

4. Сафаров С. Ю., Тюнина Г. К., Гаджиев М. Э. Селезенка и защитная функция организма // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. — 1983. — Т.5. — С. 86-91.
5. Сапин М. Р., Буланова Г. В. Эллипсоиды селезенки (эллипсоидные макрофагально-лимфоидные муфты). // АГЭ. — 1988, Т.95, — № 12. — с. 5-13.
6. Сапин М. Р., Моталов В. Г. *Imune apparatus of the spleen it is function* // *J. Verhandlanger der Anatomischen Gesellschaft. — Munchen Jena. — 2002. — С. 130.*
7. Сапин М. Р., Самойлов М. В. Лимфоидные образования селезенки у мышей различного возраста // Архив АГЭ. — 1988. — т. 94, — Т 2. — С. 65-69.
8. Сапин М. Р., Этинген Л. Е. Иммунная система человека. — М.: Медицина- 1996. — 304 с.
9. Комахидзе Т. Н. К вопросу состояния структуры волокнистой соединительной ткани в пожилом, старческом возрасте и у долгожителей. // В кн.: *Современные вопросы геронтологии и гериатрии.* — Тбилиси, 1965. — С. — 85-89.
10. Комахидзе М. Е. Селезенка. — М.: Наука, 1971. — 254 с.
11. Мухамедиева Л. Н. Закономерности формирования и гигиеническое регламентирование многокомпонентного загрязнения воздушной среды пилотируемых орбитальных станций. /Автореф. дисс. докт. мед. наук. М., 2003. — 50 с.
12. Федоренко Б. С., Ершов А. В., Щербак Н. П. Морфологические и цитогенетические нарушения у крыс, находившихся в условиях повышенного радиационного фона на протяжении длительного времени. // *Авиакосмическая и экологическая медицина*, 2002. — Т№ 1. — С. 21-26.
13. Шафиркин А. В., Григорьев Ю. Г. Межпланетные и орбитальные космические полеты. Радиационный риск для космонавтов. Изд. Экономика, 640 с. 2009.
14. Ярмоненко С. П. Радиобиология человека и животных. — М., Высшая школа, 1988, 424 с.
15. Hur D. Y., Kim D. J., Kim S., Kim Y. L, Cho D., Lee D. S., Hwang Y., Bae K., Chang K. Y., Lee W. J. Role of follicular dendritic cells in the apoptosis of germinal center B cells // *Immunol. Lett.* — 2000. — Vol.72. — № 2. — P.107-111.
16. Preston R. J. Bystander effects, genomic instability, adaptive response, and cancer risk assessment for radiation and chemical exposures. // *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 2005. V. 207, № 2. P. 550-556.
17. Pissarenko NF. Radiation environment due to galactic and solar cosmic rays during manned mission to Mars in the periods between maximum and minimum solar activity cycles. // *Adv. Space Res.* — 1994. — V. 14, № 10, P.771-778.
18. Jecobcen G. B. Caporale L. H., Thorbecke G. L. Effect of thymus cell injection on germinal center formation in lymphoid tissue of nude / thymusless/ mice. // *Cell Immunol.* — 1974- V. 13, № 3. — P. 416-430.

Авторская справка:

Буклис Юлия Валерьевна - аспирант кафедры анатомии человека «I МГМУ им И.М. Сеченова»
 Чава Светлана Валерьевна - профессор кафедры анатомии человека I МГМУ им И. М. Сеченова
 Доктор медицинских наук, г.Москва, 8-926-230-01-10, 4092929@gmail.com

РАЗДЕЛ 3

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

СВЯЗЬ СПОСОБНОСТИ ЭРИТРОЦИТОВ К ДЕФОРМАЦИИ СО СТРУКТУРНЫМИ ПЕРЕСТРОЙКАМИ МЕМБРАН КРАСНЫХ КЛЕТОК КРОВИ У ЛИЦ РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП

Лысов Н. А.¹, Горис А. П.², Зарубина Е. Г.¹, Москвин С. В.³

COMMUNICATION ABILITY OF ERYTHROCYTES TO DEFORMATION OF THE STRUCTURAL REARRANGEMENTS OF THE MEMBRANES OF RED BLOOD CELLS IN PATIENTS OF DIFFERENT AGE GROUPS

Lysov N. A., Goris A. P., Zarubina E. G., Moskvina S. V.

¹НОУ ВПО Самарский медицинский институт «РЕАВИЗ» (ректор - профессор Н. А. Лысов), г. Самара; ²ООО «Медгард» (генеральный директор - профессор Н. А. Лысов), г. Самара; ³ФГУ «Государственный научный центр лазерной медицины ФМБА России» (директор - профессор, доктор медицинских наук А. В. Гейниц), г. Москва

Физиологические возрастные изменения мембран эритроцитов затрагивают, и липидную, и белковую компоненты мембраны эритроцитов. Выявленные нарушения приводят к изменению вязко-эластических свойств крови, что связано со снижением деформируемости эритроцитов, и нарушению эритроцитарного звена микроциркуляции

Ключевые слова: деформируемость эритроцитов, старение эритроцитов, реологические свойства

Physiological age-related changes of erythrocyte membranes affects, and lipid and protein components of erythrocyte membranes. Identified breaches lead to changes in visco-elastic properties of blood, which is associated with a decrease in erythrocyte deformability and erythrocyte level of microcirculation disturbance

Keywords: erythrocytes deformability, aging of erythrocytes, rheologic properties

Введение. Одним из важнейших свойств эритроцита является его способность к деформируемости. Главное значение для деформируемости эритроцитов имеют вязкостно-эластические свойства мембраны, которые определяются, прежде всего, состоянием спектрино-актинового комплекса и его взаимодействием с другими структурными элементами мембраны, в частности с липидным бислоем [1]. Деформируемость эритроцитов претерпевает значительные из-

менения с возрастом. В процессе старения эритроцитов происходит снижение функционального уровня реологических свойств красных клеток крови [2—3]. Это может быть связано с морфофункциональными изменениями в строении их мембран.

Цель исследования: Выявить основные изменения в состоянии и структуре липидной и белковой компонент мембран эритроцитов в разных возрастных группах, влияющих на деформируемость мембран эритроцитов.

Материал и методы исследования. Были обследованы практически здоровые люди (n=111) в возрасте от 20 до 59 лет, из них – 45 женщин и 66 мужчин. Для изучения возрастных особенностей эритроцитов все обследуемые люди были разбиты на четыре группы: I - от 20—29 лет; II - от 30-39 лет; III - от 40-49 лет; IV - от 50-59 лет. Эритроциты получали из крови обследуемых людей путем пункции локтевой вены.

Определения микровязкости мембран по флуоресценции зонда пирена проводили по методу Г. Е. Добрецова [4] при этом мономеры и эксимеры имели четко различимые спектры флуоресценции с максимумом соответственно 390 и 480 нм. Индекс микровязкости мембран определяли как отношение флуоресценции пирена при 480 и 390 нм. Осмотическую резистентность эритроцитов определяли с помощью модифицированным методом В. К. Петрова [5]. Использовали антибиотика амфотерицина Б (АМТБ), обладающий специфическим каналобразующим воздействием на липидную часть мембраны эритроцитов.

Для исследования белков мембраны эритроцитов их трижды отмывали 0,9 % раствором хлорида натрия, а затем гемолизировали. Отмывку теней проводили по методу I. Tannert [6]. Термообработку белкового препарата (в течение 5 минут) и электрофорез в присутствии додецил-

Таблица 1
Значение индекса микровязкости мембран эритроцитов у пациентов разных возрастных групп

Показатель	I группа, n=31	II группа, n=29	III группа, n=28	IV группа, n=23
Индекс микровязкости мембран эритроцитов	0,88 ± 0,02	0,84 ± 0,03*	0,62 ± 0,01*	0,52 ± 0,02*

Примечания: *p<0,001 по сравнению со следующей группой

сульфата натрия (ДДС-Na) проводили в ступенчатом градиенте плотности геля от 13,5 до 5 % в течение 5,5 часов. Гели окрашивали Кумасси G 250 бриллиантовым голубым, вымачивая в растворе красителя-фиксатора, содержащего 45 % метанола и 25 % уксусной кислоты в течение 12 часов, дифференцировали 10 % уксусной кислотой и денситометрировали. Количественную оценку содержания отдельных белковых фракций проводили методом взвешивания пиков.

Статистическая обработка данных проводили с помощью пакета программ Statistica for Windows 6.0. Достоверность различий средних величин оценивали при уровне значимости p<0,05.

Результаты исследования и их обсуждение. Сложность строения эритроцитов обуславливает зависимость их деформируемости от вязкости внутреннего содержимого и структурно-функционального состояния мембраны, причем, деформируемость клетки в большей степени связана с конформантными перестройками липидного бислоя. Об увеличении его вязкости в мембранах эритроцитов судили по изменению индекса микровязкости (табл. 1), определяемому с помощью липотропного зонда пирена.

Было зарегистрировано достоверное (p<0,001) уменьшение индекса микровязкости мембран эритроцитов, коррелирующее с воз-

растом пациентов в ряду I-II-III-IV группы. Обращает на себя внимание и тот факт, что статистически значимое снижение микровязкости липидов мембран эритроцитов происходит именно после 40 лет – на 35,5 %, после 50 лет это снижение не превышает 19,2 %.

В качестве дополнительного критерия состояния липидного бислоя учитывалась степень гипотонического гемолиза эритроцитов в присутствии антибиотика АМТБ, обладающего специфическим каналобразующим воздействием на липидную часть мембраны.

Установлено, что все три используемые концентрации (0,006 %; 0,008 %; 0,01 %) АМТБ вызывали достоверно (p<0,001) большую степень гемолиза в пробах эритроцитов у практически здоровых людей старших возрастных групп по сравнению с показателями пациентов I группы (табл.2).

Между чувствительностью эритроцитов обследованных групп к АМТБ и индексом микровязкости имеется отрицательная корреляционная связь (r=-0,94), то есть чем больше возрастает микровязкость их липидного бислоя, тем ниже их осмотическая резистентность. Это явление вполне закономерно, так как «жесткий» эритроцит менее эластичен и при проникновении в него жидкости из гипотонической среды (через образующие АМТБ «каналы») разрушается быстрее, чем обычный. Кроме того, как показал индекс микровязкости, у пациентов старших возрастных групп имеются изменения в структуре липидного бислоя (при старении изменяется липидный состав поверхностных мембран форменных элементов крови в пользу преобладания в мембране

холестерина [7]), которые приводят, по-видимому, к образованию в эритроцитах у пациентов старших возрастных групп большего количества «каналов», чем в клетках лиц из групп «контроля» (I, II-я группы).

Поскольку деформируемость клеток контролируется мембранным белком спектрином, то логично предположить, что за уменьшение коэффициента деформируемости ответственны изменения

Таблица 2
Осмотическая резистентность эритроцитов в присутствии АМТБ у пациентов разных групп

Группы наблюдения	Количество гемолизированных эритроцитов в присутствии разных концентраций АМТБ, %		
	0,006	0,008	0,01
I группа, n=31	13,5 ± 0,1	16,9 ± 0,2	21,9 ± 0,2
II группа, n=29	14,8 ± 0,2	24,3 ± 0,1	34,3 ± 0,2
III группа, n=28	28,4 ± 0,2	49,9 ± 0,3	76,3 ± 0,6
IV группа, n=23	38,9 ± 0,4*	62,2 ± 0,7*	97,4 ± 0,6*

Примечание: *p<0,001 по сравнению с I-ой группой

количественного содержания и (или) изменения структуры взаимосвязи спектрина в процессе жизнедеятельности клетки. Для подтверждения этого предположения нами были изучены характеристики белковой части мембран эритроцитов пациентов всех групп наблюдения.

Количественные изменения в белках эритроцитов у пациентов разных групп приведены в табл.3.

Как видно из этой таблицы относительное содержание высокомолекулярных скелетных белков спектринов (фракция 13) в первых двух группах статистически не отличается друг от друга. Спектрин является важным компонентом белковой сети (цитоскелета), поддерживающей структурную целостность и двояковогнутую форму эритроцитов. Именно цитоскелет, в основу которого входит спектрин, позволяет эритроцитам противостоять давлению на мембрану при прохождении через капилляры [8]. В то же время его избыток может привести к повышению ригидности клетки и нарушению деформируемости эритроцитов.

Повышение содержания на 16,9 % (p<0,05) по сравнению с пациентами II-ой группы отмечено у лиц старше 40 лет, у пациентов старше 50 лет по сравнению с лицами первой и второй групп это увеличение составляет уже 50,4 % (p<0,001). Поскольку значительный удельный рост спектрина в мембране клеток приходится на возраст старше 50 лет, невозможно связать резкое увеличение жесткости мембран у лиц старше 40 лет с его увеличением.

Согласно современной классификации, белки с молекулярным весом 35 кД (4 фракция) включают в себя глицеральдегид-3-фосфатдегидрогеназу, важнейший фермент энергетического обмена эритроцита, локализованный на внутренней стороне мембраны. Содержание белка этой полосы достоверно (p<0,001) снижается в мембранах эритроцитов в направлении от I к IV группе, что может приводить к нарушениям энергетического обмена эритроцитов.

У всех пациентов старших возрастных групп нами зарегистрировано также уменьшение содержания глутатион-S-трансферазы (фракция 1). Динамика количественного снижения фермента (в ряду I-II-III-IV групп) аналогична динамике снижения 4 фракции. Возможно, что снижение ее активности сопряжено с увеличением активности процессов перекисного окисления липидов и изменением качественного состояния липидов мембран эритроцитов. Косвенным подтверждением этого является изменение динамики перекисного гемолиза в присутствии амфотеррицина В.

Содержание полосы с молекулярным весом 43 кД (фракция 5), идентифицируемых как актин,

достоверно снижено (p<0,05) только у больных из IV группы.

Одновременное снижение содержания фактически всех белковых фракций с относительно низким молекулярным весом и локализованных на внутренней стороне мембраны эритроцитов отчасти может быть объяснено структурно-

Таблица 3
Содержание белков в мембранах эритроцитов

Группы наблюдения	Обозначения фракций белков	Содержание фракций белков в мембранах Э, %
I группа, n=31	1	4,26 ± 0,1
	2	2,75 ± 0,2
	3	2,89 ± 0,2
	4	4,36 ± 0,2
	5	8,45 ± 0,2
	6-10	17,98 ± 0,4
	11	8,76 ± 0,4
II группа, n=29	12	23,57 ± 0,6
	13	24,61 ± 0,5
	1	4,11 ± 0,3
	2	2,56 ± 0,2
	3	2,87 ± 0,1
	4	3,81 ± 0,2
	5	8,43 ± 0,3
III группа, n=28	6-10	17,52 ± 0,4
	11	8,65 ± 0,2
	12	24,54 ± 0,4
	13	25,35 ± 0,4
	1	2,32 ± 0,1*
	2	2,37 ± 0,2
	3	2,29 ± 0,2
IV группа, n=23	4	2,75 ± 0,5
	5	8,36 ± 0,6
	6-10	16,21 ± 0,5
	11	8,41 ± 0,4
	12	23,62 ± 0,2
	13	29,65 ± 0,8*
	1	1,32 ± 0,3*
2	2,17 ± 0,1	
3	2,18 ± 0,5	
4	2,37 ± 0,2*	
5	6,34 ± 0,6**	
6-10	16,11 ± 0,4	
11	8,23 ± 0,2	
12	23,58 ± 0,4	
13	38,13 ± 0,6**	

Примечание: *p<0,05, **p<0,001 по сравнению с группой контроля

функциональными изменениями мембран эритроцитов с возрастом. Представляется вероятным, что нарушение структурной организации мембран ведет к ослаблению связей ряда белков с мембраной и более интенсивному их протеолизу и вымыванию из последней.

Выводы. Таким образом, снижение функционального уровня реологических свойств клеток в процессе их старения выражается в увеличении вязкости мембран клеток, ослаблении их антиоксидантных свойств и энергообмена, снижении их осмотической стойкости на фоне увеличения в структуре мембран количества белков цитоскелета и нарушения белкового-липидных взаимодействий их мембран.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Байбеков И. М., Мавлян-Ходжиев Р. Ш., Эрстекис А. Г., Москвин С. В. Эритроциты в норме, патологии и при лазерных воздействиях. – М. – Тверь: «Издательство Триада», 2008. – 256 с
2. Муравьев А. В., Тихомирова И. А., Булаева С. В. и др. Изменение микрореологических свойств эритроцитов с возрастом: роль Ca²⁺ // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2007. – Т. 6, № 4 – С. 60-63.
3. Снегирева Л. В., Иванов В. П. Реологические свойства эритроцитов в их онтогенезе // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье» – 2007. – № 1 – 35 с.
4. Добрецов Г. Е. Флуоресцентные зонды в исследовании клеток, мембран и липопротеидов. – М.: «Издательство Наука», 1989. – 277 с.
5. Петров В. К. Взаимодействие некоторых вазоактивных веществ с фосфолипидными и эритроцитарными мембранами // Фармакол. токсикол. – 1985. – Т. 48, № 2. – С. 72 – 77.
6. Tannert T. C., Lux K. Spreading of red cell

bloodsuspensions on paper as a simple test of cell deformability // Acta biol. med. germ. – 1981. – V. 40. – P. 739-742.

7. Ганелина И. Е., Денисенко А. Д., Катюхин Л. Н. Липиды плазмы крови и реологические свойства эритроцитов у больных со стабильной стенокардией // Кардиология. – 2000. – Т. 40, № 8. – С. 62-63.

8. Ветчинникова О. Н., Плаксина Г. В., Горенков Р. В. Реологические и морфологические показатели крови в оценке тяжести течения и эффективности лечения бронхолегочных и сердечно-сосудистых заболеваний // Гематология и трансфузиология. – 2002. – № 5. – С. 29-33.

Авторская справка:

Лысов Николай Александрович - профессор, доктор медицинских наук, ректор НОУ ВПО СМи «Реавиз»

Россия, 443001, г. Самара, ул. Чапаевская, 227
Тел: (846)333-54-51

e-mail: mail@reaviz.ru

Зарубина Елена Григорьевна - профессор, доктор медицинских наук, зав. кафедрой медико-биологических дисциплин НОУ ВПО СМи «Реавиз»
e-mail: e-zarubina@yandex.ru

Горис Анна Пятрас - биолог клинико-диагностической лаборатории ООО «Медгард»
e-mail: gorisanna@mail.ru

Москвин Сергей Владимирович - доктор биологических наук, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ФГУ «Государственный научный центр лазерной медицины ФМБА России», профессор кафедры восстановительной медицины ГОУ «ИПК ФМБА России»

Россия, г. Москва
тел. (495) 765-2612

e-mail: 7652612@mail.ru

ВАРИАНТЫ СТРОЕНИЯ ДНА ВЕРХНЕЧЕЛЮСТНОЙ ПАЗУХИ ПО ДАННЫМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ С ФУНКЦИЕЙ 3D

НИГМАТУЛЛИН Р. Т., ШТЕРЕНБЕРГ Д. Г.

THE STRUCTURE VARIANTS OF MAXILLARY SINUS FLOOR ACCORDING TO THE COMPUTED TOMOGRAPHY WITH 3D

NIGMATULLIN R. T., SHTERENBERG D. G.

ФГУ «Всероссийский центр глазной и пластической хирургии» (генеральный директор - профессор Э.Р. Мулдашев) Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации (г. Уфа)

Проанализированы компьютерные томограммы верхней челюсти у лиц первого и второго периодов зрелого возраста. Выявлены варианты строения дна верхнечелюстной пазухи в двух возрастных группах, а также исследована плотность костной ткани альвеолярного отростка верхней челюсти.

Ключевые слова: компьютерная томография с функцией 3D, альвеолярный отросток верхней челюсти, верхнечелюстная пазуха.

We have analyzed maxilla computer tomograms of patients belonging to the first and second periods of adult age. Variants of maxillary sinus floor have been singled out in the given age groups and the density of bone tissue has been studied.

Key words: CT with 3D, alveolar process of maxilla, maxillary sinus.

Введение. В настоящее время существует широкий арсенал рентгенографических методов исследования альвеолярного отростка верхней челюсти и верхнечелюстной пазухи [1]. В последние годы широкое распространение получил метод рентгеновской компьютерной томографии (КТ), позволяющий оценить толщину, качество кости, расположение и особенности строения верхнечелюстных пазух [2]. При этом денальный компьютерный томограф позволяет в разы сократить время исследования (в среднем от 15 до 30 секунд), а лучевая нагрузка в 6—8 раз меньше, чем при обычной компьютерной томографии (400 мкЗв в среднем). Так, при обследовании на денальном томографе эффективная доза одного исследования составляет 30-42 мкЗв, а для детского возраста – 11 мкЗв [7]. При толщине среза 0,15-2 мм томограф позволяет: оценить высоту и толщину альвеолярного отростка верхней челюсти, изучить индивидуальные анатомические осо-

бенности верхнечелюстной пазухи, осуществлять моделирование поднятия её дна [3, 4].

Как видно денальная компьютерная томография на сегодня является одним из наиболее информативных и в то же время доступных методов, имеющихся в арсенале стоматолога, планирующего протезирование дефектов зубных рядов с опорой на имплантах. Однако остаются недостаточно освещенными варианты атрофии альвеолярного отростка верхней челюсти у лиц различных возрастных групп.

Материал и методы исследования. Проведено рентгенологическое исследование 200 пациентов первого (21-35 лет, n=100) и второго (36-55 лет, n=100) периодов зрелого возраста с применением денальной КТ. При этом в первой возрастной группе находилось 47 мужчин и 53 женщины, а во второй – 44 мужчины и 56 женщин.

Компьютерные томограммы предоставлены диагностическим центром «АРТЕ» (г. Санкт-Петербург). При этом использована база томограмм верхней челюсти, выполненных на рентгенологическом компьютерном томографе «Picasso Trio» с шагом 0,2 мм. Преимущественно отбирались томограммы лиц с отсутствием боковых зубов.

Результаты исследования и их обсуждение. На сегодня недостаточно изучены анатомические особенности верхней челюсти: вариантов строения дна верхнечелюстной пазухи, толщины и высоты альвеолярного отростка верхней челюсти, степени его атрофии. Безусловными факторами, определяющими значение этих параметров в проведенном исследовании, являются наличие или отсутствие боковых зубов верхней челюсти и атрофия костной ткани. Утрата зубов верхней челюсти приводит к сближению альвеолярного отростка с дном верхнечелюстной пазухи (до 1-2 мм). В некоторых случаях при значительной атрофии в дистальном отделе альвеолярного отростка возможно соединение зубной альвеолы с пазухой.

Анализ компьютерных томограмм показал, что не во всех случаях утраты боковых зубов на-