

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И ГОРМОНАЛЬНОГО СТАТУСА ОРГАНИЗМА ПЛОВЦОВ 15–17 ЛЕТ ОБОИХ ПОЛОВ С РАЗНЫМ ТЕМПОМ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

И.Н. Солопов, Solopov58@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2708-2101>

В.С. Якимович, academy@vgafk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3155-317X>

Е.П. Горбанёва, gorbaneva@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1598-6194>

Волгоградская государственная академия физической культуры, Волгоград, Россия

Аннотация. Цель: произвести сравнительный анализ функционального состояния и гормонального статуса организма у пловцов 15–17 лет обоих полов с разным темпом биологического созревания. **Материалы и методы.** Исследования выполнены с участием 69 пловцов обоих полов в возрасте 15–17 лет (42 юноши и 27 девушек). Степень биологической зрелости оценивалась по вторичным половым признакам с определением балла полового развития. Функциональный статус организма оценивался посредством комплекса ESTECK System Complex. Оценка гормонального статуса организма осуществлялась по концентрации в крови кортизола, тестостерона и индексу анаболизма – отношению тестостерона к кортизолу, определяемых посредством фотометрического анализатора Immunochem-2100 Microplate Reader. **Результаты.** Наибольшие величины показателей кардио-респираторной системы обнаруживаются у пловцов юношей-акселератов, тогда как у пловцов-девушек с разной степенью биологической зрелости показатели функционального состояния существенно не различаются. Концентрация кортизола у всех юношей не различается и находится на высоком уровне. Уровень тестостерона и показатель отношения тестостерон/кортизол достоверно выше у пловцов юношей-акселератов. Уровень кортизола у девушек с задержкой в биологическом созревании на 1–2 года и у девушек с задержкой на 4 и более лет соответствуют очень высокому его уровню, тогда как у девушек с задержкой в биологическом созревании на 2,5–3,5 года концентрация кортизола существенно ниже и находится на высоком уровне. Наибольший уровень тестостерона отмечается у пловчих с задержкой в биологическом созревании в 1–2 года, а наименьший – у девушек с задержкой на 2,5–3,5 года. **Заключение.** У пловцов-юношей функциональный статус различается, а гормональный профиль не имеет различий, тогда как у пловчих функциональные показатели не различаются, а гормональный статус дифференцируется в зависимости от степени биологической зрелости.

Ключевые слова: пловцы, пловчихи, функциональное состояние, гормональный статус, биологическая зрелость

Для цитирования: Солопов И.Н., Якимович В.С., Горбанёва Е.П. Особенности функционального и гормонального статуса организма пловцов 15–17 лет обоих полов с разным темпом индивидуального развития // Человек. Спорт. Медицина. 2022. Т. 22, № 4. С. 17–24. DOI: 10.14529/hsm220402

FUNCTIONAL AND HORMONAL STATUSES IN SWIMMERS OF BOTH SEXES AGED 15–17 YEARS WITH A DIFFERENT TIMING OF BIOLOGICAL MATURATION

I.N. Solopov, Solopov58@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2708-2101>
V.S. Yakimovich, academy@vgafk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3155-317X>
E.P. Gorbaneva, gorbaneva@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1598-6194>
Volgograd State Academy of Physical Culture, Volgograd, Russian Federation

Abstract. Aim. The paper aims to compare the functional and hormonal statuses in swimmers of both sexes aged from 15 to 17 years with a different timing of biological maturation. **Materials and methods.** The study involved 69 swimmers aged from 15 to 17 years, including 42 male and 27 female swimmers. Biological maturation was estimated by secondary sexual characteristics and the sexual maturation score. Functional status was assessed by means of the ESTECK System Complex. Hormonal status was monitored by concentrations of serum testosterone and cortisol, as well as their ratio calculated by means of the Immunochem-2100 Microplate Reader. **Results.** The highest cardiorespiratory values were found in precocious male swimmers, while in female swimmers there were no significant differences regardless of their timing of biological maturation. High blood cortisol levels were observed in all male swimmers. Blood testosterone levels and the testosterone/cortisol ratio were significantly higher in precocious male swimmers. The lowest cortisol levels, which corresponded to increased cortisol, were found in female swimmers with delayed (2.5–3.5 years) maturation. In female swimmers with delayed (1–2 and 4 or more years) maturation, cortisol was significantly elevated and corresponded to very high levels. The highest testosterone levels were observed in female swimmers with a delay of 1–2 years, while the lowest ones were found in female swimmers with a delay of 2.5–3.5 years. **Conclusion.** In male swimmers, functional status was different, while their hormonal status was similar. In female swimmers, functional status was similar, while their hormonal status varied depending on biological maturity.

Keywords: male swimmers, female swimmers, functional status, hormonal status, biological maturation

For citation: Solopov I.N., Yakimovich V.S., Gorbaneva E.P. Functional and hormonal statuses in swimmers of both sexes aged 15–17 years with a different timing of biological maturation. *Human. Sport. Medicine*. 2022;22(4):17–24. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm220402

Введение. Возрастной период 15–17 лет, совпадающий в большинстве случаев с завершением биологического созревания, характеризуется не только интенсивными процессами роста тела, но и весьма мощными процессами созревания как регуляторных, так и вегетативных функций организма [1, 2, 10], которые протекают гетерохронно и с разной скоростью [1, 9]. В этот возрастной период особое значение имеет гормональный статус организма, определяющий физиологические реакции, процессы адаптации и восстановления после мышечных нагрузок, а также влияющий на биологический возраст и физическое развитие [5, 11, 16]. Информация, характеризующая особенности физического развития, его возрастную динамику и уровни матurationи соматических и функциональных параметров спортсменов, выступает в качестве ключевых критериев, на основе которых

осуществляется разработка программ тренирующих воздействий [2, 6] и формируется нормативно-критериальная база системы комплексного контроля физического и функционального статуса спортсменов [1].

Материалы и методы. Исследования были выполнены с участием спортсменов-пловцов обоих полов в возрасте 15–17 лет, прошедших клинико-физиологическое обследование и допущенных к экспериментам. Всего было обследовано 69 спортсменов (42 юноши и 27 девушек).

Степень биологической зрелости оценивалась по вторичным половым признакам с определением балла полового развития (БПР).

Функциональный статус организма оценивался по индексу объемной скорости кровотока (СИ), величине сердечного выброса (СО), величине ударного объема сердца (УОС), частоте сердечных сокращений (ЧСС), частот-

ному индикатору активности вегетативной нервной системы (LF/HF), величине насыщения гемоглобина крови кислородом (SpO₂) и интегральному показателю (ИП), определяемым посредством программно-аппаратного комплекса ESTECK System Complex.

Оценка гормонального статуса организма осуществлялась по уровню концентрации в крови кортизола и общего тестостерона. Дополнительно рассчитывался индекс анаболизма как отношение уровня тестостерона к уровню кортизола в крови в процентах: тестостерон/кортизол (%) = (тестостерон/кортизол) × 100 [3, 4, 7, 8, 13]. Определение концентрации гормонов в крови осуществлялось посредством метода твердофазного иммуноферментного анализа при помощи фотометрического анализатора Immunochem-2100 Microplate Reader.

Результаты и обсуждение. В табл. 1 и 2 представлены средние величины показателей, характеризующих функциональное состояние кардио-респираторной системы и системы нервной регуляции функций организма у пловцов-юношей и девушек в возрасте 15–17 лет.

Сравнительный анализ изучаемых пара-

метров функционального состояния у пловцов-юношей 15–17 лет с разным темпом биологического созревания показал, что все изучаемые показатели во всех группах находились в пределах референтных значений.

Наименьшая средняя величина индекса объемной скорости кровотока (CI) была диагностирована у пловцов-акселератов. По сравнению с акселератами у пловцов-медиантов и ретардантов этот показатель оказался существенно выше – соответственно на 16,6 и 23,3 % (P < 0,05).

В то же время у пловцов-акселератов оказался больше показатель сердечного выброса (CB) по отношению как к медиантам, так и ретардантам соответственно на 5,8 и 13,6 %.

Точно так же у пловцов-акселератов оказалась больше по отношению к медиантам и ретардантам и величина ударного объема сердца (УОС) – соответственно на 9,7 и 7,9 %.

Средняя величина частоты сердечных сокращений (ЧСС) в состоянии покоя оказалась несколько выше у пловцов-медиантов.

Обращает на себя внимание статистически значимая большая величина насыщения гемоглобина кислородом у пловцов-медиантов

Таблица 1
Table 1

Показатели функционального состояния пловцов-юношей 15–17 лет
с разным темпом индивидуального развития (M ± m)
Functional status in 15–17-year-old male swimmers with a different timing of biological maturation (M ± m)

Показатели Parameter	Темп индивидуального развития Biological maturation			Достоверность разницы средних величин Significance of difference		
	Акселераты Precocious development, n = 18	Медианты Mean development, n = 9	Ретарданты Delayed development, n = 15	I–II	I–III	II–III
	I	II	III			
ИП, у. е. IP, c. u.	79,40 ± 1,10	82,41 ± 1,50	79,81 ± 1,11			
CI, л/мин/м ² CI, l/min/m ²	3,00 ± 0,30	3,50 ± 0,11	3,70 ± 0,10		*	
CB, л/мин CO, l/min	7,20 ± 0,20	6,82 ± 0,30	6,60 ± 0,30			
УОС, мл SV, ml	89,32 ± 5,80	81,40 ± 5,20	82,70 ± 5,82			
ЧСС, уд./мин HR, bpm	83,90 ± 3,20	84,20 ± 1,90	82,30 ± 3,20			
LF/HF, % LF/HF, %	0,92 ± 0,12	1,13 ± 0,11	1,05 ± 0,1			
SpO ₂ , % SpO ₂ , %	96,89 ± 0,19	97,63 ± 0,18	96,92 ± 0,21	*		*

Примечание. * – здесь и далее достоверность различий при P < 0,05.

Note. * – here and further differences are significant at P < 0.05.

Показатели функционального состояния пловцов девушек 15–17 лет
с разным темпом индивидуального развития ($M \pm m$)
Functional status in 15–17-year-old female swimmers with a different timing of biological maturation ($M \pm m$)

Показатели Parameter	Темп индивидуального развития Biological maturation			Достоверность разницы средних величин Significance of difference		
	Ретарданты-1 Delayed development-1 (R-1), n = 8	Ретарданты-2 Delayed development-2 (R-2), n = 16	Ретарданты-3 Delayed development-3 (R-3), n = 3	I–II	I–III	II–III
	I	II	III			
ИП, у. е. IP, c. u.	79,01 ± 1,53	79,97 ± 0,72	80,32 ± 0,91			
CI, л/мин/м ² CI, l/min/m ²	3,70 ± 0,21	3,60 ± 0,10	3,61 ± 0,20			
CB, л/мин CO, l/min	6,11 ± 0,30	6,02 ± 0,21	5,60 ± 0,45			
УОС, мл SV, ml	79,53 ± 8,20	72,40 ± 3,70	63,70 ± 11,94			
ЧСС, уд./мин HR, bpm	80,50 ± 5,31	84,13 ± 2,63	69,74 ± 32,70			
LF/HF, % LF/HF, %	0,76 ± 0,10	0,96 ± 0,04	1,48 ± 0,43			
SpO ₂ , % SpO ₂ , %	95,94 ± 1,41	97,30 ± 0,34	97,34 ± 0,71			

Примечание. Здесь и далее – группа R-1 – ретарданты с задержкой биологического созревания на 1–2 года; группа R-2 – ретарданты с задержкой биологического созревания на 2,5–3,5 года; группа R-3 – ретарданты с задержкой биологического созревания на 4 и более лет.

Note. Here and further: R-1 – a delay of 1–2 years; R-2 – a delay of 2.5–3.5 years; R3 – a delay of 4 or more years.

по отношению в равной мере и к акселератам, и к ретардантам ($P < 0,05$).

Сравнение средних значений показателя LF/HF (частотного индикатора активности вегетативной нервной системы) обнаружило определенную дифференциацию величины баланса симпатических и парасимпатических влияний на процессы регуляции у пловцов-юношей с разным темпом биологического созревания. У пловцов-акселератов наблюдается небольшое преобладание парасимпатических влияний, а у пловцов-медиантов – преобладание влияний симпатического отдела вегетативной нервной системы, тогда как у пловцов-ретардантов обнаруживается относительное равновесие симпатических и парасимпатических влияний.

Интегративный показатель функционального состояния (ИП) оказался несколько выше у пловцов-юношей-медиантов по сравнению как с акселератами, так и с медиантами, у которых данный показатель оказался практически равным по величине.

Во всех группах пловчих, имеющих разные темпы биологического созревания, показатели индекса объемной скорости кровотока и систолического объема существенно не различались и находились в пределах нормальных величин (см. табл. 2).

Вместе с тем средняя величина ударного объема сердца была заметно больше у девушек с небольшой задержкой в биологическом созревании (группа R-1). По сравнению как с девушками, имеющими задержку в биологическом развитии в 2,5–3,5 года (R-2), – на 9,8 %, так и особенно с девушками, имеющими задержку в биологическом развитии в 4 и более лет (R-3), – на 24,8 %.

Частота сердечных сокращений в исследуемых группах девушек весьма четко дифференцировалась по своей средней величине. Наибольшее её значение было диагностировано в группе R-2. Несколько меньшей она оказалась в группе R-1 и наименьшей – в группе R-3.

Уровень насыщения гемоглобина кислородом был несколько меньшим у девушек из

группы R-1 как по отношению к пловчихам из группы R-2, так и по отношению к спортсменкам группы R-3.

Баланс симпатических и парасимпатических влияний у пловчих различных групп довольно заметно дифференцируется. У девушек группы R-1 несколько смещён в сторону парасимпатикотонии, а у девушек группы R-3 – в сторону симпатикотонии, тогда как у девушек из группы R-2 эти влияния находились в относительном равновесии.

Интегративный показатель (ИП) функционального состояния у девушек всех трех исследуемых групп практически не различался по своей величине.

Поскольку гормональный статус оказывает мощное влияние на физиологические про-

цессы и физическое развитие организма [5, 11, 16], нами изучались уровни концентрации кортизола, тестостерона и отношения тестостерон/кортизол у пловцов и пловчих 15–17 лет с различным темпом индивидуального развития, представленные в табл. 3 и 4 соответственно.

Средние величины кортизола во всех трех группах пловцов-юношей 15–17 лет статистически значимо не различаются между собой и могут быть охарактеризованы как его высокий уровень, свидетельствующий о хроническом спортивном стрессе [4, 12, 14, 15].

Наибольшее среднее значение тестостерона обнаруживается, как и следовало ожидать, у пловцов акселератов. При этом это преимущество статистически достоверно по

Таблица 3
Table 3

Показатели гормонального профиля у пловцов юношей 15–17 лет
с разным темпом индивидуального развития ($M \pm m$)
Hormonal status in 15–17-year-old male swimmers with a different timing of biological maturation ($M \pm m$)

Показатели Parameter	Темп индивидуального развития Biological maturation			Достоверность разницы средних величин Significance of difference		
	Акселераты Precocious development, n = 19	Медианты Mean development, n = 9	Ретарданты Delayed development, n = 15	I–II	I–III	II–III
	I	II	III			
Кортизол, Нмоль/л Cortisol, Nmol/l	852,54 ± 79,63	804,58 ± 75,14	890,22 ± 93,12			
Тестостерон, Нмоль/л Testosterone, Nmol/l	29,69 ± 2,01	21,96 ± 2,72	23,54 ± 2,87	*		
Тестостерон/Кортизол, % Testosterone /Cortisol, %	5,21 ± 1,63	2,84 ± 0,35	3,04 ± 0,42			

Таблица 4
Table 4

Показатели гормонального профиля у пловцов девушек 15–17 лет
с разным темпом индивидуального развития ($M \pm m$)
Hormonal status in 15–17-year-old female swimmers with a different timing of biological maturation ($M \pm m$)

Показатели Parameter	Темп индивидуального развития Biological maturation			Достоверность разницы средних величин Significance of difference		
	Ретарданты-1 Delayed development-1 (R-1), n = 8	Ретарданты-2 Delayed development-2 (R-2), n = 16	Ретарданты-3 Delayed development-3 (R-3), n = 3	I–II	I–III	II–III
	I	II	III			
Кортизол, Нмоль/л Cortisol, Nmol/l	1011,50 ± 190,60	925,30 ± 73,60	1443,70 ± 235,40			*
Тестостерон, Нмоль/л Testosterone, Nmol/l	2,45 ± 0,34	2,19 ± 0,34	2,34 ± 0,53			
Тестостерон/Кортизол, % Testosterone /Cortisol, %	0,29 ± 0,04	0,29 ± 0,04	0,18 ± 0,05			

сравнению как с пловцами-медиантами, так и с пловцами-ретардантами.

Показатель отношения тестостерон / кортизол был в среднем заметно больше также в группе пловцов акселератов.

Средние величины кортизола во всех трех группах пловцов-юношей 15–17 лет статистически значимо не различаются между собой и могут быть охарактеризованы как его высокий уровень, свидетельствующий о хроническом спортивном стрессе [4, 12, 14, 15].

Наибольшее среднее значение тестостерона обнаруживается, как и следовало ожидать, у пловцов-акселератов. При этом это преимущество статистически достоверно по сравнению как с пловцами-медиантами, так и с пловцами-ретардантами.

Показатель отношения тестостерон / кортизол был в среднем заметно больше также в группе пловцов-акселератов.

Уровень кортизола у девушек с задержкой на 1–2 года (группа R-1) и у девушек с большой задержкой (на 4 и более года, группа R-3) в биологическом созревании соответствуют очень высокому его уровню, а у девушек с задержкой в биологическом созревании на 2,5–3,5 года (группа R-2) он находится на высоком уровне. Такой уровень кортизола отражает весьма существенный спортивный (физиологический и психологический) стресс [4].

Наибольшая средняя величина тестостерона диагностируется у девушек группы R-1, несколько меньше она в группе R-3 и самая низкая – в группе R-2.

Средние величины показателя отношения тестостерон/кортизол у девушек групп R-1 и R-2 практически одинаковые, тогда как

у пловчих группы R-3 находится на более низком уровне.

Заключение. Наибольшие величины основных показателей кардио-респираторной системы обнаруживаются у пловцов юношей-акселератов и пловцов-девушек с незначительной задержкой биологического созревания, за исключением величины объемной скорости кровотока, которая у них наименьшая. Показатели баланса симпатических и парасимпатических влияний хотя в некоторой степени и дифференцируются в зависимости от темпов биологического созревания, различаются несущественно. Концентрация кортизола у пловцов-юношей с разным темпом биологического созревания не различается и соответствует его высокому уровню. Уровень тестостерона достоверно выше у пловцов юношей-акселератов по сравнению как с пловцами-медиантами, так и пловцами-ретардантами, точно так же, как и показатель отношения тестостерон/кортизол. Наименьшая концентрация кортизола обнаруживается у пловчих с задержкой в биологическом созревании на 4 и более лет и соответствует его высокому уровню, тогда как у девушек с задержкой биологического созревания на 1–2 и 2,5–3,5 года концентрация кортизола существенно выше и соответствует его очень высокому уровню. Наибольший уровень тестостерона отмечается у девушек с задержкой в биологическом созревании в 1–2 года, а наименьший – у девушек с задержкой на 4 и более лет. Отношение тестостерон / кортизол находится на самом низком уровне у пловчих с задержкой биологического созревания на 1–2 года.

Список литературы

1. Авдиенко, В.Б. Искусство тренировки пловца. Книга тренера / В.Б. Авдиенко, И.Н. Солопов. – М.: Изд-во ИТРК, 2019. – 320 с.
2. Авдиенко, В.Б. Методологические основы подготовки пловцов / В.Б. Авдиенко // Физ. воспитание и спортивная тренировка. – 2019. – № 1 (27). – С. 73–83.
3. Грязных, А.В. Индекс тестостерон/кортизол как эндокринный маркер процессов восстановления висцеральных систем после мышечного напряжения / А.В. Грязных // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2011. – № 20 (27). – С. 107–111.
4. Жуков, Ю.Ю. Уровень кортизола как маркер хронического стресса и его влияние на организм спортсмена / Ю.Ю. Жуков // Ученые записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта. – 2009. – № 9 (55). – С. 33–38.
5. Изменения вариабельности ритма сердца в ответ на мышечную нагрузку и их взаимосвязь с концентрацией стероидных гормонов у юношей с различной спецификой тренированности / П.Н. Самикюлин, А.В. Грязных, Р.В. Кучин, Н.Д. Нененко // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – Т. 18, № 1. – С. 33–45. DOI: 10.14529/hsm180103

6. Костючик, И.Ю. Биологические особенности развития при построении многолетнего тренировочного процесса квалифицированных пловцов/ И.Ю. Костючик// *Здоровье для всех*. – 2018. – № 1. – С. 33–37.

7. Самикулин, П.Н. Индекс анаболизма у юношей с различным уровнем тренированности в условиях постронагрузочного восстановительного периода / П.Н. Самикулин, А.В. Грязных, Р.В. Кучин // *Теория и практика физ. культуры*. – 2018. – № 3. – С. 57–59.

8. Самикулин, П.Н. Характер изменения кортизола у юношей с различным уровнем тренированности в условиях восстановления после субмаксимальной мышечной нагрузки / П.Н. Самикулин, А.В. Грязных // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2017. – Т. 17, № 1. – С. 5–13.

9. Солопов, И.Н. Функциональная подготовленность спортсменов (теоретические и практические аспекты) / И.Н. Солопов // *Физ. воспитание и спортивная тренировка*. – 2019. – № 1 (27). – С. 109–121.

10. Тимакова, Т.С. Спорт в отражении динамизма фенотипических сдвигов современного человека / Т.С. Тимакова // *Теория и практика физ. культуры*. – 2017. – № 2. – С. 59–61.

11. Титова, Е.П. Половые гормоны и СТГ как фактор, влияющий на биологический возраст и общее соматическое развитие (в период развития) / Е.П. Титова, Е.Б. Севастьянова, Е.Л. Савченко // *Международ. науч. журнал «Инновационная наука»*. – 2017. – № 02-2. – С. 28–33.

12. Boonen, E. New insights into the controversy of adrenal function during critical illness / E. Boonen, R. Stefan, Greet Van den Berghe Bornstein // *The Lancet. Diabetes and Endocrinology*. – 2015. – Vol. 3, no. 10. – P. 805–815

13. Brownlee, K.K. Relationship Between Circulating Cortisol and Testosterone: Influence of Physical Exercise / K.K. Brownlee, A.W. Moore, A.C. Hackney // *Journal of Sports Science and Medicine*. – 2005. – No. 04. – P. 76–83.

14. Fry, R.W. Overtraining in athletes / R.W. Fry, A.R. Morton, D. Keast // *Sports Medicine*. – 1991. – Vol. 12 (1). – P. 32–65.

15. Hackney, A.C. Cortisol, stress and adaptation during exercise training / A.C. Hackney // *Education Physical Training Sport*. – 2008. – Vol. 3 (70). – P. 34–41.

16. Urhausen, A. Blood Hormones as Markers of Training Stress and Overtraining / A. Urhausen, H. Gabriel, W. Kindermann // *Sports Medicine*. – 1995. – Vol. 20, no. 4. – P. 251–276. DOI: 10.2165/00007256-199520040-00004

References

1. Avdiyenko V.B., Solopov I.N. *Iskusstvo trenirovki plovtsa. Kniga trenera* [The Art of Swimmer Training. Trainer's Book]. Moscow, ITRK Publ., 2019. 320 p.

2. Avdiyenko V.B. [Methodological Bases of Training Swimmers]. *Fizicheskoye vospitaniye i sportivnaya trenirovka* [Physical Education and Sports Training], 2019, no. 1 (27), pp. 73–83. (in Russ.)

3. Gryaznykh A.V. Testosterone/Cortisol Index as an Endocrine Marker of Visceral Systems Recovery Processes after Muscle Tension. *Bulletin of South Ural State University. Ser. Education, Healthcare, Physical Culture*, 2011, no. 20 (27), pp. 107–111. (in Russ.)

4. Zhukov Yu.Yu. [Cortisol Level as a Marker of Chronic Stress and its Impact on the Athlete's Body]. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta* [Scientific notes University P.F. Lesgaft], 2009, no. 9 (55), pp. 33–38. (in Russ.)

5. Samikulin P.N., Gryaznykh A.V., Kuchin R.V., Nenenko N.D. Changes in Heart Rate Variability in Response to Muscle Load and Their Relationship with the Concentration of Steroid Hormones in Young Men with Different Training Specifics. *Human. Sport. Medicine*, 2018, vol. 18, no. 1, pp. 33–45. DOI: 10.14529/hsm180103 DOI: 10.14529/hsm180103

6. Kostyuchik I.Yu. [Biological Features of Development in the Construction of a Long-Term Training Process of Qualified Swimmers]. *Zdorov'ye dlya vsekh* [Health for All], 2018, no. 1, pp. 33–37. (in Russ.)

7. Samikulin P.N., Gryaznykh A.V., Kuchin R.V. [The Index of Anabolism in Young Men with Different Levels of Fitness in Post-Load Recovery Period]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2018, no. 3, pp. 57–59. (in Russ.)

8. Samikulin P.N., Gryaznykh A.V. The Nature of Changes in Cortisol in Young Men with Different Levels of Fitness in Terms of Recovery after Submaximal Muscle Load. *Human. Sport. Medicine*, 2017, vol. 17, no. 1, pp. 5–13. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm170101
9. Solopov I.N. [Functional Fitness of Athletes (Theoretical and Practical Aspects)]. *Fizicheskoye vospitaniye i sportivnaya trenirovka* [Physical Education and Sports Training], 2019, no. 1 (27), pp. 109–121. (in Russ.)
10. Timakova T.S. [Sport in the Reflection of the Dynamism of the Phenotypic Shifts of Modern Man]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2017, no. 2, pp. 59–61. (in Russ.)
11. Titova E.P., Sevast'yanova E.B., Savchenko E.L. [Sex Hormones and Growth Hormone as a Factor Influencing Biological Age and General Somatic Development (During Development)]. *Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal "Innovatsionnaya nauka"* [International Scientific Journal Innovative Science], 2017, no. 02–2, pp. 28–33. (in Russ.)
12. Boonen E., Stefan R., Greet Van den Berghe Bornstein. New Insights Into the Controversy of Adrenal Function During Critical Illness. *The Lancet. Diabetes and Endocrinology*, 2015, vol. 3, no. 10, pp. 805–815. DOI: 10.1016/S2213-8587(15)00224-7
13. Brownlee K.K., Moore A.W., Hackney A.C. Relationship between Circulating Cortisol and Testosterone: Influence of Physical Exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2005, no. 04, pp. 76–83.
14. Fry R.W., Morton A.R., Keast D. Overtraining in Athletes. *Sports Medicine*, 1991, vol. 12 (1), pp. 32–65. DOI: 10.2165/00007256-199112010-00004
15. Hackney A.C. Cortisol, Stress and Adaptation During Exercise Training. *Education Physical Training Sport*, 2008, vol. 3 (70), pp. 34–41. DOI: 10.33607/bjshs.v3i70.485
16. Urhausen A., Gabriel H., Kindermann W. Blood Hormones as Markers of Training Stress and Overtraining. *Sports Medicine*, 1995, vol. 20, no. 4, pp. 251–276. DOI: 10.2165/00007256-199520040-00004

Информация об авторах

Солопов Игорь Николаевич, доктор биологических наук, профессор, Волгоградская государственная академия физической культуры, Волгоград, Россия.

Якимович Виктор Степанович, доктор педагогических наук, профессор, Волгоградская государственная академия физической культуры, Волгоград, Россия.

Горбанёва Елена Петровна, доктор медицинских наук, доцент, Волгоградская государственная академия физической культуры, Волгоград, Россия.

Information about the authors

Igor N. Solopov, Doctor of Biological Sciences, Professor, Volgograd State Academy of Physical Education, Volgograd, Russia.

Viktor S. Yakimovich, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Volgograd State Academy of Physical Education, Volgograd, Russia.

Elena P. Gorbaneva, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Volgograd State Academy of Physical Education, Volgograd, Russia.

Статья поступила в редакцию 17.08.2022

The article was submitted 17.08.2022