<http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2618-8783-2018-3-2-39-44>

УДК 616-005

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РЕАКЦИЯ ЦИТОАРХИТЕКТониКИ И СПОНТАННОЙ АГРЕГАЦИИ ЭРИТРОЦИТОВ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА СО СКОЛИОТИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ I-II СТЕПЕНИ

Медведев И.Н., Завалишина С.Ю.

*ФГБОУ ВО «Российский государственный социальный университет», г. Москва,
Российская Федерация*

Аннотация. В России по-прежнему сохраняется большое число детей, имеющих явления сколиоза, негативно сказывающиеся на ходе многих процессов в их организме. Возникновение сколиоза нарушает физиолого-реологические свойства клеток крови. Это ухудшает микроциркуляцию и активность метаболизма веществ во многих органах. При этом, особенности микрореологических дисфункций эритроцитов в младшем школьном возрасте при наличии сколиоза не установлена. В работе было выяснено, что сколиоз негативно сказывается на эритроцитарных параметрах у детей. Для эритроцитов в 7-8 летнем возрасте при наличии у них сколиоза было отмечено снижение количества в их крови эритроцитов, имеющих дискоидную форму, повышенный уровень обратимо и необратимо измененных эритроцитарных форм и усиление их способности к агрегации. Это развивалось во многом за счет высокого градиента в них холестерина/общие фосфолипиды, снижения уровня антиоксидантной защиты и избыточной интенсивности в плазме и эритроцитах перекисного окисления липидов. Наступающие при сколиозе нарушения структурно-функциональных свойств эритроцитов являются важным фактором усугубления течения этой патологии и возникновения на ее фоне дисфункций внутренних органов.

Ключевые слова: дети, младший школьный возраст, эритроциты, спонтанная агрегация, поверхностная геометрия клетки, сколиоз.

Введение. В условиях современности в биологии по-прежнему сохраняется большая потребность в дальнейшем изучении многих онтогенетических механизмов функционирования организма человека в условиях нормы и в условиях патологии. Серьезную значимость в этом принято уделять функциональным и реологическим свойствам клеток крови и особенно наиболее многочисленной их группе – эритроцитам [1].

В настоящее время в России имеет место наличие достаточно большого числа детей, имеющих различные нарушения в опорно-двигательном аппарате, солидная доля в которых принадлежит сколиозу, негативно сказывающемуся на ходе многих процессов в организме ребенка [2]. Возникновение сколиоза может нарушать многие свойства крови, что плохо сказывается на организме в целом [3]. При этом, особенности микрореологических свойств эритроцитов в младшем школьном возрасте при наличии

сколиоза остаются не установлены. По этой причине была поставлена **цель**: выяснить особенности реологических свойств эритроцитов у человека в 7-8 летнем возрасте при наличии сколиоза I-II степени.

Материалы и методы исследования. Проведение работы одобрено локальным этическим комитетом Российского государственного социального университета 25.09.2016 (протокол №9). В исследование взят 31 ребенок без патологии 7-8 лет и 148 детей в возрасте 7-8 лет, имеющих сколиоз I-II степени при отсутствии сопутствующих заболеваний. Возраст развития явлений сколиоза у обследуемых наблюдаемых детей был примерно от 6 лет 10 мес. до 7 лет 4 мес. У всех детей сколиоз появлялся в результате длительного нахождения их тела в нефизиологической вынужденной позе за письменным столом – в процессе занятий по подготовке к школе или на школьных уроках в первом классе и в ходе подготовки к ним в домашних условиях.

У всех наблюдаемых детей оценивали, состояние плазменного перекисного окисления липидов по уровню в крови тиобарбитуровой кислоты-активных соединений с помощью набора, произведенного фирмой «Агат-Мед» (Россия) и количественному содержанию в плазме ацилгидроперекисей. При этом велось определение антиокислительной активности плазмы крови всех детей.

Уровень внутриэритроцитарного процесса перекисного окисления липидов выявили по содержанию в эритроцитах малонового диальдегида и ацилгидроперекисей. В мембранах эритроцитов с помощью энзиматического метода оценено количество общего холестерина при помощи набора «Виталдиагностикум» (Россия) и выяснена концентрация общих фосфолипидов путем регистрации в них содержания фосфора с последующим расчетом соотношения в эритроцитах общий холестерин/общих фосфолипидов. В работе устанавливалась антиоксидантная активность эритроцитарных каталазы и супероксиддисмутазы.

Поверхностные свойства мембраны эритроцитов выяснялись при помощи световой фазово-контрастной микроскопии. В работе учитывались следующие формы эритроцитов: дискодные, обратимо деформированные формы и необратимо нарушение их формы. Выраженность агрегации эритроцитов оценивали, используя световой микроскоп с помощью камеры Горяева по числу эритроцитарных агрегатов содержанию агрегировавших и не вступивших в процессе агрегатообразования эритроцитов в их взвеси после их отмывания.

Статистическую обработку полученных в исследовании результатов осуществляли путем использования критерия (t) Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение. Уровень антиоксидантной активности плазмы у обследованных детей со сколиозом соответствовал $23,0 \pm 0,18\%$, и был ниже, чем в контроле на $18,7\%$ ($27,3 \pm 0,15\%$). Содержание в их плазме первичных продуктов перекисного окисления липидов – ацилгидроперекиси составляло- $2,19 \pm 0,16$ Д₂₃₃/мл, вторичных его веществ – тиобарбитуровая кислота – продуктов было на уровне – $4,5 \pm 0,15$ мкмоль/л, превышая уровень контроля на $31,1\%$ и $50,0\%$, соответственно.

У обследуемых детей, имеющих сколиоз, количество холестерина в составе их эритроцитов, было несколько повышено, а общих фосфолипидов оказалось снижено, что

вызвало повышение в них соотношения холестерин/общие фосфолипиды на 43,8% по сравнению с контролем (табл.). Количество ацилгидроперекисей и малонового диальдегида в эритроцитах детей, страдающих сколиозом, было выше, чем в контрольной группе на 30,6% и 45,1%, соответственно. В эритроцитах этих детей уровни активности каталазы и супероксиддисмутазы были снижены до $8816,0 \pm 29,7$ ME/ 10^{12} эритроцитов, и до $1520,0 \pm 20,53$ ME/ 10^{12} эритроцитов, что было существенно ниже значений контроля (табл.1).

Таблица 1

Биохимические и реологические особенности эритроцитов у детей со сколиозом

Учитываемые характеристики	Группа со сколиозом, n=148, M $\pm$ m	Группа контроля, n=31, M $\pm$ m
Химический состав эритроцитов, мкмоль/ 10^{12} эр.	1,12 $\pm$ 0,004	0,86 $\pm$ 0,006 p < 0,01
Общие фосфолипиды эритроцитов, мкмоль/ 10^{12} эр.	0,64 $\pm$ 0,006	0,71 $\pm$ 0,005 p < 0,01
Состояние химического состава/общих фосфолипидов в эритроцитах	1,74 $\pm$ 0,011	1,21 $\pm$ 0,007 p < 0,01
Ацилгидроперекиси эритроцитов, Д ₂₃₃ / 10^{12} эр	3,84 $\pm$ 0,17	2,94 $\pm$ 0,12 p < 0,01
Малоновый диальдегид эритроцитов, нмоль/ 10^{12} эр.	1,77 $\pm$ 0,08	1,22 $\pm$ 0,08 p < 0,01
Каталаза эритроцитов, ME/ 10^{12} эр.	8816 $\pm$ 29,7	10210,0 $\pm$ 22,7 p < 0,01
Супероксиддисмутаза эритроцитов, ME/ 10^{12} эр.	1520 $\pm$ 20,53	1670,0 $\pm$ 6,83 p < 0,01
Количество эритроцитов дискоцитов, %	74,1 $\pm$ 0,13	85,8 $\pm$ 0,19 p < 0,01
Число обратимо измененных эритроцитов, %	14,2 $\pm$ 0,14	9,8 $\pm$ 0,13 p < 0,01
Число необратимо измененных эритроцитов, %	11,7 $\pm$ 0,06	4,4 $\pm$ 0,14 p < 0,01
Суммарное количество эритроцитов, попавших в агрегаты	41,8 $\pm$ 0,15	32,4 $\pm$ 0,08 p < 0,01
Количество эритроцитарных агрегатов	8,3 $\pm$ 0,06	6,3 $\pm$ 0,05 p < 0,01
Количество непроаггированных эритроцитов	229,6 $\pm$ 0,17	282,4 $\pm$ 0,21 p < 0,01

Условные обозначения: p – достоверность различий показателей группы со сколиозом и группы контроля.

В крови наблюдаемых детей, имеющих явления сколиоза, количество дискоидных эритроцитов было понижено до 74,1 $\pm$ 0,13%, что существенно уступало значениям контрольной группы (85,8 $\pm$ 0,19%). Это сопровождалось ростом числа эритроцитов с

обратимо и необратимо трансформированной формой на 44,9% и в 2,65 раза, соответственно.

У обследованных детей со сколиозом найдено увеличение вовлеченности эритроцитов в процесс агрегатообразования и числа данных агрегатов в условиях снижения числа свободных от агрегации эритроцитов ($229,6 \pm 0,17$ клеток).

В ходе наблюдения было выяснено, что при сколиозе у детей снижается уровень антиоксидантной защиты плазмы, что ведет к росту в ней количества ацилгидроперекиси и тиобарбитуровая кислота-активных соединений, способствуя ослаблению метаболизма во всех тканях. При этом, активизация процесса перекисное окисление липидов в плазме обуславливает альтерацию сосудистого эндотелия и поверхности мембран эритроцитов, весьма негативно влияя на их функции [4]. Это отягощается возникающей в эритроцитах детей, имеющих сколиоз мембранопатией, вызванной ростом в них холестерина и снижением общих фосфолипидов. Это также отягощалось снижением антиоксидантной защищенности красных кровяных телец, вызывающей активизацию в них процессов перекисидации их липидов.

Формирующаяся ситуация сильно способствует нарушению у части эритроцитов двояковогнутой формы, что ухудшает течение крови по сосудам особенно по капиллярам [6, 7]. Данные изменения в структуре эритроцитов ведут к росту в крови числа патологических их форм. Так, у этих детей нарастает уровень эритроцитов, измененных через эхиноцитоз в форму сферы, с появлением на их поверхности шипов разлной формы, и через стоматоцитоз до состояния односторонне выгнутых дисков. Последующая трансформация течет до сферо-эхиноцита, сферо-стоматоцита, и в итоге до состояния сфероцита, который очень быстро подвергается разрушению [5].

Выявление у детей, имеющих сколиоз, повышения агрегации эритроцитов значительно обуславливается возникающими нарушениями заряда на поверхности их мембран в результате деградации находящихся на ней протеинов с отрицательным зарядом под действием перекисного окисления липидов. Избыток генерации активных форм кислорода вызывает у детей со сколиозом не только оксидативную альтерацию мембран, но и повреждает глобулярные белки плазмы, имеющие способность соединяться как «мостик» между эритроцитами в ходе развития их агрегации. При этом, избыток продуктов перекисного окисления липидов увеличивает порог способности к дезагрегации эритроцитов, активируя сцепление эритроцитов в составе агрегатов, повышая скорость агрегации [6].

Можно считать, что еще одной причиной усиления агрегации эритроцитов у детей, страдающих сколиозом, можно считать избыток в крови катехоламинов, уровень которых при любых дисфункциях в организме может существенно расти [1]. В этих условиях неизбежно активируются α_1 -рецепторы, усиливается функционирование системы Ca^{2+} -кальмодулина и каскад внутриклеточных процессов метаболизма фосфатидилинозитола. В условиях активации α_2 -адренорецепторов происходит ослабление активности аденилатциклазы за счет усиления воздействия с рецептора-агониста на внутриклеточные Gi -белки. Это приводит к снижению количества

циклического аденозинмонофосфата в эритроцитах и стимулирует поступление Ca^{2+} в их цитоплазму, что активирует массовую агрегацию эритроцитов [7].

Повышение числа свободно перемещающихся по крови детей, имеющих сколиоз, эритроцитарных агрегатов способствует повреждению у них сосудистой эндотелиальной выстилки, приводя к обнажению субэндотелиальных волокон, сильной стимуляции механизмов гомеостаза и существенному ухудшению реологических свойств крови [3]. Избыточное количество свободно циркулирующих в крови агрегатов может часто перекрывать определенную часть *vasa vasorum*, существенно ухудшая сосудистый метаболизм, ослабляя синтез в сосудистой стенке дезагрегантов, а, следовательно, уровень контроля сосудов над агрегацией эритроцитов.

Заключение. Сколиоз негативно сказывается на всех системах организма детей, в том числе и на крови. Выяснено, что для эритроцитов детей 7-8 летнего возраста, страдающих сколиозом, свойственно снижение распространенности дискоидной формы и повышение уровня обратимо и необратимо измененных эритроцитарных форм. Это сопровождается у них усилением способности эритроцитов к агрегации за счет высокого градиента в них холестерина/общие фосфолипиды, снижения уровня антиоксидантной защиты и избыточной интенсивности в плазме и эритроцитах перекисного окисления липидов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Vorobyeva N.V. Physiological reaction of erythrocyts microrheological properties on hypodynamia in persons of second mature age // *Annual Research & Review in Biology*. –2017. –Т.20, №2. – С. ARRB.37718.
2. Bikbulatova A.A., Andreeva E.G. Achievement of psychological comfort in 5-6-Year-Old children with scoliosis against the background of daily medicinal-prophylactic clothes' wearing for half a year // *Bali Medical Journal*. –2018.– №7(3). – P.706-711. DOI:10.15562/bmj.v7i3.947
3. Bikbulatova A.A., Andreeva E.G. Impact of daily wearing of medioprophyllactic clothes on the state of locomotor system of 5-6-year old children with scoliosis of I-II degree // *Bali Medical Journal*. –2018.–№ 7(3). – P. 621-625. DOI:10.15562/bmj.v7i3.948
4. Скорятин И.А., Кутафина Н.В. Агрегационные возможности тромбоцитов при артериальной гипертензии и дислипидемии на фоне аторвастатина и немедикаментозного воздействия // *Вестник Сургутского государственного педагогического университета*. – 2015.– № 1 (34). – С. 258-265.
5. Uzoigwe Ch. The human erythrocyte has developed the biconcave disk shape to optimize the flow properties of the blood in the large vessels // *Med.Hypothesis*. – 2006. – №5. – P.63-1159.
6. Wagner M.C., Eckman J.R., Wick T.M. Histamine increases sickle erythrocyte adherence to endothelium // *Brit. J. Haematol*. – 2006. – Vol.4. – P.512-522.
7. Skripieva E.V., Kutafina N.V., Kiperman Ya.V., Kotova O.V., Zatsepin V.I., Ukolova G.B. The effect of metered exercise on platelet activity in adolescents // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2018. – Т.9, №3. – С. 1151-1154.

FUNCTIONAL REACTION OF CYTOOARCHITECTONICS AND SPONTANEOUS AGGREGATION OF ERYTHROCYTES IN CHILDREN OF THE YOUNG SCHOOL AGE WITH THE SCIOLIOTIC PROCESS OF I-II DEGREE

Medvedev I.N., Zavalishina S.Yu.

Russian state social university, Moscow, Russian Federation

Annotation. In Russia there are still a large number of children with scoliosis that adversely affect the course of many processes in their body. The appearance of scoliosis disrupts the physiological and rheological properties of blood cells. This worsens microcirculation and metabolic activity of substances in many organs. In this case, the features of microrheological dysfunction of erythrocytes in the younger school age in the presence of scoliosis is not established. In the work it was found out that scoliosis negatively affects erythrocyte parameters in children. For erythrocytes at the age of 7-8 years, when they had scoliosis, there was a decrease in the number of erythrocytes in their blood having a discoid form, an increased level of reversibly and irreversibly altered erythrocyte forms, and an increase in their ability to aggregate. This was largely due to a high gradient in them of cholesterol / total phospholipids, a decrease in the level of antioxidant protection and excessive intensity in plasma and red blood cells of lipid peroxidation. The infringements of structural and functional properties of erythrocytes occurring during scoliosis are important factors of aggravation of the course of this pathology and the emergence of dysfunctions of internal organs against it.

Key words: children, junior school age, erythrocytes, spontaneous aggregation, surface geometry of the cell, scoliosis.

REFERENCES

1. Vorobyeva N.V. Physiological reaction of erythrocytes microrheological properties on hypodynamia in persons of second mature age // Annual Research & Review in Biology. –2017. –T.20, №2. – C. ARRB.37718.
2. Bikbulatova A.A., Andreeva E.G. Achievement of psychological comfort in 5-6-Year-Old children with scoliosis against the background of daily medicinal-prophylactic clothes' wearing for half a year // Bali Medical Journal. –2018.– №7(3). – P.706-711. DOI:10.15562/bmj.v7i3.947
3. Bikbulatova A.A., Andreeva E.G. Impact of daily wearing of medioprophyllactic clothes on the state of locomotor system of 5-6-year old children with scoliosis of I-II degree // Bali Medical Journal. –2018.–№ 7(3). – P. 621-625. DOI:10.15562/bmj.v7i3.948
4. Skorjatina I.A., Kutafina N.V. Aggregational capacity of platelets in arterial hypertension and dyslipidemia against atorvastatin and non-drug effects // Vestnik Surgutskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. – 2015.– № 1 (34). – C. 258-265.
5. Uzoigwe Ch. The human erythrocyte has developed the biconcave disk shape to optimize the flow properties of the blood in the large vessels // Med.Hypothesis. – 2006. – №5. – P.63-1159.
6. Wagner M.C., Eckman J.R., Wick T.M. Histamine increases sickle erythrocyte adherence to endothelium // Brit. J. Haematol. – 2006. – Vol.4. – P.512-522.
7. Skripileva E.V., Kutafina N.V., Kiperman Ya.V., Kotova O.V., Zatsepin V.I., Ukolova G.B. The effect of metered exercise on platelet activity in adolescents // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – T.9, №3. – C. 1151-1154.