

БИОГЕРОНТОЛОГИЯ

УДК 616.155.1-076.5

ПОЖИЛОЙ ВОЗРАСТ ЯВЛЯЕТСЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ФАКТОРОМ РИСКА ПОРАЖЕНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ, СОСТАВЛЯЮЩИХ МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ СИНДРОМ

Позднякова Н.М.^{1,2}, Прощаев К.И.¹, Павлова Т.В.², Башук В.В.²

¹АНО "Научно-исследовательский медицинский центр "ГЕРОНТОЛОГИЯ", Москва, Россия, e-mail: prashchayeu@yandex.ru

²НИУ «БелГУ», Белгород, Россия

Сахарный диабет (СД) в последние годы представляет собой серьезную медико–социальную проблему. Основной прирост больных СД происходит в основном за счет увеличения количества больных СД 2 типа в старших возрастных группах населения. Цель исследования – изучить влияние возрастного фактора на поражение эритроцитов при заболеваниях, составляющих метаболический синдром. Установлено, что при данной патологии наблюдаются изменения морфофункциональных свойств эритроцитов, основными из которых являются следующие: увеличение количества неправильных форм эритроцитов, количества эритроцитов с эффектом «спущенного мяча», количества клеток-теней, количества эритроцитов, вовлеченных в процессы сладжирования. У больных пожилого возраста обнаружена большая степень выраженности изменений в морфофункциональных и молекулярных характеристиках эритроцитов при изученной патологии в количественном измерении, что позволяет считать пожилой возраст дополнительным фактором риска поражения эритроцитов при заболеваниях, составляющих метаболический синдром.

Ключевые слова: пожилой возраст, эритроциты, метаболический синдром.

ELDERLY IS AN ADDITIONAL RISK FACTOR OF PARASITIZED ERYTHROCYTES IN DISEASES THAT MAKE UP THE METABOLIC SYNDROME

Pozdnyakova N.M.^{1,2}, Prashchayeu K. I.¹, Pavlova T.V.², Bashuk V.V.²

¹"GERONTOLOGY" Research Medical Center, Moscow, Russia, e-mail: prashchayeu@yandex.ru

²Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Diabetes mellitus (DM) in recent years, is a serious medical and social problem. The main growth of diabetic patients is mainly due to the increase in the number of patients with type 2 diabetes in older age groups

The purpose of the study - to study the effect of the age factor in the loss of red blood cells in diseases that make up the metabolic syndrome. Found that when the pathology observed morphological and functional changes in the properties of red blood cells, the most important of which are the following: an increase in the number of irregular shapes of red blood cells, red blood cell count with 'deflated ball', the number of cells of shadows, the number of red blood cells involved in the process of sludging. A large degree of change was found in the morphological and functional and molecular characteristics of red blood cells in elderly patients in the study of pathology in quantitative terms, it allows us to consider old age an additional risk factor for diseases of destruction of red blood cells that make up the metabolic syndrome.

Key words: elderly, erythrocytes, metabolic syndrome.

Актуальность проблемы. Сахарный диабет (СД) в последние годы представляет собой серьезную медико–социальную проблему. Среди общего числа пациентов с СД, больные СД 2 типа составляют 85–90%, причем примерно 80% больных имеют избыточную массу тела или ожирение. Основной прирост больных СД происходит в основном за счет увеличения количества больных СД 2 типа в старших возрастных группах населения. По данным ВОЗ и Международной диабетической федерации, в настоящее время в мире насчитывается уже более 280 млн больных СД, а к 2025 г. их количество превысит 360–380 млн человек [1]. Мировые тенденции роста заболеваемости СД наблюдаются и в России. По данным отечественного регистра, в России 8 млн больных СД, или примерно 5% всего населения, 90% из них составляют пациенты с СД 2 типа. К 2025 г. ожидается увеличение численности больных до 13 млн человек. При этом количество больных, учтенных по обращаемости, обычно в 2–3 раза меньше реально существующего [3].

Доказано, что красные кровяные клетки вовлечены во многие патологические процессы. Они могут претерпевать структурные и функциональные изменения не только при гематологических заболеваниях. Дестабилизацию молекулярной организации мембраны, нарушение липидно-белковых взаимодействий, модификацию цитоскелета, а также нарушение транспорта ионов через мембрану эритроцитов находят при злокачественных новообразованиях, заболеваниях сердечно-сосудистой системы, подагре, психических расстройствах, инфекционной патологии и различных интоксикациях, что сопровождается появлением видоизмененных или патологических форм эритроцитов. Классификация или диагностирование того или иного заболевания по морфологическому состоянию или процентному содержанию эритроцитов той или иной формы представляет собой важную прикладную научную проблему [2, 4, 5, 6]. Также составляет интерес влияние возрастного фактора на поражение эритроцитов при

различных заболеваниях, в частности, составляющих метаболический синдром, для разработки новых программ профилактики и лечения.

Цель исследования – изучить влияние возрастного фактора на поражение эритроцитов при заболеваниях, составляющих метаболический синдром.

Материал и методы исследования. Клиническими базами исследования явились Муниципальная городская клиническая больница № 2, городская поликлиника № 7 и Медицинский центр «Поколение» г. Белгорода. Морфологическая часть исследования проведена в лаборатории кафедры патологии медицинского факультета и в Центре развития нанотехнологий ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Минобрнауки РФ.

В исследование было включено 253 человека: 122 человека среднего возраста и 131 человек пожилого возраста. Данные пациенты страдали заболеваниями, составляющими метаболический синдром – АГ, ИБС (как клиническим эквивалентом атеросклероза), СД 2 типа изолированно либо в сочетании. Все люди, включенные в исследование, были разделены на несколько групп:

1. Практически здоровые люди (n=61):

1.1. практически здоровые люди среднего возраста (n=31, возраст от 40 до 49 лет, средний возраст $44,1 \pm 2,2$ года, мужчин – 17 чел., женщин - 14 чел.);

1.2. практически здоровые люди пожилого возраста (n=30, возраст от 60 до 69 лет, средний возраст $64,4 \pm 2,3$ года, мужчин – 14 чел., женщин - 16 чел.).

2. Пациенты, страдающие артериальной гипертензией (АГ) (n=61):

2.1. пациенты среднего возраста, страдающие АГ: (n=30, возраст от 40 до 49 лет, средний возраст $44,8 \pm 3,1$ года, мужчин – 11 чел., женщин - 19 чел.);

2.2. пациенты пожилого возраста, страдающие АГ (n=31, возраст от 60 до 69 лет, средний возраст $64,0 \pm 2,7$ года, мужчин – 13 чел., женщин - 18 чел.).

При этом все пациенты страдали АГ II-III степени, 2-й – 4-й степени риска развития сердечно-сосудистых катастроф.

3. Пациенты, страдающие АГ и ишемической болезнью сердца (ИБС) (n=63):

3.1. пациенты среднего возраста, страдающие АГ и ИБС (n=31, возраст от 40 до 49 лет, средний возраст $45,2 \pm 2,7$ года, мужчин – 21 чел., женщин - 10 чел.);

3.2. пациенты пожилого возраста, страдающих АГ и ИБС (n=32, возраст от 60 до 69 лет, средний возраст $65,8 \pm 2,2$ года, мужчин – 19 чел., женщин - 13 чел.).

Все пациенты в этой группе страдали АГ II-III степени, 3-й – 4-й степени риска развития сердечно-сосудистых катастроф и ИБС в виде стенокардии напряжения I-III функционального класса (ФК), хронической сердечной недостаточностью (ХСН) ФК I-II по классификации NYHA.

4. Пациенты, страдающие АГ, ИБС и сахарным диабетом (СД) 2 типа (n=68):

4.1. пациенты среднего возраста, страдающие АГ, ИБС и СД 2 типа (n=30) (возраст от 40 до 54 лет, средний возраст $48,2 \pm 2,6$ года, мужчин – 8 чел., женщин - 22 чел.);

4.2. пациенты пожилого возраста, страдающие АГ, ИБС и СД 2 типа (n=38, возраст от 60 до 69 лет, средний возраст $65,6 \pm 2,1$ года, мужчин – 13 чел., женщин - 25 чел.).

Все пациенты в этой группе страдали АГ II-III степени, 4-й степени риска развития сердечно-сосудистых катастроф и ИБС в виде стенокардии напряжения I-III функционального класса (ФК), хронической сердечной недостаточностью (ХСН) ФК I-II по классификации NYHA, СД 2 типа легкой и средней степени тяжести.

Изучение эритроцитов проводилось методом зондовой и растровой микроскопии с элементным анализом.

Зондовую сканирующую микроскопию проводили на сканирующем зондовом микроскопе Ntegra-Aura (Компания НТ-МДТ, г. Зеленоград, Россия). Осуществлялся забор крови, проводилось приготовление образцов крови, сканирование клеток в режиме полуконтактной атомно-силовой микроскопии и проводилось измерение геометрических параметров клеток. При этом образец готовился из суспензии нативных эритроцитов, предварительно отмытых от плазмы, путем нанесения капли на чистое обезжиренное предметное стекло (брались стекла для иммуногистохимии), помещался образец во влажную камеру, насыщенную парами воды, закрытую мембраной, и проводилось сканирование в парах воды в полуконтактном режиме, используя коммерческие Si или SiN-кантилеверы серии NSG 01(NT-MDT, Россия) в режимах постоянного или прерывистого контактов на приборе «Ntegra-Aura». Обработку и построение АСМ-изображений проводили при помощи программного обеспечения «NOVA» (НТ-МДТ, Россия) и «ImageAnalysis» (НТ-МДТ, Россия). Использование способа позволяет сократить время исследования и получать сканы клеток с высоким разрешением, сохраняя их жизнеспособность, нативные размеры и форму.

Для электронной микроскопии образцы готовились таким же образом и затем просматривали в растровых микроскопах FEI Quanta 200 3D, а также FEI Quanta 600 FEG (НТ-МДТ, Россия).

Элементный анализ проводился с использованием детектора для регистрации спектров характеристического рентгеновского излучения фирмы EDAX, детекторы были интегрированы с растровым электронным микроскопом Quanta 600 FEG. Микроэлементный анализ был основан на возникновении непрерывного флуоресцентного излучения при бомбардировке исследуемых образцов пучком первичных рентгеновских лучей. Абсолютная чувствительность метода составила 10^{-13} – 10^{-15} г.

Материалы были обработаны математико-статистически.

Результаты. При анализе результатов проведения атомно-силовой микроскопии эритроцитов оказалось, что у практически здоровых людей среднего возраста в абсолютном большинстве случаев были получены сканы клеток правильной формы и размеров ($97,5 \pm 0,3\%$ клеток от общего числа сканированных эритроцитов) (рисунок 1, 2). В полях зрения встречались эритроциты с явлениями сладжа ($2,0 \pm 0,2\%$) и клетки-тени ($3,5 \pm 0,3\%$ клеток).

У практически здоровых людей пожилого возраста наблюдалась схожая картина. В абсолютном большинстве случаев были получены сканы клеток правильной формы ($96,8 \pm 0,4\%$ клеток от общего числа сканированных эритроцитов), в полях зрения встречались эритроциты с явлениями сладжа ($2,3 \pm 0,2\%$) и клетки-тени ($3,9 \pm 0,3\%$ клеток). При этом достоверных отличий по сравнению с параметрами эритроцитов у людей среднего возраста выявлено не было ($p > 0,05$).

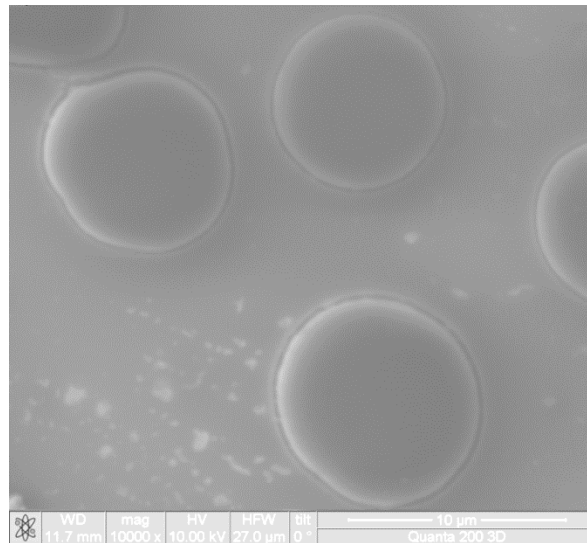


Рисунок. 1. Эритроциты у практически здоровых людей (x 10000).

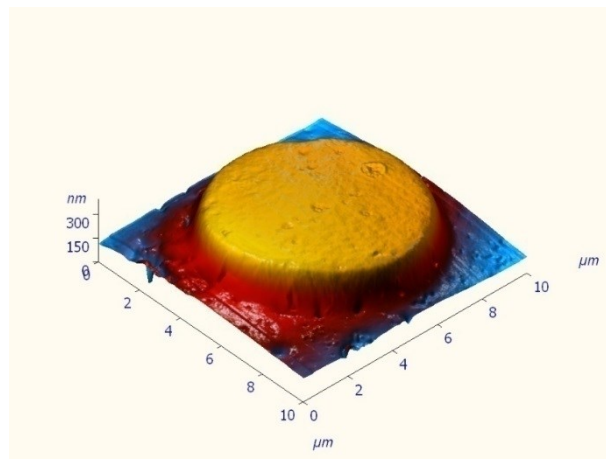


Рисунок. 2. Трехмерная гистограмма нормальных эритроцитов у практически здоровых людей (атомносиловая микроскопия, x 20000).

При сканировании эритроцитов больных АГ среднего возраста наблюдались следующие изменения - появлялись эритроциты с эффектом «спущенного мяча» (2,0±0,1% эритроцитов от общего числа сканированных клеток), что не наблюдалось у практически здоровых людей и свидетельствовало о нарушении эластичности мембран, повышалась сладжированность (7,1±0,2% клеток, $p < 0,05$ по сравнению с практически здоровыми людьми среднего возраста), увеличивалось вследствие нарушения стабильности плазмолемм количество клеток неправильной формы (до 6,1±0,3%,

$p < 0,05$ по сравнению с практически здоровыми людьми среднего возраста), при этом количество клеток-теней достоверно не отличалось ($p > 0,05$) от их содержания в крови здоровых людей и составило $3,7 \pm 0,3\%$ от общего числа сканированных эритроцитов.

При сканировании крови у людей пожилого возраста, страдающих АГ, были получены следующие данные - появлялись эритроциты с эффектом «спущенного мяча» ($2,2 \pm 0,2\%$ эритроцитов от общего числа сканированных клеток), что не наблюдалось у практически здоровых людей, повышалась сладжированность ($9,9 \pm 0,3\%$ клеток, $p < 0,05$ по сравнению с практически здоровыми людьми пожилого возраста и $p < 0,05$ по сравнению с людьми среднего возраста, страдающими АГ), увеличивалось вследствие нарушения стабильности плазмолемм количество клеток неправильной формы (до $6,2 \pm 0,4\%$, $p < 0,05$ по сравнению с практически здоровыми людьми пожилого возраста), при этом количество клеток-теней достоверно не отличалось ($p > 0,05$) от их содержания в крови здоровых людей и составило $3,8 \pm 0,2\%$ от общего числа сканированных эритроцитов. В целом, при АГ у людей пожилого возраста отмечалась более высокая степень сладжирования эритроцитов по сравнению с людьми среднего возраста.

В то же время, при сканировании эритроцитов больных АГ в сочетании с ИБС наблюдались более выраженные изменения.

У людей среднего возраста, страдающих АГ и ИБС, наблюдались следующие изменения: количество эритроцитов с эффектом «спущенного мяча» возрастало до $5,1 \pm 0,1\%$ от общего числа сканированных эритроцитов, повышалась сладжированность – $11,1 \pm 0,2\%$, количество неправильных форм эритроцитов также возрастало – $9,1 \pm 0,1\%$, увеличивалось количество клеток-теней до $5,2 \pm 0,2\%$ (для всех показателей $p < 0,05$ по сравнению с пациентами среднего возраста, страдающими АГ).

У людей пожилого возраста, страдающих АГ и ИБС, изменения были еще более выраженными. Наблюдались следующие изменения: количество эритроцитов с эффектом «спущенного мяча» возрастало до $5,1 \pm 0,1\%$ от общего числа сканированных эритроцитов, повышалась сладжированность – $15,1 \pm 0,2\%$, количество неправильных форм эритроцитов также возрастало – $12,2 \pm 0,1\%$, увеличивалось количество клеток-теней до $5,2 \pm 0,2\%$ (для всех показателей $p < 0,05$ по сравнению с пациентами пожилого возраста, страдающими АГ). При этом количество неправильных форм эритроцитов и степень сладжированности были достоверно выше ($p < 0,05$), чем у людей среднего возраста с сочетанием АГ и ИБС (рисунок 3, 4).

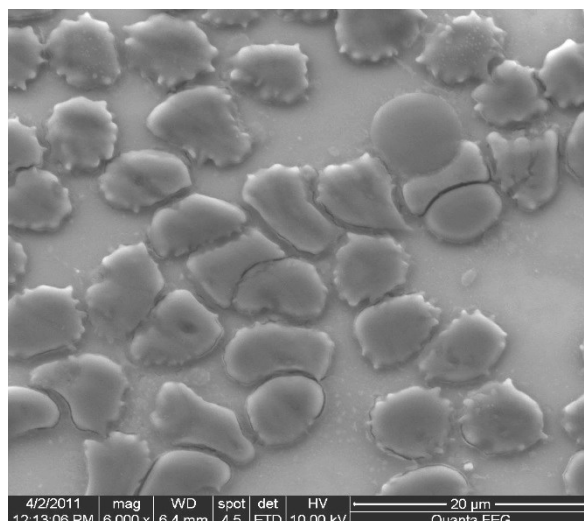


Рисунок. 3. Эритроциты у пожилых больных с артериальной гипертензией и ишемической болезнью сердца (изменение формы клеток, сладжированность клеток, наличие эритроцитов с эффектом спущенного мяча, клеток-теней) (x 6000).

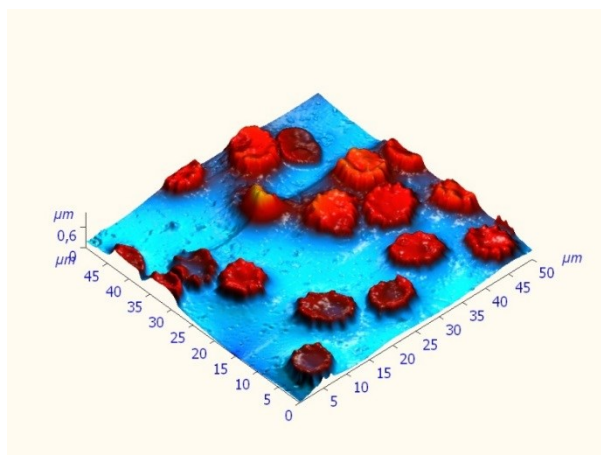


Рисунок. 4. Трехмерная гистограмма эритроцитов у пожилых больных с артериальной гипертензией и ишемической болезнью сердца (атомно-силовая микроскопия, x 5000).

Изучение образцов крови, полученных от больных АГ в сочетании с ИБС и СД 2 типа показало следующее. У людей среднего возраста, страдающих АГ, ИБС и СД 2 типа, наблюдались изменения, схожие с группой больных, страдающих АГ и ИБС. Количество эритроцитов с эффектом «спущенного мяча» составило $5,2 \pm 0,2\%$ от общего числа сканированных эритроцитов, сладжированность – $12,0 \pm 0,2\%$, количество неправильных форм эритроцитов – $9,0 \pm 0,1\%$, количество клеток-теней - $5,2 \pm 0,3\%$ (для

всех показателей $p < 0,05$ по сравнению с пациентами среднего возраста, страдающими АГ и $p > 0,05$ по сравнению с пациентами среднего возраста, страдающими АГ и ИБС). Вместе с тем, обращал на себя внимание факт наличия пойкилоцитоза. При этом пойкилоцитоз проявлялся преимущественно в наличии макроцитов (до 8,72 мкм) на фоне среднего размера клеток $7,01 \pm 0,05$ мкм, меньшего такового у практически здоровых людей среднего возраста. ($7,50 \pm 0,05$ мкм).

У людей пожилого возраста, страдающих АГ, ИБС и СД 2 типа, наблюдались следующие изменения: количество эритроцитов с эффектом «спущенного мяча» составило $5,2 \pm 0,1\%$ от общего числа сканированных эритроцитов, сладжированность – $15,2 \pm 0,2\%$, количество неправильных форм эритроцитов – $12,4 \pm 0,2\%$, количество клеток-теней – $5,4 \pm 0,4\%$ (для всех показателей $p < 0,05$ по сравнению с пациентами пожилого возраста, страдающими АГ и $p > 0,05$ по сравнению с пациентами среднего возраста, страдающими АГ и ИБС). При этом количество неправильных форм эритроцитов и степень сладжированности была достоверно выше ($p < 0,05$), чем у людей среднего возраста с сочетанием АГ, ИБС и СД 2 типа (рисунок 3, 4). При этом также обращал на себя внимание факт наличия пойкилоцитоза, проявляющегося преимущественно в наличии макроцитов (до 8,71 мкм) на фоне среднего размера клеток $7,00 \pm 0,06$ мкм, меньшего такового у практически здоровых людей пожилого возраста ($7,51 \pm 0,07$ мкм). Также у людей как среднего, так и пожилого возраста отмечалось наличие эритроцитов с одиночными выростами (рисунок 5, 6, 7).

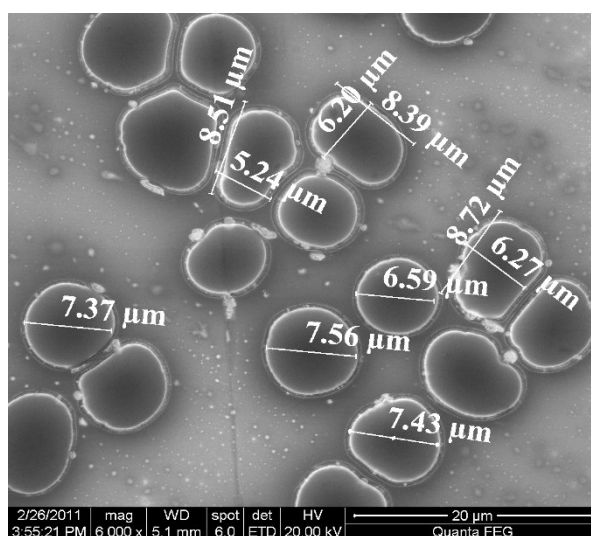


Рисунок. 5. Эритроциты у больных с артериальной гипертензией, ишемической болезнью сердца и сахарным диабетом 2 типа (пойкилоцитоз, макроцитоз) (x 6000).

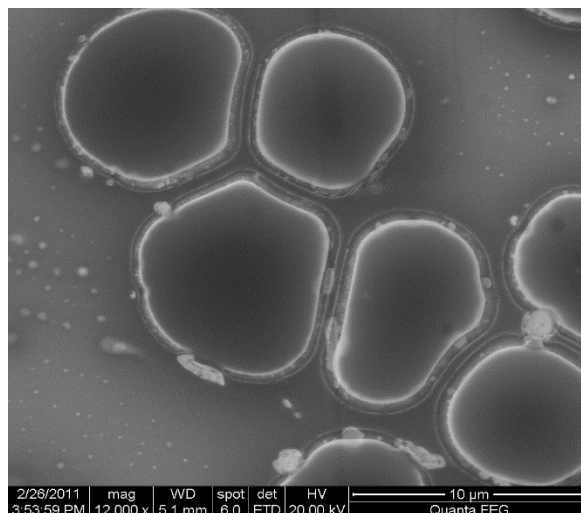


Рисунок. 6. Эритроциты у пожилых больных с артериальной гипертензией, ишемической болезнью сердца и сахарным диабетом 2 типа (неправильная форма клеток, наличие одиночных выростов) (x 12000).

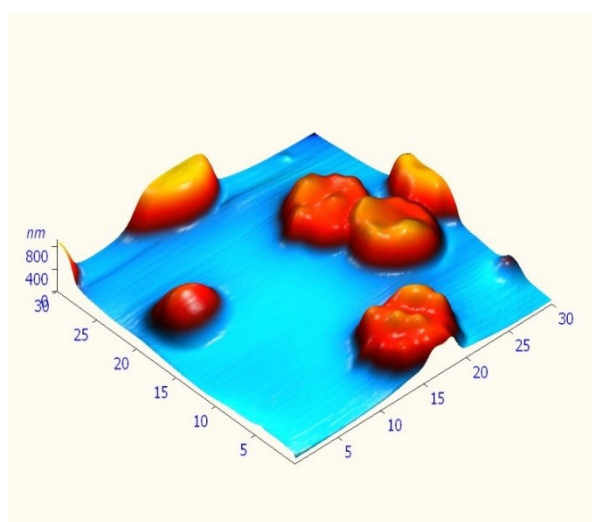


Рисунок. 7. Трехмерная гистограмма эритроцитов у пожилых больных с артериальной гипертензией, ишемической болезнью сердца и сахарным диабетом 2 типа (атомно-силовая микроскопия, x 10000).

В таблицах 1 и 2 представлены данные о микроэлементном составе эритроцитов у людей разного возраста с возраст-ассоциированной патологией. Как видно из представленных данных, у людей среднего возраста прослеживалась достоверная

закономерность в отношении содержания углерода и хлора: с нарастанием тяжести полиморбидности достоверно ($p < 0,05$) увеличивалось пропорциональное содержание углерода в эритроцитах и достоверно ($p < 0,05$) уменьшалось пропорциональное содержание хлора.

Таблица 1

Микроэлементный состав эритроцитов у людей среднего возраста с возраст-ассоциированной патологией

Элемент	Пропорциональное содержание атомов микроэлемента (в % от общего числа содержания атомов в эритроците)			
	здоровые	АГ	АГ+ИБС	АГ+ИБС+СД
С (углерод)	45,90±0,11	45,75±0,03	49,64±0,09 ^{*,**}	58,06±0,16 ^{*,**, #}
N (азот)	22,40±0,56	19,52±3,28	21,83±0,12	20,42±2,44
O (кислород)	17,25±0,02	16,48±0,26	12,96±0,04 ^{*,**}	15,27±0,16
Na (натрий)	3,14±0,04	4,97±0,02 [*]	2,81±0,03 ^{*,**}	1,60±0,04 ^{*,**, #}
S (сера)	0,87±0,05	1,18±0,03 [*]	1,41±0,03 [*]	0,32±0,02 ^{*,**, #}
Cl (хлор)	5,55±1,00	8,66±0,08 [*]	5,97±0,21	0,69±0,01 ^{*,**, #}
K (калий)	2,90±0,04	1,93±0,06 [*]	3,85±0,12 ^{*,**}	1,63±0,07 ^{*, #}
Прочие	2,00±0,32	1,52±0,45	2,04±0,08	1,99±0,07
Всего	100	100	100	100

* $p < 0,05$ по сравнению с практически здоровыми людьми

** $p < 0,05$ по сравнению с пациентами с артериальной гипертензией

$p < 0,05$ по сравнению с пациентами с артериальной гипертензией и ишемической болезнью сердца

Таблица 2

Микроэлементный состав эритроцитов у людей пожилого возраста с
 возрастассоциированной патологией

Элемент	Пропорциональное содержание атомов микроэлемента (в % от общего числа содержания атомов в эритроците)			
	Здоровые	АГ	АГ+ИБС	АГ+ИБС+СД
С (углерод)	46,88±0,10	46,64±0,12	51,43±0,08 ^{*,**}	62,11±0,25 ^{*,**,#,O}
N (азот)	21,42±0,48	18,50±2,98	19,66±1,56	20,23±3,12
O (кислород)	17,37±0,03	15,23±0,25	10,04±0,03 ^{*,**,O}	10,37±0,08 ^{*,**,O}
Na (натрий)	3,11±0,02	5,85±0,04 [*]	2,69±0,02 ^{*,**}	1,56±0,05 ^{*,**,#}
S (серы)	0,79±0,07	1,23±0,02 [*]	1,38±0,02 [*]	0,37±0,03 ^{*,**,#}
Cl (хлор)	5,33±1,01	7,44±0,07 [*]	5,76±0,20	0,65±0,02 ^{*,**,#}
K (калий)	2,88±0,03	1,87±0,05 [*]	3,67±0,06 ^{*,**}	1,69±0,05 ^{*,#}
Прочие	2,11±0,44	2,32±0,20	3,00±0,04	2,44±0,29
Всего	100	100	100	100

* p<0,05 по сравнению с практически здоровыми людьми

** p<0,05 по сравнению с пациентами с артериальной гипертензией

p<0,05 по сравнению с пациентами с артериальной гипертензией и ишемической болезнью сердца

^Op<0,05 по сравнению с пациентами среднего возраста.

В отношении содержания натрия, серы и калия были отмечены разнонаправленные достоверные (p<0,05) сдвиги, не связанные с увеличением степени полиморбидности. В отношении пропорционального содержания других микроэлементов в эритроцитах достоверных изменений получено не было.

У людей пожилого возраста изменения были достоверно еще более выраженными. Помимо изменений, сходных с изменениями у людей среднего возраста, был обнаружен достоверный отрицательный тренд в содержании кислорода: при нарастании степени полиморбидности пропорциональное содержание кислорода достоверно (p<0,05) уменьшалось. Кроме того, достоверно увеличивалось содержание

пропорционального содержание углерода по сравнению с аналогичной патологией у людей среднего возраста ($p < 0,05$).

Полученные данные свидетельствовали об усугублении патологических процессов с нарастанием степени полиморбидности, напряженности саногенетических механизмов и о большей подверженности лиц пожилого возраста патологическим процессам, влияющим на кислородный и углеродный обмен.

Обсуждение. При изучении эритроцитов с помощью сканирующей микроскопии было показано, что в зависимости от наличия/отсутствия заболеваний, составляющих метаболический синдром, происходило нарастание морфофункциональных изменений эритроцитов. Все эти изменения можно разделить на 5 групп: 1) изменение формы клеток (появление неправильных форм эритроцитов, эритроцитов с одиночными выростами); 2) изменение размера клеток (пойкилоцитоз с преобладанием макроцитоза на фоне уменьшенного среднего размера клеток); 3) нарушение связей между клетками (повышение степени сладжированности); 4) нарушение эластичности мембран клеток (появление эритроцитов с эффектом «спущенного мяча»); 5) повышенная деструкция клеток (увеличение количества клеток-теней). Также были отмечены разнообразные изменения в пропорциональном содержании микроэлементов в эритроцитах.

У больных пожилого возраста обнаружена большая степень выраженности изменений в морфофункциональных и молекулярных характеристиках эритроцитов при изученной патологии в количественном измерении, что позволяет считать пожилой возраст дополнительным фактором риска поражения эритроцитов при заболеваниях, составляющих метаболический синдром.

Выводы.

1. При заболеваниях, составляющих метаболический синдром, наблюдаются изменения морфофункциональных свойств эритроцитов, основными из которых являются следующие: увеличение количества неправильных форм эритроцитов до 9,0% клеток от общего числа эритроцитов в кровеносном русле, количества эритроцитов с эффектом «спущенного мяча» - до 5,2%, количества клеток-теней – до 5,2%, количества эритроцитов, вовлеченных в процессы сладжирования – до 12,0%, при этом пожилой возраст является дополнительным фактором по усугублению процессов сладжированности эритроцитов.

2. В процессе формирования полиморбидности у людей среднего возраста с заболеваниями, составляющими метаболический синдром, происходит прогрессивное

нарастание уровня пропорционального содержания углерода в эритроцитах крови от 45,9% от общего атомарного состава эритроцитов у клинически здоровых лиц до 50,6% при артериальной гипертензии и ишемической болезни сердца и 60,1% при присоединении к ним сахарного диабета 2 типа. При этом возраст пациентов является дополнительным фактором в срыве саногенетических возможностей удержания нормального уровня пропорционального содержания кислорода и углерода, в результате чего происходит достоверное снижение последнего показателя по кислороду с 17,3% до 13,3% и достоверное увеличение по углероду с 45,2% до 60,2% на фоне нарастающего дисбаланса в содержании натрия, хлора, калия и серы.

3. Эритроциты можно рассматривать как геротропные клетки-мишени при заболеваниях, составляющих метаболический синдром, а их изменения связаны как с морфологическими и морфофункциональными нарушениями (повышение сладжированности, нарушения формы, деструкция клеток и др.), так и с нарушениями микроэлементного состава.

Список литературы.

1. Аметов А.С. Сахарный диабет 2 типа. Учебное пособие. – М., 2003. – С. 7–62.
2. Жуков Ю.И. Морфологические изменения эритроцитов при подагре / Жуков Ю.И., Семкин В.И., Цурко В.В., Виноградова Е.В. // Клиническая геронтология. – 2006. – №2. – С. 19 – 22.
3. Сунцов Ю.И., Дедов И.И., Кудрякова С.В. Государственный регистр сахарного диабета: эпидемиологическая характеристика инсулиннезависимого сахарного диабета // Сахарный диабет. – 2002. – № 1. – С. 41–43.
4. Disher D.E. Molecular maps of red cell- deformation: hidden elasticity and in situ connectivity / Disher D.E., Mohandas N., Evans E.A. [et al.] // Science. – 1994. – Vol. 266, № 5187. – P. 1032 – 1035.
5. Iida K. Membrane vesiculation protects erythrocytes from destruction by complement / Iida K., Whitlow M.B., Nussenweig V. // J. Immunol. – 1991. – Vol. 147, № 8. – P. 2638-2642.
6. Prashchayeu K. The possibilities of investigation of morphofunctional properties of erythrocytes in the estimation of effectiveness of fixed combination in patient with metabolic syndrome/ Prashchayeu K., Pavlova T., Pozdnyakova N., Bashuk V., Ilnitski A.

// The 4th International Conference on Fixed Combination in the Treatment of Hypertension, Dyslipidemia and Diabetes. (Paris, December 1-4, 2011). - Paris. – P. 127.

References.

1. Ametov A.S. *Diabetes mellitus type 2*. Moscow, 2003, pp. 7-62.
2. Zhukov Y.I., Semkin V.I., Tsurko V.V., Vinogradova E.V. *Clinical Gerontology*. 2006, no. 2, pp. 19-22.
3. Suntcov Y.I, Santa I.I, Kudriakov S.V. *Diabetes*. 2002, no. 1, pp.41-43.
4. Disher D.E., Mohandas N., Evans E.A. et al. *Science*. 1994, Vol. 266, no. 5187, pp. 1032 - 1035.
5. Iida K., Whitlow M.B., Nussenweig V. *J. Immunol*. 1991, Vol. 147, no. 8, pp. 2638 - 2642.
6. Prashchayeu K. The possibilities of investigation of morphofunctional properties of erythrocytes in the estimation of effectiveness of fixed combination in patient with metabolic syndrome Prashchayeu K., Pavlova T., Pozdnyakova N., Bashuk V., Ilnitski A. *The 4th International Conference on Fixed Combination in the Treatment of Hypertension, Dyslipidemia and Diabetes*. Paris, 2011, P. 127.