

УДК 612.111-076-056.22

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЭРИТРОЦИТОВ В ГРУППЕ ПРАКТИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ****<sup>1</sup>Башук В.В., <sup>1</sup>Павлова Т.В., <sup>2</sup>Процаев К.И., <sup>1</sup>Чаплыгина М.А.,  
<sup>3</sup>Селиванова А.В., <sup>3</sup>Сырцева И.С.**<sup>1</sup>*ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, e-mail: marina.chaplygina.88@mail.ru;*<sup>2</sup>*АНО «Научно-исследовательский медицинский центр «Геронтология», Москва;*<sup>3</sup>*ОГБУЗ «Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа», Белгород, e-mail: okb@bel.ru*

В статье представлены результаты исследования эритроцитов у практически здоровых людей, которое проводилось среди групп людей среднего и пожилого возраста. Исследование проводилось с помощью растровой электронной и зондовой сканирующей микроскопии. В ходе работы были получены данные об особенностях формы, размера, количества и поверхности эритроцитов у практически здоровых людей. Кроме того, были определены различия, которые наблюдались в разных возрастных группах. При этом качественные и количественные характеристики эритроцитов в группе лиц пожилого возраста имеют ряд особенностей в силу наличия инволютивных изменений и явления полиморбидности. Так, при соматических заболеваниях, ассоциированных с процессами преждевременного старения, наблюдаются изменения морфофункциональных свойств эритроцитов, которые потенциально можно рассматривать как критерий преждевременного старения.

**Ключевые слова:** эритроциты, растровая электронная микроскопия**MORPHOLOGICAL AND MORPHOFUNCTIONAL RED BLOOD CELLS COMPRISING THE GROUP OF HEALTHY SUBJECTS****<sup>1</sup>Bashuk V.V., <sup>1</sup>Pavlova T.V., <sup>2</sup>Praschayev K.I., <sup>1</sup>Chaplygina M.A.,  
<sup>3</sup>Selivanova A.V., <sup>3</sup>Syrceva I.S.**<sup>1</sup>*Belgorod state national research university, Belgorod, e-mail: marina.chaplygina.88@mail.ru;*<sup>2</sup>*NCO «Research medical center «Gerontologiya», Moscow;*<sup>3</sup>*Belgorod Regional Hospital St. Ioasafa, Belgorod, e-mail: okb@bel.ru*

The paper presents the results of a study of red blood cells in healthy subjects, which was conducted among groups of middle-aged and elderly. Research carried out by scanning electron and scanning probe microscopy. During the work, data were obtained about the features of shape, size, number and surface of red blood cells in healthy subjects. In addition, the identified differences were observed in the different age groups. In this case, the qualitative and quantitative characteristics of red blood cells in the group of elderly patients have a number of features due to the presence of involutive changes and phenomena polymorbidity. Thus, in somatic diseases associated with the processes of premature aging, there are changes of morphological and functional properties of red blood cells, which potentially can be considered as a measure of premature aging.

**Keywords:** red blood cells, scanning electron microscopy

Предупреждение преждевременного старения человека и продление активного долголетия – основная задача геронтологии как важная медицинская, медико-биологическая и медико-социальная проблема. На сегодняшний день существует твердое убеждение в том, что характеристики крови достоверно отражают процессы, происходящие в организме [1, 3].

Поиски критериев процессов преждевременного старения сердечно-сосудистой системы обусловлены устойчивой мировой тенденцией к увеличению доли лиц старшего трудоспособного возраста и особенностями демографической ситуации в РФ [2, 5].

Поиск новых методов и критериев оценки изменений сердечно-сосудистой системы, таких как биологический возраст, является актуальной задачей, позволяющей с иной точки зрения взглянуть на проблему

сердечно-сосудистых заболеваний как на главный, но не единственный компонент полиморбидности [2, 3]. В современных исследованиях система кровообращения зачастую рассматривается в отрыве от системы крови, несмотря на их функциональную общность. На сегодняшний день существует твердое убеждение в том, что характеристики крови достоверно отражают процессы, происходящие в организме [1, 4]. Классификация или диагностирование того или иного заболевания по морфологическому состоянию или процентному содержанию эритроцитов той или иной формы представляет собой важную прикладную научную проблему [1, 2]. Поэтому параметры, отражающие характеристики крови, могут также выступать в качестве интегрального критерия преждевременного старения. Одной из активно тестируемых

клеточных систем в современной науке являются эритроциты. Доказано, что красные кровяные клетки вовлечены во многие патологические процессы. По мере старения пластичность эритроцитов уменьшается. Пластичность понижена также у эритроцитов с измененной формой, что встречается при врожденной патологии. Такие эритроциты в большей степени подвержены разрушению. Понижение пластичности мембраны является причиной разрушения старых и неполноценных эритроцитов в селезенке, печени и костном мозге [2, 3].

Действительно, исследованиям в области возможного использования характеристик крови при оценке биологического возраста уделялось определенное внимание, однако те критерии, которые разработаны к сегодняшнему дню, в практической деятельности не всегда применимы и отражают в основном только количественные характеристики.

**Цель исследования** – дать клинико-патогенетическое обоснование состояния эритроцитов как одного из критериев преждевременного старения.

#### **Материал и методы исследования**

В рамках проводимой работы было обследовано 36 пациентов, которые составляли 2 группы. 1 группа – практически здоровые люди среднего возраста (возраст от 40 до 49 лет, средний возраст  $44,1 \pm 2,2$  года); 2 группа – практически здоровые люди пожилого возраста (возраст от 60 до 69 лет, средний возраст  $64,4 \pm 2,3$  года). Для растровой электронной микроскопии изучаемые эритроциты промывали при  $37^\circ$  в изотоническом растворе натрия хлорида (NaCl 0,9%). Приготовленные образцы крови просматривали в растровом электронном микроскопе «FEI Quanta 200 3D» (Голландия), зондовую сканирующую микроскопию проводили на сканирующем зондовом микроскопе Niega-Aura (Компания НТ-МДТ, г. Зеленоград, Россия).

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

При анализе результатов проведения зондовой и электронной микроскопии эритроцитов оказалось, что у практически здоровых людей среднего возраста в абсолютном большинстве случаев ( $97,5 \pm 0,3\%$ ) были получены сканы клеток правильной округлой формы. При оценке структурно-функциональной характеристики эритроцитов показано, что это преимущественно дискоциты без выростов ( $22,0 \pm 0,1\%$ ), дискоциты с одним выростом ( $2,0 \pm 0,3\%$ ), реже дискоциты с гребнем ( $2,0 \pm 0,2\%$ ), дискоциты с множественными выростами ( $70,5 \pm 0,3\%$ ) и отдельные эритроциты в виде тутовой ягоды ( $1,0 \pm 0,1\%$ ). Пер-

вые пять классов эритроцитов обратимо деформированные, так как они способны спонтанно восстанавливать форму. И лишь отдельные клетки наблюдаются в виде сфероцитов с гладкой поверхностью, сфероцитов с шипиками на поверхности, эритроциты в виде «спущенного» мяча. Они относятся к группе необратимо деформированных или предгемолитических.

Размеры клеток составляли в среднем  $6,12 \pm 0,30 \mu\text{m}$ . При этом они были преимущественно в форме правильного овала. У эритроцитов с выростами на поверхности их величина составляла  $672,45 \pm 50,30 \text{ nm}$ . С помощью этих отростков клетки взаимодействовали друг с другом (рис. 1).

При изучении поверхности эритроцитов с помощью зондовой микроскопии видно, что на их поверхности наблюдались поры, образующие четкий однотипный рисунок размерами порядка  $0,61 \pm 0,15 \mu\text{m}$  с рельефными выступами внутри.

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) (рис. 2). При этом достоверных отличий по сравнению с параметрами эритроцитов у людей среднего возраста выявлено не было ( $p > 0,05$ ).

При оценке структурно-функциональной характеристики мембран эритроцитов показано, что возрастало, по сравнению с группой среднего возраста, содержание дискоцитов без выростов по сравнению с дискоцитами с множественными выростами и отдельных эритроцитов в виде тутовой ягоды. Увеличивалось также содержание клеток в виде сфероцитов с гладкой поверхностью, сфероцитов с шипиками на поверхности. В полях зрения встречались эритроциты с явлениями сладжа ( $2,0 \pm 0,2\%$ ) и клетки-тени ( $3,5 \pm 0,3\%$  клеток). Поры хорошо выражены, но различной формы.

Таким образом, при соматических заболеваниях, ассоциированных с процессами преждевременного старения, наблюдаются изменения морфофункциональных свойств эритроцитов, основными из которых являются следующие: увеличение количества неправильных форм эритроцитов, количества эритроцитов с эффектом «спущенного мяча», количества клеток-тени, количества эритроцитов, вовлеченных в процессы сладжирования.

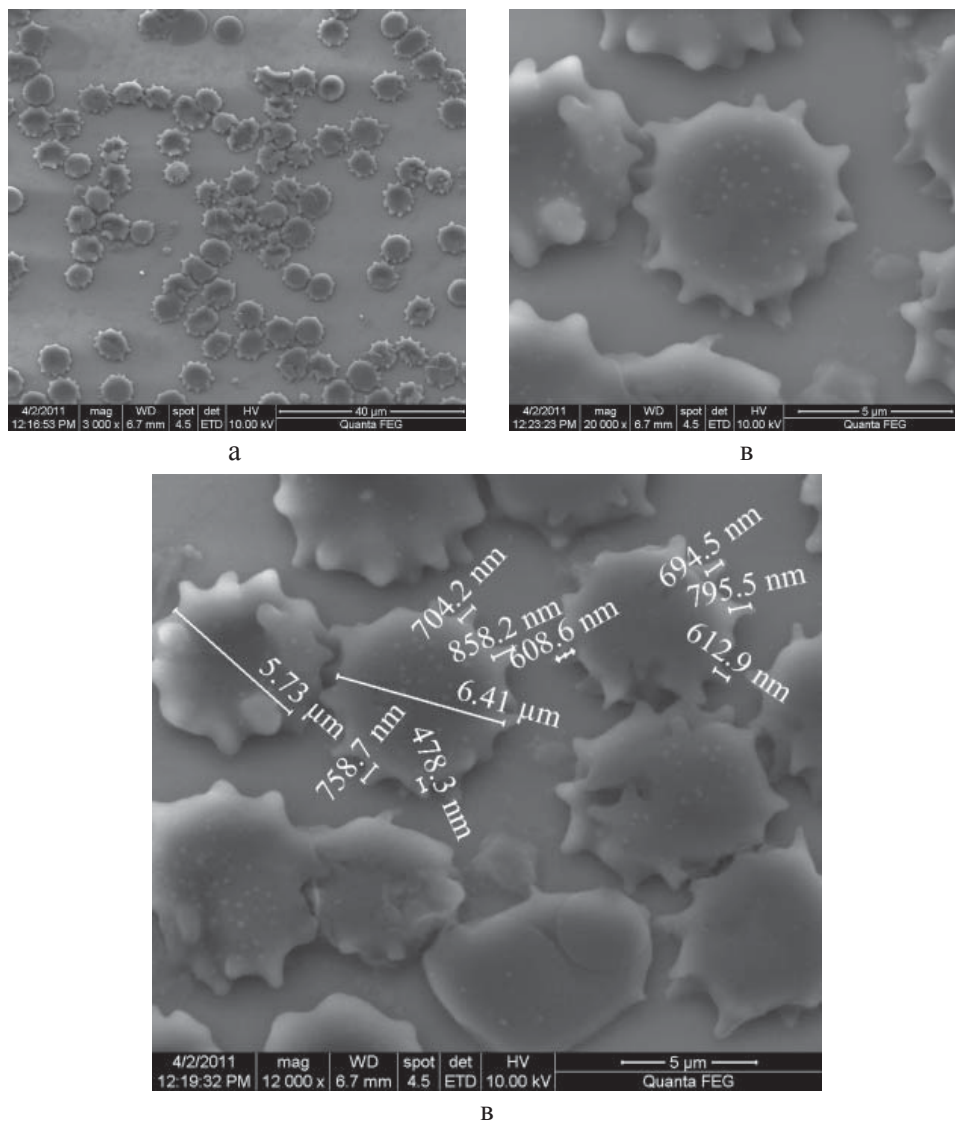


Рис. 1. Эритроциты крови человека у практически здоровых людей среднего возраста. Дискоциты без выростов, дискоциты с одним выростом, дискоциты с множественными выростами. РЭМ. а –  $\times 3000$ , б –  $\times 20000$ , в –  $\times 12000$

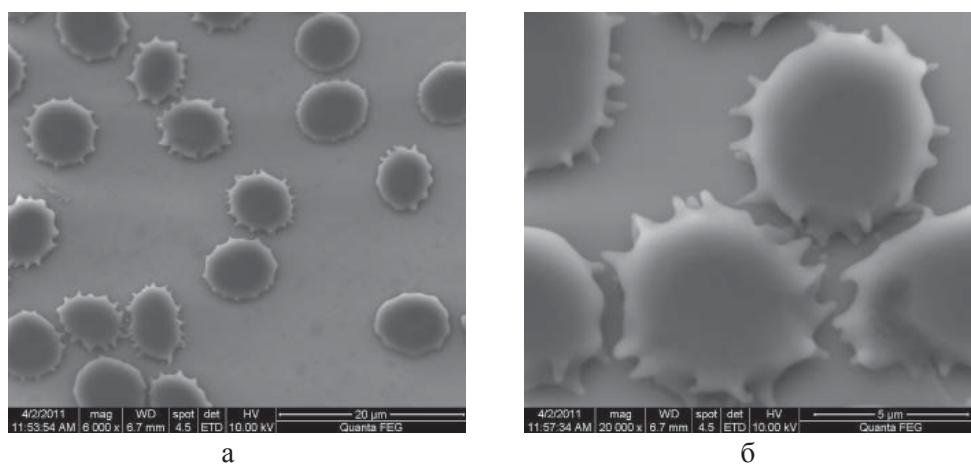


Рис. 2. Эритроциты крови человека у практически здоровых людей пожилого возраста. Дискоциты без выростов, дискоциты с одним выростом, дискоциты с множественными выростами. РЭМ. а –  $\times 6000$ , б –  $\times 12000$

Список литературы

1. Велибекова Д.С., Соловьев Д.К., Тростников Т.В. Интраокулярное исследование хориоретинального кровотока на модели тромбоза ветви ЦВС // Инновационная офтальмология BSOS-VIII: Сборник научных статей VIII Международной научной конференции Причерноморья. (Анапа, 2010 г.). – Анапа, 2010. – С. 178–179.
2. Павлова Т.В., Позднякова Н.М., Прошаев К.И. Изменения морфофункциональных свойств эритроцитов и содержания кислорода в них у пациентов с риском преждевременного старения // Донозоология 2011: тезисы 7-й Международной научной конференции. (Санкт-Петербург, 15-16 декабря, 2011г.). – СПб., 2011. – С. 446–448.
3. Павлова Т.В., Прошаев К.И., Позднякова Н.М. Кровь как потенциальный маркер биологического возраста человека: результаты пилотного проекта // Цитоморфометрия в медицине и биологии: фундаментальные и прикладные аспекты: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. (Москва, 2011 г.). – М., 2011. – С. 67–69.
4. Павлова Т.В. Исследование крови с помощью наноструктурных морфологических методов / Т.В. Павлова, К.И. Прошаев., С.А. Сумин, В.А. Петрухин, И.С. Сырцева, А.В. Селиванова, М.А. Чаплыгина // Научные ведомости Белгородского государственного университета. – 2012. – Т. 141, № 22. – С. 19–23.
5. Prashchayev K., Pavlova T., Pozdnyakova N., Ilnitski A. The possibilities of investigation of morphofunctional properties of erythrocytes in the estimation of effectiveness of fixed combination in patient with metabolic syndrome // The 4th International Conference on Fixed Combination in the Treatment of Hypertension, Dyslipidemia and Diabetes Mellitus. (Paris, 1–4 December, 2011). – Paris, 2011. – 42 p.

References

1. Velibekova D.S., Solov'ev D.K., Trostnikov T.V. *Intraokuljarno issledovanie horioretinal'nogo krovotoka na modeli trombozavetvi CVS* (Intraocular study chorioretinal blood flow model of thrombosis in branch of CV). Anapa, 2010, pp. 178–179.
2. Pavlova T.V., Pozdnyakova N.M., Proshhaev K.I. *Izmenenija morfofunkcional'nyh svojstv jericitocitov i sodержanija kisloroda v nih u pacientov s riskom prezhdevremennogo starenija* (Changes of morphological and functional properties of red blood cell and oxygen content in the min patients at risk of premature aging.). Saint Petersburg, 2011, pp. 446–448.
3. Pavlova T.V., Prashchayev K.I., Pozdnyakova N.M. *Krov' kak potentsial'nyj marker biologicheskogo vozrasta cheloveka: rezul'taty pilotnogo proekta* (Blood as a potential marker of biological age: results of a pilot project). Moscow, 2011, pp. 67–69.
4. Pavlova T.V., Prashchayev K.I., Sumin S.A., Petruhin V.A., Syrceva I.S., Selivanova A.V., Chaplygina M.A. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2012, Vol. 141, no. 22, pp. 19–23.
5. Prashchayev K., Pavlova T., Pozdnyakova N., Ilnitski A. *The possibilities of investigation of morphofunctional properties of erythrocytes in the estimation of effectiveness of fixed combination in patient with metabolic syndrome*. Paris, 2011, 42 p.

**Рецензенты:**

- Ильницкий А.Н., д.м.н., доцент, зам. директора, АНО «Научно-исследовательский медицинский центр «Геронтология», г. Москва;  
 Суворова К.Н., д.м.н., профессор-консультант Медицинского центра «Ваша клиника» ООО «БелМедИнвест», г. Москва.  
 Работа поступила в редакцию 06.03.2014.