

УДК:[616-005.1- 08:616.12- 008.331.1]:615.22

МИКРОРЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭРИТРОЦИТОВ У ДЕТЕЙ БЕЗ ОТКЛОНЕНИЙ В СОСТОЯНИИ ЗДОРОВЬЯ, НАЧАВШИХ ОБУЧЕНИЕ В ШКОЛЕ

Медведев И.Н., Карпова Г.Г.

Курский институт социального образования (филиал) РГСУ, Курск, e-mail: zsyu@046.ru

Эритроциты определяют текучесть крови по сосудам, лимитируя уровень доставки необходимого количества кислорода и питательных веществ к тканям, от которой во многом зависят рост и развитие ребенка. Цель работы – исследовать состояние реологических свойств эритроцитов у здоровых детей младшего школьного возраста. Под наблюдением находились здоровые младшие школьники: 24 человека 7-летнего возраста, 25 человек 8-летнего возраста и 26 человек 9-летнего возраста из благополучных семей. У младших школьников в кровотоке отмечается тенденция к увеличению количества обратимо и необратимо измененных форм эритроцитов при снижении дискоцитов. Выявляемая динамика цитоархитектоники эритроцитов обуславливает повышение агрегатообразования красных кровяных телец, обеспечивая определенный уровень реологических свойств крови и перфузии внутренних органов, необходимый для роста и развития организма. Таким образом, у детей в возрасте 7–9 лет отмечается тенденция к росту содержания измененных форм эритроцитов и усилению их агрегационной активности.

Ключевые слова: реологические свойства крови, детский возраст, здоровые младшие школьники, агрегация эритроцитов, цитоархитектоника эритроцитов

MICRORHEOLOGICAL PROPERTIES ERYTHROCYTES AT HEALTHY CHILDREN OF YOUNGER SCHOOL AGE

Medvedev I.N., Karpova G.G.

*Kursk institute of social education (branch) of the Russian state social university,
Kursk, e-mail: zsyu@046.ru*

Erythrocyte define fluidity of blood on vessels, limiting level of delivery of necessary quantity of oxygen and nutrients to fabrics on which growth and a child development in many respects depends. The work purpose – to investigate a condition of rheological properties erythrocyte at healthy children of younger school age. Under supervision there were healthy younger schoolboys: 24 persons 7 summer age, 25 persons 8 summer age and 26 persons 9 summer age from safe families. At younger schoolboys in a blood-groove the tendency to quantity increase reversibly is marked and is irreversible the changed forms erythrocyte at decrease inactive forms. Revealed dynamics deformation degree erythrocyte causes increase education of units red blood little bodies, providing certain level of rheological properties of blood and perfusion an internal, necessary for growth and organism development. Thus, at children at the age of 7-9 years the tendency to growth of the maintenance of the changed forms erythrocyte and to their strengthening aggregative activity is marked.

Keywords: rheological properties of blood, the children's age, healthy younger schoolboys, aggregation erythrocyte, deformation degree erythrocyte

Гемодинамические свойства крови в значительной мере обуславливаются особенностями эритроцитов, формирующимися в результате взаимодействия сложных процессов в кровотоке, определяющих способность их к деформации и агрегации [3, 8]. В первую очередь эритроциты определяют текучесть крови по сосудам, в т.ч. в микроциркуляторном русле, лимитируя уровень доставки необходимого количества кислорода и питательных веществ к тканям, определяя тем самым рост и развитие всех органов и систем в организме ребенка [6]. Изменение реологических особенностей эритроцитов неизбежно может сопровождаться микротромбообразованием с ухудшением трофических процессов в тканях. В то же время нельзя считать до конца изученным состояние функциональной активности эритроцитов у детей младшего школьного возраста, начавших обучение по общеобразовательной программе.

Цель работы – исследовать состояние реологических свойств эритроцитов у здоровых детей младшего школьного возраста.

Материалы и методы исследования

В исследование включены здоровые младшие школьники, обучающиеся в средней общеобразовательной школе №7 г. Курска: 24 человека 7-летнего возраста, 25 человек 8-летнего возраста и 26 человек 9-летнего возраста из благополучных семей. Все дети включались в исследование после получения письменного согласия родителей на его проведение.

Уровень перекисного окисления липидов (ПОЛ) в плазме оценивали по содержанию тиобарбитуровой кислоты (ТБК)-активных продуктов набором фирмы «Агат-Мед» и ацилгидроперекисей (АГП) [2]. Для оценки антиокислительного потенциала жидкой части крови определяли ее антиокислительную активность по Волчегорскому И.А. и соавт. (2000) [1].

У всех детей в отмытых и ресуспендированных эритроцитах количественно оценены уровни холестерина (ХС) энзиматическим колориметрическим методом набором «Витал Диагностикум» и общих фосфолипидов (ОФЛ) по содержанию в них фосфора [4] с последующим расчетом отношения ХС/ОФЛ.

Выраженность внутриэритроцитарного ПОЛ определяли по концентрации малонового диальдегида (МДА) в реакции восстановления тиобарбитуровой кислоты в отмытых и ресуспендированных эритроцитах на основе принципа метода Shmith J.B. Et al. (1976) [11] в модификации Кубатиева А.А., Андреева С.В. (1979) [5] и содержанию ацилгидроперексидов [2]. Активность внутриэритроцитарных антиоксидантных ферментов устанавливали для каталазы и супероксиддисмутазы (СОД) [10].

Уровни содержания и соотношения патологических и нормальных форм эритроцитов определяли с использованием световой фазово-контрастной микроскопии клеток, производился расчет индекса трансформации (ИТ), индекса обратимой трансформации (ИОТ), индекса необратимой трансформации (ИНОТ), индекса обратимости (ИО) [7].

Активность агрегации эритроцитов определяли с помощью светового микроскопа путем подсчета в камере Горяева количества агрегатов эритроцитов, числа агрегированных и неагрегированных эритроцитов во взвеси отмытых эритроцитов в плазме крови. Производилось вычисление среднего размера агрегата (СРА), показателя агрегации (ПА), процента неагрегированных эритроцитов (ПНА) [7]. Статистическая обработка полученных результатов велась с использованием t-критерия Стьюдента [9].

Результаты исследования и их обсуждение

У детей, включенных в исследование, не было выявлено достоверной динамики липидного состава эритроцитов. Так, с 7 по 9 год жизни у детей была зарегистрирована лишь легкая тенденция к нарастанию содержания ХС в мембранах красных кровяных телец на практически неизменном уровне, ОФЛ в среднем составившем

$0,76 \pm 0,008$ мкмоль/ 10^{12} эр. при тенденции увеличения градиента ХС/ОФЛ их мембран с $1,25 \pm 0,016$ до $1,28 \pm 0,13$, что являлось основой незначительного роста жесткости мембран эритроцитов в кровотоке.

Динамическая оценка механизмов обеспечения активности внутриэритроцитарного ПОЛ позволила выявить небольшое повышение антиоксидантной защиты красных кровяных телец с 7 до 9 лет (каталаза с $9600,0 \pm 12,4$ МЕ/ 10^{12} эр. до $9690,0 \pm 17,5$ МЕ/ 10^{12} эр., СОД с $1790,0 \pm 6,80$ МЕ/ 10^{12} эр. до $1820,0 \pm 4,73$ МЕ/ 10^{12} эр.). Это способствовало развитию небольшой тенденции к снижению содержания в них АГП с $2,56 \pm 0,09$ Д₂₃₃/ 10^{12} эр. до $2,51 \pm 0,08$ Д₂₃₃/ 10^{12} эр.). При этом базальный уровень МДА в красных кровяных тельцах также незначительно снижался (с $0,91 \pm 0,16$ нмоль/ 10^{12} эр. до $0,88 \pm 0,07$ нмоль/ 10^{12} эр.).

У детей младшего школьного возраста отмечена тенденция к постепенному понижению в потоке крови уровня дискоидных форм эритроцитов (табл. 1). Так, у них в течение возрастного периода с 7 до 9 лет отмечено также легкое повышение суммарного количества обратимо и необратимо измененных форм эритроцитов, не достигшее уровня достоверности. Суммарное их уменьшение в оцениваемый возрастной отрезок составляло 2,7 и 7,4% соответственно, сопровождаясь постепенным увеличением ИТ с $0,20 \pm 0,014$ в 7-летнем возрасте до $0,21 \pm 0,019$ в 9-летнем.

Таблица 1

Цитоархитектоника эритроцитов у здоровых младших школьников

Показатели	Здоровые младшие школьники, $M \pm m$			Средние значения
	7 лет $n = 24$	8 лет $n = 25$	9 лет $n = 26$	
Дискоциты, %	$83,6 \pm 0,23$	$83,3 \pm 0,14$	$82,9 \pm 0,20$	$83,3 \pm 0,19$
Обратимо изм. эритроциты, %	$11,0 \pm 0,19$	$11,1 \pm 0,26$	$11,3 \pm 0,21$	$11,1 \pm 0,22$
Необратимо изм. эритроциты, %	$5,4 \pm 0,21$	$5,6 \pm 0,19$	$5,8 \pm 0,16$	$5,6 \pm 0,19$
Индекс трансформации	$0,20 \pm 0,014$	$0,20 \pm 0,017$	$0,21 \pm 0,019$	$0,20 \pm 0,017$
Индекс обратимой трансформации	$0,13 \pm 0,014$	$0,13 \pm 0,012$	$0,14 \pm 0,006$	$0,13 \pm 0,011$
Индекс необратимой трансформации	$0,06 \pm 0,005$	$0,07 \pm 0,004$	$0,07 \pm 0,010$	$0,07 \pm 0,006$
Индекс обратимости	$2,02 \pm 0,03$	$1,98 \pm 0,12$	$1,95 \pm 0,12$	$1,98 \pm 0,09$

Низкий уровень в крови обратимо измененных эритроцитов у наблюдаемых детей определил увеличение ИОТ с 7 до 9 лет на 7,7%.

У детей младшего школьного возраста в крови несколько повышалось количество необратимо измененных эритроцитов, что обеспечивало за период наблюдения увеличение ИНОТ на 16,6% при суммарном уменьшении ИО на 3,6%, что являлось от-

ражением существующего в кровотоке числа обратимо и необратимо измененных эритроцитов.

Показатели агрегации эритроцитов у здоровых младших школьников постепенно увеличивались по мере увеличения хронологического возраста (табл. 2). Так, в результате наблюдения у детей отмечено нарастание суммы эритроцитов в агрегате, повышение СРА и количества самих агре-

готов при постепенной тенденции к снижению величины свободно лежащих эритроцитов к 9 годам до $249,8 \pm 1,75$ клеток. Аналогичная направленность динамики отмечена для ПА, достигшего у 9-летних

детей $1,12 \pm 0,08$, вследствие повышения за весь период наблюдения на 0,9%. Это сопровождалось у детей постепенным уменьшением ПНА, составившем в 9 лет по сравнению с 7 годами 0,8%.

Таблица 2

Показатели агрегации эритроцитов у здоровых младших школьников

Показатели	Здоровые младшие школьники, $M \pm m$			Средние значения
	7 лет $n = 24$	8 лет $n = 25$	9 лет $n = 26$	
Сумма всех эритроцитов в агрегате	$39,2 \pm 0,16$	$39,7 \pm 0,13$	$40,5 \pm 0,16$	$39,8 \pm 0,15$
Количество агрегатов	$7,9 \pm 0,06$	$8,2 \pm 0,03$	$8,4 \pm 0,02$	$8,2 \pm 0,04$
Количество свободных эритроцитов	$256,0 \pm 2,41$	$251,4 \pm 1,69$	$249,8 \pm 1,75$	$252,4 \pm 1,95$
Показатель агрегации	$1,11 \pm 0,05$	$1,12 \pm 0,06$	$1,12 \pm 0,08$	$0,12 \pm 0,06$
Процент неагрегированных эритроцитов	$86,8 \pm 0,12$	$86,5 \pm 0,15$	$86,1 \pm 0,09$	$86,5 \pm 0,12$
Средний размер агрегата, клеток	$4,9 \pm 0,06$	$4,8 \pm 0,12$	$4,8 \pm 0,10$	$4,8 \pm 0,09$

Таким образом, у здоровых младших школьников 7–9 лет отмечаются оптимальные реологические свойства эритроцитов при невыраженной тенденции к усилению агрегации и повышению активности красных кровяных телец.

Рост и развитие сопровождается сложными изменениями в организме, в число которых входят обменные сдвиги и динамика реологических свойств эритроцитов [7]. Рост организма ребенка неизбежно сочетается с совершенствованием ферментных систем, в том числе обеспечивающих АОО плазмы, приводя к закономерной динамике ПОЛ в жидкой части крови, влияющей на внешние мембраны эритроцитов, способствуя необходимой жесткости при прохождении через микроциркуляторное русло [3]. Усиление ферментов антиокисления красных кровяных телец обуславливает снижение в них продуктов ПОЛ, что в сочетании с тенденцией к увеличению в их мембранах ХС способствует формированию их реологических и функциональных свойств. Развивающиеся по мере увеличения хронологического возраста биохимические сдвиги в плазме крови детей сопровождались определенной динамикой цитоархитектоники эритроцитов с повышением содержания их активированных форм. В этой связи у младших школьников в кровотоке отмечается тенденция к увеличению количества обратимо и необратимо измененных форм эритроцитов при снижении дискоцитов. Динамика цитоархитектоники эритроцитов обуславливает нарастание способности эритроцитов к агрегатообразованию [8], обеспечивая определенный уровень реологических свойств крови и перфузии внутренних органов, необходимый для роста и развития организма.

Увеличение агрегационной способности эритроцитов, также не достигшей уровня статистической значимости, позволяющей поддерживать перфузию внутренних органов на нужном уровне под действием факторов внешней среды и внутренних анаболических процессов, достигалось невысокой вязкостью крови и хорошими жидкостными свойствами, исключаящими риск развития микротромбообразования.

Таким образом, у детей в возрасте 7–9 лет отмечается тенденция к снижению деформационных изменений и усилению агрегационной активности эритроцитов, обеспечивая оптимальную перфузию внутренних органов, необходимую для роста и развития организма ребенка.

Выводы

1. У младших школьников отмечается низкая выраженность цитоархитектонических изменений эритроцитов с их тенденцией к повышению с 7 до 9 лет.

2. Повышение хронологического возраста у младших школьников сопровождается тенденцией к повышению способности эритроцитов к агрегации, вероятно, в ответ на средовые воздействия.

Список литературы

1. Экспериментальное моделирование и лабораторная оценка адаптивных реакций организма / И.А. Волчегорский, И.И. Долгушин, О.Л. Колесников, В.Э.Цейликман. – Челябинск: Изд-во Челябинского государственного педагогического университета, 2000. – 167 с.
2. Гаврилов В.Б., Мишкорудная М.И. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови // Лабораторное дело. – 1983. – №3. – С. 33–36.
3. Киселев А.М., Клущков В.С., Сторожок С.А. О механизмах регуляции способности эритроцитов к упругой деформации // Вестник Уральской медицинской академии. – 2006. – т.3. – С. 39–40.

4. Колб В.Г., Камышников В.С. Справочник по клинической химии. – Минск: Изд-во Беларусь, 1982. – 367 с.
5. Кубатиев А.А., Андреев А.А. Перекиси липидов и тромбоз // Бюлл. эксперим. биол. и медицины. – 1979. – № 5. – С. 414–417.
6. Медведев И.Н., Гамолина О.В., Фадеева Т.С. Деформация эритроцитов и ее оценка // Вопросы физиологии и адаптации живых систем: материалы международной научно-практической конференции. – Сухум, 2010. – С. 138–140.
7. Методические подходы к исследованию реологических свойств крови при различных состояниях / И.Н. Медведев, А.П. Савченко, С.Ю. Завалишина и др. // Российский кардиологический журнал. – 2009. – №5. – С. 42–45.
8. Медведев И.Н., Фадеева Т.С. Функциональные особенности эритроцитов у здоровых молодых людей, не тренирующихся физически // Теоретические и прикладные проблемы современной науки и образования: материалы международной научно-практической конференции. – Курск, 2010. – С. 156–165.
9. Применение методов морфометрии и статистического анализа в морфологических исследованиях / М.В. Углова, Б.А. Углов, В.В. Архипов, Т.В. Горшкова, Н.А. Петунина, Т.Л. Оль, М.А. Прохуровская, С.И. Шубин. – Куйбышев: Куйбышевское книжное издательство, 1982. – 46 с.
10. Чевари С., Андял Т., Штрэнгер Я. Определение антиоксидантных параметров крови и их диагностическое значение в пожилом возрасте // Лабораторное дело. – 1991. – №10. – С. 9–13.
11. Schmith J.B., Ingberman C.M., Silver M.J. Malondialdehyde formation as an indicator of prostaglandin production by human platelet // J.Lab. Clin. Med. – 1976. – Vol. 88 (1). – P. 167–172.

Рецензенты:

Громнацкий Н.И., д.м.н., профессор, профессор кафедры внутренних болезней №2 Курского государственного медицинского университета, г. Курск;

Смахтин М.Ю., д.б.н., профессор, профессор кафедры биохимии Курского государственного медицинского университета, г. Курск.

Работа поступила в редакцию 04.04.2011.