

Ведущие компоненты функционального обеспечения выносливости при работе аэробного характера на этапе специализированной базовой подготовки

Национальный университет физического воспитания и спорта Украины (г. Киев)

Постановка научной проблемы и ее значение. В настоящее время в футболе сложились отчетливые требования к уровню функционального обеспечения специальной выносливости. Показано, что требования к функциональной подготовленности сформированы на уровне циклических видов спорта с проявлением выносливости. При этом у ведущих футболистов мира показатели максимального потребления O_2 достигают уровня $68,0\text{--}71,5 \text{ мл}^{-1}\cdot\text{мин}\cdot\text{кг}^{-1}$, легочной вентиляции – $180,1\text{--}193,4 \text{ л}\cdot\text{мин}^{-1}$, концентрации лактата крови – $15,7\text{--}18,9 \text{ ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$ [8]. Вместе с тем анализ функциональных возможностей широкого диапазона квалифицированных спортсменов показал значительный диапазон индивидуальных различий ($V > 15\%$) показателей аэробного энергообеспечения работы [3]. Эти данные, с одной стороны, выдвигают требования к уровню функциональной готовности, с другой – подчеркивают необходимость формирования системного подхода к развитию функционального обеспечения специальной работоспособности.

В специальной литературе, связанной со специальной физической подготовкой, широко представлены методические подходы, связанные с совершенствованием специальной физической подготовки. Как правило, в основе этих подходов лежит повышение скоростных возможностей и выносливости при работе анаэробного характера [7]. Методические подходы, направленные на повышение выносливости при работе аэробного характера ориентированы на преимущественное использование средств общей физической подготовки в процессе длительного выполнения упражнений циклического характера. При этом оценка аэробной производительности основана на критериях максимального потребления O_2 и работоспособности в серии специальных двигательных заданий, например тест Купера и тест Йо-Йо. При этом роль аэробного энергообеспечения и факторы его совершенствования являются крайне противоречивыми [1; 4].

Ученые подчеркивают, что наличие высокого аэробного потенциала является необходимым условием формирования и реализации резервов функциональной подготовленности в течение длительного периода соревновательной карьеры [9]. При этом речь идет о повышении тех сторон функционального обеспечения работоспособности, которые увеличивают долю экономичного аэробного энергообеспечения в общем энергобалансе работы в условиях нагрузок выраженной переменной интенсивности, характерной для игровой деятельности в футболе [11].

Подчеркивается, что выделение в системе годового цикла короткого периода подготовки, направленного на совершенствование аэробного энергообеспечения работы, становится явно недостаточным [10]. Эта проблема увеличивается у спортсменов высокого класса, которые принимают участие в 60–70 матчах в течение сезона, что существенно ограничивает длительность подготовительного периода подготовки, когда тренировочный процесс направлен на повышение функциональных возможностей организма.

В этой связи значение приобретает период многолетней подготовки спортсменов, когда формируются резервы функциональной подготовленности, в том числе аэробный потенциал. Согласно теории спорта, этим периодом является этап специализированной базовой подготовки [5]. Структура, содержание и основные средства спортивной подготовки в этот период хорошо известны в футболе. Они тесно коррелируют с принципами теории спорта, в том числе при формировании специальной физической подготовки с учетом возрастных границ юных квалифицированных спортсменов [12]. Вместе с тем при обосновании общих подходов сложилось понимание того, что отсутствие нормативной базы аэробной подготовленности вызывает существенные трудности, при совершенствовании средств и методов управления специальной физической подготовленностью.

Обоснована необходимость формирования специальной структуры аэробных возможностей и обоснование на этой специализированной направленности специальной физической подготовки на этапе специализированной базовой подготовки.

Связь исследований с темами НИР. Исследования являются частью научно-исследовательской работы, проводимой согласно сводного плана НИР в сфере физической культуры и спорта по теме 1.8: «Построение подготовки и соревновательной деятельности спортсменов в олимпийских циклах на этапах многолетнего совершенствования», № госрегистрации – 0112U003205.

Цель работы – определить ведущие компоненты аэробного энергообеспечения на этапе специализированной базовой подготовки.

Методы и организация исследований. В исследовании приняли участие 24 квалифицированных спортсмена в возрасте 16–17 лет.

Оценка проведена на основании применения физиологических методов оценки работоспособности в лабораторных условиях на основании анализа максимальных уровней VO_2 , выделения CO_2 , легочной вентиляции, а также расчетных показателей соотношения указанных реакций. На основании расчетных показателей установлены характеристики мощности, кинетики, устойчивости реакции КРС и аэробного энергообеспечения в зоне интенсивности аэробного (вентиляторного), анаэробного (гликолитического) порогов и максимального потребления O_2 [6].

Первое задание (стандартный тест) представляло собой равномерную работу – бег со стандартной нагрузкой: скорость – $3,0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, длительность – 6 мин, угол наклона беговой дорожки – 0° . Второе тестовое задание – ступенчато-возрастающая нагрузка на беговой дорожке. Условия нагрузки соответствовали протоколу измерения $\text{VO}_2 \text{ max}$. При этом работа выполнялась в течение 4–5 ступеней (уровней интенсивности) работы. Длительность работы на ступенях была 2 мин. Уровень нагрузки увеличивался за счет изменение угла наклона (в градусах) беговой дорожки на $0,5^\circ$ при постоянной скорости дорожки $3,0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Изложение основного материала и обоснование полученных результатов исследования. Направление исследований связано с формированием предпосылок для рационального построения специальной физической подготовки на основании анализа количественных и качественных характеристик функционального обеспечения работоспособности в зоне интенсивности аэробно-анаэробного перехода и реализации аэробного и анаэробного энергообеспечения (уровень работы – $115 \% \text{VO}_2 \text{ max}$).

Из анализа данных, представленных в специальной литературе, видно, что эффективность энергообеспечения высокоинтенсивной работы переменного характера в футболе представляется важной стороной проявления специальной выносливости. При этом существенная роль отводится эффективному аэробному энергообеспечению, где основная специфика функции связана с повышением доли экономичного аэробного энергообеспечения в общем энергобалансе работы. Вместе с тем существующие данные относятся, главным образом, к констатации факта высоких требований к энергообеспечению работы и не дают содержательной характеристики специфики таких требований к специальным аэробным возможностям футболистов. Можно думать, что едва ли для их адекватной оценки можно ограничиваться определением максимального потребления кислорода и анаэробного порога. Поэтому очевидна необходимость выделения ведущих компонентов функциональных возможностей и их удельного веса, которые специфичны для футболистов. Это может быть основанием для критериев оценки специальной выносливости футболистов и совершенствования специализированной оценки двигательного качества и тренировочного процесса в целом.

В связи с этим интерес представляет выделение факторов специальной выносливости, которые включают стороны функциональных возможностей, в частности количественных и качественных характеристик аэробных возможностей футболистов, обеспечивающих проявления выносливости. Исходили, что указанные группы показателей составили качественные и количественные характеристики содержания основных факторов, определяющих ведущие компоненты выносливости футболистов. В частности, определены те стороны их функциональных возможностей, которые влияли на способность организма увеличить характер и степень влияния аэробной функции на эффективность функционального обеспечения работоспособности футболистов.

В настоящем исследовании концепция формирования специализированной направленности тренировочного процесса, направленного на развитие выносливости футболистов, опиралась на системный подход. Он предполагает определение и анализ ведущих факторов функциональной подготовленности, которые лежат в основе этого двигательного качества спортсменов. Проведен общий и частный анализ. Общий анализ имел целью обобщения ведущих компонентов функциональной подготовленности футболистов высокой квалификации (табл. 1) на основании факторного анализа всех показателей функциональной подготовленности футболистов.

Частный анализ проведен, чтобы определить качественные характеристики каждого фактора функциональной подготовленности. Он проходил на основании корреляционного исследования показателей каждого из факторов функциональной подготовленности футболистов (табл. 2).

В процессе анализа функциональной подготовленности футболистов выделено два ведущих фактора, которые характеризуют компоненты их функциональной подготовленности. Среди них отчетливо проявляются те, которые включают функциональные свойства организма, определяющие эффективность функционального обеспечения футболистов.

В результате анализа показателей первого фактора функциональной подготовленности установлено значение мощности и экономичности реакции КРС и аэробного энергообеспечения в условиях прогрессирующей гиперкапнии (в зоне АнП- $V'O_2 \max$). Этот фактор имел наиболее высокий удельный вес в структуре аэробных возможностей футболистов – 53,4 %.

Показан высокий уровень связей показателей легочной вентиляции в зоне АнП (V'_E АнП) и максимальной величиной этой реакции ($V'_E \max$) на потребление O_2 в процессе напряженной двигательной деятельности, стимулирующей утомление. Взаимодействие этих процессов создают условия для реализации аэробного потенциала футболистов, выраженного в достижении $V'O_2 \max$ ($R=0,71$). Значение этого фактора для проявления выносливости связано с возможностью обеспечения работы в условиях нарастающего утомления за счет достижения максимальных величин аэробной мощности и рационального использования анаэробного резерва в процессе напряженной двигательной деятельности при нарастающем утомлении.

В результате анализа показателей второго фактора функциональной подготовленности установлено значение скорости развертывания реакций. Его удельный вес составил 37,7 %.

В результате анализа показателей второго фактора показаны достоверные связи показателей скорости развертывания реакции КРС ($T_{50} VO_2$, HR, V_E) и работоспособности организма на уровне АнП (табл. 1). Более детально реактивные свойства КРС проанализированы с помощью множественного коэффициента корреляции (F-критерий Фишера, $\sigma=0,05$). Применение множественного корреляционного анализа позволило оценить совокупное влияние двух взаимосвязанных факторов на третий. Сильные связи ($R=0,73$, $R=0,77$) отмечены при анализе влияния кинетики КРС в начале работы ($T_{50} VO_2$ и V_E) на стороны аэробных возможностей организма, обеспечивающих высокую экономичность работы ($VO_2 \cdot HR^{-1}$ и $EqO_2 VO_2 \max$).

Роль этих компонентов функциональной подготовленности для проявления очевидна. Первая составляющая реакции создает предпосылки компенсации нарастающим ацидемическим сдвигам во время работы, и тем самым позволяет продлить фазу устойчивого состояния спортсменов в процессе напряженной двигательной деятельности, вторая составляющая реакции КРС позволит обеспечить быстрое включение в работу экономичного аэробного резерва [2].

Таблица 2

Ведущие факторы аэробной подготовленности ($n=24$)

Показатель	1 фактор	2 фактор
$VO_2 \max$	-0,669447	0,051345
$V_E \max$	-0,851449	0,178002
% excess V_E	-0,561814	-0,241064
$T_{50} VO_2$	0,004620	0,871315
$T_{50} V_E$	0,102706	0,857227
$T_{50} HR$	0,280007	0,260684
гер стандарт.	0,032294	-0,044735
KУ	0,260471	-0,657134
O_2/HR стандарт.	-0,680277	0,400332
$O_2/HR VO_2 \max$	-0,584670	0,307407
$EqO_2 VO_2 \max$	-0,710727	-0,430421
$EqCO_2 VO_2 \max$	-0,587196	-0,356146
HR $VO_2 \max$	-0,536517	0,457200
T- $VO_2 \max$, s	-0,468832	-0,481285
W- $VO_2 \max$, watt	-0,656143	0,397294
HR AT ₂	-0,579536	-0,596471
W-AT ₂ , watt	-0,396212	-0,276969
HR AT ₁	-0,409695	-0,041783
HR max	-0,688051	0,286492
Expl. Var	5,373458	3,769933
Prp. Totl	0,282814	0,198418

На основании проведенного факторного и корреляционного анализа показателей КРС выделено два ведущих фактора аэробной подготовленности футболистов. Анализируя достоверные связи, дается характеристика основных компонентов функционального обеспечения специальной работоспособности футболистов.

В табл. 3 охарактеризованы факторы, что обобщают функциональные свойства организма квалифицированных спортсменов в спортивных танцах.

Характеристика ведущих факторов структуры выносливости футболистов (n=24)

№ фактора	% от общей дисперсии	Показатель	Характеристика фактора
1	53,7	VO ₂ max	Мощность КРС и экономичность реакций
		V _E max	
		O ₂ /HR стандарт	
		EqO ₂ VO ₂ max	
		Watts – VO ₂ max	
2	37,7	T ₅₀ VO ₂	Подвижность реакций
		T ₅₀ V _E	
		Коэффициент усиления реакции в условиях нарастающего утомления при повторе выполнении нагрузки	
		HR AT ₂	

Из табл. 3 видно, что наиболее существенный вес имеет первый фактор (53,7 %), в основе которого лежат мощность и экономичность КРС и аэробного энергообеспечения. Этот фактор характеризует способность организма достигать высоких значений потребления O₂ и легочной вентиляции [2]. Обращает внимание роль реакции легочной вентиляции для достижения пиковых величин мощности КРС. Ее усиление в зоне аэробно-анаэробного перехода и в период нарастания гипоксических и гиперкапнических сдвигов в организме является условием, при котором спортсмены достигают максимальных величин потребления O₂ и устойчивости реакции в условиях нарастающего утомления [2]. Связь мощности реакций с показателями, которые характеризуют экономичность аэробного энергообеспечения в результате повышенного уровня потребления O₂, указывают на значение увеличения доли экономичного аэробного метаболизма в общем энергобалансе работы. С этим связана высокая роль указанных показателей мощности и экономичности работы в связи со временем работы спортсмена при достижении VO₂ max.

Анализ второго фактора с точки зрения функционального обеспечения соревновательной деятельности указывает на его значение при условии многократного, в течение тренировочной и соревновательной деятельности, достижения высокого уровня реакции. Усиление реакции КРС и аэробного энергообеспечения, ее подвижность в условиях повторных и переменных режимов работы является маркером сохранения высоких реактивных способностей КРС, фактором компенсации нарастающего метаболического ацидоза и условием многократного достижения высоких значений потребления O₂.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Дана качественная и количественная характеристика компонентам аэробных возможностей футболистов, которые влияют на уровень специальной работоспособности и определяют структуру специальной выносливости квалифицированных спортсменов в футболе. Установлено, что аэробные возможности футболистов имеют оригинальную структуру. Ведущими компонентами структуры аэробных возможностей футболистов являются мощность, экономичность, скорость развертывания и подвижность реакций в условиях нарастающего утомления, которые именно и формируют специализированную направленность специальной физической подготовки в футболе на этапе специализированной базовой подготовки. На их основе при помощи факторного анализа установлены ведущие факторы аэробной подготовленности, которые определяют специализированную направленность специальной физической подготовки на этапе специализированной базовой подготовки футболистов.

Удельный вес первого фактора составляет 53,7 %. Он имеет значение для проявления выносливости при условии увеличения доли экономичного аэробного энергообеспечения в общем энергобалансе работы. Удельный вес второго фактора составляет 37,7 %. Он важен для эффективного развертывания функций для создания предпосылок эффективного функционального обеспечения следующих, более напряженных периодов в процессе тренировочной и соревновательной деятельности футболистов.

Перспективным направлением исследований является разработка нормативной основы показателей, которые отражают ведущие компоненты аэробного энергообеспечения футболистов.

Источники и литература

1. Иорданская Ф. А. Мониторинг физической и функциональной подготовленности футболистов в условиях учебно-тренировочного процесса : монография / Ф. А. Иорданская. – М. : Сов. спорт, 2013. – 180 с.
2. Мищенко В. С. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте : монография / В. С. Мищенко, Е. Н. Лысенко, В. В. Ви-

- ноградов. – Киев : Наук. свит, 2007. – 351 с
3. Пшибыльский В. Функциональная подготовленность высококвалифицированных футболистов / В. Пшибыльский, В. Мищенко. – Киев : Наук. свит, 2005. – 162 с.
 4. Селуянов В. Н. Адаптация организма футболистов к соревновательной и тренировочной деятельности : метод. рек. / В. Н. Селуянов, С. К. Сарсания, К. С. Сарсани. – М., 2003. – 90 с.
 5. Платонов В. Н. Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и ее практическое применение / В. Н. Платонов. – Киев : Олимп. лит. 2013. – 624 с.
 6. Физиологическое тестирование спортсменов высокого класса : [науч.-практ. руководство] / науч. ред. Дж. Д. МакДугал, Г. Э. Уэнгер, Г. Дж. Грин]. – Киев : Олимп. лит., 1998. – 431 с.
 7. Badiru D. The Physics of Soccer: Using Math and Science to Improve Your Game / Deji Badiru // Books for home, work, and leisure. ABICS Publications A Division of AB International Consulting Services. – USA, Lexington, 2010. – 296 p.
 8. Bangsbo J. Assessment of the physiological capacity of elite soccer players / J. Bangsbo, L. Michalsik // Science and Football, 1999. – №. 4. – P. 53–62.
 9. Ekblom B. Handbook of Sport Medicine and Science. Football (Soccer) / B. Ekblom. – London – Boston : Blackwell Science Publishers, 1994. – 276 p.
 10. Hargreaves A. Skills and strategies for coaching soccer / Alan Hargreaves and Richard Bate. – 2 nd ed. – United States : Human Kinetics, 2010. – 370 p.
 11. Murgatroyd S. R. Pulmonary O₂ uptake kinetics as a determinant of high-intensity exercise tolerance in humans / S. R. Murgatroyd, C. Ferguson, S. A. Ward, B. J. Whipp, and H. B. Rossiter // J Appl Physiol. 2011, 110. – P. 1598–1606.
 12. Reilly T. Science of training – soccer: a scientific approach to developing strength, speed and endurance / Thomas Reilly // Routledge is an imprint of the Taylor & Francis Group. – New York & London, 2007. – 192 p.

Аннотации

Цель работы – определить ведущие компоненты аэробного энергообеспечения на этапе специализированной базовой подготовки. Дана качественная и количественная характеристика компонентов аэробных возможностей футболистов, которые влияют на уровень специальной работоспособности и определяют структуру специальной выносливости квалифицированных спортсменов в футболе. Установлено, что аэробные возможности футболистов имеют оригинальную структуру. Ведущими компонентами структуры аэробных возможностей футболистов являются мощность, экономичность, скорость развертывания и подвижность реакций в условиях нарастающего утомления, которые именно и формируют специализированную направленность специальной физической подготовки в футболе на этапе специализированной базовой подготовки. На их основе при помощи факторного анализа установлены ведущие факторы аэробной подготовленности, которые определяют специализированную направленность специальной физической подготовки на этапе специализированной базовой подготовки футболистов.

Ключевые слова: функциональные возможности, футбол, выносливость.

Сянлінь Кун, Андрій Дяченко. Провідні компоненти функціонального забезпечення витривалості при роботі аеробного характеру на етапі спеціалізованої базової підготовки. Мета роботи – визначити провідні компоненти аеробного енергозабезпечення на етапі спеціалізованої базової підготовки. Дається якісна й кількісна характеристика компонентів аеробних можливостей футболистів, які впливають на рівень спеціальної працездатності та визначають структуру спеціальної витривалості кваліфікованих спортсменів у футболі. Установлено, що аеробні можливості футболистів мають оригінальну структуру. Провідними компонентами структури їхніх аеробних можливостей є потужність, економічність, швидкість розгортання й рухливість реакцій в умовах наростаючого стомлення, які саме й формують спеціалізовану спрямованість спеціальної фізичної підготовки у футболі на етапі спеціалізованої базової підготовки. На їх основі за допомогою факторного аналізу встановлено провідні чинники аеробного підготовленості, які визначають спеціалізовану спрямованість спеціальної фізичної підготовки на етапі спеціалізованої базової підготовки футболистів.

Ключові слова: функціональні можливості, футбол, витривалість.

Xianglin Kong, Andriy Diachenko. Top Components of Functional Ensuring of Endurance in Case of Work of Aerobic Character at the Stage of Specialized Basic Training. Objective of the work: to determine the major components of aerobic energy supply at the stage of specialized basic training. It was presented qualitative and quantitative characteristic of the components of aerobic capacity of football players that influence the level of special operability and define the structure of special endurance of qualified athletes in football. It was found out that aerobic possibilities of players have the original structure. The leading components of the structure of aerobic capacity of football players are power, efficiency, speed of deployment and mobility of reactions in terms of increasing fatigue, which form specialized orientation of special physical preparation in football at the stage of specialized basic preparation. On their basis, using the factor analysis it was established the leading factors of aerobic fitness, which define specialized orientation of special physical preparation at the stage of specialized basic training of football players.

Key words: functional abilities, football, endurance.