

## СТАТЬИ

УДК 616-092-05:796

**ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ПРОФИЛЬ КРОВИ  
У ВЫСОКОКЛАССНЫХ ГРЕБЦОВ-БАЙДАРЧНИКОВ****Абдурахмонов Ж.С., Кучкарова Л.С.***Национальный университет Узбекистана имени М. Улугбека, Ташкент,  
e-mail: aburahmonov7977@gmail.com*

Целью работы было сравнение эритроцитарного, лейкоцитарного и тромбоцитарного профилей крови у байдарочников высокой квалификации с разными соматотипами. Исследования были проведены у юношей-байдарочников олимпийской сборной республики по гребле на каноэ. В качестве контроля служили юноши-неспортсмены идентичного возраста и национальности. Измерения роста тела, веса тела и окружности груди проводили натощак с 9.00 до 10.00 утра. В качестве физической нагрузки использовалась гребля на одиночной байдарке, продолжительностью 1 ч, со средней скоростью 5 км/ч, со средней энергетической нагрузкой около 500–600 ккал. Все спортсмены тренировались в утром с 9.00 до 10.00. Было определено количество эритроцитов, средний объем эритроцитов, содержание гемоглобина, гематокрит, средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах, скорость оседания эритроцитов, содержание лейкоцитов, лимфоцитов, гранулоцитов, количество тромбоцитов и тромбоцитоз до и после физической нагрузки у лиц с нормальным и крепким соматотипом. Показатели крови определяли на автоматическом гематологическом анализаторе BC-20 (Германия). Показано, что лейкоцитарный и тромбоцитарный профили, в отличие от эритроцитарного, заметно различаются у спортсменов и неспортсменов. После физической нагрузки у спортсменов обоих соматотипов увеличивалась скорость оседания эритроцитов, у нормостеников снижалось содержание лимфоцитов, а у гиперстеников увеличивалось содержание гранулоцитов и тромбоцитов. Эти данные показывают, что у спортсменов-байдарочников лейкоцитарный и тромбоцитарный профиль более вариабелен, чем эритроцитарный, а клеточный состав крови у нормостеников и гиперстеников после физической нагрузки изменяется неоднозначно.

**Ключевые слова:** спортсмены-байдарочники, эритроциты, лейкоциты, тромбоциты, гематокрит, скорость оседания эритроцитов, лимфоциты, гранулоциты

**INFLUENCE OF PHYSICAL ACTIVITY ON BLOOD PROFILE  
IN HIGH-CLASS KAYAKERS****Abdurahmonov Zh.S., Kuchkarova L.S.***National University of Uzbekistan named after M. Ulugbek, Tashkent,  
e-mail: aburahmonov7977@gmail.com*

The purpose of the work was to compare the erythrocyte, leukocyte and platelet blood profiles of highly qualified kayakers with different somatotypes. The research was carried out on young kayakers of the republic's Olympic canoeing team. Non-athlete youths of identical age and nationality served as controls. Measurements of the body height, body weight and chest circumference were carried out on an empty stomach from 9.00 to 10.00 am. The physical activity used was rowing on a single kayak, lasting 1 hour, at an average speed of 5 km/h with an average energy load of about 500-600 kcal. All athletes trained in the morning from 9.00 to 10.00. The number of erythrocytes, the average volume of erythrocytes, the hemoglobin content, hematocrit, the average concentration of hemoglobin in erythrocytes, the erythrocyte sedimentation rate, the content of leukocytes, lymphocytes, granulocytes, the number of platelets and thrombocrit before and after physical activity in individuals with a normal and strong somatotype were determined. Blood parameters were determined using an automatic hematology analyzer BC-20 (Germany). It has been shown that the leukocyte and platelet profiles, in contrast to the erythrocyte profile, differ markedly between athletes and non-athletes. After physical exercise, erythrocyte sedimentation rate increased in athletes of both somatotypes, in normosthenics the content of lymphocytes decreased, and in hypersthenics the content of granulocytes and platelets increased. These data show that in athletes the leukocyte and platelet profile is more variable than the erythrocyte and cellular composition of the blood in normosthenics and hypersthenics after physical activity changes ambiguously.

**Keywords:** athletes kayakers, erythrocyte, leukocytes, platelets, hematocrit, erythrocyte sedimentation rate, lymphocytes, granulocytes

В последние годы в сфере высокого спорта особенно востребована необходимость внедрения в практику научно обоснованных подходов для адекватной оценки спортивных тренировок, состояния спортсменов в предсоревновательном и соревновательном периодах, формирования качественных национальных сборных из квалифицированных спортсменов, обеспечи-

вающих высокие результаты. Для отбора и оценки спортивного статуса спортсменов высокой категории большое значение имеет мониторинг их физиологических и биохимических показателей [1, 2]. Известно, что кровь является универсальной внутренней средой организма, состав которой быстро изменяется в ответ на любое воздействие, в том числе на физическую нагрузку.

Именно поэтому большинство показателей крови, в том числе клеток крови, в покое, во время и после физической нагрузки неоднозначны [1, 3]. Показано, что физические упражнения однонаправленно влияют на лейкоцитоз и гемостаз у юношей и девушек [4, 5]. Содержание эритроцитов сразу после тренировки возрастает, что доказывает важное функциональное значение красных кровяных телец во время физической нагрузки [6]. Однако малоизвестно, как изменяются показатели крови у спортсменов в зависимости от соматотипа, который при нормировании физической нагрузки обычно мало учитываются [7].

Целью работы было сравнение эритроцитарного, лейкоцитарного и тромбоцитарного профилей крови у спортсменов-байдарочников высокой квалификации с разными соматотипами.

#### Материалы и методы исследования

Измерения проведены у 23 неспортсменов и 36 байдарочников-одиночек олимпийской сборной республики Федерации гребли на каное Узбекистана, занимающихся спортивной греблей более 10 лет. По национальности все участвовавшие в наблюдении спортсмены-байдарочники были узбеками в возрасте 21–23 лет. В качестве контроля служили неспортсмены – юноши, работающие в условиях гребной станции, но не занимающиеся регулярно спортом.

Соматометрические измерения (рост, масса тела и окружность груди) у юношей для определения соматотипа проводили по стандартной методике натошак с 9.00 до 10.00 утра [8]. В качестве физической нагрузки использовалась гребля на одиночной байдарке, продолжительностью 1 ч, со средней скоростью 5 км/ч и средней энергетической нагрузкой около 500–600 ккал. Все спортсмены тренировались утром в одно и то же время – с 9.00 до 10.00.

Были определены количество эритроцитов (RBC), средний объем эритроцитов (MCV), содержание гемоглобина (HGB), гематокрит (HCT), средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах (MCH), скорость оседания эритроцитов (ESR). Кроме того, были выявлены содержание лейкоцитов (WRC), лимфоцитов (Lym), гранулоцитов (Gran), количество тромбоцитов (PLT) и тромбокрит (PCT). Показатели крови определяли на автоматическом гематологическом анализаторе BC-20 (Германия).

Полученные результаты обрабатывали с помощью t-критерия Стьюдента, при этом определяли среднее арифметическое (M), рассчитывали стандартную ошибку (m) и значение статистической достоверности (P).

#### Результаты исследования и их обсуждение

Результаты сравнения профиля клеток крови спортсменов и неспортсменов представлены в таблице.

Профиль элементов крови у неспортсменов и спортсменов с различными соматотипами (M±m)

№	Индикаторы	Нормостеники			Гиперстеники		
		Неспортсмены (n = 12)	Спортсмены (n = 10)	P	Неспортсмены (n = 11)	Спортсмены (n = 26)	P
Эритроциты							
1	RBC 10 <sup>12</sup> /л	4,31±0,21	4,61±0,21	> 0,2	4,42±0,33	4,71±0,23	> 0,2
2	MCV мкм <sup>3</sup>	84,5±4,62	88,12±3,62	> 0,2	86,5±4,61	89,11±3,61	> 0,2
3	HGB g/l	132±2,83	125,5±1,81	< 0,05	134,1±2,83	134,8±1,81	> 0,2
4	HCT%	42,2±1,24	45,91±1,14	> 0,2	44,3±0,83	45,41±0,93	> 0,2
5	ESR (mm/h)	10±1,14	5,23±0,54	> 0,05	8±0,43	7,41±0,22	> 0,2
Лейкоциты							
7	WBS 10 <sup>9</sup> /л	8,2±0,53	6,85±0,23	< 0,02	9,2±0,83	6,32±0,21	< 0,005
8	Lymph 10 <sup>9</sup> /л	2,1±0,21	3,31±0,11	< 0,001	2,3±0,31	2,81±0,23	< 0,05
9	Gran 10 <sup>9</sup> /л	3,9±0,32	3,03±0,12	< 0,02	3,8±0,42	3,02±0,35	< 0,05
Тромбоциты							
11	PLT 10 <sup>9</sup> /л	354,12±12,31	244,51±10,31	< 0,001	334,40±11,33	234,76±12,5	< 0,001
12	PCT%	0,37±0,09	0,26±0,05	> 0,05	0,32±0,08	0,23±0,01	< 0,05

Примечание: RBC – эритроциты; MCV – средний объем эритроцитов, HGB – концентрация гемоглобина, HCT – гематокрит, MCH – средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах, ESR – скорость оседания эритроцитов, WBC – лейкоциты, Lymf – лимфоциты, Gran – гранулоциты, PLT – тромбоциты, PCT – тромбокрит.

Как видно из таблицы, показатели эритроцитов у спортсменов и неспортсменов достоверно друг от друга не отличались, однако уровень лейкоцитов у спортсменов и спортсменов обоих соматотипов был неидентичным. Содержание лейкоцитов и лимфоцитов у спортсменов с нормальным соматотипом было выше, чем у спортсменов с тем же соматотипом, количество гранулоцитов, напротив, было меньше, у спортсменов по сравнению со спортсменами в обеих группах, однако эти показатели колебались в пределах референтных значений. Повышенный уровень тромбоцитов и более высокий тромбокрит у спортсменов, по сравнению со спортсменами, позволяет предположить, что спортсмены, по сравнению со спортсменами, проявляют меньшую предрасположенность к свертыванию крови [9]. Следовательно, независимо от того, к какому соматотипу принадлежат участники, между некоторыми показателями лейкоцитов и тромбоцитов у спортсменов и неспортсменов имеются различия, хотя они и колеблются в пределах референтных значений, характерных для данного возраста и пола.

На следующем этапе исследования выявлено влияние физической активности на показатели крови у спортсменов нормального (нормостеники) и крепкого (гиперстеники) соматотипа.

На рис. 1 представлены показатели эритроцитов спортсменов нормального соматотипа до и после тренировки.

Видно, что большинство показателей эритроцитов у лиц нормального соматотипа до и после тренировки находились на од-

ном уровне. Только лишь после тренировки среднее содержание гемоглобина повышалось на 15,6%, а скорость оседания эритроцитов – на 41,7%. Несмотря на такую разницу, следует отметить, что эти значения находились в пределах физиологических норм, характерных для молодых людей этого возраста [10].

Изменения лейкоцитарного и тромбоцитарного профиля крови у лиц нормального соматотипа до и после тренировки представлены на рис. 2. Видно, что у нормостеников после физической нагрузки имело место достоверное снижение только числа лимфоцитов. Остальные показатели сохранялись на уровне контроля.

На рис. 3 представлены показатели эритроцитов спортсменов нормального соматотипа до и после тренировки. Оказалось, что у лиц с сильным соматотипом не было заметной разницы в эритроцитарном профиле крови. Отмечалось лишь увеличение скорости оседания эритроцитов в 1,7 раза, однако данное значение регистрировалось в пределах нормы.

Изменения профиля лейкоцитов и тромбоцитов у гиперстеников представлены на рис. 4. Из рисунка видно, что у гиперстеников содержание лейкоцитов и гранулоцитов после физической нагрузки увеличилось на 16,1 и 39,4% соответственно, а содержание тромбоцитов и величина тромбокрита также статистически значимо возросли на 13,8 и 17,4% соответственно.

Итак, физическая активность влияет на профиль клеток крови у байдарочников, что у гиперстеников проявляется выраженнее, чем у нормостеников.

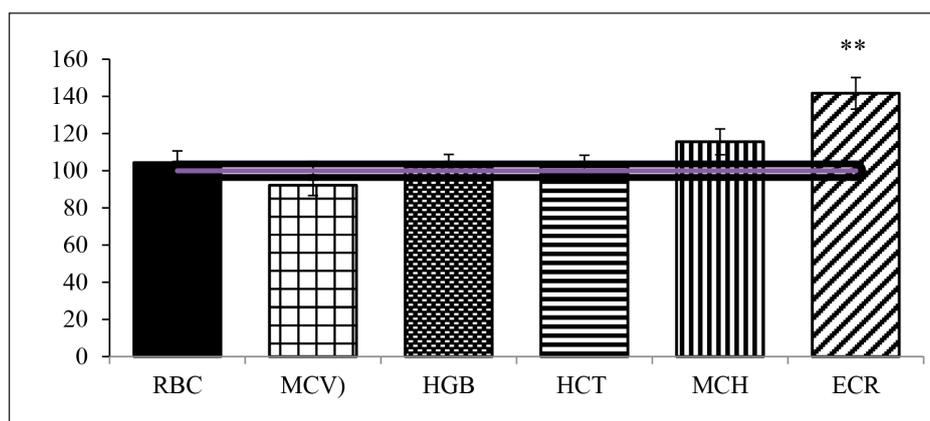


Рис. 1. Профиль эритроцитов крови у байдарочников-нормостеников до (горизонтальная полоса) и после (столбцы) физической нагрузки ( $M \pm m$ ,  $n = 10$ ).

Показатели до физической нагрузки принимали за 100%

Примечание: RBC – эритроциты, MCV – средний объем эритроцитов, HGB – концентрация гемоглобина, HCT – гематокрит, MCH – средняя концентрация эритроцитарного гемоглобина, ESR – скорость оседания эритроцитов; \*\* –  $p < 0,001$

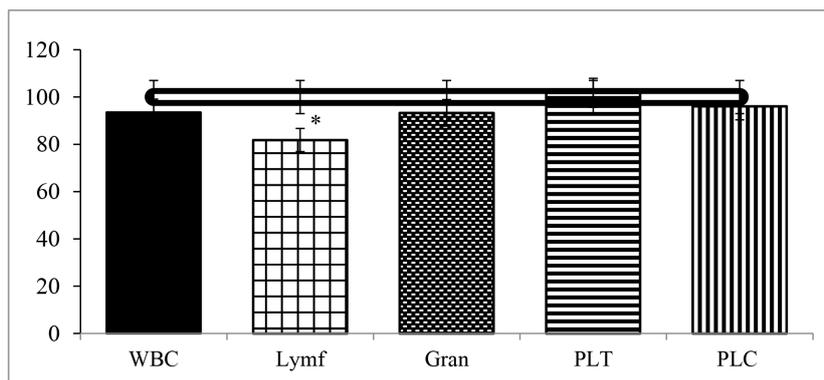


Рис. 2. Профиль лейкоцитов и тромбоцитов у байдарочников-нормостеников до (горизонтальная полоса) и после (столбцы) физической нагрузки ( $M \pm m$ ,  $n = 10$ ). Показатели до физической нагрузки принимались за 100%.  
Примечание: WBC – лейкоциты, Lymf – лимфоциты, Gran – гранулоциты, PLT – тромбоциты, PLC – тромбоцит; \* –  $P < 0,05$

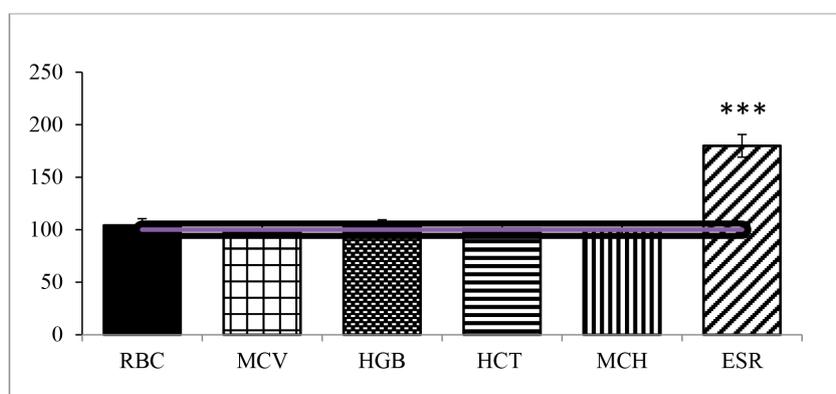


Рис. 3. Профиль эритроцитов у байдарочников-гиперстеников до (горизонтальная полоса) и после (столбцы) физической нагрузки. Показатели до физической нагрузки принимали за 100% ( $M \pm m$ ,  $n = 26$ ).  
Примечание: RBC – красные кровяные клетки; MCV – средний объем эритроцитов, HGB – концентрация гемоглобина, HCT – гематокрит, MCH – средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах, ESR – скорость оседания эритроцитов; \*\*\* –  $P < 0,001$

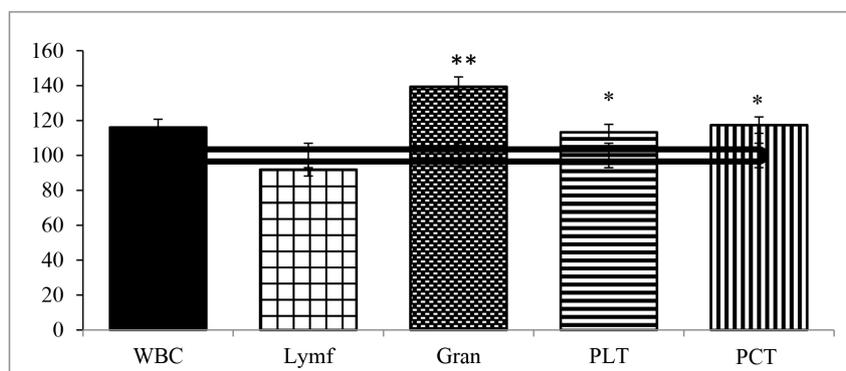


Рис. 4. Профиль лейкоцитов и тромбоцитов у гребцов-гиперстеников до (горизонтальная полоса) и после (столбцы) физической нагрузки. Показатели до физической нагрузки принимали за 100% ( $M \pm m$ ,  $n = 26$ ).  
Примечание. WBC – лейкоцит, Lymf – лимфоцит, Gran – гранулоцит, PLT – тромбоцит, PCT – тромбоцит; \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$

В данной работе впервые в Республике Узбекистан проведено сравнение профиля эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов у спортсменов-байдарочников высшей квалификации с различным соматотипом до и после физической нагрузки. Оказалось, что в команде байдарочников высокого класса были только нормостеники и гиперстеники, а гипостеники отсутствовали. После физической нагрузки у нормостеников выявлено повышение средней концентрации гемоглобина и реакции оседания эритроцитов, а также значительное снижение количества лимфоцитов. У гиперстеников было отмечено увеличение скорости оседания эритроцитов и количества лейкоцитов, особенно гранулоцитов, а также снижение количества лимфоцитов.

Показано, что уменьшение числа лимфоцитов у спортсменов может возникнуть при чрезмерных физических нагрузках, т.е. во время переутомления. Такая тенденция отмечена у обоих изученных соматотипов, что указывает на необходимость пересмотра норм субмаксимальной физической нагрузки [11]. Увеличение количества тромбоцитов, а также величины тромбокриты также показывает перенапряжение, наблюдающееся у спортсменов с крепким соматотипом. Поэтому восстановление лейкоцитарного и тромбоцитарного профиля у спортсменов с крепким соматотипом, возможно, будет медленнее, чем у лиц с нормальным соматотипом. Эти факты указывают на необходимость более точного дозирования тренировочных нагрузок в зависимости от соматотипа.

Результаты показали, что реакция профиля крови у спортсменов нормального и крепкого соматотипа на физическую нагрузку проявляется в изменении некоторых показателей клеток крови, колебания которых сохранялись в пределах физиологической нормы. Более выраженные сдвиги тромбоцитарного и лейкоцитарного профиля крови после физической нагрузки у лиц крепкого соматотипа говорят о задержке восстановительного периода или более выраженной утомляемости, что показывает необходимость учета соматотипа при дозировании физических нагрузок во время тренировок, а возможно, и при подборе спортсменов для высокого спорта.

## Выводы

1. У спортсменов-байдарочников лейкоцитарный и эритроцитарный профиль более вариабелен по сравнению с неспортсменами.
2. После физической нагрузки у всех спортсменов независимо от соматотипа снижается число лимфоцитов и возрастает скорость оседания крови.
3. У байдарочников-гиперстеников после физической нагрузки возрастает количество гранулоцитов, концентрации тромбоцитов и показатель тромбокриты, что, возможно, связано с большой утомляемостью этой группы спортсменов.

## Список литературы

1. Manske R.C., Lehecka B.J. Evidence – based medicine practice in sports physical therapy // *Int J Sports Phys Ther.* 2012. Vol. 7, Is. 5. P. 461–473.
2. Lee E.C., Fragala M.S., Kavouras S.A., Queen R.M., Pryor J.L., Casa D.J. Biomarkers in Sports and Exercise: Tracking Health, Performance, and Recovery in Athletes // *J Strength Cond Res.* 2017. Vol. 31, Is. 10. P. 2920–2937. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002122.
3. Lamina S., Okoye C.G. Effect of interval training program on white blood cell count in the management of hypertension: A randomized controlled study // *Niger Med J.* 2011. Vol. 52, Is. 4. P. 271–277. DOI: 10.4103/0300-1652.93803.
4. Sand K.L., Flatebo T., Andersen M.B., Maghazachi A.A. Effects of exercise on leukocytosis and blood hemostasis in 800 healthy young females and males // *World J Exp Med.* 2013. Vol. 3, Is. 1. P. 11–20. DOI: 10.5493/wjem.v3.i1.11.
5. Boiocchi L., Gianelli U., Iurlo A., Fend., Bonzheim I., Cattaneo D., Knowles D.M., Orazi A. Neutrophilic leukocytosis in advanced stage polycythemia vera: hematopathologic features and prognostic implications // *Mod Pathol.* 2015. Vol. 28, Is. 11. P. 1448–1457. DOI: 10.1038/modpathol.100.
6. Hu M., Lin W. Effects of exercise training on red blood cell production: implications for anemia // *Acta Haematol.* 2012. Vol. 127, Is. 3. P. 156–164. DOI: 10.1159/000335620.
7. Яковлев А.Н., Масловский Е.А. Нормирование тренировочных нагрузок силовой направленности на занятиях по физическому воспитанию с учетом соматотипа лиц женского пола (на примере студенток Республики Беларусь) // *Ученые записки университета Лесгафта.* 2014. № 5. С. 111.
8. Romanova E. et al. Physical activity and metabolism of girls with different somatotypes // *Jurnal of Physical Education and Sport JPES.* 2022. Vol. 22, Is. 4. P. 900–906.
9. Hanke A.A., Staib A., Görlinger K., Perrey M., Dirkmann D., Kienbaum P. Whole blood coagulation and platelet activation in the athlete: a comparison of marathon, triathlon and long distance cycling // *Eur J Med Res.* 2015. Vol. 15, Is. 2. P. 59–65.
10. Казакова М.С., Луговская С.А. Референсные интервалы при применении современных гематологических анализаторов // *Клиническая лабораторная диагностика.* 2014. № 9. С. 10–12.
11. Kristin L.S., Torun F., Marian B.A., Azzam A.M. Effects of exercise on leukocytosis and blood hemostasis in 800 healthy young females and males // *World J Exp Med.* 2013. Vol. 3, Is. 1. P. 11–20. DOI: 10.5493/wjem.v3.i1.11.