

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

**Медведев И.Н., Карпова Г.Г.**

*Курский институт социального образования  
(филиал Российского государственного социального университета)*

## **РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭРИТРОЦИТОВ У ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА\***

**I. Medvedev, G. Karпова**

*Kursk Institute of Social Education (branch) of Russian State Social University*

## **RHEOLOGICAL PROPERTIES OF ERYTHROCYTES AT HEALTHY CHILDREN OF A YOUNGER SCHOOL AGE**

*Аннотация.* Не вызывает сомнений, что морфофункциональные особенности детского организма во многом определяются достаточным притоком крови к органам.

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

Под наблюдением находились 24 здоровых ребенка 7 лет, 25 детей 8 лет и 26 детей 9-летнего возраста.

По мере увеличения возраста 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 при отсутствии риска микротромбообразования.

Таким образом, у детей 7-9 лет отмечается тенденция к повышению деформационных изменений и усилению агрегационной активности эритроцитов.

*Ключевые слова:* реологические свойства крови, дети, младшие школьники, агрегация эритроцитов, цитоархитектоника эритроцитов.

В настоящее время не вызывает сомнений, что морфофункциональные особенности детского организма во многом определяются достаточным притоком крови к его растущим органам [3, 39-40]. Особенности микроциркуляции во многом определяются свойс-

*Abstract.* It leaves no doubt that morphofunctional features of a child's organism are in many respects defined by the sufficient inflow of blood to the organs. The aim of the paper is to investigate the condition of rheological properties of erythrocytes at healthy children of a younger school age. Under supervision there were 24 healthy children at the age of 7; 25 children at the age of 8 and 26 children at the age of 9. In the circulation of the blood of younger schoolboys with the increase of age the tendency to the increase of the quantity of reversible and irreversible changed forms of erythrocytes at decrease of inactive forms is marked. Revealed dynamics of the degree of deformation of erythrocytes causes the increase of the units of red blood little bodies, providing a certain level of rheological properties of blood and the work of internal organs, necessary for the growth and development of the organism in the absence of the risk of the development of microthrombosis. Thus, at 7-9-year-old children the tendency to the increase of deformation changes and the strengthening of aggregative activity of erythrocytes is marked.

*Key words:* rheological properties of blood, children, younger schoolboys, aggregation of erythrocytes, deformation degree of erythrocytes.

твами эритроцитов, являющихся наиболее многочисленной популяцией клеток крови. От свойств этих клеток в значительной мере зависит уровень доставки необходимого количества кислорода и питательных веществ к тканям, и, в конечном счете, рост и развитие

---

\* © Медведев И.Н., Карпова Г.Г.

всех органов и систем в организме ребенка, в том числе и центральной нервной системы, особенно в начале периода обучения [6, 139-140]. В тоже время нельзя считать до конца изученным состояние функциональной активности эритроцитов у детей младшего школьного возраста, начавших посещать общеобразовательную школу.

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

### Материалы и методы

Под наблюдением находились 24 здоровых ребенка 7 лет, 25 детей 8 лет и 26 детей 9-летнего возраста.

Всем детям проводилось исследование активности перекисного окисления липидов (ПОЛ) в плазме, оцениваемого по содержанию тиобарбитуровой кислоты (ТБК)-активных продуктов набором фирмы «Агат-Мед» и ацилгидроперекисей (АГП) [2, 33-35]. Антиокислительный потенциал жидкой части крови определялся по Волчегорскому И. А. и соавт. (2000) [1, 118-126]. У всех детей в отмытых и ресуспендированных эритроцитах количественно были оценены уровни холестерина (ХС) энзиматическим колориметрическим методом набором «Витал Диагностикум» и общих фосфолипидов (ОФЛ) по содержанию в них фосфора [4, 189-205] 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, 168-172] в модификации Кубатиева А.А., Андреева С.В. (1979) [5, 415-416] и содержанию ацилгидроперекисей [2, 33-34]. Активность внутриэритроцитарных антиоксидантных ферментов устанавливали для каталазы и супероксиддисмутазы (СОД) [10, 9-12].

Содержание и соотношение патологических и нормальных форм эритроцитов определяли с использованием световой фа-

зово-контрастной микроскопии клеток. Производился расчет индекса трансформации (ИТ), индекса обратимой трансформации (ИОТ), индекса необратимой трансформации (ИНОТ), индекса обратимости (ИО) [7, 42-44]. Выраженность 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, 43-44]. Статистическая обработка полученных результатов велась с использованием t-критерия Стьюдента [9, 30-42].

### Результаты исследования

У младших школьников, включенных в исследование, не было отмечено достоверной динамики липидного состава эритроцитов. Так, с 7 по 9 год жизни у детей была зарегистрирована лишь невыраженная тенденция к нарастанию содержания ХС в мембранах красных кровяных телец на практически неизменном уровне, ОФЛ, в среднем составившем  $0,76 \pm 0,019$  мкмоль/ $10^{12}$  эр., при тенденции увеличения градиента ХС/ОФЛ их мембран с  $1,25 \pm 0,016$  до  $1,28 \pm 0,013$ , что являлось основой незначительного роста жесткости мембран эритроцитов в кровотоке.

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  $2,56 \pm 0,09$  Д<sub>233</sub>/ $10^{12}$  эр. до  $2,51 \pm 0,08$  Д<sub>233</sub>/ $10^{12}$  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 младших школьников отмечена тенден-

ция 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 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.

Невысокое содержание обратимо измененных эритроцитов у наблюдаемых детей определило увеличение ИОТ с 7 до 9 лет на 7,6%. У детей младшего школьного возраста в крови несколько повышалось количество необратимо измененных эритроцитов, что обеспечивало за период наблюдения увеличение ИНОТ на 16,7% при небольшом суммарном уменьшении ИО, что являлось отражением существующего в кровотоке числа обратимо и необратимо измененных эритроцитов.

По мере увеличения хронологического возраста у здоровых младших школьников отмечено постепенное увеличение показателей агрегации эритроцитов (табл. 2). Выяснено, что в течение учитываемого возрастного интервала у детей отмечается нарастание суммы эритроцитов в агрегате, повышение СРА и количества самих агрегатов при постепенной тенденции к снижению величины свободно лежащих эритроцитов к 9 годам до  $249,8 \pm 1,75$  клеток. Сходная 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 к 9 годам, по сравнению с 7 годами, 0,8%.

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.

### Обсуждение

Рост и развитие детей сопровождается сложными изменениями в организме, в т.ч. обменными сдвигами и динамикой реологических свойств эритроцитов [7, 42-43]. Рост организма ребенка неизбежно сочетается с совершенствованием ферментных систем, в том числе обеспечивающих АОА плазмы, приводя к закономерной динамике ПОЛ в жидкой части крови, влияющей на внешние мембраны эритроцитов, способствуя необходимой жесткости при прохождении через микроциркуляторное русло [3, 39-40]. Активация ферментов антиокисления красных кровяных телец обуславливает снижение в них продуктов ПОЛ, что, в сочетании с тенденцией к увеличению в их мембранах ХС, способствует формированию реологических и функциональных свойств эритроцитов. Достигаемые 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. Выявляемая динамика цитоархитектоники эритроцитов обуславливает повышение агрегатообразования красных кровяных телец [8, 161-163], обеспечивая определенный уровень реологических свойств крови и перфузии внутренних органов, необходимый для роста и развития организма.

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

Таблица 1

**Цитоархитектоника эритроцитов у здоровых младших школьников**

| Показатели                       | Здоровые школьники, М±m |               |               | Средние значения |
|----------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|------------------|
|                                  | 7 лет<br>n=24           | 8 лет<br>n=25 | 9 лет<br>n=26 |                  |
| Дискоциты, %                     | 83,6±0,23               | 83,3±0,14     | 82,9±0,20     | 83,3±0,19        |
| Обратимо изм. эритроциты, %      | 11,0±0,19               | 11,1±0,26     | 11,3±0,21     | 11,1±0,22        |
| Необратимо изм. эритроциты, %    | 5,4±0,21                | 5,6±0,19      | 5,8±0,16      | 5,6±0,19         |
| Индекс трансформации             | 0,20±0,014              | 0,20±0,017    | 0,21±0,019    | 0,20±0,016       |
| Индекс обратимой трансформации   | 0,13±0,014              | 0,13±0,012    | 0,14±0,006    | 0,1430,011       |
| Индекс необратимой трансформации | 0,06±0,005              | 0,07±0,004    | 0,07±0,010    | 0,07±0,006       |
| Индекс обратимости               | 2,02±0,03               | 1,98±0,12     | 1,95±0,12     | 1,98±0,09        |

Таблица 2

**Показатели агрегации эритроцитов у здоровых младших школьников**

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

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

**Выводы**

1. У детей 7-9 лет отмечается невысокая активность перекисного окисления липидов в плазме и эритроцитах.
2. Повышение хронологического возраста у младших школьников сопровождается тенденцией к нарастанию деформационных изменений мембраны эритроцитов и их спо-

способности к агрегации, вероятно, в ответ на средовые воздействия.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Волчегорский И.А., Долгушин И.И., Колесников О.Л., Цейликман В.Э. Экспериментальное моделирование и лабораторная оценка адаптивных реакций организма. 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., Клушков 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 // Материалы международной научно-практической конференции «Вопросы физиологии и адаптации живых систем». Сухум, 2010. С.138-140.
7. Медведев И.Н., Савченко А.П., Завалишина С.Ю. и др. Методические подходы к исследованию релогических свойств крови при различных состояниях // 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 // Материалы международной научно-практической конференции «Теоретические и прикладные проблемы современной науки и образования». Курск, 2010. С.156-165.
9. Углова М.В., Углов Б.А., Архипов В.В., Горшкова Т.В., Петунина Н.А., Оль Т.Л., Прохуровская М.А., Шубин С.И. Применение методов морфометрии и статического анализа в морфологических исследованиях. 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., Ingerman 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.