

## ВЗАИМОСВЯЗЬ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КРОВИ У СПОРТСМЕНОВ РАЗНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП

А.З. Даутова, Г.Г. Янышева, Р.Ю. Якубов, А.С. Назаренко, А.А. Зверев

Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Казань, Россия

### Аннотация

**Цель исследования** – изучить взаимосвязи биохимических и гематологических показателей крови у спортсменов разных возрастных групп, специализирующихся в циклических видах спорта.

**Материалы и методы исследования.** В исследовании приняли участие 25 спортсменов мужского пола в возрасте от 11 до 26 лет. В первую группу (n=11) вошли спортсмены в возрасте от 11 до 16 лет (лыжные гонки, академическая гребля), во вторую группу (n=14) – от 17 до 26 лет (плавание, легкая атлетика). С помощью автоматического гематологического анализатора МЕК 7222К (Япония) и биохимического анализатора Сапфир 400 (Япония) оценивали показатели крови.

**Результаты исследования.** У юных спортсменов установлена тесная взаимосвязь эритроцитов, лейкоцитов и нейтрофилов с гормоном надпочечника – кортизолом ( $r=-0,64$ ,  $r=0,86$ ,  $r=0,64$ , соответственно); скорость оседания эритроцитов коррелировала с тестостероном ( $r=-0,65$ ), тогда как с биохимическими константами взаимосвязи выявлено не было. В группе более взрослых спортсменов было установлено большее количество корреляций между гематологическими и биохимическими параметрами крови. Содержание общего белка в плазме положительно коррелировало с числом эритроцитов ( $r=0,71$ ), уровнем гемоглобина ( $r=0,61$ ) и гематокритом ( $r=0,68$ ); креатинфосфокиназа – с количеством лейкоцитов ( $r=-0,58$ ); аланинаминотрансфераза и аспаратаминотрансфераза – с шириной распределения эритроцитов по объему ( $r=-0,6$  и  $r=-0,67$ ); концентрация глюкозы – с палочкоядерными нейтрофилами ( $r=0,65$ ).

**Заключение.** В обеих исследуемых группах спортсменов не обнаружено существенных изменений в гематологических и биохимических показателях. У юных спортсменов не выявлены взаимосвязи между биохимическими маркерами и гематологическими показателями крови, изменения в крови коррелировали только с содержанием кортизола и тестостерона в крови. Тогда как у спортсменов-юношей количество корреляций указывает на более тесную взаимосвязь гормонов крови не только с гематологическими параметрами, но и с биохимическими константами.

**Ключевые слова:** адаптация, гематологические показатели, биохимические показатели, кортизол, тестостерон, юные спортсмены, циклические виды спорта.

### INTERRELATION OF HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL BLOOD PARAMETERS IN ATHLETES OF DIFFERENT AGE GROUPS

A.Z. Dautova, G.G. Yanyшева, R. Yu. Yakubov, A.S. Nazarenko, A.A. Zverev

Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia

### Abstract

**The purpose of the research** is to study the relationship between biochemical and hematological blood parameters in athletes of different age groups specializing in cyclic sports.

**Materials and research methods.** The study involved 25 male athletes aged 11 to 26 years. The first group (n=11) included young athletes aged 11 to 16 years old (cross-country skiing, rowing), the second group (n=14) – athletes aged 17 to 26 years old (swimming, athletics). Using an automatic hematological analyzer MEK 7222K (Japan) and a biochemical analyzer Sapphire 400 (Japan), blood parameters were evaluated.

**Research results.** Young athletes have a close relationship between erythrocytes, leukocytes and neutrophils with the adrenal hormone cortisol ( $r=-0.64$ ,  $r=0.86$ ,  $r=0.64$ , respectively); ESR with testosterone ( $r=-0.65$ ), while no relationship was found with biochemical constants. In the group of older athletes, more correlations were found between hematological and biochemical blood parameters. Plasma total protein content positively correlated with the number of erythrocyte ( $r=0.71$ ), hemoglobin level ( $r=0.61$ ) and hematocrit ( $r=0.68$ ); creatine phosphokinase – with the number of leukocyte ( $r=-0.58$ ); alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase – with the width of the distribution of erythrocytes by volume ( $r=-0.6$  and  $r=-0.67$ , respectively); concentration of glucose – with stab neutrophils ( $r=0.65$ ).

**Conclusion.** In both studied groups of athletes, no significant changes were found in hematological and biochemical parameters. In young athletes, no relationship was found between biochemical markers and hematological blood parameters, changes in the blood correlated only with the content of cortisol and testosterone in the blood. Whereas in male athletes, the number of correlations indicates a closer relationship not only of blood hormones with hematological parameters, but also with biochemical constants.

**Keywords:** adaptation, hematological parameters, biochemical parameters, cortisol, testosterone, young athletes, cyclic sports, depending on various conditions.

## ВВЕДЕНИЕ

Оценка функционального состояния организма и его адаптационных резервов является одной из актуальных проблем спортивной и возрастной физиологии. Высокий функциональный уровень следует рассматривать как предпосылку повышенной физической работоспособности, а также способности организма эффективно адаптироваться к соревновательным и тренировочным нагрузкам [3]. Физические нагрузки, не соответствующие по объему и интенсивности возрастным особенностям детей и подростков, могут вызывать состояние стресса и нарушение различных функций организма.

Кровь как жизненно важная физиологическая система также претерпевает изменения под влиянием интенсивных физических нагрузок, проявляющиеся значительным увеличением гематологических параметров и постепенным достижением до уровня взрослых спортсменов [8]. Известно, что гематологические и биохимические тесты совместно с другими медико-биологическими параметрами позволяют оценить адаптацию организма спортсмена к тренировочным нагрузкам различной направленности и длительности [2], а также закономерности и индивидуальные особенности метаболических процессов у спортсменов [2], утомляемость и реакции организма на физическую нагрузку [15], перенапряжение и перетренированность [7].

В то же время знания о физиологических изменениях, наблюдаемых под влиянием спортивных тренировок у детей, все еще ограничены [13]. Несмотря на множество имеющихся научных публикаций, посвященных изучению особенностей крови и биохимических изменений у детей под влиянием физической активности, нами не обнаружено данных, описывающих взаимосвязи гематологических и биохимических параметров у подростков и юношей, занимающихся циклическими видами спорта. Изучение биохимических и гематологических показателей юных спортсменов особенно важно в связи с широким развитием детского и юношеского спорта, его изначальной направленностью на сохранение здоровья подрастающего поколения.

Цель исследования – изучить взаимосвязи биохимических и гематологических показателей крови у спортсменов разных возрастных групп, специализирующихся в циклических видах спорта.

## МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось на базе НИИ физической культуры и спорта ФГБОУ ВО «Поволжский ГУФКСИТ». В поперечном исследовании приняли участие 25 спортсменов мужского пола в возрасте от 11 до 26 лет, специализирующихся в циклических видах спорта и имеющих спортивную квалификацию от второго взрослого разряда до мастера спорта РФ. Спортсмены были поделены на две группы согласно возрастной периодизации развития, принятой на VII Всесоюзной конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии АН СССР (1965). В первую группу (n=11) вошли спортсмены в возрасте от 11 до 16 лет (лыжные гонки, академическая гребля), а во вторую группу (n=14) были включены спортсмены в возрасте от 17 до 26 лет (плавание, легкая атлетика). Все испытуемые регулярно тренировались не менее 3 лет, были здоровы и не имели каких-либо ограничений для занятий спортом.

Забор крови осуществляли в утреннее время натощак через день после тренировки. У всех обследованных проводили оценку анатомо-морфологических показателей с помощью биоимпедансного анализатора тела Tanita MC-780U plus (Япония). С помощью автоматического гематологического анализатора МЕК 7222К (Япония) оценивали гематологические показатели: число эритроцитов (RBC), содержание гемоглобина (HGB), гематокрит (HCT), средний объем эритроцитов (MCV), среднее содержание (MCH) и концентрацию гемоглобина в эритроците (MCHC), ширину распределения эритроцитов по объему (RDW-CV), нейтрофилы (NE), нейтрофилы палочкоядерные, нейтрофилы сегментоядерные, эозинофилы (EO%), базофилы (BA%), лимфоциты (LY%), моноциты (MO%), тромбоциты (PLT), скорость оседания эритроцитов (СОЭ).

На анализаторе Сапфир 400 (Япония) определяли биохимические показатели в сыворотке крови, такие как аланинаминотрансфераза и аспаратаминотрансфераза (АЛТ, АСТ), глюкоза, креатинин, мочевина, общий белок, креатинфосфокиназа (КФК), щелочная фосфатаза, общий холестерин (ОХ), билирубин общий. Для оценки функции коры надпочечника определяли концентрацию в сыворотке крови гормона кортизола, а также концентрацию тестостерона. Все исследования проводились с соблюдением основных биоэтических правил и норм проведения экспериментальных работ. Статистический анализ проводили в программе Statistica 10 (StatSoft, США). Для оценки статистической значимости различий переменных использовали U-критерий Манна-Уитни, для изучения связей между количественными показателями – ранговый коэффициент корреляции Спирмена ( $r$ ). Количественные данные представлены в виде медианы значений ( $Me$ ) и интерквартильного размаха ( $Q1$ ;  $Q3$ ). Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Успехи мальчиков в элитном юношеском спорте подкрепляются рядом физических и физиологических переменных, связанных с возрастом и зрелостью, которые действуют специфическим для вида спорта образом, влияя на спортивные результаты. При этом заметный прирост мышечной силы выражен в подростковом возрасте [6]. Сравнение анатомо-морфологических показателей позволило выявить статистически значимые различия по некоторым параметрам. Так, у юных спортсменов (11-16 лет) был ниже рост (164 (155; 176) см) по сравнению с более взрослыми спортсменами (178 (171; 182) см) ( $p=0,006$ ), масса тела (54,9 (45; 59) кг против 67,2 (61; 70) кг,  $p=0,003$ ), костная (2,4 (1,8; 2,6) кг, против 2,9 (2,8; 3,1) кг,  $p=0,002$ ) и мышечная масса (44,5 (32,3; 48,7) кг, против 56,7 (51,8; 59,3) кг,  $p=0,001$ ), но при этом выше процент жировой массы (17,1 (12,3; 17,6)%, против 10,8 (9,3; 12,0)%,  $p=0,01$ ). Известно, что регулярные физические тренировки приводят к увеличению массы эритроцитов, их

**Таблица 1 – Гематологические параметры у спортсменов разных возрастных групп, специализирующихся в циклических видах спорта**

**Table 1 – Hematological parameters in athletes of different age groups specializing in cyclic sports**

Показатель / Indicator	Мальчики (11-16 лет) Boys (11-16 years old) (n=11)			Юноши (17-22 лет) Young men (17-22 years old) (n=14)		
	<i>Me</i>	<i>Q1</i>	<i>Q3</i>	<i>Me</i>	<i>Q1</i>	<i>Q3</i>
СОЭ, мм/час / Sedimentation rate of erythrocytes, mm/hour	4	2	10	2,0	2,0	6,0
Эритроциты, $E^{12}/л$ / Erythrocytes $E^{12}/l$	4,9	4,6	5,1	4,8	4,7	5,1
Гемоглобин, г/л / Hemoglobin, g/l	144	138	148	149	145	153
Гематокрит, % / Hematocrit, %	40,3*	38,7	41,0	42,0*	40,7	42,6
Средний объем эритроцита, фл / Mean corpuscular volume, fl	82,1*	80,7	84,5	86,1	83,4	88,6
Среднее содержание гемоглобина, пг / Mean corpuscular hemoglobin, pg	29,3	28,7	30,2	30,8	29,7	31,6
Средняя концентрация гемоглобина в клетке, г/л / Mean corpuscular hemoglobin concentration, g/l	357	348	364	356	354	362
Ширина распределения эритроцитов по объему, % / Distribution width of red blood cells by volume, %	12,6	12,5	13,1	12,6	12,2	12,8
Лейкоциты, $E^9/л$ / Leukocytes, $E^9/l$	4,8	4,3	5,8	4,7	4,0	5,5
Нейтрофилы палочкоядерные, % / Stab neutrophils, %	1	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0
Нейтрофилы сегментоядерные, % / Segmented neutrophils	52	50	60	51,0	44,0	54,0
Эозинофилы, % / Eosinophils, %	2	1	4	3,0	2,0	4,0
Базофилы, % / Basophils, %	1	0,0	1	1,0	1,0	1,0
Лимфоциты, % / Lymphocytes, %	33	24	38	33,0	28,0	44,0
Моноциты, % / Monocytes, %	7,5	7,0	12,0	10,0	8,0	11,0
Тромбоциты, $E^9/л$ / Platelets, $E^9/l$	235	209	254	209	184	235

**Примечание.** \* – статистически значимое различие между исследуемыми группами, n – абсолютное количество лиц в выборке, *Me* – медиана значений; *Q1*, *Q3* – интерквартильный размах

**Note.** \* – statistically significant difference between groups, n – absolute number of persons in the sample, *Me* – is the median of values; *Q1*, *Q3* – interquartile range

среднего объема у спортсменов [19]. Кроме того, упражнения на выносливость и высокие нагрузки снижают уровень гематокрита (Hct), что объясняется увеличением объема плазмы. Увеличение массы эритроцитов, но снижение Hct называется спортивной анемией [17]. Также существует корреляция между MCV и деформируемостью эритроцитов. Было показано, что низкая деформируемость эритроцитов у юных спортсменов была ассоциирована с низким MCV, в то время как более высокие значения MCV у взрослых спортсменов – увеличением деформируемости эритроцитов [18]. При этом уровень физических нагрузок оказывает непосредственное влияние на состав периферической крови [1].

Большинство изучаемых гематологических показателей крови не имело статистически значимых различий в исследуемых группах спортсменов, все параметры находились в пределах возрастной нормы (таблица 1). Значимые различия были выявлены только для среднего объема эритроцитов и гематокрита. Так, у юных спортсменов гематокритный показатель и средний корпускулярный объем эритроцитов были значимо ниже по сравнению со значениями спортсменов старшей возрастной группы ( $p=0,04$ ).

По данным других исследователей, сравнительный анализ гематологических параметров у юных конькобежцев и мальчиков, не занимающихся спортом, не выявил статистически значимых различий между двумя группами детей по гемоглобину и гема-

токриту, тогда как количество эритроцитов было ниже у спортсменов [12].

Сравнительный анализ биохимических параметров крови и некоторых гормонов продемонстрировал ряд различий между показателями в двух изучаемых группах спортсменов. Так, у юных спортсменов был статистически значимо более низкий уровень мочевины ( $p=0,004$ ), билирубина общего ( $p=0,017$ ), но при этом выше концентрация щелочной фосфатазы ( $p=0,0009$ , таблица 2). Мочевина является конечным продуктом деградации азотистых соединений из белков, синтезируется в печени и выводится почками. Концентрация мочевины в сыворотке используется в качестве маркера катаболизма белков и стимуляции глюконеогенеза при более высоких тренировочных нагрузках. Более высокий уровень азота мочевины может быть связан с более интенсивными тренировками, катаболизмом и высоким потреблением белка [16]. При этом некоторые врачи и тренеры используют уровни мочевины и активности КФК в сыворотке крови для проверки объема (продолжительности) и интенсивности упражнений. Было высказано предположение, что более высокий уровень концентрации мочевины в сыворотке крови и активности креатинфосфокиназы может указывать на острое нарушение толерантности к физической нагрузке [14].

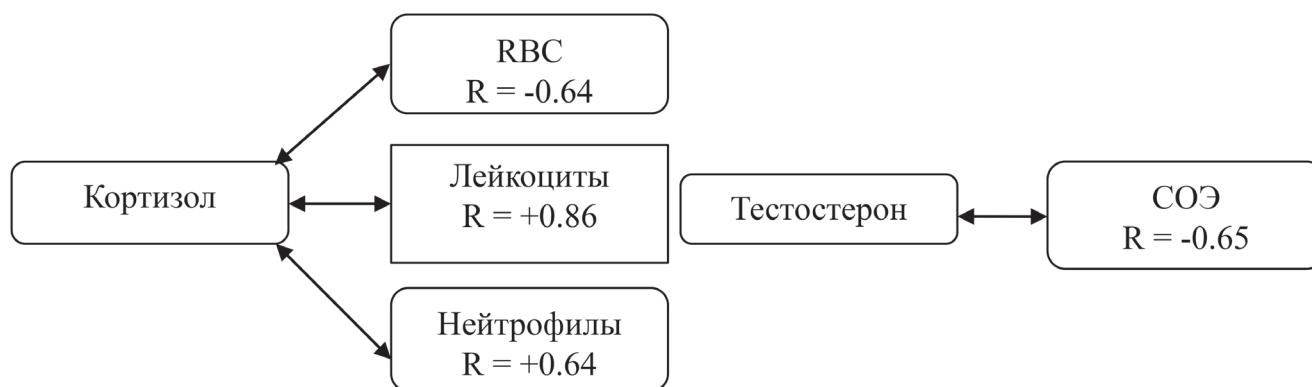
Другими авторами было отмечено, что повышение содержания билирубина может быть связано с несовершенством эндогенной антиоксидантной

**Таблица 2 – Биохимические параметры крови у мальчиков и юношей, занимающихся циклическими видами спорта**  
**Table 2 – Biochemical parameters of blood in boys and young men involved in cyclic sports**

Показатель / Indicator	Мальчики (11-16 лет) Boys (11-16 years old) (n=11)			Юноши (17-22 лет) Young men (17-22 years old)(n=14)		
	Me	Q1	Q3	Me	Q1	Q3
АЛТ, МЕ/л / Alanine aminotransferase	15,9	12,6	22,4	15,6	14,5	21,2
АСТ, МЕ/л / Aspartate aminotransferase	25,6	18,4	34,2	25,9	18,4	28,0
Глюкоза, Ммоль/л / Glucose, mmol/l	4,7	4,2	5,3	4,5	4,4	4,8
Креатинин, Мкмоль/л / Creatinine, $\mu$ mol/l	73,0	63,0	161,0	84,0	78,0	90,0
Мочевина, Ммоль/л / Urea, mmol/l	4,0*	3,3	4,4	5,1*	4,3	5,6
Общий Белок, г/л / Total Protein, g/l	74,1	66,4	81,7	73,0	70,6	77,6
КФК, ед./л / Creatine phosphokinase, u/l	182,0	163,0	301,0	184,0	161,0	199,0
Щелочная фосфатаза, ед./л / Alkaline phosphatase, u/l	501*	263	721	159*	132	226
Холестерин, Мкмоль/л / Cholesterol, $\mu$ mol/l	3,7	2,8	4,1	3,8	3,3	4,4
Билирубин общий, Мкмоль/л / Bilirubin total, Mkmol/l	6,8*	4,3	12,6	14,5*	11,9	19,3
Кортизол, Нмоль/л / Cortisol, Nmoll	290*	245,5	485,7	542*	488,1	593,4
Тестостерон, Нг/мл / Testosterone, Ng/ml	9,1*	6,1	17,5	29,3*	21,6	38,6

**Примечание.** \* – статистически значимое различие между исследуемыми группами, n – абсолютное количество лиц в выборке, Me – медиана значений; Q1, Q3 – интерквартильный размах

**Note.** \* – statistically significant difference between groups, n – absolute number of persons in the sample, Me – is the median of values; Q1, Q3 – interquartile range



**Рисунок 1 – Корреляционные связи между гормонами и гематологическими показателями у юных спортсменов в возрасте от 11 до 16 лет**

**Figure 1 – Correlations between hormones and hematological parameters in young athletes aged 11 to 16 years**

системы при аэробных нагрузках, а повышение активности щелочной фосфатазы являться результатом избыточной нагрузки на скелет и/или систему выведения гидрофобных соединений с желчью [5]. С нашей точки зрения, более высокую концентрацию щелочной фосфатазы у юных спортсменов по сравнению с таковой спортсменов-юношей можно объяснить повышенной активностью ростовых процессов в костной ткани у подростков. Изученные гормоны также имели статистически значимые различия у спортсменов разных возрастных групп. У юношей статистически значимо преобладало содержание кортизола и тестостерона по сравнению с юными спортсменами ( $p=0,02$  и  $p=0,006$ , соответственно).

Для оценки взаимосвязи гематологических показателей с биохимическими параметрами, а также некоторыми гормонами у обследованных спортсменов был проведен корреляционный анализ (рисунок 1).

У юных спортсменов установлена тесная взаимосвязь гематологических показателей с гормоном надпочечника – кортизолом, а также с мужским половым гормоном – тестостероном (рисунок 1), тогда как с биохимическими константами взаимосвязи выявлено не было. У спортсменов данной возрастной группы при повышении концентрации кортизола в крови наблюдается снижение числа эритроцитов ( $p=0,03$ ) и повышение лейкоцитов ( $p=0,0005$ ), при этом преимущественно за счет нейтрофилов ( $p=0,03$ ). Также у спортсменов с более высокой концентрацией тестостерона в крови наблюдалось снижение СОЭ ( $p=0,028$ ).

Физические упражнения могут вызвать повышение количества лейкоцитов, в основном из-за демаргинации лейкоцитов, вторичной по отношению к увеличению кровотока и повышению уровня адреналина и кортизола [9]. Хотя анализ

лейкоцитов нельзя использовать отдельно для оценки уровня воспаления у спортсмена, он дает ценную информацию о сдвигах в популяциях иммунных клеток, которые могут происходить во время воспаления, вызванного повреждением мышц. Еще одним преимуществом оценки профилей лейкоцитов у спортсменов является то, что они могут диагностировать потенциальные инфекции или заболевания, вызывающие воспаление и увеличение биомаркеров, характерных для воспаления, вызванного повреждением мышц [16].

Гематологические, биохимические и физиологические корреляты уровня содержания в организме кортизола и тестостерона в основном отражают кислородтранспортные возможности систем крови и кровообращения, которые напрямую или косвенно обуславливают физическую работоспособность организма. И сами эти гормоны непосредственно задействованы в процессах обеспечения высокого уровня физической работоспособности. Это дает основание полагать, что параллельный контроль содержания в крови как уровня содержания гормонов, прежде всего кортизола и тестостерона, так и гематологических, биохимических и физиологических показателей позволит расширить представление и о текущем уровне работоспособности, и о динамике физического развития юного спортсмена.

В свою очередь, в группе более взрослых спортсменов было установлено большее количество корреляций между гематологическими и биохимическими параметрами крови (рисунок 2).

Результаты корреляционного анализа свидетельствуют, что у юношей увеличение уровня общего белка в плазме положительно коррелирует с числом эритроцитов ( $p=0,005$ ), содержанием гемоглобина ( $p=0,024$ ) и гематокритом ( $p=0,01$ ).

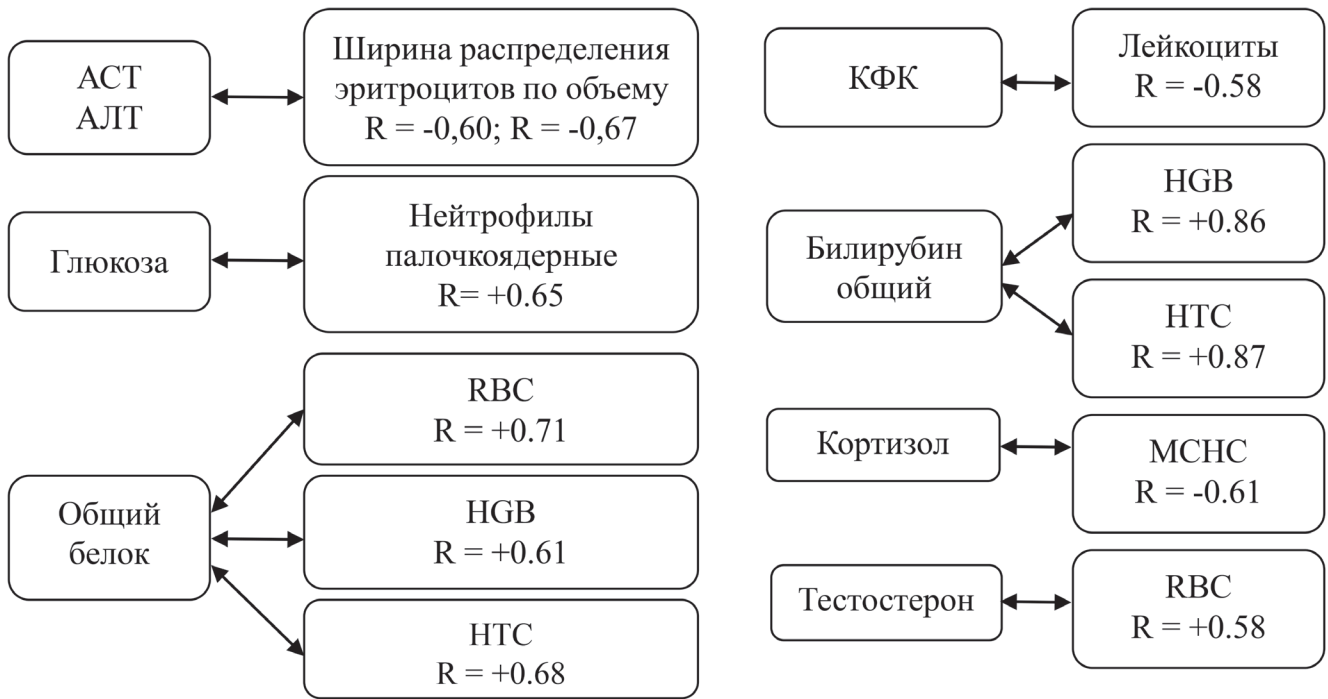


Рисунок 2 – Корреляционные связи между биохимическими и гематологическими показателями у спортсменов в возрасте 17-26 лет

Figure 2 – Correlations between biochemical and hematological parameters in athletes aged 17-26 years

Обнаружена обратная корреляция КФК с числом лейкоцитов в крови ( $p=0,03$ ).

Известно, что физические упражнения вызывают рабдомиолиз с высвобождением содержимого мышечных клеток и повышением сывороточных уровней ферментов скелетных мышц, которые являются показателем повреждения тканей после острых или хронических травм [14]. Общий уровень КФК зависит от возраста, пола, расы, мышечной массы, физической активности и климатических условий [4, 14]. Его выведение из плазмы зависит от уровня, типа и интенсивности тренировок, а также от продолжительности упражнений [14].

Также была выявлена обратная корреляция АЛТ и АСТ с RDW-CV ( $p=0,027$  и  $p=0,01$ , соответственно). Повышенную активность АСТ и АЛТ у спортсменов, исключая другую патологию, следует рассматривать как мышечное, а не печеночное происхождение [11].

Показана положительная корреляция уровня глюкозы с нейтрофилами палочкоядерными ( $p=0,014$ ). У всех обследованных уровень сахара в крови находился в пределах нормы и не достигал верхних границ референсных значений. Многими авторами отмечалось снижение средней концентрации глюкозы у профессиональных спортсменов циклических видов спорта по сравнению с таковой здоровых лиц, ведущих малоактивный образ жизни [10]. Более низкая концентрация глюкозы в

сыворотке крови у спортсменов может быть объяснена лучшим метаболическим контролем, в частности за счет повышения толерантности к глюкозе и чувствительности к инсулину [10].

Билирубин общий положительно коррелировал с уровнем HGB и гематокритом ( $p=0,0001$  и  $p=0,00007$ ). Также показана корреляция гормона надпочечника кортизола с МСНС ( $p=0,02$ ) и тестостерона с RBC ( $p=0,03$ ). Так, увеличение содержания кортизола и тестостерона в крови у спортсменов коррелирует со снижением средней концентрации гемоглобина в клетке и увеличением числа эритроцитов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в обеих исследуемых группах спортсменов не обнаружено каких-либо существенных изменений в гематологических и биохимических показателях. У юных спортсменов не выявлены взаимосвязи между биохимическими маркерами и гематологическими показателями крови, но при этом прослеживается связь гормона надпочечника кортизола с периферической кровью. Тогда как у спортсменов-юношей количество корреляций указывает на более тесную взаимосвязь не только гормонов крови с гематологическими параметрами, но и биохимических констант, что, возможно, объясняется более интенсивным тренировочным процессом у более взрослых спортсменов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврильева, К. С. Влияние физических нагрузок на морфологический состав красной крови у подростков Якутии / К. С. Гаврильева, М. В. Ханды, М. И. Соловьева, С. П. Винокурова, Н. В. Махарова // Доктор.Ру. – 2018. – №11 (155). – С. 27-30.
2. Мартыканова, Д. С. Гематологические показатели крови юношей, занимающихся циклическими и игровыми видами спорта / Д. С. Мартыканова, Ф. А. Мавлиев, М. Я. Ибрагимова, И. И. Ахметов, Р. И. Жданов // Наука и спорт: современные тенденции. – 2018. – № 4 (21). – С.19-24.
3. Псеунок, А. А. Особенности адаптации к тренировкам юных спортсменов, занимающихся циклическими и ациклическими видами спорта / А. А. Псеунок, М. А. Муготлев, М. Н. Силантьев // Теория и практика физической культуры. – 2016. – № 1. – С. 13-15.
4. Рыбина, И. Л. Использование активности креатинфосфокиназы в оценке срочной и долговременной адаптации организма спортсменов к тренировочным нагрузкам / И. Л. Рыбина, З. М. Кузнецова // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2015. – № 3(36). – С. 150-158.
5. Чиркин, А. А. Активность креатинкиназы в сыворотке крови лиц, занимающихся спортом / А. А. Чиркин, Н. А. Степанова, А. И. Гурская, А. Г. Тетерев, И. Н. Деркач, А. В. Цецохо // Лабораторная диагностика. Восточная Европа. – 2014. – № 3. – С. 47-55.
6. Armstrong, N. Physiology of elite young male athletes / N. Armstrong, A. M. McManus // Med Sport Sci. – 2011. – Vol. 56. – P. 1-22.
7. Coutts, A. J. Monitoring for overreaching in rugby league players / A. J. Coutts, P. Reaburn, T. J. Piva, G. J. Rowsell // Eur. J. Appl. Physiol. – 2007. – Vol. 99(3). P. 313-24.
8. Jacob, E. A. Hematological differences in newborn and aging: a review study / E. A. Jacob // Hematol Transfus Int J. – 2016. – No 3. – P. 178-190.
9. Lee, E. Biomarkers in sports and exercise: Tracking health, performance, and recovery in athletes / E. Lee, M. Fragala, S. Kavouras, R. Queen, J. Pryor, D. Casa // J. Strength Cond. Res. – 2017. – Vol. 31. – P. 2920-2937.
10. Lippi, G. Comparison of serum creatinine, uric acid, albumin and glucose in male professional endurance athletes compared with healthy controls / G. Lippi, G. Brocco, M. Franchini, F. Schena, G. Guidi // Clin. Chem. Lab. Med. – 2004. – Vol. 42. – P.644-647.
11. Lombardo, B. Laboratory Medicine: Health Evaluation in Elite Athletes / B. Lombardo, V. Izzo, D. Terracciano, A. Rannieri, C. Mazzaccara, F. Fimiani, A. Cesaro, L. Gentile, E. Leggiero, R. Pero, et al. // Clin. Chem. Lab. Med. (CCLM). – 2019. – Vol. 57. – P. 1450-1473.
12. Mayr, A. Comparison of hematologic data in world elite junior speed skaters and in non-athletic juniors / A. Mayr, H. Kuipers, M. Falk, P. Santer, B. Wierer // Int J Sports Med. – 2006. – Vol.27(4). – P. 283-288.
13. McClean, G. Electrical and structural adaptations of the paediatric athlete's heart: a systematic review with meta-analysis / G. McClean, N.R. Riding, C.L. Ardern, A. Farooq, G.E. Pieves, V. Watt, C. Adamuz, K.P. George, D. Oxborough, M.G. Wilson // Br J Sports Med. – 2018. – Vol. 52(4). – P. 230.
14. Nunes, L.A.S., Applicability of the reference interval and reference change value of hematological and biochemical biomarkers to sport science / L.A.S. Nunes, F.L. Lazarim, R. Brenzikofer, D.V. Macedo // In: Zaslav K.R., editor. An International Perspective on Topics in Sports Medicine and Sports Injury. – InTech, London, UK. – 2012.
15. Peake, J.M. Exercise-induced muscle damage, plasma cytokines, and markers of neutrophil activation / J.M. Peake, K. Suzuki, G. Wilson, M. Hordern, K. Nosaka, L. Mackinnon et al. // Med. Sci. Sports Exerc. – 2005. – Vol. 37(5). – P. 737-745.
16. Romero-Parra, N. Influence of the menstrual cycle on blood markers of muscle damage and inflammation following eccentric exercise / N. Romero-Parra, L. Barba-Moreno, B. Rael, V.M. Alfaro-Magallanes, R. Cupeiro, Á.E. Díaz., F.J. Calderón, A.B. Peinado // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2020. – Vol. 17. – P. 1618.
17. Shaskey, D.J. Sports Haematology / D.J. Shaskey, G.A Green // Sports Med. – 2000. – Vol. 29. – P. 27-38.
18. Tempelhoff, G.F.V. Correlation between blood rheological properties and red blood cell indices (MCH, MCV, MCHC) in healthy women / G.F.V Tempelhoff, O. Schelkunov, A. Demirhan, P. Tsikouras, W. Rath, E. Velten, R. Csorba // Clin Hemorheol Microcirc. – 2016. – Vol. 62. – P. 45-54.
19. Tomschi, F. Impact of Type of Sport, Gender and Age on Red Blood Cell Deformability of Elite Athletes / F. Tomschi, W. Bloch, M. Grau // Int J Sports Med. – 2018. – Vol. 39(1). – P.12-20.

## REFERENCES

1. Gavrilieva, K.S., Khandy M.V., Solovyova M.I., Vinokurova S.P., Makharova N.V. [Influence of physical loads on the morphological composition of red blood in adolescents of Yakutia]. Doctor.Ru, 2018, no. 11 (155), pp. 27-30. (in Russ.).
2. Martykanova D.S., Mavliev F.A., Ibragimova M.Ya., Akhmetov I.I., Zhdanov R.I. [Hematological parameters of the blood of young men involved in cyclic and team sports]. Science and sport: current trends, 2018, no. 4 (21), pp. 19-24. (in Russ.).
3. Pseunok A.A., Mugotlev M.A., Silantiev M.N. [Features of adaptation to training of young athletes involved in cyclic and acyclic sports]. Theory and practice of physical culture, 2016, no. 1, pp. 13-15. (in Russ.).
4. Rybina I.L., Kuznetsova Z.M. [The use of creatine phosphokinase activity in assessing the urgent and long-term adaptation of the body of athletes to training loads]. Pedagogical-psychological and medical-biological problems of physical culture and sports, 2015, no. 3 (36), pp.150-158. (in Russ.).
5. Chirkin A.A., Stepanova N.A., Gurskaya A.I., Teterev A.G., Derkach I.N., Tsetsohko A.V. [Creatine kinase activity in the blood serum of persons involved in sports]. Laboratory diagnostics. Eastern Europe, 2014, no. 3, pp. 47-55. (in Russ.).
6. Armstrong N, McManus AM. Physiology of elite young male athletes. Med Sport Sci, 2011, vol. 56, pp. 1-22.
7. Coutts A.J., Reaburn P., Piva T.J., Rowsell G.J. Monitoring for overreaching in rugby league players. Eur. J. Appl. Physiol, 2007, vol. 99(3), pp. 313-24.
8. Jacob E.A. Hematological differences in newborn and aging: a review study. Hematol Transfus Int J, 2016, no. 3, pp. 178-190.
9. Lee E., Fragala M., Kavouras S., Queen R., Pryor J., Casa D. Biomarkers in sports and exercise: Tracking health, performance, and recovery in athletes. J. Strength Cond. Res, 2017, vol. 31, pp. 2920-2937.
10. Lippi G., Brocco G., Franchini M., Schena F., Guidi G. Comparison of serum creatinine, uric acid, albumin and glucose in male professional endurance athletes compared

- with healthy controls. *Clin. Chem. Lab. Med*, 2004, vol. 42, pp. 644-647.
11. Lombardo B., Izzo V., Terracciano D., Ranieri A., Mazzaccara C., Fimiani F., Cesaro A., Gentile L., Leggiero E., Pero R., et al. *Laboratory Medicine: Health Evaluation in Elite Athletes*. *Clin. Chem. Lab. Med. (CCLM)*, 2019, vol. 57, pp. 1450-1473.
  12. Mayr A, Kuipers H, Falk M, Santer P, Wierer B. Comparison of hematologic data in world elite junior speed skaters and in non-athletic juniors. *Int J Sports Med*, 2006, vol. 27(4), pp. 283-288.
  13. McClean G., Riding N.R., Ardern C.L., Farooq A., Pielas G.E., Watt V., Adamuz C., George K.P., Oxborough D., Wilson M.G. Electrical and structural adaptations of the paediatric athlete's heart: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med*, 2018, vol. 52(4), pp. 230.
  14. Nunes L.A.S., Lazarim F.L., Brenzikofer R., Macedo D.V. Applicability of the reference interval and reference change value of hematological and biochemical biomarkers to sport science. In: Zaslav K.R., editor. *An International Perspective on Topics in Sports Medicine and Sports Injury*, InTech, London, UK, 2012.
  15. Peake J.M., Suzuki K., Wilson G., Hordern M., Nosaka K., Mackinnon L. et al. Exercise-induced muscle damage, plasma cytokines, and markers of neutrophil activation. *Med. Sci. Sports Exerc*, 2005, vol. 37(5), pp. 737-745.
  16. Romero-Parra N., Barba-Moreno L., Rael B., Alfaro-Magalanes V.M., Cupeiro R., Díaz Á.E., Calderón F.J., Peinado A.B. Influence of the menstrual cycle on blood markers of muscle damage and inflammation following eccentric exercise. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2020, vol. 17, pp. 1618.
  17. Shaskey DJ. Green G.A. *Sports Haematology*. *Sports Med*, 2000, vol. 29, pp. 27-38.
  18. Tempelhoff GFV, Schelkunov O, Demirhan A, Tsikouras P, Rath W, Velten E, Csorba R. Correlation between blood rheological properties and red blood cell indices (MCH, MCV, MCHC) in healthy women. *Clin Hemorheol Microcirc*, 2016, vol. 62, pp. 45-54.
  19. Tomschi F., Bloch W., Grau M. Impact of Type of Sport, Gender and Age on Red Blood Cell Deformability of Elite Athletes. *Int J Sports Med*, 2018, vol. 39(1), pp. 12-20.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Даутова Альбина Зуфаровна (Dautova Albina Zufarovna) – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры медико-биологических дисциплин; Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма; 420010, г. Казань, территория Деревня Универсиады, 35; e-mail: dautova.az@mail.ru; ORCID:0000-0003-3069-2178.

Янышева Гульнара Гумеровна (Yanysheva Gulnara Gumerovna) – кандидат медицинских наук, начальник медико-санитарной части НИИ физической культуры и спорта; Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма; 420059 г. Казань, Хади Такташа, 122В, к. 2; e-mail: doctorgy@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4704-4011

Якубов Рустам Юсупович (Yakubov Rustam Yusupovich) – спортивный врач, заместитель начальника медико-санитарной части НИИ физической культуры и спорта; 420059 г. Казань, Хади Такташа, 122В, к.2; e-mail: dryakubov@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-2695-3446

Назаренко Андрей Сергеевич (Nazarenko Andrey Sergeevich) – кандидат биологических наук, доцент, проректор по научной работе и международной деятельности; Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма; 420010, Республика Татарстан, г. Казань, территория Деревня Универсиады, д. 35; e-mail: hard@inbox.ru; ORCID: 0000-0002-3067-8395.

Зверев Алексей Анатольевич (Zverev Alexey Anatolievich) – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой медико-биологических дисциплин; Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма; 420010, Республика Татарстан, г. Казань, территория Деревня Универсиады, д. 35; e-mail: alekcei5@rambler.ru; ORCID: 0000-0002-2555-1728

Поступила в редакцию 9 августа 2022 г.

Принята к публикации 28 августа 2022 г.

#### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Даутова, А.З. Взаимосвязь гематологических и биохимических параметров крови у спортсменов разных возрастных групп / А.З. Даутова, Г.Г. Янышева, Р.Ю. Якубов, А.С. Назаренко, А.А. Зверев // Наука и спорт: современные тенденции. – 2022. – Т. 10, № 3. – С. 14-21. DOI: 10.36028/2308-8826-2022-10-3-14-21

#### FOR CITATION

Dautova A.Z., Yanysheva G.G., Yakubov R.Yu., Nazarenko A.S., Zverev A.A. Interrelation of hematological and biochemical blood parameters in athletes of different age groups. *Science and sport: current trends*. 2022, vol. 10, no.3, pp. 14-21 (in Russ.) DOI: 10.36028/2308-8826-2022-10-3-14-21