

УДК

DOI 10.25688/2076-9091.2020.40.4.2

**О. В. Ильичёва,  
С. А. Гониянц,  
Я. В. Сираковская**

## **Взаимосвязь показателей функционального состояния кардиореспираторной системы, физической и умственной работоспособности футболистов 15–16 лет в подготовительном и соревновательном периодах годового цикла подготовки**

В статье показано, что в настоящее время недостаточно изученным остается вопрос взаимосвязи типа вегетативной регуляции сердечного ритма и параметров кардиогемодинамики с уровнем физической и умственной работоспособности юных спортсменов 15–16 лет в годовом цикле подготовки. Определены специфические для подготовительного и соревновательного периодов годового цикла подготовки достоверные (при уровне достоверности  $p = 0,05$ ; значении коэффициента корреляции  $r$ -Пирсона  $> 0,51$ ) коэффициенты корреляции между показателями физической, умственной работоспособности и параметрами функционального состояния кардиореспираторной системы юных футболистов.

Ключевые слова: физическая работоспособность; умственная работоспособность; параметры кардиогемодинамики; кардиореспираторная система; коэффициент корреляции Пирсона.

### **Введение**

**С**овременный уровень спортивных достижений в футболе характеризуется постоянным ростом объема и интенсивности физических нагрузок, в том числе в детском и юношеском спорте, сопровождается предельной мобилизацией функциональных возможностей организма спортсменов с развитием физического и психического перенапряжения, снижением физической работоспособности.

В связи с этим основное внимание специалистов в области спорта должно быть направлено на оптимизацию спортивной тренировки с учетом закономерностей развития организма детей и подростков в системе подготовки

спортивного резерва и поиска новых путей формирования, коррекции и поддержания высокой работоспособности и мобилизации функциональных возможностей без патологических сдвигов в деятельности основных систем организма юных спортсменов [6]. Поэтому проблема изучения динамики взаимосвязи физической и умственной работоспособности и механизмов их формирования является актуальной и социально важной.

Вопросы подготовки юных спортсменов в игровых видах спорта в условиях напряженной мышечной деятельности рассматриваются в ряде работ [5, 6, 7]. В них определяются особенности влияния физических нагрузок на показатели функционального состояния центральной нервной системы и умственной работоспособности. В частности, выявлены основные механизмы оптимальной, напряженной и неадекватной адаптации к тяжелой мышечной работе. Однако взаимосвязь показателей физической и умственной работоспособности у юных футболистов, которые обеспечивают адаптацию к физическим нагрузкам в футболе, изучены недостаточно.

**Цель исследования:** определить взаимосвязь показателей функционального состояния кардиореспираторной системы, физической и умственной работоспособности футболистов 15–16 лет в подготовительном и соревновательном периодах годового цикла подготовки.

### Методы и контингент исследования

Исследование проводилось в сезоне 2018/2019 гг. при участии юных футболистов 15–16 лет, имевших третий взрослый разряд, в количестве 15 человек, которые являлись воспитанниками спортивной школы по футболу «Виктория» (г. Коломна).

Для достижения цели исследования нами определялась физическая работоспособность по тесту PWC170 и аэробная производительность по показателям МПК; умственная работоспособность, интегрирующая основные свойства психики, к которым относятся такие когнитивные способности, как память, мышление, внимание, восприятие, определялась по методикам: Э. Крепелина (собственно оценка умственной работоспособности), «Кольца Ландольта» (выявление объема и скорости переработки зрительной информации), «Оперативная память» [1, 2, 4], «Определение быстроты мышления» [1]; функциональное состояние кардиореспираторной системы определялось по параметрам центральной гемодинамики (расчетный метод), кардиорегуляторным параметрам и состоянию респираторной функции [3].

Для оценки кардиорегуляторных параметров использовался метод вариационной пульсометрии, сущность которого состоит в исследовании распределения значений кардиоинтервалов [Там же].

В процессе обработки данных применялся сертифицированный немедицинский прибор вариационной пульсометрии (определение ритма сердца)

«КардиоБОС» научно-производственной компании «Биоквант» (г. Новосибирск), где автоматически замерялись ЧСС, вариационный размах, мода, амплитуда моды.

При оценке респираторной функции использовался портативный спирометр MIR Spirobank G USB [5].

Исследование по каждой методике проводилось дважды: в октябре и марте (подготовительный и соревновательный периоды годичной подготовки футболистов).

Для определения механизмов обеспечения взаимосвязи умственной и физической работоспособности с учетом функционального состояния сердца в марте и октябре также была проведена вариационная пульсометрия и определены параметры центральной кардиогемодинамики футболистов.

### Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования нами были проанализированы межсистемные взаимосвязи (по результатам определения коэффициентов корреляции Пирсона) между показателями физической и умственной работоспособности и функционального состояния кардиореспираторной системы в период восстановления футболистов 15–16 лет, которые позволили выделить следующие типы обеспечения физической и умственной работоспособности спортсменов [5, 6, 7]:

- гемодинамический (по показаниям артериального давления, минутного и систолического объемов крови и др.);
- респираторные (по показаниям вентиляции легких);
- кардиорегуляторный (по показаниям вариационной пульсометрии).

Преобладание типа в механизмах обеспечения физической или умственной работоспособности считалось действительным, если из всего количества параметров 50 % имели достоверные коэффициенты корреляции с рядом изучаемых показателей (при уровне достоверности  $p = 0,05$ ; значении коэффициента корреляции  $r$ -Пирсона — 0,51).

В таблице 1 представлена взаимосвязь показателей функционального состояния кардиореспираторной системы и физической работоспособности футболистов 15–16 лет в подготовительном и соревновательном периодах.

В подготовительном периоде у футболистов 15–16 лет наблюдалось 9 корреляционных связей, две из которых — между показателями ЧСС и PWC 170, МПК — сильно отрицательные, т. е. чем ниже показатели ЧСС, тем выше физическая работоспособность. Связи средней силы выявлены между показателями PWC 170 и СОК —  $r = 0,677$ ; МОК —  $r = 0,578$ ; СИ —  $r = 0,601$ ; FEV —  $r = 0,614$ ; МПК и СИ —  $r = 0,609$ ; FEV —  $r = 0,629$ . Сильная степень корреляции установлена между МПК и МОК —  $r = 0,766$ .

Всего в соревновательном периоде выявлено 16 корреляционных связей — 4 отрицательные PWC 170 и МПК с ЧСС (2 связи) и с АМо (2 связи),

Таблица 1

**Взаимосвязь показателей функционального состояния  
кардиореспираторной системы и физической работоспособности  
футболистов 15–16 лет в подготовительном и соревновательном периодах  
годового тренировочного цикла, (n = 15)**

Показатели	Осенний (подготовительный) период		Весенний (соревновательный) период	
	PWC 170	МПК	PWC 170	МПК
ЧСС	<b>-0,978</b>	<b>-0,877</b>	<b>-0,971</b>	<b>-0,857</b>
АДС	-0,356	-0,456	-0,331	-0,367
АДД	-0,342	-0,405	-0,234	-0,311
СОК	<b>0,677</b>	0,407	0,398	0,305
МОК	<b>0,578</b>	<b>0,766</b>	<b>0,633</b>	<b>0,666</b>
СИ	<b>0,601</b>	<b>0,609</b>	<b>0,599</b>	<b>0,601</b>
ΔX	0,234	0,222	0,427	0,413
Mo	0,106	0,134	<b>0,705</b>	<b>0,693</b>
АМо	-0,156	-0,189	<b>-0,714</b>	<b>-0,699</b>
FEV	<b>0,614</b>	<b>0,629</b>	<b>0,701</b>	<b>0,789</b>
FEV1	0,356	0,406	0,345	0,406
FEV1/FVC	0,204	0,207	0,402	0,466
PEF	0,316	0,301	<b>0,657</b>	<b>0,633</b>
FEF 25-75	0,305	0,435	<b>0,705</b>	<b>0,744</b>

*Примечание:* ЧСС — частота сердечных сокращений, уд/мин; АДС — артериальное давление систолическое, мм рт. ст.; АДД — артериальное давление диастолическое, мм рт. ст.; СОК — систолический объем крови, мл; МОК — минутный объем крови, л/мин; СИ — сердечный индекс, л/мин/м<sup>2</sup>; ΔX — вариационный размах (аритмия); Mo — мода: диапазон наиболее часто встречающихся значений кардиоинтервалов; АМо — амплитуда моды — число интервалов, попавших в диапазон моды; FEV — форсированная жизненная емкость легких, л; FEV1 — объем форсированного выдоха за 1-ю секунду; FEV1/FVC — отношение форсированного выдоха за 1 с к жизненной емкости легких, %; PEF — пиковый экспираторный поток, л/с; FEF25-75 — средняя объемная скорость в интервале между 25 % и 75 % форсированной жизненной емкости легких, л/с.

и 12 положительных. Усилилась роль респираторных механизмов обеспечения физической работоспособности и проявились механизмы кардиорегуляторного обеспечения.

В целом у юных футболистов в годовичном цикле наблюдался переход компенсаторных связей гемодинамического типа в адаптивные связи взаимодействия гемодинамического, кардиорегуляторного и респираторного типов. Это положительная динамика, которая указывает на оптимальное влияние занятий футболом на механизмы развития адаптации к напряженной мышечной деятельности.

Сравнительная характеристика обеспечения физической и умственной работоспособности у футболистов 15–16 лет свидетельствует о том, что они имеют разные механизмы формирования со стороны кардиореспираторной системы (см. табл. 2).

Таблица 2

**Взаимосвязь показателей функционального состояния  
кардиореспираторной системы, физической и умственной работоспособности  
футболистов 15–16 лет в подготовительном и соревновательном периодах  
годового тренировочного цикла, ( $n = 15$ )**

Показатели	Осенний (подготовительный) период				Весенний (соревновательный) период			
	Умственная работоспособность	Кольца «Ландольга»	Оперативная память	Быстрота мышления	Умственная работоспособность	Кольца «Ландольга»	Оперативная память	Быстрота мышления
PWC 170	<b>0,634</b>	0,488	<b>0,703</b>	<b>0,623</b>	<b>0,723</b>	0,502	<b>0,712</b>	<b>0,762</b>
МПК	<b>0,666</b>	0,432	<b>0,722</b>	<b>0,678</b>	<b>0,744</b>	0,513	<b>0,748</b>	<b>0,739</b>
ЧСС	-0,478	-0,322	-0,234	-0,230	-0,359	-0,405	-0,312	-0,433
АДС	-0,399	-0,456	-0,243	-0,316	-0,331	-0,367	-0,231	-0,167
АДД	-0,342	-0,405	-0,239	-0,401	-0,234	-0,311	-0,241	-0,169
СОК	0,398	0,407	0,211	0,311	0,377	0,333	0,334	0,378
МОК	<b>0,694</b>	0,466	<b>0,716</b>	<b>0,689</b>	<b>0,698</b>	0,432	<b>0,589</b>	<b>0,632</b>
СИ	0,245	0,207	0,199	0,267	0,267	0,213	0,247	0,265
$\Delta X$	-0,234	-0,222	-0,206	-0,344	-0,327	-0,413	-0,389	-0,314
Mo	0,106	0,134	0,188	0,198	0,322	0,421	0,217	0,213
AMo	-0,213	-0,187	-0,124	-0,098	-0,314	-0,399	-0,304	-0,122
FEV	<b>0,604</b>	<b>0,621</b>	<b>0,608</b>	<b>0,610</b>	<b>0,701</b>	<b>0,677</b>	<b>0,737</b>	<b>0,687</b>
FEV1	0,356	0,406	0,407	0,365	<b>0,716</b>	0,441	<b>0,643</b>	<b>0,655</b>
FEV1/FVC	0,402	0,166	0,311	0,335	0,244	0,218	0,239	0,178
PEF	0,371	0,207	0,316	0,239	<b>0,710</b>	<b>0,601</b>	<b>0,679</b>	<b>0,702</b>
FEF 25–75	0,315	0,309	0,299	0,122	<b>0,765</b>	<b>0,595</b>	<b>0,722</b>	<b>0,733</b>

Умственная работоспособность футболистов связана преимущественно с респираторной функцией, а в обеспечении физической работоспособности принимают участие все три механизма.

У футболистов выявлены сильные корреляционные связи между показателями физической работоспособности и результатами в трех тестах — «Умственная работоспособность», «Оперативная память» и «Быстрота мышления» —  $r = 0,723 - 0,762$ . Связи сильной и средней силы установлены между показателями работоспособности и четырьмя показателями вентиляции легких при  $r = 0,595 - 0,737$ .

При оценке взаимосвязей физической и умственной работоспособности учитывалось, что увеличение достоверных коэффициентов корреляции свидетельствует об оптимизации управления процессами адаптации со стороны ЦНС.

Таким образом, несмотря на усиление взаимосвязи между физической и умственной работоспособностью у футболистов 15–16 лет в соревновательном периоде, необходимо корректировать тренировочный процесс, и в частности функциональную подготовку юных спортсменов, с целью активизации

адаптационных механизмов обеспечения их умственной и физической работоспособности.

### Выводы

1. В ходе эксперимента выявлены различные механизмы формирования взаимосвязи физической и умственной работоспособности и их кардиореспираторного обеспечения в разные периоды годичного тренировочного цикла юных футболистов 15–16 лет.

2. Выделены три условных типа обеспечения умственной и физической работоспособности в разные периоды годичного цикла подготовки юных футболистов, которые определены в зависимости от физиологического процесса: гемодинамический, кардиорегуляторный, респираторный.

3. Показано, что у юных футболистов в годичном цикле наблюдается переход компенсаторных связей гемодинамического типа в адаптивные связи взаимодействия кардиорегуляторного и респираторного типов в обеспечении физической работоспособности. В частности, в подготовительном периоде физическая работоспособность обеспечивается преимущественно за счет параметров гемодинамики и кардиорегуляции, в то время как в обеспечении умственной работоспособности четких механизмов в этом периоде не выявлено. В соревновательном периоде физическая работоспособность обусловлена кардиорегуляторными и респираторными механизмами, умственная — только респираторными;

4. Установлено, что в соревновательном периоде, относительно подготовительного, проявляется выраженное усиление взаимосвязи между физической и умственной работоспособностью у футболистов 15–16 лет.

### Литература

1. Анастаси А. Психологическое тестирование. 7-е изд. СПб.: Питер, 2005. 688 с.
2. Белозерова Л. М. Умственная работоспособность: монография. Пермь: Пресс-гайм, 2007. 54 с.
3. Граевская Н. Д., Долматова Т. И. Спортивная медицина: учебное пособие. М.: Спорт, 2018. 712 с.
4. Елисеев О. П. Оценка умственной работоспособности по Э. Крепелину // Практикум по психологии личности. СПб.: Питер, 2003. С. 199–200.
5. Ильичёва О. В., Сираковская Я. В., Лаптев А. В. Функциональная подготовка баскетболистов 17–19 лет, направленная на повышение резервов их сердечно-сосудистой системы и физической работоспособности // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2018. № 3 (157). С. 157–161.
6. Нестерчук М. И., Ильичёва О. В. Повышение функционального состояния кардиореспираторной системы футболистов 14–15 лет на основе применения дыхательных упражнений // Университетский спорт: здоровье и процветание нации:

материалы VI Междунар. науч. конф. студентов и молодых ученых / Международная федерация университетского спорта; Международная ассоциация университетов физической культуры и спорта; Министерство спорта Российской Федерации; Московская государственная академия физической культуры. М., 2016. С. 29–32.

7. Шумихина И. И. Особенности адаптивных возможностей юных футболистов // Инновационные технологии в подготовке спортсменов. М., 2013. С. 102–103.

### Literatura

1. Anastazi A. Psixologicheskoe testirovanie. 7-e izd. SPb.: Piter, 2005. 688 s.

2. Belozerova L. M. Umstvennaya rabotosposobnost': monografiya. Perm': Press-tajm, 2007. 54 s.

3. Graevskaya N. D., Dolmatova T. I. Sportivnaya medicina: uchebnoe posobie. M.: Sport, 2018. 712 s.

4. Eliseev O. P. Ocenka umstvennoy rabotosposobnosti po E'. Krepelinu // Praktikum po psixologii lichnosti. SPb.: Piter, 2003. S. 199–200.

5. Il'ichyova O. V., Sirakovskaya Ya. V., Laptev A. V. Funkcional'naya podgotovka basketbolistov 17–19 let, napravlenaya na pov'shenie rezervov ix serdechno-sosudistoy sistemy i fizicheskoy rabotosposobnosti // Ucheny'e zapiski universiteta im. P. F. Lesgafta. 2018. № 3 (157). S. 157–161.

6. Nesterchuk M. I., Il'ichyova O. V. Pov'shenie funkcional'nogo sostoyaniya kardiorespiratornoj sistemy futbolistov 14–15 let na osnove primeneniya dy'xatel'ny'x uprazhnenij // Universitetskij sport: zdorov'e i procvetanie natsii: materialy VI Mezhdunar. nauch. konf. studentov i molody'x ucheny'x / Mezhdunarodnaya federaciya universitetskogo sporta; Mezhdunarodnaya asociaciya universitetov fizicheskoy kul'tury i sporta; Ministerstvo sporta Rossijskoj Federacii; Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya fizicheskoy kul'tury. M., 2016. S. 29–32.

7. Shumixina I. I. Osobennosti adaptivny'x vozmozhnostej yuny'x futbolistov // Innovacionny'e tehnologii v podgotovke sportsmenov. M., 2013. S. 102–103.

**O. V. Ilcheva,  
S. A. Gonyants,  
Y. V. Sirakovskaya**

### **The Relationship between the Functional State of the Cardiorespiratory System, Physical and Mental Performance Indicators of Football Players and 15–16 Years Old in the Annual Training Cycle**

The article shows that the question of the relationship between the type of vegetative regulation of heart rate and parameters of cardiohemodynamics with the level of physical and mental performance of young athletes aged 15–16 years in the annual training cycle remains insufficiently studied. Identified specific preparatory and competitive periods of the annual training cycle and significant (at confidence level  $p = 0,05$ ; the value of the correlation coefficient  $r$ -Pearson  $> 0,51$ ) correlation coefficients between indicators of physical and mental performance and parameters of functional condition of cardiorespiratory system of young players.

Keywords: physical performance; mental performance; parameters of cardiohemodynamics; cardiorespiratory system; pearson correlation coefficients.