

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АТФАЗНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ЭРИТРОЦИТОВ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА

Е.Ю. Федорова, А.Н. Налобина, А.Е. Сизов

Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия

Цель. Установление особенностей функционирования АТФаз эритроцитов крови спортсменов 1–2-го разряда и не занимающихся спортом различных возрастных групп. **Материал и методы.** Капиллярная кровь спортсменов-легкоатлетов 1–2-го разряда и практически здоровых не занимающихся спортом мужчин таких же возрастов и антропометрических характеристик ($n = 60$). Общий анализ крови проводили с помощью гематологического анализатора производства фирмы Dixon (Россия), АТФазную активность мембран эритроцитов определяли по K.S. Keeton. **Результаты.** Исследованиями установлены достоверные ($P < 0,05$) отличия отдельных (HGB и RBC) гематологических параметров крови испытуемых различных возрастов в зависимости от уровня физической подготовки, при этом возрастные отличия по данным показателям незначительны ($P > 0,05$). Полученные результаты свидетельствуют о достоверно ($P < 0,001$) более высоких значениях активности всех исследованных АТФаз в группе спортсменов 1–2-го разряда всех возрастов. Повышение активности Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} - и Na^+ , K^+ -АТФазы у спортсменов связано с более интенсивными обменными процессами в организме представителей данной группы, поскольку именно транспортные аденозинтрифосфатазы участвуют в энергообеспечении тренировочных и соревновательных нагрузок спортсменов. Возрастные достоверные ($P < 0,05$) различия активности всех исследованных АТФаз мембраны эритроцитов крови у представителей обеих групп, по всей видимости, обусловлены конформационными особенностями белков мембранного компонента эритроцитов. Проведенный авторами двухфакторный дисперсионный анализ показал, что возраст достоверно ($P < 0,001$) детерминировал активность Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} - и Na^+ , K^+ -АТФазы мембраны эритроцитов на 89,15; 87,46 и 81,40 % соответственно; уровень физической активности – на 96,19; 95,45 и 93,80 % соответственно. **Заключение.** Уровень общей физической подготовленности, возраст можно считать факторами, детерминирующими активность АТФаз мембраны эритроцитов крови человека.

Ключевые слова: кровь, гемоглобин, эритроциты, Mg^{2+} , Na^+ , K^+ -АТФаза, Mg^{2+} -АТФаза, Na^+ , K^+ -АТФаза.

Введение. В настоящее время все большее значение приобретают вопросы, раскрывающие понимание взаимосвязи физиологических и биохимических процессов с деятельностью энергетических механизмов, проводником которых являются ферментные системы, их обеспечивающие. Для обеспечения физиологических и биохимических процессов и свойств живой клетки, органов и организма в целом необходим активный транспорт веществ и энергии в клетку из внешней среды, осуществляемый ферментными системами мембран (ионными насосами), интегральными компонентами которых являются АТФазы [5, 17, 18].

За последние годы накоплено большое количество сведений по изучению транспорта ионов и функционированию Mg^{2+} -, Ca^{2+} -, Na^+ , K^+ -, H^+ -АТФаз, локализованных в мембранах эритроцитов животных [4, 10–14], вместе с тем

следует отметить, что практически отсутствуют данные об особенностях функционирования АТФазных систем крови человека.

Известно, что изменения состава крови является отражением тех биохимических сдвигов, которые возникают при мышечной деятельности в различных внутренних органах, скелетных мышцах и миокарде, в том числе в состоянии клеточных мембран [9, 12, 16]. В литературе имеются разносторонние данные о влиянии различной физкультурно-спортивной деятельности занимающихся и не занимающихся физическими упражнениями на кровь [1, 2, 5–8], в которых не затрагиваются вопросы активного транспорта в организме человека.

В связи с чем очевидна актуальность исследования особенностей функционирования транспортных АТФаз крови как наиболее дос-

тупной для исследования из всех тканей организма в зависимости от уровня физической подготовки и возраста.

Материал и методы. Исследования проведены в соответствии с Хельсинской декларацией (1964) на двух группах: в опытную группу входили спортсмены-легкоатлеты 1–2-го разрядов ($n = 30$) трех возрастов, в контрольную группу – практически здоровые мужчины таких же возрастов и антропометрических характеристик ($n = 30$). Забор капиллярной крови из пальца осуществляли утром, натощак; гепаринизированную кровь сразу же помещали в термос со льдом и через 15–20 минут доставляли в лабораторию, где проводили анализы.

Общий анализ крови, показателями которого являлись в том числе общее количество эритроцитов и уровень гемоглобина, проводили с помощью гематологического анализатора производства фирмы *Dixion* (Россия) по общепринятым методикам [3].

АТФазную активность мембран эритроцитов определяли по *K.S. Keeton* [15], при этом активность общей АТФазы определяли в среде, содержащей 150 мМ NaCl; 5,0 мМ KCl; 25 мМ трис-HCl (рН 8,0), 3 мМ Na₂ATФ, 3 мМ MgCl₂, пробы инкубировали в течение 45 мин при температуре 37 °С. Реакцию прекращали путем добавления 1,8 мл 6%-ного раствора трихлоруксусной кислоты. Пробы центрифугировали при 0 °С и в надосадочной жидкости определяли содержание неорганического фосфора. При определении Mg²⁺-АТФазы, т. е. убаин-нечувствительной АТФазы, в субстратную среду вводили 10⁻⁴ М убаина (строфантин G), который подавлял активность Na⁺, K⁺-АТФазы.

Статистическую обработку выполняли программным обеспечением MS Excel 2003 и Statistica 10 (StatSoft Inc., США). Приведены средние арифметические значения параметров (M) и их доверительные интервалы (\pm SEM) при 95 % уровне вероятности по t-критерию Стьюдента [7].

Результаты и обсуждение. Исследованиями установлены достоверные ($P < 0,05$) отличия отдельных (HGB и RBC) гематологических параметров крови испытуемых различных возрастов в зависимости от уровня физической подготовленности (см. таблицу), при этом возрастные отличия по данным показателям незначительны ($P > 0,05$).

Очевидно, что прирост гемоглобина у

спортсменов 1–2-го разряда по сравнению с не занимающимися спортом был обусловлен в основном повышением средней концентрации гемоглобина в эритроците наряду с увеличением количества эритроцитов, что в свою очередь явилось результатом регулярных занятий спортом и, как следствие, более интенсивного обмена веществ.

Коэффициент корреляции Пирсона, характеризующий влияние уровня физической подготовленности на количество гемоглобина, в группе спортсменов разных возрастов колеблется от 0,81 до 0,83, в группе не занимающихся спортом – от 0,89 до 0,90. Аналогичный показатель по количеству эритроцитов составил в группе спортсменов разных возрастов от 0,79 до 0,80, в группе не занимающихся спортом – от 0,85 до 0,86.

Достоверных отличий по остальным гематологическим показателям крови спортсменов и не занимающихся спортом различных возрастных категорий, корреляционной связи между этими показателями не выявлено; причем количество лейкоцитов, тромбоцитов и лимфоцитов находилось в пределах нормы у представителей всех групп.

Как показали исследования, активность Mg²⁺, Na⁺, K⁺-АТФазы (общей АТФазы), Mg²⁺-АТФазы и Na⁺, K⁺-АТФазы мембраны эритроцитов крови в группе спортсменов 1–2-го разряда всех возрастов достоверно ($P < 0,001$) выше, чем в группе не занимающихся спортом, что обусловливается процессами энергообеспечения тренировочных и соревновательных нагрузок спортсменов (см. рисунок).

Проведенный корреляционный анализ достоверно ($P < 0,001$) доказал полученную взаимосвязь АТФазной активности мембраны эритроцитов крови и уровня физической подготовки испытуемых, при этом наиболее сильно выраженная корреляция отмечена в случае активности Mg²⁺, Na⁺, K⁺-АТФазы мембраны эритроцитов (коэффициент корреляции составил 0,921); наименее – в случае активности Na⁺, K⁺-АТФазы (коэффициент корреляции составил 0,858).

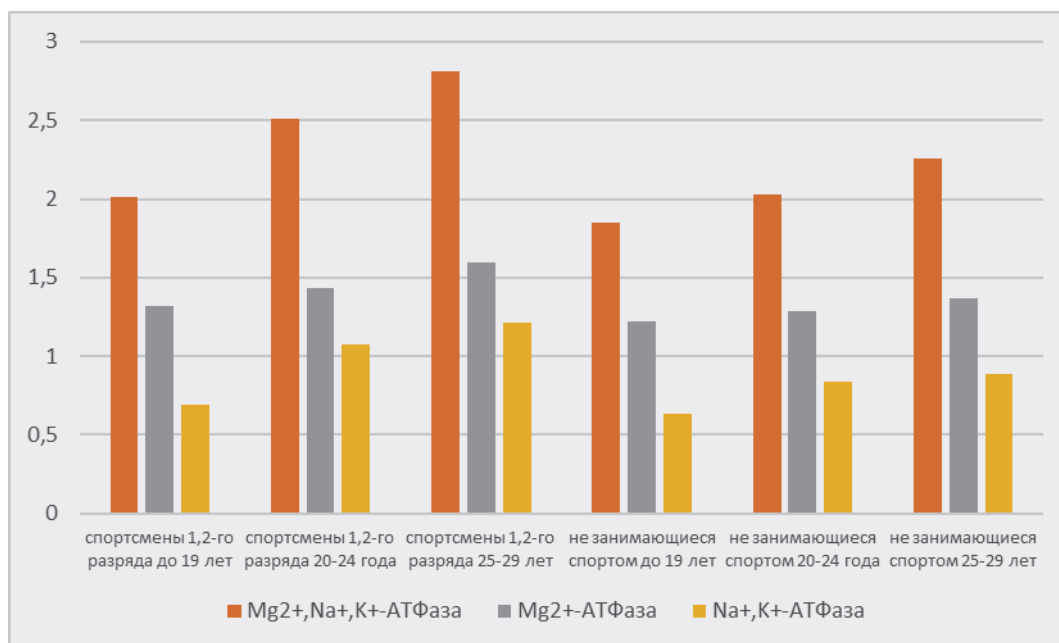
С целью установления силы влияния возраста и уровня физической подготовленности на АТФазную активность мембраны эритроцитов был проведен двухфакторный дисперсионный анализ, который показал, что возраст достоверно ($P < 0,001$) детерминировал активность Mg²⁺, Na⁺, K⁺-, Mg²⁺- и Na⁺, K⁺-АТФазы мембраны эритроцитов на 89,15 %;

Гематологические показатели крови
Hematological blood parameters

| Показатель Parameter | Спортсмены 1–2-го разряда Athletes of the first and second categories | | | Не занимающиеся спортом Non-athletes | | |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| | до 19 лет under 19 years (n = 10) | 20–24 года 20–24 years (n = 10) | 25–29 лет 25–29 years (n = 10) | до 19 лет under 19 years (n = 10) | 20–24 года 20–24 years (n = 10) | 25–29 лет 25–29 years (n = 10) |
| Гемоглобин, г/л Hemoglobin, g/l | 153,3 ± 5,05** | 154,0 ± 4,98** | 157,1 ± 4,25** | 147,1 ± 4,02 | 150,1 ± 4,87 | 151,9 ± 4,11 |
| Эритроциты, ×10 ¹² /л Erythrocytes, × 10 ¹² /l | 4,5 ± 0,91* | 4,9 ± 0,12* | 5,0 ± 0,42* | 4,3 ± 0,65 | 4,5 ± 0,66 | 4,7 ± 0,89 |
| Лейкоциты, ×10 ⁹ /л Leukocytes, × 10 ⁹ /l | 5,3 ± 1,02 | 5,8 ± 0,89 | 6,1 ± 0,96 | 5,6 ± 1,11 | 5,9 ± 1,03 | 6,1 ± 0,87 |
| Тромбоциты, ×10 ⁹ /л Thrombocytes, × 10 ⁹ /l | 220 ± 7,15 | 240 ± 6,98 | 220 ± 7,20 | 210 ± 7,12 | 250 ± 8,09 | 219 ± 7,85 |
| Лимфоциты, ×10 ⁹ /л Lymphocytes, × 10 ⁹ /l | 1,9 ± 0,26 | 2,0 ± 0,19 | 2,0 ± 0,12 | 2,1 ± 0,12 | 2,2 ± 0,15 | 2,1 ± 0,11 |

Примечание. * P < 0,05 – по сравнению с не занимающимися спортом, ** P < 0,001 – по сравнению с не занимающимися спортом.

Note. * P < 0.05 – compared to non-athletes, ** P < 0.001 – compared to non-athletes.



АТФазная активность эритроцитов крови
Erythrocyte ATPase activity

87,46 и 81,40 % соответственно; уровень физической активности – на 96,19 %; 95,45 и 93,80 % соответственно. Достоверного совместного влияния факторов (возраста и уровня физической подготовленности) на активность всех исследованных АТФаз мембраны эритроцитов крови не выявлено.

Заключение. Проведенные исследования активности АТФаз мембраны эритроцитов крови спортсменов-легкоатлетов 1–2-го разряда и не занимающихся спортом выявили достоверно ($P < 0,001$) более высокие значения в группе спортсменов всех возрастов. Повышение активности Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} - и Na^+ , K^+ -АТФазы у спортсменов связано с более интенсивными обменными процессами в организме представителей данной группы, поскольку именно транспортные аденозинтрифосфатазы участвуют в энергообеспечении тренировочных и соревновательных нагрузок спортсменов. Возрастные достоверные ($P < 0,05$) различия активности всех исследованных АТФаз мембраны эритроцитов крови у представителей обеих групп, по всей видимости, обусловлены конформационными особенностями белков мембранного компонента эритроцитов.

Литература

1. Барановская, И.Б. Показатели морфологического и белкового состава крови у спортсменов при разных вариантах структурирования информации / И.Б. Барановская, Ю.А. Холявко, Г.А. Макарова // *Физическая культура, спорт – наука и практика*. – 2016. – № 1. – С. 59–66.
2. Барановская, И.Б. Информационный анализ лейкоформулы футболистов различного игрового амплуа / И.Б. Барановская, А.В. Братова // *Лечебная физкультура и спортивная медицина*. – 2015. – № 3. – С. 9–15.
3. Барашков, Г.К. Медицинская бионеорганика / Г.К. Барашков. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 512 с.
4. Болдырев, А.А. Na^+ , K^+ -АТФаза как олигомерный ансамбль / А.А. Болдырев // *Биохимия*. – 2001. – Т. 66, вып. 8. – С. 1013–1025.
5. Дроздов, В.Н. Влияние физической нагрузки на показатели периферической крови человека / В.Н. Дроздов, А.В. Кравцов // *Вестник Мазырсакага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта імя І.П. Шамякіна*. – 2015. – № 1 (45). – С. 23–29.
6. Егорова, Е.Н. Клинико-диагностическое значение эритроцитарных индексов, определяемых автоматическими гематологическими анализаторами / Е.Н. Егорова, Р.А. Пустовалова, М.А. Горшкова // *Верхневолжский мед. журнал*. – 2014. – Т. 12. – Вып. 3. – С. 34–41.
7. Макарова, Н.В. *Статистика в Excel* / Н.В. Макарова, В.Я. Трофимец. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
8. Русин, В.Я. Динамика некоторых морфологических и биохимических показателей крови у занимающихся и не занимающихся спортом юношей / В.Я. Русин, В.В. Насолодин, И.П. Гладких // *Гигиена и санитария*. – 1980. – № 7. – С. 31–34.
9. Рыбина, И.Л. Полиморфизм гена АСЕ как показатель переносимости физических нагрузок различной направленности / И.Л. Рыбина, Н.В. Шведова, А.И. Нехвядович, В.С. Пранович // *Физические и биохимические основы и педагогические технологии адаптации к разным по величине физическим нагрузкам: сб. материалов II Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию Поволж. гос. академии физ. культуры, спорта и туризма*. – Казань, 2014. – С. 29–31.
10. Рыжкова, Г.Ф. Активность транспортных АТФаз и межклеточный обмен электролитов у сельскохозяйственных животных в норме и при включении в рацион биологически активных веществ / Г.Ф. Рыжкова // *Вестник Курской ГСХА*. – 2015. – № 9. – С. 88–94.
11. Суворова, В.Н. Особенности функционирования АТФаз овец / В.Н. Суворова, Е.Ю. Федорова, В.И. Максимов // *Научные труды V Съезда физиологов СНГ, V Съезда биохимиков России, Конференции ADFLIM*, 2016. – Т. 2. – С. 195–196.
12. Тхоревский, В.И. Взаимосвязь между потреблением кислорода и кровоснабжением сокращающихся мышц при работе разной мощности у лиц, тренирующих аэробную выносливость / В.И. Тхоревский, А.Л. Литвак // *Теория и практика физ. культуры*. – 2006. – № 4. – С. 49–54.
13. Федорова, Е.Ю. Особенности функционирования АТФаз крови и молока различных видов сельскохозяйственных животных / Е.Ю. Федорова // *Вестник Курской ГСХА*. – 2015. – № 8. – С. 181–184.
14. Dodge, J.T. The Ghosts of Human Erythrocytes Arch / J.T. Dodge, C. Mitchell, D.J. Hannahan // *The Biochem. Biophys.* – 1962. – Vol. 201. – P. 119–130.

15. Keeton, K.S. Characterization of adenosinetriphosphatase in erythrocyte membrane of the cow / K.S. Keeton // *Proc. soc. exp. biol. and med.* – 1972. – Vol. 1. – P. 140.

16. Rybina, I. Reticulocytes as a marker of oxygen transport system adaptation to physical activity in cyclic sports / I. Rybina // *Book of Abstracts from 8th Conference of Baltic Society of Sport Sciences* “Sport science for sports practice

and teachers training”. – Vilnius, Lithuania, April 22–24, 2015. – P. 176–177.

17. Skou, J.C. The Na, K-ATPase / J.C. Skou // *J. Bioenerg. and Biomembr.* – 1992. – Vol. 24. – P. 249–261.

18. Jorgensen, P.L. Structure and mechanism of Na, K-ATPase: Functional sites and their interactions / P.L. Jorgensen // *Annu. Rev. Physiol.* – 2003. – Vol. 65. – P. 17–49.

Федорова Елена Юрьевна, доктор биологических наук, доцент, доцент кафедры адаптивной физической культуры и медико-биологических дисциплин института естествознания и спортивных технологий, Московский городской педагогический университет. 129226, г. Москва, 2-й Сельскохозяйственный пр., 4, корп. 1. E-mail: elefedor@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-6992-4282.

Налобина Анна Николаевна, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры адаптивной физической культуры и медико-биологических дисциплин института естествознания и спортивных технологий, Московский городской педагогический университет. 129226, г. Москва, 2-й Сельскохозяйственный пр., 4, корп. 1. E-mail: a.nalobina@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6574-1609.

Сизов Андрей Евгеньевич, ассистент кафедры теории и методики спортивных дисциплин института естествознания и спортивных технологий, Московский городской педагогический университет. 129226, г. Москва, 2-й Сельскохозяйственный пр., 4, корп. 1. E-mail: sizovae@mgpu.ru, ORCID: 0000-0002-7092-5514.

Поступила в редакцию 26 апреля 2019 г.

DOI: 10.14529/hsm19s108

ATPASE ERYTHROCYTE TRANSPORT SYSTEMS IN HUMAN BLOOD

E.Yu. Fedorova, elefedor@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-6992-4282,

A.N. Nalobina, a.nalobina@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6574-1609,

A.E. Sizov, sizovae@mgpu.ru, ORCID: 0000-0002-7092-5514

Moscow City University, Moscow, Russian Federation

Aim. The article deals with establishing the features of ATPase erythrocytes in the athletes of the first and second categories and non-athletes from different age groups. **Material and methods.** We studied the capillary blood of track-and-field athletes and healthy non-athletes of the same age and anthropometric characteristics (n = 60). Blood analysis was performed with the help of the Dixon hematological analyzer (Russia). The activity of erythrocyte membrane ATPases was studied according to K.S. Keeton. **Results.** The study revealed significant (p < 0.05) differences in certain (HGB and RBC) hematological blood indicators in participants from different age groups depending on their physical fitness. Age differences between groups are not significant (p > 0.05). The results obtained demonstrate the significantly (p < 0.001) higher values of ATPase activity in the athletes of the first and second categories from various age groups. The increase in Mg²⁺, Na⁺, K⁺, Mg²⁺- and Na⁺, K⁺-ATPases activity in athletes is connected with more intensive metabolism in this group because transport ATPases participate in the energy supply of training and competition loads. Age-related differences (p < 0.05) in the activity of erythrocyte membrane ATPases in both groups can be possibly connected with the conformation features of erythrocyte membrane protein. The two-factor dispersion analysis revealed that age significantly

($P < 0.001$) determined Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} - and Na^+ , K^+ -ATPases erythrocyte membrane activity at 89.15, 87.46, and 81.40 % respectively; physical activity at 96.19, 95.45 and 93.80 % respectively. **Conclusion.** General physical fitness and age can be considered as the factors determining the activity of erythrocyte membrane ATPases.

Keywords: blood, hemoglobin, erythrocytes, Mg^{2+} , Na^+ , K^+ -ATPase, Mg^{2+} -ATPase, Na^+ , K^+ -ATPase.

References

1. Baranovskaya I.B., Kholyavko Yu.A., Makarova G.A. [Indicators of Morphological and Protein Composition of Blood in Athletes with Different Information Structuring Options]. *Fizicheskaya kul'tura, sport – nauka i praktika* [Physical Culture, Sport – Science and Practice], 2016, no. 1, pp. 59–66. (in Russ.)
2. Baranovskaya I.B., Bratova A.V. [Information Analysis of the Leucoformula of Football Players of Various Game Roles]. *Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina* [Exercise Therapy and Sports Medicine], 2015, no. 3, pp. 9–15. (in Russ.)
3. Barashkov G.K. *Meditsinskaya bioneorganika* [Medical Bio-Organic]. Moscow, Binom Laboratory of Knowledge Publ., 2011. 512 p.
4. Boldyrev A.A. [Na^+ , K^+ -ATPase as an Oligomeric Ensemble]. *Biokhimiya* [Biochemistry], 2001, vol. 66, iss. 8, pp. 1013–1025. (in Russ.)
5. Drozdov V.N., Kravtsov A.V. [The Effect of Physical Activity on the Indicators of Human Peripheral Blood]. *Vesnik Mazyrskaga dzyarzhaynaga pedagogichnaga yuniverteta imya I.P. Shamyakina* [Herald Named IP Shamyakin Mozyr State Pedagogical University], 2015, no. 1(45), pp. 23–29. (in Russ.)
6. Egorova E.N., Pustovalova R.A., Gorshkova M.A. [Clinical and Diagnostic Value of Erythrocyte Indexes Determined by Automated Hematological Analyzers]. *Verkhnevolzhskiy meditsinskiy zhurnal* [Upper Volga Medical Journal], 2014, vol. 12, iss. 3, pp. 34–41. (in Russ.)
7. Makarova N.V., Trofimets V.Ya. *Statistika v Excel* [Statistics in Excel]. Moscow, Finance and Statistics Publ., 2002. 368 p.
8. Rusin V.Ya., Nasolodin V.V., Gladkikh I.P. [Dynamics of Some Morphological and Biochemical Blood Parameters in Young Men Engaged in and Not Involved in Sports]. *Gigiyena i sanitariya* [Hygiene and Sanitation], 1980, no. 7, pp. 31–34. (in Russ.)
9. Rybina I.L., Shvedova N.V., Nekhyvadovich A.I., Pranovich V.S. [ACE Gene Polymorphism as an Indicator of Exercise Tolerance of Various Orientations]. *Fizicheskiye i biokhimicheskiye osnovy i pedagogicheskiye tekhnologii adaptatsii k raznym po velichine fizicheskim nagruzkam: sbornik materialov II Mezhdunarodnoy Nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 40-letiyu Povolzhskoy gosudarstvennoy akademii fizicheskoy kul'tury, sporta i turizma* [Physical and Biochemical Bases and Pedagogical Technologies of Adaptation to Different Physical Loads. A Collection of Materials of the II International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 40th Anniversary of the Volga Region State Academy of Physical Culture, Sports and Tourism], 2014, pp. 29–31. (in Russ.)
10. Ryzhkova G.F. [Activity of Transporting ATPases and Intercellular Exchange of Electrolytes in Farm Animals are Normal and when Biologically Active Substances are Included in the Diet]. *Vestnik Kurskoy GSKHA* [Bulletin of Kursk State Agricultural Academy], 2015, no. 9, pp. 88–94. (in Russ.)
11. Suvorova V.N., Fedorova E.Yu., Maksimov V.I. [Features of the Functioning of Sheep ATPases]. *Nauchnyye trudy V S'yezda fiziologov SNG, V S'yezda biokhimikov Rossii, Konferentsii ADFLIM* [Scientific Works of the 5th Congress of Physiologists of the CIS, 5th Congress of Biochemists of Russia, Conference ADFLIM], 2016, vol. 2, pp. 195–196. (in Russ.)
12. Tkhorovskiy V.I., Litvak A.L. [The Relationship Between Oxygen Consumption and Blood Supply to the Contracting Muscles at Different Power Levels in People who Train Aerobic Endurance]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2006, no. 4, pp. 49–54. (in Russ.)
13. Fedorova E.Yu. [Features of the Functioning of Blood and Milk ATPases of Various Types of Farm Animals]. *Vestnik Kurskoy GSKHA* [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy], 2015, no. 8, pp. 181–184. (in Russ.)

14. Dodge J.T., Mitchell C., Hanahan D.J. The Ghosts of Human Erythrocytes Arch. *The Biochem. Biophys.*, 1962, vol. 201, pp. 119–130. DOI: 10.1016/0003-9861(63)90042-0
15. Keeton K.S. Characterization of Adenosinetriphosphatase in Erythrocyte Membrane of the Cow. *Proc. soc. exp. biol. and med.*, 1972, vol. 1, p. 140. DOI: 10.3181/00379727-140-36389
16. Rybina I. Reticulocytes as a Marker of Oxygen Transport Systeem Adaptation to Physical Activity in Cyclic Sports. *Book of Abstracts from 8th Conference of Baltic Society of Sport Sciences "Sport Science for Sports Practice and Teachers Training"*. Vilnius, Lithuania, April 22–24, 2015, pp. 176–177.
17. Skou J.C. The Na, K-ATPase. *J. Bioenerg. and Biomembr.*, 1992, vol. 24, pp. 249–261.
18. Jorgensen P.L. Structure and Mechanism of Na, K-ATPase: Functional Sites and Their Interactions. *Annu. Rev. Physiol.*, 2003, vol. 65, pp. 17–49. DOI: 10.1146/annurev.physiol.65.092101.142558

Received 26 April 2019

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Федорова, Е.Ю. Особенности функционирования АТФазных транспортных систем эритроцитов крови человека / Е.Ю. Федорова, А.Н. Налобина, А.Е. Сизов // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19, № S1. – С. 61–67. DOI: 10.14529/hsm19s108

FOR CITATION

Fedorova E.Yu., Nalobina A.N., Sizov A.E. ATPase Erythrocyte Transport Systems in Human Blood. *Human. Sport. Medicine*, 2019, vol. 19, no. S1, pp. 61–67. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm19s108
