

П.В. Мокрушников, Л.П. Осипова, Т.В. Гольцова, А.А. Розуменко
МИКРОВАЗКОСТЬ МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ У ЖИТЕЛЕЙ ПОС. САМБУРГ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

УДК 577.35/.352:612.111

Изучены показатели относительной микровязкости мембран эритроцитов у двух групп жителей пос. Самбург Ямало-Ненецкого автономного округа: коренных (тундровых и лесных ненцев) и приехавших из средней полосы России. Выявлено достоверное повышение микровязкости в липид-липидной области взаимодействия у коренных жительниц в возрасте 46-55 лет ($p < 0,05$) по сравнению с приезжими. Повышенная микровязкость мембран может затруднить прохождение эритроцитов по микрокапиллярному руслу и привести к развитию северной гипоксии.

Ключевые слова: микровязкость мембран эритроцитов, коренные народы Севера, Ямало-Ненецкий автономный округ.

We studied the indices of relative microviscosity of the erythrocyte membranes in the two groups of inhabitants of the village Sumburgh Yamalo-Nenets Autonomous District: indigenous (tundra and forest Nenets) and non – indigenous arrived from central Russia. We revealed a significant increase in microviscosity of lipid-lipid interactions in the native women aged 46-55 years ($p < 0.05$) compared with the non – indigenous ones. Increased membrane microviscosity may obstruct erythrocytes passage through microcapillary channel and lead to the development of the northern hypoxia.

Keywords: microviscosity of erythrocyte membranes, the indigenous people of the North, the Yamalo-Nenets Autonomous District.

Введение. Климатические условия Севера способствуют изменению гомеостаза в человеческом организме, влияют на биохимические реакции, функционирование мембран клеток, реологические свойства крови. Изменение относительной микровязкости мембран эритроцитов может являться маркером метаболического состояния клеток. Из литературы известно, что с возрастом человека микровязкость мембран увеличивается, что связано с избытком холестерина [1], накоплением продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ), изменением состава фосфолипидного бислоя. При этом биомембраны становятся ригидными, пористыми, изменяется форма клетки [3]. Увеличение микровязкости мембран эритроцитов наблюдается и при сахарном диабете 1 и 2 типов [9], что связано с гликолизированием белков мембраны, а также с влиянием инсулина, который участвует в активации ПОЛ и способствует увеличению внутриклеточного уровня кальция [12].

Целью исследования было изучение изменения с возрастом микровязкости мембран эритроцитов у пришлого и коренного населения пос. Самбург

Ямало-Ненецкого автономного округа.

Материалы и методы исследования. Материал для исследования собирался во время экспедиций в Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО) сотрудниками лаборатории популяционной этногенетики ФИЦ ИЦиГ СО РАН в период 2012-2014 гг. под руководством к.б.н. Л.П. Осиповой. Взятие крови производилось по международным правилам с использованием «Информированного согласия» от добровольцев, практически здоровых на момент исследования. Всего обследовано 136 жителей пос. Самбург (67°0' с.ш., 78°25' в.д.) Пуровского района ЯНАО. Среди них 60 мужчин и 76 женщин, 98 представителей коренной национальности (тундровые и лесные ненцы), 38 – европейского населения поселка. Возраст обследованных от 25 до 65 лет.

Забор крови производился из локтевой вены натощак после 10-12-часового периода ночного голодания. Тени эритроцитов получены после гемолиза в гипотоническом фосфатном буфере (рН 7,35), содержащем 2,75 мМ K_2HPO_4 и 8,5 мМ Na_2HPO_4 . Тени осаждались центрифугированием при 5500 g, надосадочная жидкость сливалась. Получение и хранение теней производилось при 4°C. Микровязкость мембран эритроцитов (МЭ) измеряли на спектрофлуориметре «Шимадзу» RF-5301(PC)SCE по методике, описанной в [10,11].

Статистическая обработка материала проводилась с использованием пакета программ Statistika 9.0 с использованием методов непараметрической статистики (U-критерий Манна-Уитни). Измерения микровязкости мембран были сделаны на оборудовании Цен-

тра коллективного пользования научным оборудованием «Спектрометрические измерения» на базе ФГБНУ НИИ биохимии (г. Новосибирск).

Результаты и обсуждение. Измерение относительной микровязкости мембран эритроцитов проводилось у коренных и пришлых мужчин и женщин, среди которых были выделены четыре возрастные группы: 25-35, 36-45, 46-55 и 56-65 лет. Обнаружено достоверное увеличение относительной микровязкости мембран – на 26% ($P < 0,05$) – в липид-липидной области взаимодействия у коренных мужчин в возрасте 56-65 лет по сравнению с группой коренных мужчин в возрасте 25-35 лет. Во всех остальных группах мужчин достоверных различий не обнаружено.

У женщин также обнаружено достоверное увеличение относительной микровязкости мембран с возрастом (таблица). В группе коренных жительниц 56-65 лет обнаружено достоверное увеличение относительной микровязкости мембран на 42% в липид-липидной и белок-липидной областях взаимодействия по сравнению с группой коренных женщин в возрасте 36-45 лет. Выявлено достоверное превышение относительной микровязкости в липид-липидной области взаимодействия в группе 46-55 лет у коренных жительниц по сравнению с пришлыми той же возрастной группы (таблица). Причём у коренных жительниц наблюдалось более раннее увеличение микровязкости мембран эритроцитов (после 46 лет), тогда как у пришлых – после 56 лет.

В условиях Крайнего Севера возросшие энергетические нужды организма требуют активного потребления

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт биохимии», г. Новосибирск: **МОКРУШНИКОВ Павел Валентинович** – к.ф.-м.н., с.н.с., доцент ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет» (Сибстрин), rwmb64@ngs.ru, **ГОЛЬЦОВА Татьяна Владимировна** – учёный секретарь, ibch@niibch.ru, **РОЗУМЕНКО Александр Анатольевич** – к.б.н., с.н.с., alexandr.rozumenko@gmail.com; **ОСИПОВА Людмила Павловна** – к.б.н., зав. лабораторией ФГБНУ «ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН», ludos77@yandex.ru.

Относительная микровязкость (L) мембран в липид-липидной и белок-липидной областях взаимодействия у женщин пос. Самбург ЯНАО

Относительная микровязкость (L) мембран	Липид-липидная область	p	Белок-липидная область	P
Женщины коренные: 25-35 лет (n=9)	0,43±0,04		0,44±0,03	
36-45 лет (n=17)	0,47±0,03	1-3, p<0,01	0,47±0,03	1-3, p<0,01
46-55 лет (n=16)	0,61±0,02	-	0,62±0,02	-
56-65 лет (n=14)	0,61±0,03	2-4, p<0,01	0,62±0,02	2-4, p<0,01
Женщины пришлые: 25-35 лет (n=8)	0,44±0,03		0,46±0,02	
36-45 лет (n=4)	0,48±0,06	-	0,50±0,08	-
46-55 лет (n=4)	0,50±0,05	3-7, p<0,05	0,55±0,05	-
56-65 лет (n=4)	0,57±0,05	-	0,65±0,06	-

жира, организм человека должен переходить от углеводного на липидный режим питания [6]. Значительное увеличение роли жиров в энергетическом обмене организма создаёт повышенный запрос тканей на поставку O₂ для активного обеспечения окислительных процессов. Увеличение микровязкости (жёсткости) мембран эритроцитов приводит к затруднению прохождения эритроцитов в капиллярном русле [4,5,7]. В этом случае недостаточный подвод кислорода к тканям может вызвать обратную тканевую гипоксию.

Увеличение микровязкости эритроцитарных мембран может быть обусловлено снижением в них содержания основного антиоксиданта – токоферола и накопления, помимо продуктов перекисного окисления липидов (диеновых конъюгатов), лизоформ фосфолипидов, что может привести к нарушению диффузии газов (CO₂, O₂) через эритроцитарные мембраны [6,8]. Ранее нами в работе *in vitro* было показано, что с увеличением концентрации гормонов (кортизол, адреналин, норадреналин, андростерон, тестостерон) во взвеси теней эритроцитов микровязкость мембран также увеличивается [1]. Это обусловлено одновременным взаимодействием карбонильных и гидроксогрупп гормонов с CO и NH₂-группами как белков, так и фосфолипидов мембран [10,11].

Заключение. Показано, что микровязкость мембран эритроцитов у коренных женщин в возрасте 46-55 лет достоверно превышает этот показатель у пришлых женщин. Возможно, это связано с адаптацией организмов женщин к условиям Севера.

Литература

1. Гормоны стресса и коронарный синдром X (экспериментальные исследования) / Л.Е. Панин, П.В. Мокрушников, Р.А. Князев [и др.] // Атеросклероз. - 2012. - Т. 8. - № 2. - С. 5-13.
2. Stress hormones and coronary syndrome X (experimental studies) / L.E. Panin, P.V. Mokrushnikov, R.A. Knyazev [et al.] // Atherosclerosis. - 2012. - V. 8. - № 2. - P. 5-13.
3. Добрецов Г.Е. Флуоресцентные зонды в исследовании клеток, мембран и липопротеинов / Г.Е. Добрецов. - М., 1989. - 324 с.
4. Dobretsov G.E. Fluorescent probes in the study of cells, membranes and lipoproteins / G.E. Dobretsov. - M.: Nauka, 1989. - 324 p.
5. Ишутина Н.А. Перекисное окисление липидов и микровязкость мембран эритроцитов у женщин с обострением герпес-вирусной инфекции / Н.А. Ишутина // Дальневосточный медицинский журнал. - 2012. - № 34 (1). - С. 59-61.
6. Ishutina N.A. Lipid peroxidation and erythrocyte membrane microviscosity in women with acute herpes virus infection / N.A. Ishutina // DMZh. - 2012. - V. 34. - № 1. - P. 59-61.
7. Куницын В.Г. Механизм микроциркуляции эритроцита в капиллярном русле при физиологическом сдвиге pH / В.Г. Куницын, П.В. Мокрушников, Л.Е. Панин // СМЖ. - 2007. - Т.5, № 127. - С. 28 – 32.

Kunitsyn V.G. Mechanism of erythrocyte microcirculation in capillary vessels at physiological changes of pH / V.G. Kunitsyn, P.V. Mokrushnikov, L.E. Panin // SNMZh. - 2007. - V. 5. - № 127. - P. 28 – 32.

5. Мокрушников П.В. Влияние pH на поверхностное натяжение взвеси эритроцитов / П.В. Мокрушников // СМЖ. - 2010. - Т.1, №147. - С. 38 – 46.

Mokrushnikov P.V. The influence of pH on surface tension of suspended erythrocytes / P.V. Mokrushnikov // SNMZh. - 2010. - V.1. - № 147. - P. 38 – 46.

6. Панин Л.Е. Гомеостаз и проблемы приполярной медицины (методологические аспекты адаптации) / Л.Е. Панин // СМЖ. - 2010. - Т.30. - С. 6-11.

Panin L.E. Homeostasis and problems of circumpolar medicine (methodological aspects of adaptation) / L.E. Panin // SNMZh. - 2010. - V. 30. - P. 6-11.

7. Панин Л.Е. Взаимодействие синтетических производных витамина Е на реологические свойства эритроцитарных мембран / Л.Е. Панин, П.В. Мокрушников // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. - 2013. - Т. 5, № 15. - С. 101-110.

Panin L.E. Effects of synthetic vitamin E derivatives on the rheological properties of red blood cell membranes / L.E. Panin, P.V. Mokrushnikov // Vestn. Nov. Gosud. Ped. Univ. - 2013. - V. 5, № 15. - P. 101-110.

8. A method for studying oxygen diffusion barrier in erythrocytes: Effects of haemoglobin content and membrane cholesterol / K. Kon, N. Maeda, M. Sekija [et al.] // J. Physiol. (Gr. Brit.). - 1980. - V. 309. - P. 569-590.

9. Decreased fluidity of isolated erythrocyte-membranes in type 1 and type 2 diabetes. The effect of resorcylicidene aminoguanidine / I. Waczulikova, L. Sikurova, J. Carsky [et al.] // Gen. Physiol. Biophys. - 2000. - V. 19, №4. - P. 381-392.

10. Interaction mechanism of anabolic steroid hormones with structural components of erythrocyte membranes / L.E. Panin, P.V. Mokrushnikov, V.G. Kunitsyn [et al.] // Journal of Physical Chemistry B. - 2011. - V. 115. - P. 14969-14979.

11. The interaction mechanism of cortisol and catecholamines with structural components of erythrocyte membranes / L.E. Panin, P.V. Mokrushnikov, V.G. Kunitsyn [et al.] // Journal of physical chemistry B. - 2010. - V. 114. - P. 9462-9473.

12. Tsuda K. Insulin and membrane microviscosity of erythrocytes as risk factors for stroke / K. Tsuda // Stroke. - 2003. - V. 54, № 3. - P. 154-159.