

Связь нарушений электрической активности эритроцитов с дислипидемией при метаболическом синдроме

Валерий Иванович Подзолков, Татьяна Вениаминовна Королева,
Анна Евгеньевна Брагина*, Мария Георгиевна Кудрявцева,
Галина Ивановна Брагина, Михаил Владимирович Писарев

Первый Московский государственный медицинский университет
им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)
Россия, 119991, Москва, ул. Трубецкая, 8 стр. 2

Цель. Исследование электрического заряда эритроцитов (ЭЭЗ) у больных метаболическим синдромом (МС).

Материал и методы. Обследовано 112 больных МС (средний возраст $61,4 \pm 7,2$ лет, средняя продолжительность МС $8,7 \pm 5,2$ лет). Группу контроля (25 человек) составили относительно здоровые люди сходного возраста. Уровень ЭЭЗ определяли методом адсорбции положительного катионного красителя (катионный синий О) на поверхности плазматической мембраны эритроцитов до полной нейтрализации их отрицательного заряда с последующей фотометрией раствора и расчета числа зарядов на клеточной поверхности эритроцитов. Результаты исследования обрабатывались с помощью программы Statistica 10.0.

Результаты. В основной группе больных МС артериальная гипертензия выявлена у 73%, гипергликемия – у 39%, сахарный диабет – у 36%, дислипидемия – у 80%. Величина ЭЭЗ у больных МС ($1,59 \pm 0,05 \times 10^7$) была статистически значимо ниже, чем в группе контроля ($1,65 \pm 0,03 \times 10^7$; $p < 0,05$). При длительности МС более 5 лет ЭЭЗ была статистически значимо ниже по сравнению с группой контроля ($p < 0,05$). У больных с ожирением II-III степени, а также при дислипидемии показатели ЭЭЗ были статистически значимо ниже, чем в контрольной группе ($p < 0,05$). У больных с МС была выявлена статистически значимая отрицательная корреляция между ЭЭЗ и уровнями общего холестерина ($r = -0,51$; $p < 0,05$) и триглицеридов ($r = -0,46$; $p < 0,05$).

Заключение. У больных МС с увеличением длительности МС, степени ожирения и нарастания нарушений липидного обмена отмечаются статистически значимо более низкие значения ЭЭЗ.

Ключевые слова: метаболический синдром, электрический заряд эритроцитов, ожирение, дислипидемия, микроциркуляция.

Для цитирования: Подзолков В.И., Королева Т.В., Брагина А.Е., Кудрявцева М.Г., Брагина Г.И., Писарев М.В. Связь нарушений электрической активности эритроцитов с дислипидемией при метаболическом синдроме. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии* 2018;14(3):344-349. DOI: 10.20996/1819-6446-2018-14-3-344-349

Relation of Disturbances in the Erythrocytes Electrical Activity with Dyslipidemia in the Metabolic Syndrome

Valery I. Podzolkov, Tatyana V. Koroleva, Anna E. Bragina*, Maria G. Kudryavtseva, Galina I. Bragina, Mikhail V. Pisarev
I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)
Trubetskaya ul. 8/2, Moscow, 119991 Russia

Aim. To study the erythrocyte electric charge (EEC) in patients with metabolic syndrome (MS).

Material and methods. 112 patients (mean age 61.4 ± 7.2 years) with MS (average duration of MS 8.7 ± 5.2 years) were examined. Control group consisted of healthy volunteers ($n=25$) of similar age. The level of EEC was detected by the method of adsorption of a positive cationic dye (cationic blue O) on the surface of the erythrocyte plasma membrane up to the complete neutralization of their negative charge, followed by photometry of the solution and calculation of the number of charges on the erythrocyte cell surface. The results of the study were processed by Statistica 10.0 software.

Results. Hypertension was found in 73% of patients with MS, hyperglycemia – in 39%, diabetes – in 36%, dyslipidemia – in 80% of patients. The EEC in MS patients ($1.59 \pm 0.05 \times 10^7$) was lower than this in the control group ($1.65 \pm 0.03 \times 10^7$; $p < 0.05$). With MS duration more than 5 years, the EEC was significantly lower in comparison with control group ($p < 0.05$). In patients with obesity II-III degrees as well as dyslipidemia the EEC values were significantly lower vs control group ($p < 0.05$). In patients with MS, a significant negative correlation of EEC with total cholesterol ($r = -0.51$, $p < 0.05$) and triglycerides ($r = -0.51$, $p < 0.05$) levels were revealed.

Conclusion. In patients with MS with increase in the MS duration, degree of obesity and lipid metabolism disorders, significantly lower values of EEC were observed.

Keywords: metabolic syndrome, electric charge of erythrocytes, obesity, dyslipidemia, microcirculation.

For citation: Podzolkov V.I., Koroleva T.V., Bragina A.E., Kudryavtseva M.G., Bragina G.I., Pisarev M.V. Relation of Disturbances in the Erythrocytes Electrical Activity with Dyslipidemia in the Metabolic Syndrome. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology* 2018;14(3):344-349. (In Russ). DOI: 10.20996/1819-6446-2018-14-3-344-349

*Corresponding Author (Автор, ответственный за переписку): anna.bragina@mail.ru

Received / Поступила: 09.04.2018

Accepted / Принята в печать: 17.05.2018

Метаболический синдром (МС) представляет собой важнейшую проблему современной медицины, поскольку является фактором риска развития основных социально значимых хронических неинфекционных заболеваний: ишемической болезни сердца, cerebro-васкулярной болезни и хронической болезни почек [1]. Нарушения микроциркуляторного кровотока подробно описаны при МС. Они обусловлены как проявлениями эндотелиальной дисфункции с преобладанием активности вазоконстрикторных факторов и снижением биодоступности оксида азота [2], так и реологическими нарушениями, связанными с повышением концентрации и активности ингибитора тканевого активатора плазминогена 1 [1]. Этому способствуют инсулинорезистентность, гиперинсулинемия, гипергликемия, гипертриглицеридемия, повышение уровней фактора некроза α и трансформирующего фактора роста β , вырабатываемых адипоцитами висцеральной жировой ткани.

Существенными компонентами микроциркуляторных взаимоотношений являются функциональное состояние клеточных элементов, в том числе, агрегация тромбоцитов и эритроцитов, деформируемость клеток и электрические характеристики их мембран. Отрицательный поверхностный заряд эритроцитов – один из важнейших факторов, определяющих реологические свойства крови. Описано снижение этого показателя у пациентов с хронической болезнью почек [3] при остром коронарном синдроме [4], хронической ишемии головного мозга [5].

Величина электрического заряда эритроцитов (ЭЗЭ) является интегральным параметром, связанным как со стабильностью клеточной мембраны клеток, так и особенностями окружающей среды: pH, адсорбцией на поверхности различных веществ, влияющих на конформационные характеристики белков мембраны. Имеются литературные данные о том, что накопление холестерина в мембранах эритроцитов сопровождается увеличением адсорбции на них фибриногена и, соответственно, агрегации эритроцитов у пациентов с ишемической болезнью сердца [6]. Однако исследования состояния ЭЗЭ у пациентов с наиболее высоким риском развития сердечно-сосудистых заболеваний и хронической болезни почек, а именно, у больных МС, практически не проводились.

Целью нашей работы стала оценка уровня ЭЗЭ и его связи с основными метаболическими компонентами у пациентов с МС.

Материал и методы

В исследование было включено 112 человек (45 мужчин и 67 женщин; средний возраст $61,4 \pm 7,2$ лет, средняя продолжительность МС $8,7 \pm 5,2$ лет). В группу контроля были включены 25 человек (10 мужчин и 15 женщин).

Исследование проводилось в соответствии с Хельсинкской декларацией о правах человека. Все больные дали согласие на участие в исследовании. В основную группу включались пациенты в возрасте 20–70 лет с МС, диагностированным согласно критериям Российского кардиологического общества (2009) [1], получавшие стандартную терапию для коррекции клинических проявлений МС: антигипертензивные, гипогликемические, гиполипидемические препараты.

Критерии исключения: симптоматическая артериальная гипертензия (АГ), острый коронарный синдром, нарушения сердечного ритма и проводимости, сердечная недостаточность III–IV функционального класса (NYHA), тяжелые формы cerebro-васкулярной болезни, клинико-лабораторные проявления хронических заболеваний печени и почек, злокачественные новообразования, воспалительные заболевания любой локализации.

В контрольную группу включены практически здоровые добровольцы со сходными демографическими характеристиками.

Всем пациентам проведено стандартное лабораторно-инструментальное обследование. Исследование ЭЗЭ проводилось путем инкубации отмытой эритроцитарной массы с раствором положительного катионного красителя (катионный синий О) в концентрации 4,3–27 г/м при соотношении объемов 1:9 в течение 2–3 ч при 18–22°C. После его адсорбции на поверхности плазматической мембраны эритроцитов до полной нейтрализации их отрицательного заряда проводили фотометрию раствора. По значению предельной адсорбции красителя проводили расчет числа зарядов на клеточной поверхности эритроцитов по формуле.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась при помощи статистического пакета Statistica 10.0 (Statsoft Inc., США) с использованием стандартных статистических методов. Непрерывные величины описывались с указанием средней по совокупности $M \pm$ стандартное отклонение (σ). Для сравнения средних показателей между двумя независимыми выборками применяли тест Манн-Уитни. Для множественных межгрупповых сравнений использовали критерий Ньюмана-Кейлса. Статистическая значимость различий между качественными показателями оценивалась с помощью критерия хи-квадрат. Статистически значимыми различия считались при $p < 0,05$.

Результаты

Клиническая характеристика обследованных больных МС и группы контроля представлена в табл. 1. Основная и контрольная группы были сопоставимы по возрасту и полу. Частота нарушений липидного обмена в основной группе составила 80%, гиперглике-

Table 1. Clinical characteristics of the examined groups

Таблица 1. Клиническая характеристика обследованных групп

Параметр	Основная группа (n=112)	Группа контроля (n=25)
Возраст, лет	61,4±7,2	52,2±7,8
Мужчины, n (%)	45(40,2)	10(40)
Длительность МС, лет	8,7±5,2	-
Систолическое АД, мм.рт.ст.	140,4±11,8	125,2±7,8*
Диастолическое АД, мм.рт.ст.	87,6±6,36	70,6±10,9*
АГ, %	73	-
Степень АГ 1/2/3, %	5/33/62	-
Индекс массы тела, кг/м ²	30,9±6,2	24,05±2,2*
Степень ожирения, I/II/III, %	45 / 39 / 16	-
Дислипидемия, %	80	11*
Гипергликемия, %	39	-
Сахарный диабет, %	36	-
Повышенный Hb _{A1c} , %	67	-
Длительность гипергликемии, лет	9±4,79	-
Количество критериев МС, 3/4, %	32/68	-
Гиперфибриногенемия, %	16	-

*p<0,05 по сравнению с основной группой

Table 2. Electrical charge of erythrocytes in patients with metabolic syndrome with lipid metabolism disorders

Таблица 2. ЭЗЭ у больных МС с нарушениями липидного обмена

Показатели липидного обмена (ммоль/л)	ЭЗЭ, число зарядов на 1 ед. поверхности	
	Основная группа (n=112)	Группа контроля (n=25)
ОХ≥5,0	1,57±0,06×10 ⁷ *	1,65±0,03×10 ⁷
ЛПВП<1,00	1,57±0,05×10 ⁷ *	
ЛПНП≥3,0	1,60±0,06×10 ⁷ *	
ТГ≥1,7	1,60±0,05×10 ⁷ *	

*p<0,05 по сравнению с контролем
ХС – холестерин, ЛПВП – липопротеиды высокой плотности, ЛПНП – липопротеиды низкой плотности, ТГ – триглицериды

мии натошак – 75%, увеличения уровня гликированного гемоглобина (Hb_{A1c}) – 67%. У 16% пациентов с МС выявлена гиперфибриногенемия. У большинства представителей основной группы имелось 4 диагностических критерия МС (68%). В обследованной группе уровень общего холестерина (ОХ) составил 5,67±1,32 ммоль/л, уровни липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) и липопротеидов высокой плотности (ЛПВП) – 3,94±1,27 и 1,11±0,33 ммоль/л, соответственно.

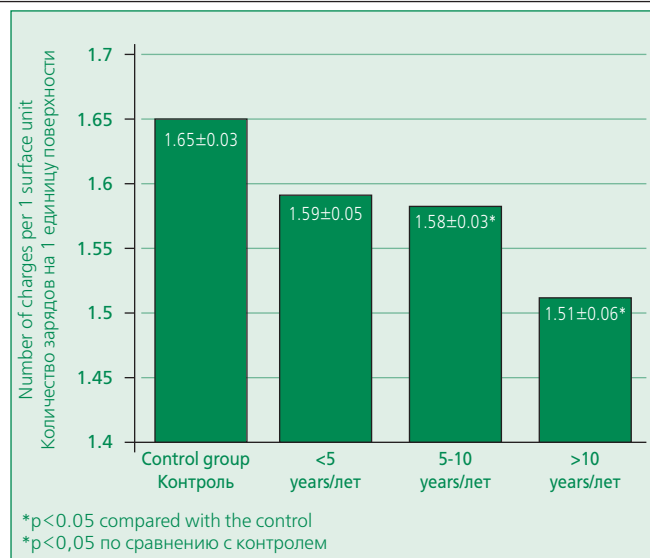


Figure 1. The level of electric charge of erythrocytes in patients with metabolic syndrome, depending on the duration of the disease

Рисунок 1. Уровень ЭЗЭ у больных МС в зависимости от продолжительности заболевания

У 56% больных МС выявлено статистически значимо более низкий (p<0,05) ЭЗЭ по сравнению с группой контроля (рис. 1). У пациентов с продолжительностью МС >5 лет уровень ЭЗЭ был статистически значимо ниже по сравнению с группой контроля (рис. 1).

Изучение показателей ЭЗЭ в зависимости от степени ожирения не выявило статистически значимых различий этого показателя у лиц с ожирением I степени по сравнению с группой контроля, в то время как при II и III степенях ожирения ЭЗЭ был статистически значимо ниже по сравнению с группой здоровых добровольцев (рис. 2).

Выявлена связь уровня ЭЗЭ с дислипидемией и ее выраженностью (табл. 2). ЭЗЭ был статистически значимо ниже у пациентов с дислипидемией (ОХ≥5,0 ммоль/л, ЛПНП≥3,0 ммоль/л, ЛПВП<1,0 ммоль/л и триглицериды (ТГ)≥1,7 ммоль/л) по сравнению с группой контроля (1,65±0,03×10⁷). Получены статистически значимые корреляции величины ЭЗЭ с уровнем ОХ (r=-0,51, p<0,05; рис. 3), ЛПНП (r=-0,38, p<0,05) и ТГ (r=-0,46, p<0,05; рис. 4).

Полученные данные свидетельствуют о статистически значимой связи различных компонентов МС с ЭЗЭ, и, соответственно, с микроциркуляторным кровотоком и процессами атерогенеза при МС.

При анализе ЭЗЭ в зависимости от уровня фибриногена как плазменного фактора микроциркуляции выявлено, что уровень ЭЗЭ оказался статистически значимо ниже при концентрации фибриногена >6ммоль/л по сравнению с контролем (1,5±0,07×10⁷ против 1,65±0,07×10⁷, соответственно; p<0,05).

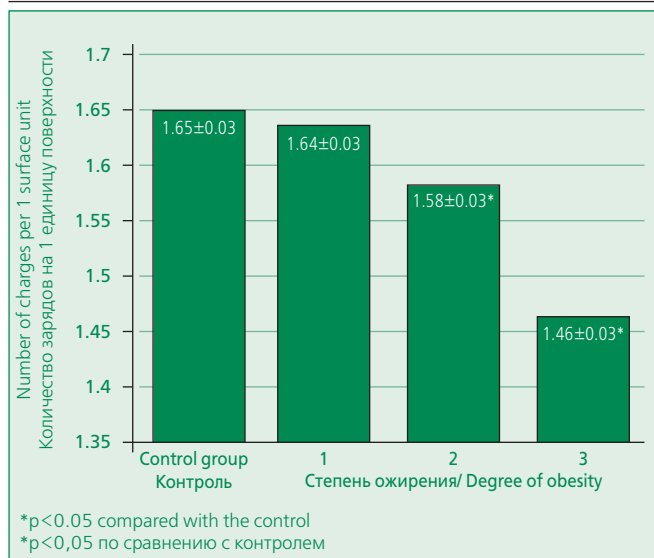


Figure 2. The level of electric charge of erythrocytes in patients with metabolic syndrome, depending on the degree of obesity

Рисунок 2. Уровень ЭЗЭ у больных МС в зависимости от степени ожирения

Обсуждение

Нарушения микроциркуляции играют важнейшую роль в развитии и прогрессировании сердечно-сосудистых заболеваний – от стадии факторов риска до неблагоприятных исходов [7]. Наличие существенных нарушений функции эндотелия и плазменных прокоагулянтных взаимоотношений при МС не вызывает сомнений и хорошо изучено в широком спектре исследований. Значение изменений функционального состояния тромбоцитов при МС также описано в литературе, вследствие чего в рекомендации по ведению больных МС (2013) включено назначение препаратов ацетилсалициловой кислоты [8]. Значение

морфофункциональных изменений эритроцитов при МС менее изучено, на сегодняшний день в мировой литературе нами не найдено исследований, оценивающих состояние ЭЗЭ при МС. В единичных работах показано снижение электрического потенциала эритроцитов у больных с АГ, сахарным диабетом и дислипидемией [9-12].

Поддержание нормального уровня отрицательного заряда мембран эритроцитов является необходимым условием для сохранения физиологического агрегатного состояния крови, что обеспечивает адекватный кровоток на микроциркуляторном уровне и достаточное снабжение тканей кислородом и питательными веществами. Снижение электрического потенциала эритроцитов приводит к ухудшению реологических свойств крови, затрудняет микроциркуляцию, способствует повреждению эндотелия сосудов, адгезии форменных элементов к сосудистой стенке и формированию микротромбов, что снижает активность обменных процессов в организме. Все это способствует прогрессированию атеросклероза и клинических проявлений ишемической болезни сердца, хронической болезни почек и цереброваскулярной болезни. Кроме того, в условиях нарушенного микроциркуляторного кровотока снижается биодоступность лекарственных препаратов, вследствие чего существенно снижается эффективность лечения больных [13].

В нашем исследовании, оценивавшем ЭЗЭ при МС, выявлено статистически значимое снижение заряда эритроцитов, особенно, у пациентов с высокими степенями ожирения (II-III степени) и нарушениями липидного обмена. Подобные изменения функционального состояния эритроцитов могут быть обусловлены активацией процессов перекисного окисления липидов и перекисидацией липидов мем-

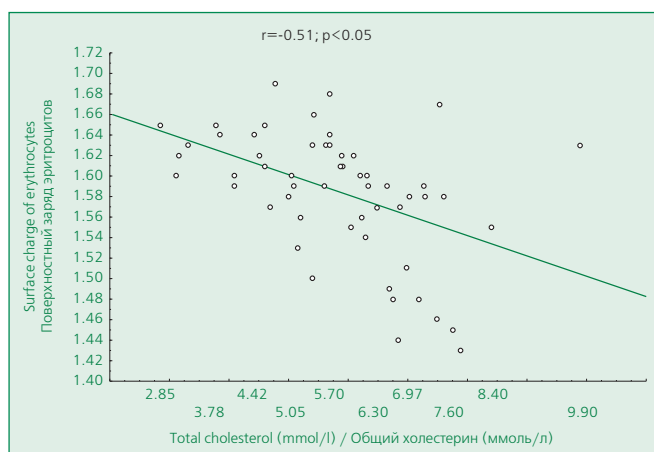


Figure 3. Correlation of the electric charge of erythrocytes with the total cholesterol level

Рисунок 3. Корреляция ЭЗЭ с концентрацией ОХ

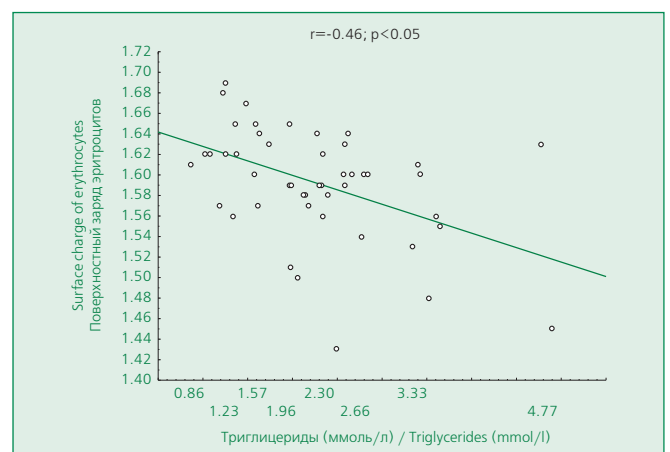


Figure 4. Correlation of the electric charge of erythrocytes with the triglyceride level

Рисунок 4. Корреляция ЭЗЭ с концентрацией ТГ

бран с изменением конформационных свойств белков, диффузией и переориентацией в мембране фосфолипидов, несущих на себе отрицательные заряды [14,15]. В литературе имеются данные о том, что лечение метаболических нарушений (ожирения, дислипидемии) как диетическими, так и фармакологическими методами (полиненасыщенными жирными кислотами, статинами в монотерапии и в комбинации с эзетимибом) способствует улучшению функционального состояния эритроцитов [16-18]. Это является дополнительным свидетельством патогенетической связи метаболических нарушений и величины ЭЗЭ.

Выявленное нами снижение ЭЗЭ у пациентов с МС и повышенным уровнем фибриногена подтверждает взаимосвязь заряда эритроцитов с прокоагулянтным статусом крови. Сходные результаты получены и другими авторами, изучавшими зависимость величины ЭЗЭ от уровня фибриногена при сердечно-сосудистой патологии [19,20].

Складывается впечатление, что снижение ЭЗЭ у пациентов с МС можно рассматривать в качестве универсального маркера реологических нарушений, сопутствующих разнообразным метаболическим сдвигам, свойственным этому заболеванию. Электрический заряд эритроцитов, являющихся самыми многочисленными клетками крови в организме, связан с функциональным состоянием их мембраны и определяет агрегатную функцию крови. Этот показатель, по-видимому, является важным патогенетическим фактором, участвующим в формировании осложнений при метаболических нарушениях, наиболее ярким представителем которых является МС. В связи

с этим высказывается предположение о том, что ряд гемореологических параметров и, в том числе, поверхностный заряд эритроцитов могут рассматриваться в качестве сердечно-сосудистых факторов риска [21], что, однако, требует дополнительных исследований.

Заключение

Таким образом, у пациентов с МС статистически значимо более низкий уровень электрического заряда эритроцитов выявляется при продолжительности заболевания более 5 лет. У этих пациентов статистически значимо более низкий уровень электрического заряда эритроцитов имел место при ожирении II-III степени. По сравнению со здоровыми добровольцами пациенты с МС и дислипидемией имели статистически значимо более низкий уровень электрического заряда эритроцитов. Выявлена статистически значимая отрицательная корреляция между величиной электрического заряда эритроцитов и концентрациями общего холестерина, липопротеидов низкой плотности и триглицеридов. Кроме того, у пациентов с МС и гиперфибриногемией имелся статистически значимо более низкий уровень электрического заряда эритроцитов по сравнению со здоровыми добровольцами.

Конфликт интересов. Все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Disclosures. All authors have not disclosed potential conflicts of interest regarding the content of this paper.

References / Литература

1. National guidelines on the diagnosis and treatment of the metabolic syndrome (2009). [cited 19 Jun, 2018]. Available at: https://www.scardio.ru/Fcontent/Fimages/Frecommendation/Fnationalnye_rekomendacii_po_diagnostike_i_lecheniyu_metabolicheskogo_sindroma.pdf. (In Russ.) [Национальные рекомендации по диагностике и лечению метаболического синдрома (2009)]. [Цитировано 19.06.2018]. Доступно на: https://www.scardio.ru/Fcontent/Fimages/Frecommendation/Fnationalnye_rekomendacii_po_diagnostike_i_lecheniyu_metabolicheskogo_sindroma.pdf.
2. Podzolkov V.I., Bragina A.E., Murashko N.A. The level of stable metabolites of nitric oxide in patients with essential hypertension with obesity and hyperleptinemia. *Kardiologiya*. 2016;7(56):14-9. (In Russ.) [Подзолков В.И., Брагина А.Е., Мурашко Н.А. Уровень стабильных метаболитов оксида азота у больных эссенциальной гипертензией с ожирением и гиперлептинемией. *Кардиология*. 2016;7(56):14-9]. doi: 10.18565/cardio.2016.6.14-19.
3. Ahmatov V.Ju., Osipov M.V., Krivozhizhina L.V. To the mechanism of erythrocyte dysfunction in patients with chronic renal failure who are on hemodialysis. *Nefrologiya i Dializ*. 2007;9(3):276-77. (In Russ.) [Ахматов В.Ю., Осипов М.В., Кривожижина Л.В. К механизму дисфункции эритроцитов у больных хронической почечной недостаточностью, находящихся на гемодиализе. *Нефрология и Диализ*. 2007;9(3):276-77].
4. Martynova T.A., Maksimov N.I., Nazipova T.Ju. Possibilities of the method of microelectrophoresis of erythrocytes in the diagnosis of acute coronary syndrome. *Prakticheskaja Medicina*. 2015;3(88):33-5. (In Russ.) [Мартынова Т.А., Максимов Н.И., Назипова Т.Ю. Возможности метода микроэлектрофореза эритроцитов в диагностике острого коронарного синдрома *Практическая Медицина*. 2015;3(88):33-5].
5. Badaljan K.R., Vasilenko I.A., Fedin A.I. Biophysical properties of peripheral blood erythrocytes in patients with chronic cerebral ischemia. *Lechebnoe Delo*. 2015;1:84-90. (In Russ.) [Бадалян К.Р., Василенко И.А., Федин А.И. Биофизические свойства эритроцитов периферической крови у больных с хронической ишемией мозга. *Лечебное Дело*. 2015;1:84-90].
6. Sokolov E.I., Zykova A.A., Sushchik V.V., Goncharov I.N. Blood Viscosity in Patients With Ischemic Heart Diseases. *Kardiologiya*. 2014;54(3):9-14. (In Russ.) [Соколов Е.И., Зыкова А.А., Сущик В.В., Гончаров И.Н. Вязкость крови у больных ишемической болезнью сердца. *Кардиология*. 2014;3:9-14].
7. Podzolkov V.I., Bulatov V.A. Microcirculation state in arterial hypertension. In book: Podzolkov V.I. Arterial hypertension. Moscow: MIA; 2016. P. 45-50. (In Russ.) [Подзолков В.И., Булатов В.А. Состояние микроциркуляции при артериальной гипертензии. В кн.: Подзолков В.И. Артериальная гипертензия. Москва: МИА; 2016. С. 45-50].
8. National guidelines on the diagnosis and treatment of the metabolic syndrome (2013). [cited 19 Jun, 2018]. Available at: www.gipertonik.ru/files/recommendation/Recommendations_metabolic_syndrome.doc. (In Russ.) [Национальные рекомендации по диагностике и лечению метаболического синдрома (2013)]. [Цитировано 19.06.2018]. Доступно на: www.gipertonik.ru/files/recommendation/Recommendations_metabolic_syndrome.doc.
9. Gyawali P., Richards R.S., Hughes D.L., Tinley P. Erythrocyte aggregation and metabolic syndrome *Clin Hemorheol Microcirc*. 2014;57(1):73-83. doi: 10.3233/CH-131792.
10. Surikova T.P. The study of the dependence of the erythrocyte charge in patients with diabetes mellitus, depending on the severity of its course. *Astrahanskij Medicinskij Zhurnal*. 2012;2(7):206-7. (In Russ.) [Сурикова Т.П. Изучение зависимости заряда эритроцитов у больных сахарным диабетом в зависимости от тяжести его течения. *Астраханский Медицинский Журнал*. 2012;2(7):206-7].
11. Gyawali P., Richards R.S., Bwititi P., Nwose E.U. The association of dyslipidemia with erythrocyte aggregation. *Clinical Lipidology*. 2015;2:129-35. doi: 10.2217/clp.15.3.
12. Brun J.F., Varlet-Marie E., Fedou C., et al. Are metabolically healthy obese patients also hemorheologically healthy? *Clin Hemorheol Microcirc*. 2015;61(1):39-46. doi: 10.3233/CH-141868.

13. Sashenkov S.L., Alacheva L.V., Tishevskaja N.V. The effect of various pharmacological preparations on the surface charge of the erythrocyte membrane. Vestnik Juzhno-Ural'skogo Gosudarstvennogo Universiteta. 2011; 7(244):101-4. (In Russ.) [Сашенков С.Л., Алачева Л.В., Тишевская Н.В. Влияние различных фармакологических препаратов на поверхностный заряд мембраны эритроцитов. Вестник Южно-Уральского Государственного Университета. 2011;7(244):101-4].
14. Gyawali P., Richards R.S., Bwititi P.T. et al. Association of abnormal erythrocyte morphology with oxidative stress and inflammation in metabolic syndrome. Blood Cells Mol Dis. 2015;54(4):360-3. doi: 10.1016/j.bcmd.2015.01.005.
15. Kuznecova Je.Je., Gorohova V.G., Korjakina L.B., Babushkina I.V. Some aspects of the evaluation of structural and functional changes in the erythrocyte membrane in cardiovascular pathology. Bülleten' VSNCO RAMN. 2012;4(86)part 1:236-40. (In Russ.) [Кузнецова Э.Э., Горохова В.Г., Корякина Л.Б., Бабушкина И.В. Некоторые аспекты оценки структурно-функциональных изменений в мембране эритроцитов при сердечно-сосудистой патологии. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2012;4(86) часть 1:236-40].
16. Choi H.N., Yim J.E. Effects of Erythrocyte Membrane Polyunsaturated Fatty Acids in Overweight, Obese, and Morbidly Obese Korean Women. Journal of Cancer prevention. 2017;22(3):182-8. doi: 10.15430/JCP.2017.22.3.182.
17. Rahamon S.K., Fabian U.A., Charles-Davies M.A. et al. Changes in mediators of inflammation and pro-thrombosis after 12 months of dietary modification in adults with metabolic syndrome. African health Sciences. 2017;17(2):453-62. doi: 10.4314/ahs.v17i2.20.
18. Olszewska-Banaszczyk M., Jackowska P., Gorzelak-Pabiś P., et al. Comparison of the effects of ro-suvastatin monotherapy and atorvastatin-ezetimibe combined therapy on the structure of erythrocyte membranes in patients with coronary artery disease. Pharmacol Rep. 2017;20(2):258-62. doi: 10.1016/j.pharep.2017.11.004
19. Mahendra J.V., Kumar S.D., Anuradha T.S. et al. Plasma Fibrinogen in Type 2 Diabetic Patients with Metabolic Syndrome and its Relation with Ischemic Heart Disease (IHD) and Retinopathy. J Clin Diagn Res. 2015;9(1):BC18-21. doi: 10.7860/JCDR/2015/10712.5449.
20. Ding L., Zhang C., Zhang G.A. et al. new insight into the role of plasma fibrinogen in the development of metabolic syndrome from a prospective cohort study in urban Han Chinese population. Diabetology and Metabolic Syndrome. 2015;7:110. doi: 10.1186/s13098-015-0103-7.
21. Gyawali P., Richards R.S., Tinley P. et al. Hemorheological parameters better classify metabolic syndrome than novel cardiovascular risk factors and peripheral vascular disease marker. Clin Hemorheol Microcirc. 2016;4:64(1):1-5. doi:10.3233/CH-152033.

About the Authors:

Valery I. Podzolkov – MD, PhD, Professor, Head of Chair of Faculty Therapy №2, Sechenov University
Tatyana V. Koroleva – MD, PhD, Professor, Chair of Faculty Therapy №2, Sechenov University
Anna E. Bragina – MD, PhD, Professor, Chair of Faculty Therapy №2, Sechenov University
Maria G. Kudryavtseva – MD, Postgraduate Student, Chair of Faculty Therapy №2, Sechenov University
Galina I. Bragina – MD, PhD, Associate Professor, Chair of Polyclinic Therapy, Sechenov University
Mikhail V. Pisarev – MD, PhD, Associate Professor, Chair of Faculty Therapy №2, Sechenov University

Сведения об авторах:

Подзолков Валерий Иванович – д.м.н. профессор, зав. кафедрой факультетской терапии №2 лечебного факультета, Сеченовский Университет
Королева Татьяна Вениаминовна – д.м.н. профессор, кафедра факультетской терапии №2 лечебного факультета, Сеченовский Университет
Брагина Анна Евгеньевна – д.м.н. профессор, кафедра факультетской терапии №2 лечебного факультета, Сеченовский Университет
Кудрявцева Мария Георгиевна – аспирант, кафедра факультетской терапии №2 лечебного факультета, Сеченовский Университет
Брагина Галина Ивановна – к.м.н., доцент, кафедра поликлинической терапии лечебного факультета, Сеченовский Университет
Писарев Михаил Владимирович – к.м.н., доцент, кафедра факультетской терапии №2 лечебного факультета, Сеченовский Университет