

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ, БИОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КРОВИ И СИМПАТО-ВАГУСНОГО БАЛАНСА У СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

В.Л. Бойков<sup>1</sup>, А.А. Мельников<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского, г. Ярославль, Россия,

<sup>2</sup>Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), г. Москва, Россия

**Цель:** провести физиологическую характеристику гематологических, биохимических параметров крови и симпато-вагусного баланса автономной регуляции ритма сердца у спортсменов-пловцов элитной (МСМК, n = 12) и высокой (КМС, n = 23) квалификации. **Материал и методы.** Гематологические (n = 10) и биохимические (n = 11) показатели определяли в венозной крови с помощью автоматических анализаторов. Автономную регуляцию ритма сердца оценивали с помощью спектрального анализа сердечного ритма. **Результаты.** По сравнению с контролем у пловцов МСМК уровни RBC (+12,5 %, p < 0,01), Hb (+10,2 %, p < 0,01), MCHC (+9,7 %, p < 0,01) и Ht были повышены, а уровни MCV (-4,0 %, p < 0,01) и Leu (-17,4 %, p < 0,01) – снижены. У пловцов КМС выявлены сниженные уровни MCV (-2,0 %, p < 0,05) и Lym (-19 %, p < 0,01), но повышенный уровень MCHC (+2,5 %, p < 0,05). В обеих группах пловцов отмечались сниженные уровни IgM, IgA, триглицеридов, глюкозы и повышенные уровни ХСЛПВП. У элитных пловцов уровни фибриногена были ниже, чем в группе «Контроль». В группе МСМК уровни LF/HF были повышены (p < 0,01), а % HF – снижены (p < 0,01) по сравнению с КМС и не отличались от группы «Контроль». **Заключение.** Функциональное состояние элитных пловцов в конце подготовительного этапа подготовки характеризуется развитием умеренной гемоконцентрации, сниженным уровнем MCV, признаками сниженной воспалительной активности и повышенного симпатического тонуса в регуляции ритма сердца.

**Ключевые слова:** гематологические показатели, эритроциты, биохимия плазмы, элитные спортсмены, пловцы.

**Введение.** Важное значение в диагностике текущего и срочного функционального состояния спортсмена имеют биохимические параметры крови. Несмотря на ряд проблем, обусловленных разной информативностью этих показателей [1], с их помощью возможна диагностика важных компонентов тренированности и здоровья: степени утомления и готовности к напряжённым нагрузкам; скрытых нарушений и слабых, тормозящих рост работоспособности факторов; злоупотребления запрещённых веществ, стимулирующих работоспособность [1, 16].

Особое внимание специалистов привлечено к анализу содержания эритроцитов (RBC), гемоглобина (Hb) и гематокрита (Ht) крови, которые определяют кислородную емкость и текучесть крови. Это обусловлено их

важную ролью в системе доставки кислорода тканям и работоспособности [3, 5, 14]. Нормальная адаптация системы крови к тренировочным нагрузкам выражается в развитии умеренной аутогемодилуции, то есть разжижения крови в результате предпочтительного накопления объёма плазмы над содержанием эритроцитов. Как результат, RBC, Ht и Hb крови у тренированных спортсменов чаще снижены [3, 4, 11, 14, 16]. Однако во время значительного роста интенсивности тренировочных программ [13, 21] или в отдельных группах элитных спортсменов [5] ряд авторов отмечали повышение Ht и/или RBC и Hb. Увеличение показателей красной крови при росте нагрузок может быть связано с молодым возрастом спортсменов, высокой врождённой эритроцитсинтезирующей способно-

стью организма [17, 21, 22], а также неполным восстановлением и развитием синдрома перетренировки [11].

Ряд биохимических показателей плазмы (уровни фибриногена, холестерина разных фракций, триглицеридов, альбуминов и др.) являются косвенными маркерами постнагрузочного воспаления [15, 16]. Баланс про- и противовоспалительных факторов существенно влияет на многие системы организма, в том числе на активность катаболических процессов, эритропоэз и симпатическую активность, которые оказывают большое, но косвенное влияние на спортивный результат в долгосрочной перспективе [16].

Несмотря на большое число работ, посвящённых анализу гематологических и биохимических показателей, их связь со спортивной квалификацией полностью не выяснена и отличается противоречивостью [2, 5, 9, 11, 22]. Таким образом, **целью** работы было составление физиологической характеристики гематологических, биохимических параметров крови, симпато-вагусного баланса автономной регуляции ритма сердца у спортсменов-пловцов элитной и высокой квалификации.

**Организация и методы исследования.** Обследование спортсменов-пловцов ( $n = 35$ ) проводилось в конце подготовительного этапа годового цикла. В этот период спортсмены набирают наивысший уровень функциональных возможностей и, как правило, не имеют симптомов психофизического хронического утомления.

Пловцы составили 2 подгруппы: 1) пловцы на открытой воде наивысшей квалификации или элитная группа, имеющие звания МСМК и ЗМС (группа МСМК), победители и призёры крупных международных соревнований (возраст 21–26 лет,  $n = 12$ ); 2) пловцы высокой квалификации, имеющие разряд КМС и МС (группа КМС) (возраст 17–23 года,  $n = 23$ ). Группу «Контроль» составили здоровые юноши-добровольцы, не занимающиеся спортом (17–23 года,  $n = 15$ ).

Аэробную физическую работоспособность определяли с помощью ступенчато-возрастающего велоэргометрического теста PWC170 (ступень – 30 Вт, длительность – 2 мин) на велоэргометре Ergometric 900 (Германия).

*Гематологические показатели:* Hb, RBC, Ht, MCH – содержание Hb в эритроците, MCV – средний объем эритроцитов, MCHC – средняя концентрация гемоглобина в эритроците,

WBC – концентрация лейкоцитов, Lym – концентрация лимфоцитов, Neu – концентрация нейтрофилов, в венозной крови через 18–20 часов после последней тренировки определяли на гемоцитометре ВТ 2100 (MWI, США).

Кислотная резистентность эритроцитов к действию 0,002 N соляной кислоты определялась по методу И.А. Терскова и И.И. Гительсона.

*Биохимические показатели* в сыворотке: концентрацию глюкозы, общего белка, мочевины анализировали с помощью стандартных лабораторных методов и соответствующих коммерческих реактивов на анализаторе Microlab 300 (Нидерланды). Концентрацию фибриногена плазмы определяли по А. Клаусу на автоматическом коагулометре ACL-9000 с использованием реактивов «Тех-Фибриноген-тест» (Россия).

Концентрацию общего холестерина (ХС), холестерина липопротеидов высокой плотности (ХСЛПВП) и триглицеридов (ТГ) определяли на спектрофотометре FP-901 Labsystems (Финляндия) с помощью реактивов Human (Германия). ХС липопротеидов низкой плотности рассчитывали так:  $ХСЛПНП = ХС - ХСЛПВП - ТГ / 2.2$ .

*Концентрации иммуноглобулинов G (IgG), M (IgM), A (IgA)* регистрировали иммуноферментным методом (реактивы Diasis, Германия) с помощью спектрофотометра FP-901 Labsystems (Финляндия).

Автономная регуляция ритма сердца изучалась с помощью спектральных показателей variability сердечного ритма (BCP) [7, 8]: мощность высокочастотных (0,15–0,4 Гц, HF, %), низкочастотных (0,04–0,14 Гц, LF, %) и очень низкочастотных (0–0,04 Гц, VLF, %) колебаний RR-интервалов, отношение LF/HF, определённых аппаратно-программным комплексом «ВНС-Спектр» («НейроСофт», Россия) в течение 6–10 мин положения лежа.

**Статистика.** Результаты представлены как средняя арифметическая (M) и стандартное отклонение ( $\sigma$ ). Различия между группой спортсменов и группой «Контроль» определялись по критерию Манна – Уитни.

**Результаты и их обсуждение. Гематологические параметры.** Наиболее важными гематологическими особенностями пловцов МСМК были: повышенные уровни RBC, Hb, Ht, MCHC и сниженные – MCV по сравнению с группой «Контроль» (табл. 1). У пловцов КМС установлено только снижение MCV;

в обеих группах пловцов кислотная резистентность эритроцитов была повышена, что указывает на увеличение доли молодых форм эритроцитов. Различий между подгруппами пловцов не выявлено. Полученные результаты указывают на умеренную степень гемоконцентрации у элитных пловцов, что противоречит литературным данным о развитии аутогемодилюции при тренировке на выносливость [2–4, 11, 14, 16]. Мы полагаем, что данные особенности крови тесно связаны с текущим функциональным состоянием спортсменов и обусловлены неполным восстановлением после нагрузок большого объема и интенсивности в подготовительном этапе. Действительно, состояние умеренной гемоконцентрации, повышение Ht и вязкости крови отмечалось у спортсменов с симптомами перетренировки, то есть хронического утомления [20].

Значительно повышенные уровни мочевины и симпто-вагусного индекса LF/HF (табл. 2) у элитных пловцов по сравнению с группой КМС также подтверждают наличие неполного восстановления и рост симпатических влияний на ритм сердца. Действительно,

ряд лонгитудинальных исследований обнаружили сдвиг симпто-вагусного баланса в сторону активации симпатической активности в условиях значительных тренировочных нагрузок [6, 7].

Механизмы снижения MCV на 2–4 % ( $p < 0,05–0,01$ ) и повышения MCHC на 3–9 % ( $p < 0,05–0,01$ ), выявленные в обеих группах пловцов, вероятно, едины и связаны с дегидратацией циркулирующих эритроцитов. Как правило, величина MCV надёжно регулируется множественными ионно-транспортными системами, но с постепенным снижением объёма к концу «жизни» эритроцитов [10]. Мы полагаем, что снижение MCV у пловцов обусловлено плазменными факторами, образующимися во время и сразу после интенсивных нагрузок: повышенными уровнями осмолярности, мочевины, свободного кальция и активных форм кислорода [10]. Позитивные эффекты небольшого уменьшения MCV включают снижение Ht, повышение MCHC и деформируемости эритроцитов. Все эти факторы при умеренной степени повышают доставку кислорода рабочим тканям и аэробную работоспособность. На это указывают полу-

Таблица 1  
Table 1

Гематологические показатели и автономная регуляция ритма сердца у пловцов элитной и высокой квалификации ( $M \pm \sigma$ )  
Hematological parameters and autonomic regulation of the heart in elite and highly skilled swimmers ( $M \pm \sigma$ )

Показатель / Parameter	Пловцы / Swimmers		Контроль / Control n = 15
	МСМК Elite (IMS) n = 12	КМС Highly skilled (CMS) n = 23	
RBC, $\times 10^{12}/l$	5,68 $\pm$ 0,2**	5,32 $\pm$ 0,2	5,1 $\pm$ 0,3
Hb, g/l	162,8 $\pm$ 9,0**	150,6 $\pm$ 9,6	147,7 $\pm$ 9,9
Ht, %	46,2 $\pm$ 1,4*	45,7 $\pm$ 0,3	46,0 $\pm$ 0,4
MCV, fL	83,1 $\pm$ 1,3**	84,8 $\pm$ 2,3*	86,6 $\pm$ 3,3
MCH, pg	28,7 $\pm$ 0,72	29,4 $\pm$ 1,74	29,3 $\pm$ 1,6
MCHC, g/l	352,6 $\pm$ 9,0**	329,4 $\pm$ 9,8*	321,5 $\pm$ 11,1
WBC, $\times 10^9/l$ / $\times 10^9/l$	5,3 $\pm$ 0,5 <sup>xx</sup> **	6,2 $\pm$ 0,9	6,4 $\pm$ 1,1
Neu, %	52,0 $\pm$ 9,8	56,5 $\pm$ 7,8	57,3 $\pm$ 9,7
Lym, %	33,4 $\pm$ 8,00	28,0 $\pm$ 10,2*	34,6 $\pm$ 8,4
Кислотная резистентность, с Acid resistance, s	652 $\pm$ 9**	635 $\pm$ 11**	587 $\pm$ 11
PWC170, Вт/кг / W/kg	375 $\pm$ 31**	340 $\pm$ 28#**	241 $\pm$ 33
ЧСС, уд./мин / HR, bpm	56,4 $\pm$ 5,5**	59,8 $\pm$ 7,8**	70,1 $\pm$ 7,5
HF, %	27,8 $\pm$ 12,3 <sup>xx</sup>	43,2 $\pm$ 15,2**	32,7 $\pm$ 16,2
LF, %	33,31 $\pm$ 9,78	28,5 $\pm$ 10,9	31,6 $\pm$ 10,7
VLF, %	38,8 $\pm$ 10,2 <sup>x</sup>	28,3 $\pm$ 13,5*	32,7 $\pm$ 16,2
LF/HF, отн. ед. / relative units	1,49 $\pm$ 0,89 <sup>xx</sup>	0,78 $\pm$ 0,43*	1,54 $\pm$ 1,70

Примечание. \*, \*\* –  $p < 0,05; 0,01$  по сравнению с группой «Контроль»; <sup>x</sup>, <sup>xx</sup> –  $p < 0,05; 0,01$  по сравнению с группой КМС.

Note. \*, \*\* –  $p < 0,05; 0,01$  compared to the control group; <sup>x</sup>, <sup>xx</sup> –  $p < 0,05; 0,01$  compared to the CMS group.

Таблица 2  
Table 2

Биохимические показатели плазмы у пловцов элитной и высокой квалификации (M ± σ)  
Plasma biochemistry in elite and highly skilled swimmers (M ± σ)

Показатель / Parameter	Пловцы / Swimmers		Контроль / Control n = 15
	МСМК Elite (IMS) n = 12	КМС Highly skilled (CMS) n = 26	
Общий белок сыворотки, г/л Total protein, g/l	75,3 ± 3,3	73,8 ± 6,6	74,7 ± 3,3
Фибриноген плазмы, г/л Plasma fibrinogen, g/l	2,22 ± 0,24** <sup>xx</sup>	2,69 ± 0,53	2,65 ± 0,46
Мочевина, моль/л / Urea, mol/l	6,41 ± 0,66 <sup>xx**</sup>	5,12 ± 1,28**	4,67 ± 0,46
IgM, мг/л / mg/l	1,62 ± 0,40**	1,47 ± 0,39**	2,30 ± 0,44
IgA, мг/л / mg/l	1,34 ± 0,32**	1,25 ± 0,26**	2,10 ± 0,93
IgG, мг/л / mg/l	10,90 ± 2,52	10,90 ± 1,98	11,80 ± 2,30
Холестерин, ммоль/л Cholesterol, mmol/l	4,93 ± 1,05 <sup>xx</sup>	4,33 ± 0,65*	4,25 ± 0,54
ЛПВП, ммоль/л / HDL, mmol/l	1,85 ± 0,39**	1,71 ± 0,37**	1,34 ± 0,27
ЛПНП, ммоль/л / LDL, mmol/l	3,09 ± 0,46 <sup>xx**</sup>	1,93 ± 0,67**	2,53 ± 0,35
Триглицериды, ммоль/л Triglycerides, mmol/l	0,71 ± 0,17*	0,66 ± 0,35*	0,84 ± 0,27
Глюкоза, ммоль/л Glucose, mmol/l	4,21 ± 0,16*	4,12 ± 0,35*	4,81 ± 0,16

Примечание. То же, что в табл. 1.  
Note. Same as in table 1.

ченные корреляции PWC170 с МСНС ( $r = 0,52$ ;  $p < 0,05$ ) и МСV ( $r = -0,72$ ;  $p < 0,01$ ). Негативный эффект пониженного МСV начинает доминировать при выраженной степени дегидратации клетки и обусловлен нарушением деформируемости эритроцитов и удалением таких клеток макрофагами из циркуляции [3].

**Биохимические параметры.** Группа пловцов МСМК характеризовалась сниженными уровнями фибриногена (-16,2 %), Leu (-17,4 %), IgM (-29,6 %) и IgA (-36,2 %), триглицеридов (-15 %,  $p < 0,05$ ) и повышенным уровнем ХСЛПВП (+38 %,  $p < 0,01$ ) (см. табл. 2). Данные отличия целесообразно рассматривать вместе, поскольку все они могут быть связаны со снижением подострой воспалительной активности организма спортсменов. Известно, что долговременная тренировка сдвигает про-/антивоспалительный баланс цитокинов в сторону увеличения антивоспалительной активности [15], что угнетает синтез фибриногена [8] и других провоспалительных белков и маркеров, например, лейкоцитов, IgA, IgM, триглицеридов, что ведёт к небольшому снижению их уровней в плазме [16, 19]. Пониженные уровни глюкозы плазмы у спортсменов свидетельствуют также о повышении инсулиновой чувствительности тка-

ней [12], что, вероятно, оказывает сопряжённый эффект на биохимические показатели крови [18]. Позитивные эффекты антивоспалительной активности кроме биохимических сдвигов могут выражаться в предупреждении аутоиммунной активности и повышении текучих свойств крови [3, 11], а также в антиатерогенных эффектах [20]. Однако обратной стороной повышения антивоспаления является подавление клеточного иммунитета и риск острых респираторных заболеваний [19, 20].

Таким образом, пловцы элитной квалификации мало чем отличаются от высококвалифицированных пловцов по гематологическим и биохимическим параметрам. Практически все различия выявлены по отношению к группе «Контроль». В прогностических целях эти параметры крови при сохранении их в физиологическом диапазоне могут использоваться как дополнительные маркёры текущего функционального состояния и уровня восстановления спортсменов.

**Заключение.** Выявленные особенности гематологического профиля элитных пловцов в конце подготовительного этапа подготовки: повышенные уровни RBC, Hb, МСНС Ht и сниженные уровни МСV отражают состояние умеренной гемоконцентрации, по-видимому,

связанное с неполным восстановлением после серии напряжённых нагрузок. Главными особенностями биохимического профиля элитных пловцов были: сниженные уровни IgM, IgA, триглицеридов, глюкозы, фибриногена и повышенные уровни ХСЛПВП, что, наиболее вероятно, обусловлено снижением провоспалительной активности. Выявленные гематологические особенности элитных пловцов сочетаются с активацией симпатических влияний на ритм сердца.

### Литература / References

1. Макарова Г.А., Холявко Ю.А., Поляев Б.А. Показатели биохимического состава крови в системе срочного и текущего контроля в видах спорта, направленных на развитие выносливости (авторское видение проблемы) // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2018. № 4. С. 28–37. [Makarova G.A., Polyavko Yu.A., Polyayev B.A. [Parameters of Blood Biochemistry in the Context of Operational and Permanent Control in Endurance Sports (The Authors' Position)]. *Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina* [Physiotherapy and Sports Medicine], 2018, no. 4, pp. 28–37. (in Russ.)]
2. Banfi G., Roi G.S., Dolci A. Erythrocytes, Hemoglobin and Packed Cell Volume in Athletes Performing Races in Altitude Environment. *Haematologica*, 2000, vol. 85, p. 12.
3. Nader E., Skinner S., Romana M. et al. Blood Rheology: Key Parameters, Impact on Blood Flow, Role in Sickle Cell Disease and Effects of Exercise. *Front Physiol*, 2019, vol. 10, p. 1329. DOI: 10.3389/fphys.2019.01329
4. Boyadejiev N., Taralov Z. Red Blood Cell Variables in Highly Trained Pubescent Athletes: a Comparative Analysis. *Br. J. Sports Med.*, 2000, vol. 34, no. 3, pp. 200–204. DOI: 10.1136/bjism.34.3.200
5. Zelenkova I., Zotkin S., Korneev P. et al. Comprehensive Overview of Hemoglobin Mass and Blood Volume in Elite Athletes Across a Wide Range of Different Sporting Disciplines. *J. Sports Med. Phys. Fitness.*, 2019, vol. 59, no. 2, pp. 179–186. DOI: 10.23736/S0022-4707.18.08018-0
6. Kamandulis S., Juodsnukis A., Stanislovaitiene J. et al. Daily Resting Heart Rate Variability in Adolescent Swimmers during 11 Weeks of Training. *Int. J. Environ. Res. Public Health.*, 2020, vol. 17, no. 6, p. 2097. DOI: 10.3390/ijerph17062097
7. Manzi V., Castagna C., Padua E. et al. Dose-Response Relationship of Autonomic Nervous System Responses to Individualized Training Impulse in Marathon Runners. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.*, 2009, vol. 296, no. 6, pp. 1733–1740. DOI: 10.1152/ajpheart.00054.2009
8. Vasse M., Paysant I., Soria J. et al. Down-Regulation of Fibrinogen Biosynthesis by IL-4, IL-10 and IL-13. *Br. J. Haematol.*, 1996, vol. 93, no. 4, pp. 955–961. DOI: 10.1046/j.1365-2141.1996.d01-1731.x
9. Bouix D., Peyreigne C., Raynaud E. et al. Fibrinogen is Negatively Correlated with Aerobic Working Capacity in Football Players. *Clin. Hemorheol. Microcirc.*, 1998, vol. 19, no. 3, pp. 219–227.
10. Lang F., Busch G., Ritter M. et al. Functional Significance of Cell Volume Regulatory Mechanisms. *Physiol. Rev.*, 1998, vol. 78, no. 1, pp. 247–306. DOI: 10.1152/physrev.1998.78.1.247
11. Brun J.F., Varlet-Marie E., Connes P., Aloulou I. Hemorheological Alterations Related to Training and Overtraining. *Biorheology*, 2010, vol. 47, no. 2, pp. 95–115. DOI: 10.3233/BIR-2010-0563
12. Holloszy J.O. A Forty-Year Memoir of Research on the Regulation of Glucose Transport Into Muscle. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, 2003, vol. 284, no. 3, pp. 453–467. DOI: 10.1152/ajpendo.00463.2002
13. Bakhareva A.S., Isaev A.P., Aminov A.S., Melnikova O.V. Hormonal Activity and Performance of Ski-Racers. *Journal of Physical Education and Sport*, 2019, vol. 19, no. 4, pp. 2504–2507. DOI: 10.7752/jpes.2019.04379
14. Montero D., Lundby C. Regulation of Red Blood Cell Volume with Exercise Training. *Compr Physiol*, 2018, vol. 9, no. 1, pp. 149–164. DOI: 10.1002/cphy.c180004
15. Petersen A.M., Pedersen B.K. The Anti-Inflammatory Effect of Exercise. *J. Appl. Physiol.*, 2005, vol. 98, no. 4, pp. 1154–1164. DOI: 10.1152/jappphysiol.00164.2004
16. Walsh N.P., Gleeson M., Shephard R.J. et al. Position Statement. Part One: Immune Function and Exercise. *Exerc Immunol Rev.*, 2011, vol. 17, pp. 6–63.
17. Prommer N., Wachsmuth N., Thieme I. Influence of Endurance Training During Childhood on Total Hemoglobin Mass. *Front. Physiol.*, 2018, vol. 21, no. 9, p. 251. DOI: 10.3389/fphys.2018.00251
18. Szostak J., Laurant P. The Forgotten Face of Regular Physical Exercise: a 'Natural' Anti-Atherogenic Activity. *Clin. Sci. (Lond.)*,

2011, vol. 121, no. 3, pp. 91–106. DOI: 10.1042/CS20100520

19. Tall A.R. Exercise to Reduce Cardiovascular Risk – How Much Is Enough? *N. Engl. J. Med.*, 2002, vol. 347, no. 19, pp. 1522–1524. DOI: 10.1056/NEJMe020117

20. Shaw D.M., Merien F., Braakhuis A. et al. T-Cells and Their Cytokine Production: The Anti-Inflammatory and Immunosuppressive Effects of Strenuous Exercise. *Cytokine*, 2018, vol. 104, pp. 136–142. DOI: 10.1016/j.cyto.2017.10.001

21. Brun J.F., Bouchahda C., Chaze D. et al. The Paradox of Hematocrit in Exercise Physio-

logy: Which is the “Normal” Range from an Hemorheologist's Viewpoint? *Clin Hemorheol Microcirc*, 2000, vol. 22, no. 4, pp. 287–303. DOI: 10.1023/A:1007884903577

22. Varamenti E., Nikolovski Z., Elgingo M.I. et al. Training-Induced Variations in Haematological and Biochemical Variables in Adolescent Athletes of Arab Origin Throughout an Entire Athletic Season. *J Hum Kinet*, 2018, vol. 64, pp. 123–135. DOI: 10.1515/hukin-2017-0187

23. Vergouwen P.C., Collee T., Marx J.J. Haematocrit in Elite Athletes. *Int. J. Sports Med.*, 1999, vol. 20, no. 8, pp. 538–541. DOI: 10.1055/s-1999-8842

**Бойков Василий Леонидович**, ассистент кафедры физического воспитания, Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского. 150000, г. Ярославль, ул. Республиканская, 108/1. E-mail: 2bl@mail.ru, ORCID: 0000-0002-1058-8528.

**Мельников Андрей Александрович**, доктор биологических наук, профессор, и.о. заведующего кафедрой физиологии, Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК). 105122, г. Москва, Сиреневый бульвар, 4; профессор кафедры физического воспитания, Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского. 150000, г. Ярославль, ул. Республиканская, 108/1. E-mail: meln1974@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-5281-5306.

*Поступила в редакцию 22 декабря 2020 г.*

DOI: 10.14529/hsm210101

## PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD AND SYMPATHO-VAGAL BALANCE IN HIGHLY SKILLED ATHLETES

**V.L. Boikov**<sup>1</sup>, 2bl@mail.ru, ORCID: 0000-0002-1058-8528,

**A.A. Melnikov**<sup>1,2</sup>, meln1974@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-5281-5306

<sup>1</sup>Yaroslavl State Pedagogical University named after K. D. Ushinsky, Yaroslavl, Russian Federation,

<sup>2</sup>Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism, Moscow, Russian Federation

**Aim.** The aim of the work was to describe hematological biochemical parameters of blood and sympatho-vagal balance in elite (IMS, n = 12) and highly skilled swimmers (CMS, n = 23).

**Materials and methods.** Hematological (n = 10) and biochemical (n = 11) parameters were determined with automatic analyzers from venous blood. The autonomic regulation of the heart was assessed by means of spectral analysis. **Results.** IMS swimmers had increased levels of RBC (+ 12.5 %, p < 0.01), Hb (+ 10.2 %, p < 0.01), MCHC (+ 9.7 %, p < 0.01) and Ht and decreased levels of MCV (–4.0 %, p < 0.01) and Leu (–17.4 %, p < 0.01) compared with the control group. CMS swimmers had decreased levels of MCV (–2.0 %, p < 0.05) and Lym (–19 %, p < 0.01) but increased levels of MCHC (+2.5 %, p < 0.05). Both groups of swimmers had decreased levels of IgM, IgA, triglycerides, glucose and increased levels of HDL-C. Elite swimmers had lower fibrinogen levels than those of the control group. In IMS athletes, LF/HF was increased (p < 0.01)

and %HF was decreased ( $p < 0.01$ ) compared with CMS athletes. However, the abovementioned values were similar to those of the control group. **Conclusion.** The functional status of elite swimmers at the end of the preparatory stage is characterized by moderate hemoconcentration, decreased MCV values, decreased inflammatory activity and increased sympathetic tone in heart rate regulation.

**Keywords:** *hematological parameters, erythrocytes, plasma biochemistry, elite athletes, swimmers.*

*Received 22 December 2020*

---

**ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ**

Бойков, В.Л. Физиологическая характеристика гематологических, биохимических параметров крови и симпато-вагусного баланса у спортсменов высокой квалификации / В.Л. Бойков, А.А. Мельников // Человек. Спорт. Медицина. – 2021. – Т. 21, № 1. – С. 7–13. DOI: 10.14529/hsm210101

**FOR CITATION**

Boikov V.L., Melnikov A.A. Physiological Characteristics of Biochemical Parameters of Blood and Sympatho-Vagal Balance in Highly Skilled Athletes. *Human. Sport. Medicine*, 2021, vol. 21, no. 1, pp. 7–13. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm210101

---