вып. 3. Волгоград, 2007. С. 4–12.
11. *Солопов И.Н., Шамардин А.И.* Функциональная подготовка спортсменов. Волгоград: ПринТерра-Дизайн, 2003. 263 с.

#### **DYNAMIC INDICATORS OF QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF SPORTSMEN FUNCTIONAL READINESS DURING ADAPTATION TO SPECIFIC MUSCULAR ACTIVITY**

**E.P. Gorbanyova, I.N. Solopov**

Volgograd State Academy of Physical Education, Volgograd

Features of qualitative characteristics of functional readiness of the sportsmen who are at different stages of long-term adaptation to specific muscular activity are found out. Are lead complex spiroergometric researches with

participation of footballers, three qualifying groups: III–II sports categories, 13–14 of age (n=22); I category (15–16 of age) (n=18) and sportsmasters and sportmaster candidates (17–20 of age) (n=16). Qualifying distinctions of such qualitative characteristics of functional readiness, as mobilization and economy are established. It is revealed, that to growth training efficiency there is their «cross indemnification», shown decrease in sizes frequency and some increase in volumetric parameters of vegetative functions, optimization of their parity in a condition of rest, reduction of expressiveness of reactions of an organism by standard loadings and increase of efficiency of its functioning at loadings of limiting capacity, increase in speed of course of regenerative processes.

**Keywords:** *functional training, qualitative characteristics of functional readiness, sports training, muscular activity.*

*Об авторах:*

ГОРБАНЕВА Елена Петровна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры физиологии, ГОУ ВПО «Волгоградская государственная академия физической культуры», e-mail: gorbaneva@bk.ru

СОЛОПОВ Игорь Николаевич – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии, ГОУ ВПО «Волгоградская государственная академия физической культуры»