

ISSN 1607-419X
ISSN 2411-8524 (Online)
УДК 616.12-008.331

Оценка деформируемости эритроцитов у пациентов с гипертонической болезнью

Ю. И. Пивоваров, Л. А. Дмитриева,
А. С. Сергеева, О. В. Сай, Т. С. Янькова
Федеральное государственное бюджетное научное
учреждение «Иркутский научный центр хирургии
и травматологии», Иркутск, Россия

Контактная информация:

Сергеева Анна Сергеевна,
ФГБНУ Иркутский НЦХТ,
ул. Борцов Революции, д. 1,
Иркутск, Россия, 664003.
Тел.: 8(3952)29-03-50.
E-mail: sergeeva1111@yandex.ru

Статья поступила в редакцию
01.06.20 и принята к печати 21.10.20.

Резюме

Актуальность. При длительном течении артериальной гипертензии происходят структурно-функциональные изменения в мембранах клеток. Преобладание сфероцитарных клеток красной крови при гипертонической болезни (ГБ) в связи с низкой деформируемостью их мембраны может приводить к дальнейшему ухудшению перфузии на уровне микроциркуляторного русла и развитию кислородного голодания тканей. Представляется важным как можно раньше оценить степень нарушения газообмена в органах и тканях при ГБ для выбора правильной и своевременной тактики лечения пациентов с данным заболеванием. В настоящее время для оценки способности эритроцитов к деформируемости в условиях клинических подразделений необходимо иметь специальное оборудование, определенные условия и соответствующую квалификацию специалиста. **Материалы и методы.** Нами разработан способ оценки деформируемости мембраны эритроцитов у пациентов с ГБ. Метод включает в себя измерение артериального давления у пациента, подготовку образцов периферической крови, исследование липидограммы, измерение эритроцитарных параметров на гематологическом анализаторе с расчетом показателя сферичности эритроцитов и показателя деформируемости по предложенной формуле. **Выводы.** Данный способ позволяет своевременно установить нарушение системной микроциркуляции у пациентов с ГБ. Предлагаемый метод предназначен для патофизиологов, терапевтов, кардиологов, специалистов клинической лабораторной диагностики, а также при проведении научных исследований.

Ключевые слова: гипертоническая болезнь, метаболический синдром, показатель сферичности эритроцитов, показатель деформируемости эритроцитов

Для цитирования: Пивоваров Ю. И., Дмитриева Л. А., Сергеева А. С., Сай О. В., Янькова Т. С. Оценка деформируемости эритроцитов у пациентов с гипертонической болезнью. Артериальная гипертензия. 2021;27(1):94–100. doi:10.18705/1607-419X-2021-27-1-94-99

Evaluation of erythrocyte deformability in patients with hypertension

Yu. I. Pivovarov, L. A. Dmitrieva,
A. S. Sergeeva, O. V. Say, T. S. Yan'kova
Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology,
Irkutsk, Russia

Corresponding author:
Anna S. Sergeeva,
Scientific Centre of Surgery and
Traumatology,
1 Bortsov Revolutsii street, Irkutsk,
664003 Russia.
Phone: 8(3952)29-03-50.
E-mail: sergeeva1111@yandex.ru

Received 1 June 2020;
accepted 21 October 2020.

Abstract

Background. In the longterm course of hypertension, changes occur not only at the systemic, but also at the membrane level. The predominance of red blood spherocytic cells in hypertension, due to the low deformability of their membrane, can lead to further deterioration of the perfusion of the microcirculatory bed and the development of oxygen starvation of tissues. It is important to assess the extent of gas exchange disorders in organs and tissues in hypertension as early as possible in order to choose the correct and timely treatment strategy for patients with this disease. Currently, in order to assess the ability of red blood cells to deformability in the conditions of clinical units, it is necessary to have special equipment, certain conditions and specialist qualifications. **Design and methods.** We have developed a method of evaluating deformability of erythrocytes in hypertensive patients. The method includes measuring the patient's blood pressure, blood sampling, lipidogram, measuring red blood cell parameters on a hematological analyzer with the calculation of the red blood cell sphericity index, and calculating the indicator of the red blood cell membrane deformability by the proposed formula. **Conclusions.** This method allows of timely diagnostics of the systemic microcirculation abnormality in hypertensive patients. The proposed method is intended for pathophysiologists, physicians, cardiologists, specialists of clinical laboratory diagnostics, it can also be applied for research purposes.

Key words: hypertension, metabolic syndrome, indicator of sphericity of red blood cells, indicator of deformability of red blood cells

For citation: Pivovarov YuI, Dmitrieva LA, Sergeeva AS, Say OV, Yan'kova TS. Evaluation of erythrocyte deformability in patients with hypertension. Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension. 2021;27(1):94–100. doi:10.18705/1607-419X-2021-27-1-94-99

Введение

Нарушения реологических свойств крови сопровождают многие заболевания, в том числе и гипертоническую болезнь (ГБ). Данное заболевание является одной из распространенных патологий сердечно-сосудистой системы [1–3]. При ГБ, осложненной метаболическим синдромом (МС), увеличивается риск развития инфаркта миокарда и инсульта [4]. При длительном течении заболевания происходят структурно-функциональные изменения в мембранах клеток. В ранее проведенных нами исследованиях

представлены данные об изменениях структурно-функциональных свойств белков мембраны эритроцитов у больных эссенциальной артериальной гипертонией, осложненной и не осложненной МС [5, 6]. От состояния структурной организации мембран эритроцитов во многом зависят их агрегационная активность и деформируемость [7, 8]. Изменения цитоскелета эритроцитов у больных ГБ могут проявляться в различных формах отклонения от нормальных клеток, в том числе и в виде сфероцитоза, что негативно отражается на деформируемости

эритроцитов. С учетом вышесказанного и закона Хагена–Пуазейля (при котором существует связь между состоянием сосудистого русла, артериальным давлением (АД) и динамической вязкостью) нами разработана методика оценки деформируемости эритроцитов у пациентов с ГБ. Для ее измерения обычно используют прямые и косвенные методы [9, 10]. Прямые методы включают измерение деформации мембраны при различных способах закрепления эритроцита в поле зрения микроскопа и различных вариантах действия на него сдвигового напряжения. К косвенным методам относится метод пропускания эритроцитарной суспензии сквозь искусственный капилляр малого диаметра или продавливание заданного объема суспензии через микропористый фильтр (метод фильтруемости). Важно понимать, что перечисленные методы оценки деформируемости эритроцитов являются контактными, что сопряжено с риском неконтролируемых клеточных изменений и искажения результатов измерений. Кроме того, в перечисленных методах имеет место нефизиологический характер силового воздействия на клетки и условий наблюдения клеточной реакции. Также следует учитывать, что для подобных способов определения деформируемости красных клеток крови необходимо иметь специализированное оборудование. В условиях нашей лаборатории был разработан метод оценки деформируемости эритроцитов у больных ГБ с использованием таких рутинных показателей, как АД, коэффициент атерогенности (Ка), показатель сферичности эритроцитов (ПСЭ). Определение показателя деформируемости эритроцитов (ПДЭ) у больных ГБ дает возможность как можно раньше оценить степень нарушения газообмена в органах и тканях и выбрать своевременную и правильную тактику лечения пациентов с данным заболеванием.

Материалы и методы

Исследование выполнено с соблюдением этических принципов медицинских исследований с участием человека, изложенных в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. Получено одобрение Комитета по биомедицинской этике ФГБНУ Иркутский НЦХТ (протокол № 9 от 9.11.2012).

В исследовании принимали участие мужчины с ГБ ($n = 51$), средний возраст пациентов составил $42 \pm 1,5$ года. Все больные ГБ были разделены на две группы: 1-я группа — ГБ, осложненная МС ($n = 29$), и 2-я группа — ГБ, не осложненная МС ($n = 22$). Критериями разделения с учетом рекомендаций Всероссийского научного общества кардиологов явились следующие данные: индекс массы тела

(ИМТ), показатели систолического и диастолического АД (САД/ДАД), концентрации триглицеридов (ТГ) и липопротеинов низкой плотности (ЛПНП). В качестве контрольных показателей использовались данные, полученные при обследовании клинически здоровых мужчин ($n = 29$), сопоставимых по возрасту с группами пациентов (табл.).

Для измерения необходимых эритроцитарных параметров осуществляли забор периферической крови. В качестве измерительного прибора использовали автоматический гематологический анализатор Myndray BC-5300 (Китай). Рассчитывали ПСЭ по общепринятой формуле:

$ПСЭ = D/T$ (1), где:

D — средний диаметр эритроцитов, равный 7,35 мкм;

T — средняя толщина эритроцитов, вычисляемая по формуле:

$T = V/S$ (2), где:

V — средний объем эритроцита (MCV), определяемого на гематологическом анализаторе;

S — средняя площадь основания эритроцитов, вычисляемая по формуле (2):

$S = \pi r^2$ (2), где:

π — константа, равная 3,14;

r — половина среднего диаметра (D) эритроцитов [3].

В норме ПСЭ составляет 3,4–3,9. Показатель ниже 3,4 означает наличие пула сфероцитарных, шаровидных клеток, выше 3,9 — развитие плантоцитоза или приближение формы эритроцитов к плоскому диску [11]. Исследование показателей липидного обмена проводили на автоматическом биохимическом анализаторе Myndray BS-380. Оптимальное время исследования крови составило от 1 до 4 часов [7]. Статистическую обработку данных осуществляли с помощью сравнительного анализа с использованием непараметрического критерия Краскела–Уоллиса (H), основанного на рангах и проверке нулевой гипотезы распределений медиан переменных для трех независимых групп. Также применялись методы описательной статистики с использованием пакета программ Statistica 10.0.

Для оценки способности мембраны к деформации нами был введен ПДЭ. Для расчета ПДЭ у пациентов с ГБ предварительно проводили расчет индекса ПСЭ (ИПСЭ) по формуле (3):

$ИПСЭ = ПСЭ / (АД_{ср} \times КА)$ (3), где:

ПСЭ — значение показателя сферичности эритроцитов;

АД_{ср} — среднее артериальное давление, рассчитанное по общепринятой формуле;

КА — коэффициент атерогенности, вычисленный из показателей липидограммы.

Таблица

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦИЕНТОВ С МЕТАБОЛИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ,
БЕЗ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА И КОНТРОЛЬНОЙ ГРУППЫ**

Показатель	МС n = 28	без МС n = 22	Контроль n = 29	Средние ранги в группах	Критерий Краскела– Уоллиса	Значимость различий между группами
	1	2	3	R	H; p	p
ИМТ, кг/м ²	31,6 (30,2–32,9)	28 (25,49–30,51)	25,8 (24,9–26,7)	R ₁ = 59,4 R ₂ = 36,1 R ₃ = 24,3	34,3 p = 0,0000	p ₁₋₃ = 0,0000 p ₂₋₃ = 0,21 p ₁₋₂ = 0,001
САД, мм рт. ст.	161 (155,8–166,9)	156 (149,9–162,2)	123 (119,7–125,3)	R ₁ = 56,9 R ₂ = 51,5 R ₃ = 15,0	55,6 p = 0,0000	p ₁₋₃ = 0,0000 p ₂₋₃ = 0,0000 p ₁₋₂ = 1,0
ДАД, мм рт. ст.	97 (93,8–100,4)	94 (91,1–96,2)	79 (76,8–82,1)	R ₁ = 55,6 R ₂ = 49,2 R ₃ = 17,9	48,0 p = 0,0000	p ₁₋₃ = 0,0000 p ₂₋₃ = 0,0000 p ₁₋₂ = 0,98
ТГ, ммоль/л	2,4 (1,8–2,9)	1,37 (1,02–1,71)	1,32 (1,06–1,58)	R ₁ = 53,8 R ₂ = 33,9 R ₃ = 31,3	15,9 p = 0,0003	p ₁₋₃ = 0,0006 p ₂₋₃ = 1,0 p ₁₋₂ = 0,007
ХС ЛПНП, ммоль/л	3,7 (3,3–4,1)	3,35 (2,89–3,8)	3,0 (2,7–3,3)	R ₁ = 49,2 R ₂ = 39,8 R ₃ = 31,3	8,71 p = 0,013	p ₁₋₃ = 0,01 p ₂₋₃ = 0,58 p ₁₋₂ = 0,44
КА, усл. ед.	4,43 (3,9–5,0)	3,29 (3,0–3,6)	3,4 (3,2–3,6)	R ₁ = 51,8 R ₂ = 30,3 R ₃ = 35,9	12,3 p = 0,0021	p ₁₋₃ = 0,027 p ₂₋₃ = 1,0 p ₁₋₂ = 0,003
АДср, мм рт. ст.	81 (77,9–83,5)	78 (74,9–81,1)	61 (59,9–62,6)	R ₁ = 56,8 R ₂ = 51,5 R ₃ = 15,0	55,6 p = 0,0000	p ₁₋₃ = 0,0000 p ₂₋₃ = 0,0000 p ₁₋₂ = 1,0
ПСЭ, усл. ед.	3,42 (3,37–3,47)	3,48 (3,4–3,5)	3,5 (3,45–3,56)	R ₁ = 31,4 R ₂ = 42,6 R ₃ = 46,3	6,42 p = 0,04	p ₁₋₃ = 0,043 p ₂₋₃ = 1,0 p ₁₋₂ = 0,25
ПДЭ, %	59 (51,5–65,5)	79 (71,8–85,3)	96 (91,5–100)	R ₁ = 20,8 R ₂ = 38,6 R ₃ = 59,6	40,9 p = 0,0000	p ₁₋₃ = 0,0000 p ₂₋₃ = 0,004 p ₁₋₂ = 0,019

Примечание: МС — метаболический синдром; ИМТ — индекс массы тела; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ТГ — триглицериды; ХС ЛПНП — холестерин липопротеинов низкой плотности; КА — коэффициент атерогенности; АДср — среднее артериальное давление; ПСЭ — показатель сферичности эритроцитов; ПДЭ — показатель деформируемости эритроцитов. Переменные даны в виде средних и их доверительных интервалов (95%); p₁₋₃ — сравнение группы метаболического синдрома (1) и контроля (3); p₂₋₃ — сравнение группы без метаболического синдрома (2) и контроля (3); p₁₋₂ — сравнение группы гипертонической болезни с метаболическим синдромом (1) и гипертонической болезнью без метаболического синдрома (2).

Сделав все предварительные вычисления (табл.) и используя предложенную формулу (4), рассчитывают ПДЭ для каждого пациента, который указывает на процентное содержание нормальных эритроцитов (нормоцитов):

ПДЭ = ИПСЭ × 100/0,018 (4), где:

ИПСЭ — индекс показателя сферичности эритроцитов данного пациента;

0,018 — индекс ПСЭ у клинически здоровых лиц.

Следует отметить, что на результат определения

ПДЭ у пациентов с ГБ может влиять качество получения периферической крови и проведение аналитического этапа исследования. Поэтому соблюдение правил взятия, транспортировки, хранения материала, соблюдение последовательности и качества проведения непосредственно лабораторного исследования являются важным и необходимым условием при использовании данного метода. Кроме того, приведенное в данной статье исследование было выполнено в условиях одной и той же лаборатории,

на пациентах из одного географического региона. Поэтому авторы не предлагают использовать данный индекс повсеместно. Представлен методологический прием для определения процентного содержания нормальных эритроцитов (нормоцитов) именно у пациентов с ГБ с привлечением небольшого количества показателей, который может быть использован в практическом здравоохранении.

Результаты и их обсуждение

При анализе средних данных (табл.), полученных у пациентов с ГБ, осложненной и не осложненной МС, а также лиц контрольной группы, были выявлены следующие отличия. Такие показатели, как ИМТ, АД, биохимические показатели крови — уровень ТГ, холестерин ЛПНП и КА — явились критериями разделения пациентов с ГБ на группу с осложненной и не осложненной МС ГБ и отдельно выделенную группу сравнения. В группе клинически здоровых лиц среднее значение ПДЭ составило 96%. Средний ПДЭ в группе пациентов с ГБ, осложненной МС, составил 59%. В группе пациентов с ГБ без МС среднее значение данного показателя составило 79% (табл.). Известно, что артериальная гипертензия в совокупности с атерогенным процессом является одним из важных факторов дальнейшего усиления тонуса прекапиллярных сфинктеров у больных ГБ, что приводит к затруднению прохождения эритроцитов через капиллярное русло. В этой ситуации способность красных клеток крови к деформируемости имеет приоритетное значение: чем она ниже (в частности у сфероцитов), тем больше вероятность, что такие клетки будут циркулировать в обход капиллярной сети по артериовенозным шунтам [5, 12]. Это ведет к ухудшению микрореологических свойств крови и является одним из ключевых патогенетических звеньев развития и прогрессирования заболевания.

Следует отметить, что ПСЭ во всех группах находился в пределах нормы (3,4–3,9), но тем не менее в сравнении между группами отмечаются наиболее низкие значения в группе у пациентов ГБ, осложненной МС.

По рассчитанному нами показателю деформируемости мембраны эритроцитов можно судить о наличии более выраженных изменений структурно-функциональных свойств цитоплазматической мембраны эритроцитов у пациентов с ГБ, осложненной МС. У пациентов с ГБ без МС данный показатель выше, чем в 1-й группе, но значительно отличается от контрольной группы.

В качестве примера приведем расчет ПДЭ у конкретных пациентов с ГБ, осложненной и неосложненной МС, а также у клинически здорового мужчины.

1. Пациент А — группа клинически здоровых лиц.

Показатели, необходимые для расчетов — АДср = 62 мм рт. ст., ПСЭ = 3,44, КА = 3,3. ПДЭ (по предложенной формуле) = 92,7%.

2. Пациент В — ГБ, не осложненная МС.

Показатели, необходимые для расчетов — АДср = 90 мм рт. ст., ПСЭ = 3,2, КА = 4,1. ПДЭ составил 61,1%, что указывает на изменение деформируемости мембраны эритроцитов.

3. Пациент С — ГБ, осложненная МС.

Показатели, необходимые для расчетов — АДср = 75 мм рт. ст., ПСЭ = 3,3, КА = 5,5. ПДЭ — 44,4%, что свидетельствует о значительном снижении деформируемости мембраны эритроцитов у данного пациента.

Полученные результаты расчета ПДЭ показали, что по мере прогрессирования заболевания отмечается снижение деформируемости эритроцитов. Выявленные изменения ПДЭ ниже 50% требуют терапевтической коррекции, например, применения препаратов, улучшающих деформируемость эритроцитов.

Выводы

Таким образом, полученные результаты показали, что чем выше ПДЭ, тем сильнее способность мембраны эритроцитов к деформируемости, что в свою очередь способствует улучшению локальной перфузии тканей и снижает развитие гипоксии у пациентов с ГБ.

Использование предложенной нами достаточно простой методики позволит своевременно оценить такую важную микрореологическую характеристику эритроцитов, как их деформируемость, и соответственно принять необходимые меры для улучшения капиллярной перфузии крови и тканевого газообмена с помощью комплексных терапевтических мероприятий у пациентов с ГБ.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Финансирование / Funding

Работа выполнена в рамках темы научно-исследовательской работы ФГБНУ Иркутский НЦХТ № 01201280993 «Биомедицинские технологии профилактики и лечения органной недостаточности в реконструктивной и восстановительной хирургии». / The study is conducted within the Research Project № 01201280993 “Biomedical technologies of prevention and treatment

of organ failure in reconstructive surgery” at Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology.

Список литературы / References

1. Ерина А. М., Ротарь О. П., Солнцев В. Н., Шальнова С. А., Деев А. Д., Баранова Е. И. и др. Эпидемиология артериальной гипертензии в Российской Федерации — важность выбора критериев диагностики. Кардиология. 2019;59(6):5–11. doi:10.18087/cardio.2019.6.2595 [Erina AM, Rotar OP, Solntsev VN, Shalnova SA, Deev AD, Baranova EI et al. Epidemiology of arterial hypertension in Russian Federation — importance of choice of criteria of diagnosis. Kardiologiya. 2019;59(6):5–11. doi:10.18087/cardio.2019.6.2595. In Russian].
2. Корягина Н. А., Шапошникова А. И., Рямзина И. Н., Колтырина Е. Н. Артериальная гипертензия — основной фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний среди работающего населения до 45 лет. Врач-аспирант. 2011;46(3):87–91. [Koryagina NA, Shaposhnikova AI, Ryamzina IN, Koltirina EN. Arterial hypertension is the main risk factor for cardiovascular diseases among the working population under 45 years of age. Doctor — Graduate Student. 2011;46(3):87–91. In Russian].
3. Филиппов Е. В. Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний: фокус на артериальную гипертензию. Российский кардиологический журнал. 2014;5(109):121–122. [Fillipov EV. Risk factors for cardiovascular diseases: Focus on hypertension. Russ J Cardiol. 2014;5(109):121–122. In Russian].
4. Подзолков В. И., Королева Т. В., Писарев М. В., Кудрявцева М. Г., Затеишкова Д. А. Нарушение микроциркуляции и функционального состояния эритроцитов как фактор сердечно-сосудистого риска при метаболическом синдроме. Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2018;14(4):591–597. doi:10.20996/1819-6446-2018-14-4-591-597 [Podzolkov VI, Koroleva TV, Pisarev MV, Kudryavtseva MG, Zateyschikova DA. Abnormal microcirculation and red blood cell function as a cardiovascular risk factor in metabolic syndrome. Rat Pharmacother Cardiol. 2018;14(4):591–597. doi:10.20996/1819-6446-2018-14-4-591-597. In Russian].
5. Аникиенко (Бабушкина) И. В., Пивоваров Ю. И., Сергеева А. С., Боровский Г. Б. Изменение характера связи между компонентами белкового спектра мембраны эритроцитов у больных гипертонической болезнью. Биологические мембраны. 2019;36(2):137–146. [Anikienko (Babushkina) IV, Pivovarov YuI, Sergeeva AS, Borovskii GB. Changes in the interrelations between components of a proteinaceous range of the erythrocyte membranes in patients with hypertension. Biological Membranes. 2019;36(2):137–146. In Russian].
6. Сергеева А. С., Пивоваров Ю. И., Бабушкина И. В., Корякина Л. Б., Андреева Е. О. Белки мембраны эритроцитов и метаболический синдром. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2015;4(104):12–17. [Sergeeva AS, Pivovarov YuI, Babushkina IV, Koryakina LB, Andreeva EO. The proteins of erythrocyte membrane and metabolic syndrome. Bull East Siberian Sci Center SB RAMS. 2015;4(104):12–17. In Russian].
7. Муравьев А. В., Комлев В. Л., Ахапкина А. А., Муравьев А. А. Деформация эритроцитов: роль в микроциркуляции. Ярославский педагогический вестник. 2013;3(2):93–102. [Murav'ev AV, Komlev VL, Ahapkina AA, Murav'ev AA. Deformation of red blood cells: role in microcirculation. Yaroslavl Pedagogical Bulletin. 2013;3(2):93–102. In Russian].
8. Сторожок С. А., Санников А. Г., Белкин А. В. Зависимость стабильности деформальности мембран эритроцитов от межмолекулярных взаимодействий белков цитоскелета. Вестник Тюменского государственного университета. 2009;(3):3–10. [Storozhok SA, Sannikov AG, Belkin AV. Dependence of stability of deformability of erythrocyte membranes

on intermolecular interactions of cytoskeletal proteins. Bull Tyumen State University. 2009;(3):3–10. In Russian].

9. Kim J, Lee H, Shin S. Advances in the measurement of red blood cell deformability: a brief review. J Cell Biotech. 2015;1:63–79.

10. Zakharov SD, Ivanov AV. Light-oxygen effect as a physical mechanism for activation of biosystems by quasi-monochromatic light (a review). Biophysics. 2005;50(Suppl.1):64–85.

11. Кассирский И. А., Алексеев Г. А. Клиническая гематология. Медицина. 1970:800. [Kassirskij IA, Alekseev GA. Clinical Hematology. Medicine. 1970:800. In Russian].

12. Пивоваров Ю. И., Кузнецова Э. Э., Горохова В. Г., Дмитриева Л. А., Мухомедзянова С. В., Богданова О. В. Сферичность эритроцитов и гипертоническая болезнь. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018;(5):124–129. [Pivovarov YuI, Kuznecova EE, Gorohova VG, Dmitrieva LA, Muhomedzyanova SV, Bogdanova OV. Red blood cell sphericity and hypertension. Int J Appl Fund Res. 2018;(5):124–129. In Russian].

Информация об авторах

Пивоваров Юрий Иванович — доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории клеточной патофизиологии и биохимии ФГБНУ Иркутский НЦХТ, ORCID: 0000-0002-6094-3583;

Дмитриева Людмила Аркадьевна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории патофизиологии и биохимии ФГБНУ Иркутский НЦХТ, ORCID: 0000-0001-6725-3377, e-mail: vclud2009@mail.ru;

Сергеева Анна Сергеевна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории клеточной патофизиологии и биохимии ФГБНУ Иркутский НЦХТ, ORCID: 0000-0002-4096-933X, e-mail: sergeeva1111@yandex.ru;

Сай Олеся Владимировна — младший научный сотрудник лаборатории клеточной патофизиологии и биохимии ФГБНУ Иркутский НЦХТ, ORCID: 0000-0002-5069-7497, e-mail: leechka1986@mail.ru;

Янькова Татьяна Сергеевна — младший научный сотрудник лаборатории клеточной патофизиологии и биохимии ФГБНУ Иркутский НЦХТ, ORCID: 0000-0002-4455-6540, e-mail: tanyta96@mail.ru.

Author information

Yury I. Pivovarov, MD, PhD, DSc, Professor, Leading Researcher, Laboratory of Cell Pathophysiology and Biochemistry, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, ORCID: 0000-0002-6094-3583;

Ludmila A. Dmitrieva, MD, PhD, Senior Researcher, Laboratory of Cell Pathophysiology and Biochemistry, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, ORCID: 0000-0001-6725-3377, e-mail: vclud2009@mail.ru;

Anna S. Sergeeva, PhD in Biology Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Cell Pathophysiology and Biochemistry, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, ORCID: 0000-0002-4096-933X, e-mail: sergeeva1111@yandex.ru;

Olesya V. Say, Junior Researcher, Laboratory of Cell Pathophysiology and Biochemistry, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, ORCID: 0000-0002-5069-7497, e-mail: leechka1986@mail.ru;

Tat'yana S. Yan'kova, Junior Researcher, Laboratory of Cell Pathophysiology and Biochemistry, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, ORCID: 0000-0002-4455-6540, e-mail: tanyta96@mail.ru.