



ӘОК/УДК 57.574.2

МҒТАР 34.39.27

DOI 10.53065/kaznmu.2022.99.52.058

<sup>1</sup>А.М. Калекешов (<https://orcid.org/0000-0001-6925-5552>),<sup>2</sup>Г.А. Демченко (<https://orcid.org/0000-0001-9906-2700>),<sup>2</sup>Н.О. Кудрина (<https://orcid.org/0000-0002-0882-0447>),<sup>3</sup>О. Хавалхайрат (<https://orcid.org/0000-0001-6344-8396>),<sup>3</sup>Б.Н. Баяхмет (<https://orcid.org/0000-0001-8012-6401>)<sup>1</sup>Казахский Национальный женский педагогический университет, Алматы, Казахстан;<sup>2</sup> Институт генетики и физиологии, Алматы, Казахстан;<sup>3</sup> Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Автор для корреспонденции:

<sup>1</sup>А.М. Калекешов [akan.maralov@mail.ru](mailto:akan.maralov@mail.ru)

## СОСТОЯНИЕ АДсорбЦИОННО-ТРАНСПОРТНОЙ ФУНКЦИИ КЛЕТОК КРОВИ ПО ОТНОШЕНИЮ К ИММУНОГЛОБУЛИНАМ

**Резюме:** Проведенное исследование показало количественные характеристики циркуляции на эритроцитах и лейкоцитах белков и липидов в плазме крови лошадей Джамбе. Их количество в плазме превышало в несколько раз содержание на мембране клеток крови. А иммуноглобулины IgA, IgM, IgE, IgD циркулируют в крови в основном на мембране клеток крови. Особенно большая диспропорция выявлена между плазмой и мембраной у иммуноглобулина IgD. Обратная зависимость наблюдается только у IgG. На основании проведенных исследований, получены данные – очень низкие значения иммуноглобулина D в плазме крови лошади. В смесях смеси эритроцитов и лейкоцитов выявлено наибольшее количество иммуноглобулина D. Это может свидетельствовать о том, что этот иммуноглобулин в значительной степени переносится на поверхности лейкоцитов и в основном представлен мембраносвязанной формой. Выявлено увеличение количества липидов и иммуноглобулинов на мембране старых эритроцитов. Установлено, что при различных физиологических состояниях организма наблюдаются изменения свойств адсорбционно-транспортной функции клеток крови. Это указывает на то, что различные факторы мобилизуют адаптационные функции организма, включая звено, связанное с переносом важнейших веществ на поверхности эритроцитов.

**Ключевые слова:** кровь, эритроциты, лейкоциты, адсорбционно-транспортная функция, иммуноглобулины.

А.М.Калекешов<sup>1</sup>, Г.А.Демченко<sup>2</sup>, Н.О.Кудрина<sup>2</sup>, О. Хавалхайрат<sup>3</sup>, Б. Баяхмет<sup>3</sup><sup>1</sup>Қазақ Ұлттық Қыздар Педагогикалық Университеті, Алматы, Қазақстан;<sup>2</sup>Генетика және физиология институты, Алматы, Қазақстан;<sup>3</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан

Хат-хабарларға арналған автор:

А.М.Калекешов [akan.maralov@mail.ru](mailto:akan.maralov@mail.ru)

## ИММУНОГЛОБУЛИНДЕРГЕ ҚАТЫСТЫ ҚАН КЛЕТКАЛАРЫНЫҢ АДсорбЦИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ТРАНСПОРТТЫҚ ФУНКЦИЯЛАРЫНЫҢ ЖАҒДАЙЫ

**Түйін:** Зерттеу Джамбе жылқыларының қан плазмасындағы ақуыздар мен липидтердің эритроциттері мен лейкоциттеріндегі айналымның сандық сипаттамаларын көрсетті. Олардың плазмадағы мөлшері мембранадағы қан жасушаларының құрамынан бірнеше есе көп болды. Ал IgA, IgM, IgE, IgD иммуноглобулиндері қанда негізінен қан жасушаларының мембранасында орналасады. IgD иммуноглобулинінде плазма мен мембрана арасында әсіресе үлкен сәйкессіздік анықталды. Кері байланыс тек IgG - де байқалады. Жүргізілген зерттеулер негізінде жылқы қан плазмасындағы D иммуноглобулиннің өте төмен мәндері алынды. Эритроциттер мен лейкоциттер қоспасының шайындыларында d иммуноглобулиннің ең көп мөлшері анықталды, бұл иммуноглобулиннің негізінен лейкоциттердің бетіне өтетіндігін және негізінен мембранамен байланысқан түрінде болатындығын көрсетуі мүмкін Ескі эритроциттердің мембранасында липидтер мен иммуноглобулиндердің көбеюі анықталды.

Дененің әртүрлі физиологиялық жағдайларында қан жасушаларының адсорбциялық-көліктік функциясының қасиеттерінің өзгеруі байқалады. Бұл әртүрлі факторлар организмнің бейімделу функцияларын, соның ішінде эритроциттердің бетіндегі маңызды заттардың тасымалдануына жұмылдыратынын көрсетеді. Қан жасушаларының бетіне тасымалданатын маңызды заттардың санын салыстырудың ғылыми маңызы бар. Болашақта бұл жаңа технологиялық тәсілдер негізінде биомедициналық препараттар мен биологиялық белсенді



заттарды өндіру үшін қажет болады деп үміттенеміз. Сондай-ақ, бұл ауруларды диагностикалауды жақсарту бойынша кейінгі зерттеулердің негізі бола алады.

**Түйінді сөздер:** қан, эритроциттер, лейкоциттер, адсорбциялық-көліктік функция, иммуноглобулиндер.

**A.M.Kalekeshov<sup>1</sup>, G.A.Demchenko<sup>2</sup>, N.O.Kudrina<sup>2</sup>, O.Khavalkhairat<sup>3</sup>, B.Bayakhmet<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Kazakh National Women's Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan;

<sup>2</sup> Institute of Genetics and Physiology, Almaty, Kazakhstan;

<sup>3</sup> Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

Author for correspondence:

**A.M.Kalekeshov<sup>1</sup>**

[akan.maralov@mail.ru](mailto:akan.maralov@mail.ru)

## THE STATE OF THE ADSORPTION AND TRANSPORT FUNCTION OF BLOOD CELLS IN RELATION TO IMMUNOGLOBULINS

**Resume:** The study showed the quantitative characteristics of circulation on erythrocytes and leukocytes of proteins and lipids in the plasma blood of Jabe horses. Their plasma abundance exceeded several times the blood cell membrane. Immunoglobulins IgA, IgM, IgE, IgD circulate in the blood mainly on the membrane of blood cells. A particularly large disproportion has been found between plasma and membrane in immunoglobulin IgD. The inverse is only observed in IgG. Based on the research conducted, the results are very low immunoglobulin D values in the plasma blood of a horse. The most abundance of immunoglobulin D has been found in the flushing of the mixture of erythrocytes and leukocytes. This may indicate that this immunoglobulin is largely transported on the surface of the leukocytes and is mainly represented by the membrane-bound form. An increase in the number of lipids and immunoglobulins on the membrane of old erythrocytes has been detected.

It has been established that changes in the properties of the adsorption-transport function of blood cells are observed at different physiological states of the organism. This indicates that various factors mobilize the adaptive functions of the organism, including the link associated with the transport of critical substances on the surfaces of red blood cells.

**Keywords:** blood, red blood cells, white blood cells, adsorption-transportation function, immunoglobulins.

### Введение:

Барьерную функцию эритроцита, как и любой другой клетки, выполняет мембрана, и в то же время она участвует в адсорбционно-транспортном процессе. В мембране эритроцита протекают жизненно важные биохимические процессы и осуществляются иммунные реакции. По мере развития фармакологии и медицины в целом, удалось извлечь все самое ценное из крови и производить для медицины некоторые препараты такие как, альбумин, креатинин, фибриноген, тромбин, гаммаглобулин. Они иммунологически активные и гемостатические питательные кровезамещающие препараты. В научных исследованиях субстанции крови порой включаются в среды для выращивания микробиологических материалов [1].

Физиологическое и биохимическое состояние крови является интеграционным индикатором функционирования всего организма [2]. Выполняя различные функции, они могут показать возможности адаптации организма к определенным условиям внешней среды [3]. Расширение областей применения на фоне понимания все новых и новых механизмов вскоре может качественно изменить наши представления об этих природных препаратах. Возможно, скоро появятся принципиально новые, узко «специализированные», более эффективные препараты, для лечения тех или иных заболеваний и прежде всего аутоиммунной природы, в трансплантологической неврологии и других областях [4]. Ранее нами было показано, что важным звеном кровотока-лимфатического обмена субстанций является их перенос на поверхности эритроцитов. Выявлено, что быстрее всего меняется содержание веществ, адсорбированных на мембране эритроцитов, затем содержание веществ в плазме и медленнее всего содержание веществ в лимфе [5]. Однако многие

детали механизмов переноса веществ на эритроцитах изучены недостаточно. В частности, не изучена зависимость адсорбционно-транспортной функции эритроцитов от возраста красных клеток крови. Основной задачей этой функции является адсорбция на поверхности эритроцитов важнейших субстанций с последующим их переносом непосредственно в обменный слой капилляров [6]. Именно адсорбированные на поверхности эритроцитов регуляторные субстанции и другие важнейшие вещества первыми поступают в ткани и определяют реакцию и обмен веществ в органах и организма в целом [7,8]. Нами было обнаружена зависимость адсорбции белков и других субстанций плазмы на мембранах клеток от их абсолютной концентрации, но только при нормальном возрастном спектре циркулирующих красных клеток крови. При изменениях в сторону увеличения возрастного спектра эритроцитов данная зависимость ослабевает. Поэтому исследование адсорбционно-транспортных свойств клеток крови сельскохозяйственных животных представляет огромный интерес. И цель данного исследования состоит в изучении субстанций на поверхности эритроцитов и лейкоцитов, возможности дальнейшего использования этих субстанций в качестве составляющих биологически активных препаратов.

### Методы и материалы

Проведенные эксперименты выполнены в соответствии с положениями, утвержденными местной этической комиссией Института физиологии человека и животных Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, а также требованиями Европейской конвенции о защите животных, используемых в опытах или иных научных целях (Страсбург, 1986 г.).



В качестве объекта исследования была взята кровь лошадей Джабе (n=20). Для образцов исследования кровь брали из верхней трети части шейной яремной вены. Исследованы нормальные физиологические показатели адсорбции активных веществ на поверхности эритроцитов и биохимических параметров плазмы крови. В качестве антикоагулянта использовался гепарин. После центрифугирования (15 мин при 1500 об/мин) плазму отделяли от эритроцитов. Эритроциты в результате центрифугирования были разделены на "молодые" (МЭ) и "старые" (СЭ) фракции с систематическим отбором верхней и нижней частей эритроцитарной колонны по общеизвестному методу [9]. Исследуемые вещества с эритроцитов и лейкоцитов крови экспериментальных животных смывали с помощью 3% раствора хлористого натрия, однократно путем добавления и перемешивания эритроцитарной массы. Суспензию центрифугировали повторно. Получен смыв. Методика получения с эритроцитов смывов разработана в лаборатории физиологии лимфообращения Института физиологии человека и животных КН МОН РК и одобрена Министерством здравоохранения РК (патент РК №16019, №16018) [10]. На автоматическом биохимическом анализаторе

Biochem (USA) в смывах с эритроцитов, лейкоцитов и в плазме крови определяли содержание липопротеидов высокой плотности (ЛПВП), липопротеидов низкой плотности (ЛПНП), общего белка, общего холестерина, альбумина, триглицеридов. Проведен иммуноферментный анализ. В плазме крови и смывах с эритроцитов и лейкоцитов определена концентрация иммуноглобулинов А, М, G, Е с помощью наборов ИФА – БЕСТ[11].

С определением среднеквадратичного, стандартного отклонения, среднего значения, статистической средней ошибки и процента различий была проведена статистическая обработка данных. При определении достоверности разницы между показателями сравниваемых групп вычислялся t-критерий достоверности. По таблице значений Стьюдента определяли величину, изменения считали достоверными при  $p \leq 0,05$ . Все данные были обработаны в пакете программ MS Office Excel.

**Результаты и их обсуждение**

В наших исследованиях изучалось содержание общего белка, альбумина, холестерина, ЛПВП, ЛПНП, триглицеридов и иммуноглобулинов в плазме крови и в смывах эритроцитов и лейкоцитов с молодых и старых клеток. Данные представлены в таблице 1.

**Таблица 1** – Биохимические показатели плазмы крови и смывов с мембран эритроцитов и лейкоцитов у животных

Показатель	Плазма крови	Смыв с «молодых» эритроцитов	Смыв со «старых» эритроцитов	Смыв с лейкоцитов
Общий белок, г/л	66,94±1,23	32±1,17**	29,6±1,05**	32,8±1,8
Альбумин, г/л	27,83±1,08	16,34±0,81**	16,4±0,63**	16,5±0,72**
Холестерин, ммоль/л	2,89±0,032	1,64±0,05*	0,9±0,015**	1,1±0,013**
ЛПВП, ммоль/л	1,18±0,021	0,66±0,04*	0,4±0,01*	0,4±0,02*
ЛПНП, ммоль/л	0,89±0,023	0,34±0,013*	0,28±0,013*	0,2±0,011*
Триглицериды, ммоль/л	0,94±0,022	0,4±0,012*	0,3±0,001**	0,35±0,02*

*Примечание: \* изменения достоверны при  $p \leq 0,05$ , \*\* изменения достоверны при  $p \leq 0,001$*

Как показали исследования, изменения содержания общего белка в смывах с «молодых» и «старых» эритроцитов по сравнению с плазмой были ниже на 52 и 56%. Данные, отражающие изменения концентрации альбумина в смывах с «молодых» и «старых» эритроцитов оказались аналогичными ниже на 41,34% и 41% соответственно, а с лейкоцитов ниже на 40,7%. Содержание альбумина в смывах с «молодых» и «старых» эритроцитов и лейкоцитов между собой не слишком отличаются. Содержание холестерина в смывах со «старых» эритроцитов значительно ниже на 68,9% по сравнению с показателями со смывов «молодых» эритроцитов. Концентрации ЛПВП, ЛПНП и триглицеридов в плазме выше, чем на клетках крови, а адсорбция на молодых клетках выше, чем на старых. У триглицеридов на 25%, у ЛПВП на 52% и ЛПНП на 12%. На таблице 2 показаны статистически значимые различия между показателями иммуноглобулинов в плазме крови животных и в смывах с мембран эритроцитов. Так уровень иммуноглобулина А в плазме на 78% ниже, чем на мембране эритроцитов, на 86% ниже чем, на мембране лейкоцитов. Иммуноглобулины М и Е показали аналогичную

картину, на мембране эритроцитов выше на 111% и 352 % соответственно и мембране лейкоцитов на 169% и 303% соответственно (Таблица 2). Как видно IgE в крови переносится в основном на поверхности эритроцитов, а IgA, IgM, IgE на лейкоцитах. Концентрация в смывах с лейкоцитов на 303% больше, а с молодых эритроцитов 352% выше и со старых 324% больше.

В функцию эритроцитов входит не только перенос кислорода и углекислого газа, а также принимают участие в деятельности иммунной системы посредством активной мембраны, поддерживая в норме иммунный гомеостаз, участвуют в сохранении гомеостаза.

Нами выявлено, что большинство (исключение - IgG) иммуноглобулинов переносятся преимущественно на поверхности эритроцитов. В плазме крови его мало. Количество IgE увеличивается при аллергиях, но уменьшается при онкологических заболеваниях. Выявлено, что IgE в крови переносится в основном на поверхности эритроцитов. Но не исключено, что более высокую диагностическую значимость имеют и иммуноглобулины IgA, IgM и IgD. По нашим данным на поверхности эритроцитов IgA переносится вдвое больше чем в плазме.

**Таблица 2** – Показатели уровня иммуноглобулинов А, М, G, E плазмы крови и смывов с мембран эритроцитов и лейкоцитов у лошади

Образец	IgA г/л	IgM г/л	IgG г/л	IgE г/л
Плазма крови животных	1,39±0,20	0,7±0,15	10,34±1,2	0,66±0,12
Смыв с лейкоцитов	2,58±0,2*	1,88±0,18**	2,8±0,05**	2,66±0,08**
Смыв с «молодых» эритроцитов	2,47±0,08*	1,48±0,12**	3,93±0,05*	2,98±0,08**
Смыв со «старых» эритроцитов	2,6±0,15*	2,1±0,02**	3,4±0,6**	2,8±0,06*

*Примечание: \* изменения достоверны при  $p \leq 0,05$ , \*\* изменения достоверны при  $p \leq 0,001$*

Уровень иммуноглобулина G в смывах с мембран эритроцитов статистически достоверно снижается в 2,5-3,0 раза с 10,34±1,2 г/л до 2,8±0,05 г/л. Это свидетельствует о том, что иммуноглобулины классов А, М, Е представлены преимущественно мембраносвязанными формами, в то время как иммуноглобулин G в основном растворимой формой, и способен удаляться с плазмой крови.

Для решения поставленных задач, в рамках данного исследования был проведен анализ иммуноглобулина D в плазме крови лошади, а также наряду с уровнем иммуноглобулина E проведено сравнительное исследование по его концентрации в смывах мембран

клеток крови в присутствии фибриногена, а также при его удалении (таблица 3).

Содержание иммуноглобулина D в плазме было очень низкое. В свою очередь, при анализе смывов с мембран эритроцитов с фибриногеном, лейкоцитов и эритроцитов с фибриногеном и лейкоцитов и эритроцитов лошади без фибриногена было выявлено возрастание иммуноглобулина D в сотни раз. Были выявлены статистически достоверные, но на наш взгляд несущественные различия при сравнении смывов в присутствии фибриногена и при его удалении, хотя без фибриногена концентрация IgD была выше (Таблица 3)

**Таблица 3** - Показатели уровень иммуноглобулинов D и E дефибринированной плазме крови и смывах с клеток крови животных с наличием и при удалении фибриногена

Исследуемые образцы	Концентрация IgD, мг/мл
Плазма	0,62 ± 0,14
Смыв с лейкоцитов и эритроцитов лошади с фибриногеном	149,0 ± 12,5 **
Смыв с лейкоцитов и эритроцитов лошади без фибриногена	230,0 ± 14,2**

*Примечание: \* изменения достоверны при  $p \leq 0,05$ , \*\* изменения достоверны при  $p \leq 0,001$*

В функцию эритроцитов входит не только перенос кислорода и углекислого газа, клетки крови эритроциты и лейкоциты благодаря свойствам своей плазмолеммы, которая имеет определенный заряд притягивать к себе и переносить по кровеносному руслу различные вещества. Нами показано, что на мембранах эритроцитов и лейкоцитов лошади переносится белки и липиды, но все же концентрация их в плазме превышает в 2,3 раза, и роль их транспортировки этих веществ в основном играет на микроуровне в капиллярах.

Известно, что для стабилизации внутренней среды организма важную роль играют белки сыворотки крови. В процессе общего метаболизма организма важную роль играют сывороточные белки и особенно белки на клетках крови. Находясь в динамическом равновесии с белками тканей, они выполняют защитную, а также транспортную функции. Из-за данных качеств их возможно разглядеть как одним из критериев оценки состояния самочувствия организма

Как клетка высокоспециализированная, эритроцит не способен к основным видам биосинтеза, и, следовательно, внутриклеточной регенерации. Поэтому функциональное состояние эритроцитов в основном зависит от физико-химических свойств и химического состава плазмы крови.

В настоящее время признано, что иммунная система выполняет одну из основных и центральных функций, заключающуюся в поддержании антигенного состояния внутренней среды организма.

Эритроциты принимают участие в деятельности иммунной системы посредством активной мембраны на которой переносятся иммуноглобулины и этим поддерживают иммунный гомеостаз. Иммуноглобулины также переносятся на мембране лейкоцитов (Таблица 2, 3). И здесь нами показана обратная картина, иммуноглобулины IgA, IgM, IgE, IgD циркулируют в крови в основном на мембране клеток крови и особенно много IgD. Так как эти иммуноглобулины представлены мембраносвязывающими формами. Но здесь есть исключение IgG наоборот в основном находится в плазме. Его концентрация превышает в смывах с эритроцитов на 62% и с лейкоцитов на 73%. Вероятно, здесь скрыт физиологически смысл действия этих антител в иммунных процессах.

IgD открыт относительно недавно. В результате исследований обнаружено, что концентрация IgD в плазме очень мала. Это показывает, что переносимые на поверхности эритроцитов и лейкоцитов IgD многократно превышает его количества в плазме. IgD переносится в основном на поверхности клеток крови, обладая жизненно важными свойствами. Участвуя во врожденном и адаптивном иммунитете (2015).

Исследование, проведенное на животных, показало, плазме крови лошади очень низкие значения иммуноглобулина D. И наоборот в смывах с эритроцитов и лейкоцитов уровень иммуноглобулина D было больше. Это говорит о том, что иммуноглобулин D в основном представлен мембраносвязанной формой и в основном



переносится на поверхности лейкоцитов. Также, нельзя исключать факта, что иммуноглобулин D является частью субстанций врожденного иммунитета и уменьшение его количества или снижение активности иммуноглобулина D приводит к хроническим воспалительным процессам и увеличивает вероятность возникновения онкозаболеваний. Этот вопрос требует дополнительных тщательных исследований.

Можно сказать, что данные полученные нами позволяют утверждать нижеследующие. Эритроциты и лейкоциты крови постоянно циркулируют в сердечно-сосудистой системе, подвергаются различным воздействиям и поэтому в структуре мембран со временем у них происходят изменения, которые приводят к закономерным изменениям их физических свойств и характеристик.

Установлено, что при различных физиологических состояниях организма наблюдаются изменения свойств адсорбционно-транспортной функции клеток крови. Это указывает на то, что различные факторы стимулируют функциональные возможности организма, включая адсорбционно-транспортную функцию эритроцитов. Сопоставление количества важнейших субстанций, переносимых на поверхности клеток крови, имеет научное значение. В будущем надеемся это будет необходимо для производства биомедицинских препаратов и биологически активных веществ на основе новых технологических подходов. А также это может стать основой последующих исследований по улучшению диагностики заболеваний.

#### Заключение

Проведенное исследование показало количественные характеристики циркуляции на эритроцитах и лейкоцитах белков и липидов в плазме крови лошадей Джабе. Их количество в плазме превышало в несколько раз содержание на мембране клеток крови. А иммуноглобулины IgA, IgM, IgE, IgD циркулируют в крови в основном на мембране клеток крови.

Особенно большая диспропорция выявлена между плазмой и мембраной у иммуноглобулина IgD. Обратная зависимость наблюдается только у IgG. Выявлено увеличение количества липидов и иммуноглобулинов на мембране старых эритроцитов. Нами разрабатывается методика выделения иммуноглобулинов из крови животных, что в будущем станет вехой в производстве биомедицинских препаратов

**Вклад авторов.** Все авторы принимали равносильное участие при написании данной статьи.

**Конфликт интересов** – не заявлен.

Данный материал не был заявлен ранее, для публикации в других изданиях и не находится на рассмотрении другими издательствами.

При проведении данной работы не было финансирования сторонними организациями и медицинскими представительствами.

**Финансирование** – не проводилось.

**Авторлардың үлесі.** Барлық авторлар осы мақаланы жазуға тең дәрежеде қатысты.

**Мүдделер қақтығысы** – мәлімделген жоқ.

Бұл материал басқа басылымдарда жариялау үшін бұрын мәлімделмеген және басқа басылымдардың қарауына ұсынылмаған.

Осы жұмысты жүргізу кезінде сыртқы ұйымдар мен медициналық өкілдіктердің қаржыландыруы жасалған жоқ.

**Қаржыландыру** жүргізілмеді.

**Authors' Contributions.** All authors participated equally in the writing of this article.

**No conflicts of interest** have been declared.

This material has not been previously submitted for publication in other publications and is not under consideration by other publishers.

There was no third-party funding or medical representation in the conduct of this work.

**Funding** - no funding was provided.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Sheng Z., Liu Y., Qin C., Liu Z., Yuan Y., Hu F., Du Y., Yin H., Qiu X., Xu T. IgG is involved in the migration and invasion of clear cell renal cell carcinoma. *J. Clin. Pathol.* 2016; 69 (6): 497–504. DOI: 10.1136/jclinpath-2015-202881.
- 2 Лазько А.Е., Ярошинская А.П. Морфофункциональное состояние эритроцитов как критерий патологических реакций в организме // *Журнал фундаментальных и прикладных исследований.* – №3(28). – 2009. – С. 102-107.
- 3 Крюкова Н.О., Ракунова Е.Б., Костинов М.П., Баранова И.А., Свитич О.А. Секреторный иммуноглобулин А респираторной системы и COVID-19. *Пульмонология.* 2021;31(6):792-798.
- 4 Лазанович В.А., Просякова Е.В. Внутривенные иммуноглобулины: механизмы терапевтических эффектов // *Медицинская иммунология.* – 2014. - Т.16, №4. - С. 311-322.
- 5 Kate Hsu. Exploring the Potential Roles of Band 3 and Aquaporin-1 in Blood CO<sub>2</sub> Transport–Inspired by Comparative Studies of Glycophorin B-A-B Hybrid Protein GP.Mur/ *Front. Physiol.*, 19 June 2018.
- 6 Erokhina I.A., Kavtsevich N.N. Features of the blood biochemical composition and adsorption-transport function of erythrocytes in the grey seal (*Halichoerus grypus Fabricius, 1791*) in the early postnatal period of

- development. *Arctic Environmental Research* 18(3): 123–131 udc 599.745.3: 591.111.1 doi 10.3897/issn 2541-8416.2018.18.3.123
- 7 Ruiping Fan, Mingxu Wang. Family-based consent and motivation for cadaveric organ donation in China: an ethical exploration // *Journal of medicine and philosophy.* – 2019. – Vol. 44, N 5. – P. 534–553.
- 8 Смагулова З.Ш., Макарушко С.Г., Ким Т.Д., Остапчук Е.О., Ташенов К.Т. Показатели адсорбционно-транспортной функции эритроцитов при действии ацетилсалициловой кислоты // *Доклады национальной академии наук РК.* – 2010. – № 6. – С. 75-78.
- 9 Ikels Ch. The body as medicine: blood and organ donation in China // *A companion to the anthropology of death / Robben A.C.G.M. (ed.).* – Oxford : Wiley-Blackwell, 2018. – P. 401–413.
- 10 <https://kzpatents.com/patents/gareev-rauf-ahmetovich>
- 11 Cherin P., Marie I., Michallet M. et al. Management of adverse events in the treatment of patients with immunoglobulin therapy: A review of evidence. *Autoimmun. Rev.* 2016; 15 (1): 71–81. DOI: 10.1016/j.autrev.2015.09.002.



## REFERENCES

- 1 Sheng Z., Liu Y., Qin C., Liu Z., Yuan Y., Hu F., Du Y., Yin H., Qiu X., Xu T. IgG is involved in the migration and invasion of clear cell renal cell carcinoma. *J. Clin. Pathol.* 2016; 69 (6): 497–504. DOI: 10.1136/jclinpath-2015-202881.
- 2 Lazko, A.E., Yaroshinskaya, A.P. Morfofunktsionalnoe sostoyanie eritrotsitov kak kriterii patologicheskikh reatsii v organisme. [*Morphofunctional state of erythrocytes as a criterion of pathological reactions in the body*]. // Zhurnal fundamentalnykh i prikladnykh issledovaniy. – №3 (28). – 2009 [*Journal of Fundamental and Applied Research*. – No. 3(28). – 2009]. – P.102-107.
- 3 Kryukova N.O., Rakunova E.B., Kostinov M.P., Baranova I.A., Svitich O.A. Secretory immunoglobulin A of the respiratory system and COVID-19. *PULMONOLOGIYA*. 2021. - 31(6). P - 792-798.
- 4 Lazanovich V.A., Prosekova E.V. Vnutrivennyye immunoglobuliny: mekhanizmy terapevticheskikh effectov // *Meditsinskaya immunologiya*. – 2014. T.16, №4. - P. 311-322.
- 5 [Kate Hsu](#). Exploring the Potential Roles of Band 3 and Aquaporin-1 in Blood CO2 Transport–Inspired by Comparative Studies of Glycophorin B-A-B Hybrid Protein GP.Mur/ *Front. Physiol.*, 19 June 2018.
- 6 Erokhina I.A., Kavtsevich N.N. Features of the blood biochemical composition and adsorption-transport function of erythrocytes in the grey seal (*Halichoerus grypus Fabricius, 1791*) in the early postnatal period of development. *Arctic Environmental Research* 18(3): 123–131 udc 599.745.3: 591.111.1 doi 10.3897/issn 2541-8416.2018.18.3.123
- 7 Ruiping Fan, Mingxu Wang. Family-based consent and motivation for cadaveric organ donation in China: an ethical exploration // *Journal of medicine and philosophy*. – 2019. – Vol. 44, N 5. – P. 534–553.
- 8 Smagulova, Z.S., Makarushko, S.G., Kim, T.D., Ostapchuk, E.O., Tashenov, K.T. Pokazateli adsorbtsionno-transportnoi funktsii eritrotsitov pri deistvii atsetilsalitsilovoi kisloty [*Indicators of the adsorption and transport function of erythrocytes under the action of acetylsalicylic acid*] // *Doklady natsionalnoi akademii nauk RK. [Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan]*. – № 6. – 2010. – P. 75-78.
- 9 Ikels Ch. The body as medicine: blood and organ donation in China // *A companion to the anthropology of death / Robben A.C.G.M. (ed.)*. – Oxford : Wiley-Blackwell, 2018. – P. 401–413.
- 10 <https://kzpatents.com/patents/gareev-rauf-ahmetovich>
- 11 Cherin P., Marie I, Michallet M. et al. Management of adverse events in the treatment of patients with immunoglobulin therapy: A review of evidence. *Autoimmun. Rev.* 2016; 15 (1): 71–81. DOI: 10.1016/j.autrev.2015.09.002.