

УДК 576.08

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ И АГРЕГАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ЭРИТРОЦИТОВ ЗДОРОВЫХ МУЖЧИН И ЖЕНЩИН

Тукин В.Н., Федорова М.З.

Белгородский государственный университет, Белгород, e-mail: fedorova@bsu.edu.ru

Возрастные изменения геометрических параметров эритроцитов крови здоровых мужчин проявляются в виде увеличения диаметра, площади поверхности и объема красных клеток крови. У женщин, по сравнению с мужчинами, установлены достоверно более высокие показатели площади поверхности и объема эритроцитов. С возрастом регистрируется повышение жесткости мембран эритроцитов, причем данные изменения более выражены у женщин.

Ключевые слова: эритроциты, агрегация эритроцитов, морфометрические параметры, жесткость мембран, атомно-силовая микроскопия

GEOMETRIC PROFILES AND AGGREGATION ABILITY OF ERYTHROCYTES TO HEALTHY MEN AND WOMEN

Tukin V.N., Fedorova M.Z.

Belgorod State University, Belgorod, e-mail fedorova@bsu.edu.ru

Age-related changes of geometrical parameters of red blood cells of healthy men manifest as an increase in the diameter, surface area and volume of red blood cells. In women, compared with men who are set significantly higher rates of surface area and volume of red blood cells. With age, recorded to increase the rigidity of erythrocyte membranes, and these changes were more pronounced in women.

Keywords: erythrocytes, erythrocyte aggregation, morphometric parameters, rigidity of membranes, atomic force microscopy

Раскрытие механизмов регуляции кровотока в микрососудах, в значительной степени зависит от микрореологических свойств клеток крови. Экспериментальными и клиническими исследованиями установлено, что изменение контактных и эластичных свойств клеток относится к числу универсальных составляющих адаптационных и компенсаторных реакций организма при дисфункциях различного генеза и степени выраженности [4, 6, 7, 8]. В современном мире особое значение отводится применению в качестве контроля за состоянием здоровья надежных тестов диагностики. Эффективность кровотока определяется реологическими свойствами крови, интегральным параметром которых является вязкость. Вязкость крови определяется такими основными факторами, как текучесть плазмы, концентрация эритроцитов (гематокрит), их деформируемость и агрегация [3].

Актуальность исследования определяется недостаточной решенностью одной из проблем физиологии и медицины – динамики возрастно-половых характеристик микрореологических свойств клеток крови [1, 5, 9].

Цель работы – изучение геометрических показателей, жесткости мембран и агрегационной способности эритроцитов крови мужчин и женщин различных возрастных групп. Задачи исследования:

- 1) изучить агрегационные свойства эритроцитов;
- 2) методами атомно-силовой микроскопии установить диаметр, показатели объема, площади поверхности эритроцитов крови;
- 3) определить показатели жесткости мембран эритроцитов;
- 4) оценить возрастную динамику изученных показателей.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования служила кровь 42 практически здоровых доноров Белгородской областной станции переливания крови. Мужчины и женщины были разделены на 2 возрастные группы. Среди мужчин – 1 группа ($n = 13$) – мужчины от 21 до 32 лет (взрослые), 2 группа ($n = 9$) – мужчины от 35 до 57 лет (зрелый возраст). Среди женщин – 1 группа ($n = 10$) – женщины от 20 до 31 года (взрослые), 2 группа ($n = 10$) – женщины от 35 до 59 лет (зрелый возраст).

Кровь для исследования получали из вены. В качестве антикоагулянта использовали гепарин в количестве 20 ед./мл. На атомно-силовом микроскопе ИНТЕГРА ВИТА (Россия, Зеленоград) проводили морфометрию эритроцитов, определяли средний объем и площадь поверхности с использованием программного обеспечения «Nova 1.0.26 Build 1397» (НТ МДТ). Сканировали нативные клетки в условиях, предотвращающих их высыхание, при комнатной температуре. АСМ-изображения клеток для всех серий пробоподготовки были получены в режиме полуконтактного сканирования. Показатели агрегации эритроцитов рассчитывали по методу И.Я. Ашкинази [2]. Отмывание взвеси эритроцитов проводили трижды в 0,85% растворе хлорида натрия в соотношении 9:1 в течение 10 минут. Эритроциты ресуспендировали в аутологичной плазме. Агрегатометрию проводили на световом микроскопе. Считали долю агрегатов от общего количества эритроцитов.

Результаты, полученные при проведении исследования, были обработаны методами вариационной статистики с использованием программы «Microsoft Excel». Степень достоверности межгрупповых различий определяли по критерию t Стьюдента, статистически достоверными считались результаты при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Геометрические показатели эритроцитов здоровых мужчин и женщин представлены в табл. 1 и 2. При сравнении морфометрических параметров установлено достоверное увеличение диаметра, площади поверхности и объема эритроцита у зрелых мужчин (группа 2) на 2,6,

5,6 и 2,9% соответственно. У женщин зрелой группы также выявлено достоверное увеличение диаметра, площади поверхности и объема эритроцита (на 3,1, 4,2 и 7,5% соответственно). Таким образом, с возрастом наблюдается рост геометрических показателей эритроцитов.

Таблица 1
Морфометрические показатели и жесткость мембран эритроцитов мужчин ($M \pm m$)

Показатель, единицы измерения		
	1 группа (n = 13)	2 группа (n = 9)
Диаметр эритроцита, мкм	7,31 ± 0,05	7,50 ± 0,05*
Площадь поверхности эритроцита мкм ²	130,77 ± 1,56	138,11 ± 1,43*
Объем эритроцита мкм ³	89,72 ± 0,99	92,31 ± 0,84*
Средняя жесткость мембраны, Pa	10,64 ± 0,71	11,07 ± 0,65

Примечание: * – достоверность различий между мужчинами разных возрастных групп по критерию Стьюдента ($p < 0,05$).

Между мужчинами и женщинами выявлены достоверные различия площади поверхности и объема эритроцита. Большие показатели характерны для женщин. Различия составили 7,3 и 3,6% соответственно у лиц первой группы и 5,8 и 8,3% – у лиц 2 группы. В численных значениях диаметр эритроцита также больше у женщин, но данные различия не достоверны.

Показатели жесткости мембран эритроцитов представлены в табл. 1 и 2. Достоверных различий между полученными значениями у мужчин и женщин не установлено, но по абсолютным значениям, полученным методом силовой спектроскопии выявлена тенденция повышения средней жесткости эритроцитов с возрастом (группа 2). Данные изменения более выражены у женщин.

Таблица 2
Морфометрические показатели и жесткость мембран эритроцитов женщин ($M \pm m$)

Показатель, единицы измерения		
	1 группа (n = 10)	2 группа (n = 10)
Диаметр эритроцита, мкм	7,39 ± 0,06	7,62 ± 0,06*
Площадь поверхности эритроцита мкм ²	140,30 ± 1,69#	146,18 ± 1,59*#
Объем эритроцита мкм ³	92,99 ± 0,97#	99,98 ± 0,99*#
Средняя жесткость мембраны, Pa	11,32 ± 0,77	12,15 ± 0,73

Примечание: * – достоверность различий между женщинами разных возрастных

групп по критерию Стьюдента ($p < 0,05$), # – достоверность различий по критерию Стьюдента между группами мужчин и женщин ($p < 0,05$).

По показателям агрегации достоверных различий в разновозрастных группах не выявлено. Агрегация эритроцитов у взрослых мужчин составила 67,6 ± 1,01%, у мужчин зрелого возраста – 67,2 ± 2,56%. Агрегация эритроцитов у взрослых женщин составила 66,8 ± 0,97%, у женщин зрелого возраста – 66,9 ± 1,52%. При отсутствии достоверных различий показатели агрегационной способности у мужчин как в группе 1, так и в группе 2 выше по сравнению с женщинами.

Заключение

По изученным показателям эритроцитов было выявлено достоверное увеличение диаметра, площади поверхности и объема эритроцита с возрастом. Между мужчинами и женщинами установлены достоверные различия в виде увеличения площади поверхности и объема красных клеток крови у женщин. На основании результатов силовой спектроскопии клеточных поверхностей эритроцитов установлено, что с возрастом наблюдается повышение жесткости мембран. Причем данные изменения более выражены у женщин. Как тенденцию можно рассматривать повышение агрегационной способности у мужчин по сравнению с женщинами.

Индивидуальный анализ данных каждого обследованного может стать основой профилактических мероприятий наиболее распространенных возрастозависимых патологий.

Список литературы

1. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. – М.: Медицина, 1990. – 382 с.
2. Ашкинази И.Я. Агрегация эритроцитов и тромбопластинообразование // Бюлл. экпер. биологии и медицины. – 1972. – № 7. – С. 28–31.
3. Морозова В.Т. Эритроциты: структура, функции, клинко-диагностическое значение / В.Т. Морозова, С.А. Луговская, М.Е. Почтарь // Клиническая лабораторная диагностика. – 2007. – №10. – С. 21–40.
4. Муравьев А.В., Чепоров С.В. Гемореология (экспериментальные и клинические аспекты реологии крови). – Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2009. – 178 с.
5. Саркисян Г.П. Иммунофенотипическая и функциональная характеристика лимфоцитов крови у больных апластической анемией на фоне иммуносупрессивной терапии / Г.П. Саркисян, И.А. Калинина, Т.И. Бульчева // Гематология и трансфузиология. – 2003. – № 3. – С. 23–26.
6. Сыроешкин А.В. Новый подход к исследованию патофизиологии клетки: изучение распределения клеток по размерам и форме как метод диагностики и мониторинга заболеваний / А.В. Сыроешкин, Т.В. Гребенникова, В.Н. Байкова // Клиническая лабораторная диагностика. – 2002. – №5. – С. 35–40.
7. Тихомирова И.А., Муравьев А.В., Борисов Д.В. Анализ влияния плазменных и клеточных факторов на агрегацию эритроцитов разных возрастных популяций // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 4. – С. 118–122.
8. Федорова М.З. Микрореологические свойства лейкоцитов при сосудистых дисфункциях разного генеза // Клиническая гемостазиология и гемореология в сердечно-сосудистой хирургии: Матер. III Всерос. науч. конф. – М., 2007. – С. 247–248.
9. Ярилин А.А. Гомеостатические процессы в иммунной системе. Контроль численности лимфоцитов // Иммунология. – 2004. – №5. – С. 312–318.